

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
“Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна”

На правах рукописи



Пименов Илья Викторович

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОИСКА ДИЗАЙНЕРСКОГО РЕШЕНИЯ**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка
информации (технические системы)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:

д.т.н., профессор

А.Г. Макаров

Санкт-Петербург – 2017

Оглавление

Введение.....	6
1 Моделирование процессов формирования объектов дизайна.....	13
1.1 Процесс дизайна как система обеспечения формальных качеств продукта	13
1.2 Системный анализ объекта дизайна.....	15
1.3 Создание объектов дизайна в легкой промышленности.....	17
1.3.1 Проектирование изделий кожевенно-обувной промышленности	18
1.3.1.1 Проектирование размерного ассортимента перчаток.....	18
1.3.1.2 Проектирование размерного ассортимента обуви	21
1.3.2 Проектирование швейных изделий.....	23
1.4 Информационный продукт как объект дизайна	26
1.4.1 Поиск закономерностей в области веб-дизайна	27
1.4.2 Сбор данных о веб-приложениях	30
1.5 Моделирование знаний об объектах дизайна	34
1.6 Использование методов многомерного анализа данных при формировании знаний.....	40
1.6.1 Сокращение признакового пространства	40
1.6.1.1 Метод главных компонент.....	40
1.6.1.2 Канонический корреляционный анализ	41
1.6.1.3 Кластеризация переменных	41
1.6.2 Структуризация области дизайн-проектирования	42
1.6.3 Извлечение знаний из данных	43
1.6.3.1 Машинное обучение	43
1.6.3.2 Дискриминантный анализ.....	43
1.6.3.3 Методы локальной геометрии.....	46
1.7 Подходы и методы приобретения знаний	48
Выводы по разделу 1.....	52

2 Комплексный подход к использованию методов многомерного анализа данных для построения распознающей базы знаний	54
2.1 Подготовка и первичная обработка данных.....	54
2.1.1. Первичная обработка данных при проектировании перчаток	55
2.1.2 Описание северорусских традиционных женских рубах	57
2.2 Этапы построения информационной системы с распознающей базой знаний	58
2.3 Схема использования методов многомерного анализа для извлечения декларативных знаний.....	64
2.3.1 Сжатие признакового пространства.....	65
2.3.1.1 Отбор информативных признаков при проектировании перчаток	69
2.3.1.2 Выбор основных групп признаков для северорусских традиционных женских рубах	72
2.3.1.3 Исследование групп признаков, характеризующих различные составляющие веб-дизайна	75
2.3.2 Определение структуры классов	77
2.3.2.1 Разработка морфологической типологии при проектировании перчаток	77
2.3.2.2 Кластерный анализ образцов северорусских традиционных женских рубах	84
2.4 Построение правил принадлежности к классам	86
2.4.1 Дискриминантный анализ для морфологических типов кистей рук	86
2.4.2 Дискриминантный анализ для выделенных классов образцов женских рубах	88
2.4.3 Дискриминантный анализ стилей веб-дизайна.....	89
2.4.4 Построение в локальном пространстве дискриминантных функций на основе модели регрессии.....	91
Выводы по разделу 2.....	93

3 Алгоритмизация построения базы знаний.....	95
3.1 Выбор словаря признаков	96
3.1.1 Выбор рабочего словаря признаков при проектировании перчаток	96
3.1.2 Выбор рабочего словаря признаков при анализе северорусских традиционных женских рубаш	97
3.2. Алгоритм формирования решающего правила.....	98
3.3. Алгоритм интеллектуального поиска на основе распознающей базы знаний	104
Выводы по разделу 3.....	109
4 Разработка интеллектуальных систем, основанных на знаниях в области дизайна	110
4.1 Использование знаний при проектировании изделий установленного типа	110
4.1.1 Использование знаний при проектировании перчаток	112
4.1.1.1 Канонический корреляционный анализ: выделение взаимосвязанных подгрупп признаков	112
4.1.1.2 Установление закономерностей в размерных признаках кистей рук	114
4.1.2 Извлечение знаний в области веб-дизайна.....	118
4.2 Использование знаний в информационной системе расчета среднетипичных размеров при серийном производстве.....	124
4.3 Интеллектуальная система поиска музейного образца.....	129
Выводы по разделу 4.....	134
Заключение	135
Список сокращений и условных обозначений.....	137
Список использованных источников	139
Приложение А Характеристики объектов дизайна	159
П.А.1 Характеристики обмера кистей мужских рук	159

П.А.2 Характеристики традиционных составных женских рубаш.....	161
П.А.3 Критерии классификации сайтов.....	164
П.А.4 Критерии качества сайта	167
П.А.5 Характеристики дизайна веб-страниц.....	169
Приложение Б Исходные данные	176
П.Б.1 Данные обмера кистей мужских рук	176
П.Б.2 Значения композиционно-конструктивных характеристик традиционных женских составных рубаш.....	185
П.Б.3 Список классифицированных по стилю сайтов	191
Приложение В Экранные изображения разработанных программ.....	193
П.В.1 Инструментальная среда для проектирования базы знаний интеллектуальных систем	193
П.В.2 Интерфейс для сбора статистических данных в области веб-дизайна .	195
Приложение Г Акты внедрения результатов диссертационной работы	197
Приложение Д Копии свидетельств об интеллектуальной собственности	203

Введение

Актуальность темы. Дизайн как важный инструмент конкурентной борьбы широко используется в индустрии моды, при разработке промышленной продукции, мобильных устройств, программного обеспечения. Система, представляющая процесс дизайна, должна обеспечивать функциональность, стиль, технологичность и другие формальные качества объекта, который имеет множество первичных характеристик, описывающих образ, назначение, конструкцию, эстетическую ценность, эргономичность и другие свойства. Качество многомерного объекта определяется не только его морфологической структурой, но и скрытым, неявным взаимодействием между формообразующими частями. Выявление законов, объясняющих, как значения первичных характеристик и их сочетания влияют на показатели дизайна, необходимо при подготовке специалистов, проектировании новых изделий на основе установленных прототипов и их отличительных свойств.

В настоящее время накоплены значительные массивы данных “объект–свойства” в различных областях дизайна. Их использование позволяет объективизировать оценку дизайн-решения, опираясь на значения измеримых признаков найденного прототипа. Инструментальной базой при извлечении из данных знаний для широкой совокупности объектов-прецедентов являются методы многомерного анализа данных и машинного обучения. Их комплексное использование является сложной системной задачей ввиду разнотипности признаков, наличия взаимосвязей между ними, необходимостью организации данных при передаче между методами. Результат в виде алгоритма распознавания определяет принадлежность объекта к одному из альтернативных классов посредством геометрического представления. Проблемой остается дальнейший переход к производственным правилам, обеспечивающим семантическую интерпретацию решений в условиях многомерности описаний объектов, когда число свойств объектов дизайна варьируется от ста до нескольких сотен, и формирование базы знаний при построении интеллектуальной системы.

Поэтому актуальной является разработка комплексного подхода, основанного на применении многомерного анализа данных, методов и алгоритмов для по-

строения баз знаний, позволяющих повысить степень автоматизации создания интеллектуальных систем в области дизайна.

Степень теоретической разработанности темы исследования

Развитию методологических основ системного подхода к исследованиям в области дизайн-проектирования способствовали труды российских и зарубежных ученых: А. Н. Родченко, Б. Н. Гусева [34], [35], Е. Я. Сурженко [169], Е. Б. Кобляковой [19], [64], [66], А. С. Далидович [36], Г. П. Щедровицкого [182], М. А. Коськова [69], А. Н. Лаврентьева [75], Б. Арчера [69], [137], Т. Ю. Быстровой [20], М. Ю. Ключева [63], Д. А. Нормана [92], В. В. Саакова [150], А. И. Половинкина [1], [44]. Вопросы разработки интеллектуальных САПР с поддержкой 3D-моделирования одежды рассмотрены в работах К. А. Процик [141], И. Л. Ключко [62], О. А. Мишенина [86]. Вопросы дизайна пользовательских веб-интерфейсов рассмотрены в работах Д. В. Кирсанова [58], Д. К. Сатина [68], [152], [153], Д. В. Бородаева [18], Г. П. Блуднова [17], П. Макнейла [79], Дж. Гарретта [32], Я. Нильсена [89], [90], А. Купера [74], К. Клониингера [190], С. Круга [72], Б. Моггриджа [199].

Разработка проектно-художественной концепции объекта дизайна, связанная с применением конструкторских приемов, гармонизацией композиционных и цветовых решений, является трудноформализуемой задачей, что оправдывает разработку систем, основанных на знаниях в области дизайна. Развитию методов проектирования интеллектуальных систем (ИС) и баз знаний (БЗ) в значительной степени способствовали труды А. В. Андрейчикова [8], [9] В. В. Корнеева [11], Е. М. Бениаминова [14], А. И. Башмакова, Т. А. Гавриловой [29], [30], В. Ф. Хорошевского [29], В. А. Дюка [41], [42], Д. В. Сошникова, Х. Уэно, Д. Элти, Р. М. Юсупова [186], Б. В. Соколова [201], В. И. Городецкого [33], [193], А. В. Смирнова [158], И. В. Котенко [70], А. Л. Ронжина [148], Т. Б. Чистяковой [50], Е. Е. Витяева [23], К. В. Воронцова [27], В. В. Девяткова [37], С. В. Кузнецова [73], Дж. Ф. Люгера [77], Ф. А. Новикова [91], Г. С. Осипова [95], С. Рассела и П. Норвига [142], Г. В. Рыбиной [149].

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является повышение степени автоматизации создания интеллектуальных систем в области

дизайна на основе комплексного подхода к использованию многомерного анализа данных, методов и алгоритмов для построения баз знаний и интеллектуального поиска дизайнерского решения. Для достижения указанной цели в работе решены следующие задачи:

1) анализ современного состояния задачи формализации поиска дизайнерского решения и построения модели знаний об объекте дизайна, выявление методов многомерного анализа данных, составляющих инструментальную базу для создания интеллектуальных систем;

2) разработка комплексного подхода к использованию многомерного анализа данных для построения распознающих баз знаний и интеллектуальных систем в области дизайна;

3) разработка методов отбора и ранжировки признаков по их вкладу в разделяющую силу, а также выбора локальных пространств для покрытия классов объектов дизайна;

4) разработка алгоритма формирования логического решающего правила по результатам кластерного и дискриминантного анализов;

5) разработка алгоритма интеллектуального поиска на основе распознающей базы знаний;

6) проверка эффективности предложенных методов и алгоритмов при разработке ряда интеллектуальных систем, основанных на знаниях в области дизайна.

Объектом исследования является модель представления знаний об объектах дизайна.

Предметом исследования являются методы и алгоритмы, описывающие процесс построения баз знаний в области дизайна.

Основные методы исследований. Методической и теоретической основой диссертационного исследования явились научные труды по системному анализу, теории распознавания образов. Широко использовались современные методы многомерного анализа данных, искусственного интеллекта.

Компьютерная реализация разработанных алгоритмов производилась на основе объектно-ориентированного подхода.

Достоверность полученных результатов обеспечивалась корректностью исходных предпосылок и преобразований при получении статистических зависимостей, а также примерами практической реализации и апробацией основных результатов работы на конференциях и в научной печати.

Научная новизна работы:

1) разработан подход к построению баз знаний интеллектуальных систем в области дизайна, отличающийся комплексным применением методов многомерного анализа данных и обеспечивающий извлечение знаний из массива ”объекты-свойства”, в том числе установление правил, раскрывающих причинно-следственные связи между свойствами объекта дизайна и его типом;

2) разработаны методы двухэтапного отбора, ранжировки признаков и выбора локальных пространств, отличающиеся применением модели множественной пошаговой регрессии и обеспечивающие учет нарушения принципа аддитивности при рассмотрении вклада переменных в их совместную разделяющую силу, автоматизированное построение системы решающих правил, а также снижение трудоемкости при поиске покрытия каждого типа объектов в виде конъюнкции элементарных событий о попадании значений признаков в определенные интервалы;

3) разработан алгоритм формирования логического решающего правила, позволяющий использовать результаты машинного обучения для построения распознающей базы знаний (представлять найденные решающие правила в базе знаний);

4) разработан алгоритм интеллектуального поиска, отличающийся применением распознающей базы знаний, не требующий построения промежуточных понятий для реализации последовательных стратегий поиска дизайн-решения и выполняющий семантическую интерпретацию многомерного объекта.

Все представленные в работе результаты являются новыми и впервые опубликованы в работах автора диссертации.

Положения, выносимые на защиту:

1) подход к построению баз знаний интеллектуальных систем в области дизайна, основанный на комплексном применении методов многомерного анализа данных, обеспечивает извлечение знаний из массива ”объекты-свойства” и уста-

новление правил, раскрывающих причинно-следственные связи между свойствами объекта дизайна и его типом;

2) методы двухэтапного отбора, ранжировки признаков и выбора локальных пространств обеспечивают учет нарушения принципа аддитивности при рассмотрении вклада переменных в их совместную разделяющую силу, автоматизированное построение системы решающих правил и снижение трудоемкости при поиске покрытия каждого типа объектов в виде конъюнкции элементарных событий о попадании значений признаков в определенные интервалы;

3) алгоритм формирования логического решающего правила позволяет использовать результаты машинного обучения для построения распознающей базы знаний;

4) алгоритм интеллектуального поиска, использующий представленные в базе знаний решающие правила, не требует построения промежуточных понятий для реализации последовательных стратегий поиска дизайн-решения и выполняет семантическую интерпретацию многомерного объекта.

Практическая значимость. Разработанный в диссертационной работе подход к использованию многомерного анализа данных позволяет автоматизировать процесс построения баз знаний и повысить эффективность создания интеллектуальных систем в области дизайна.

Предложенный в работе комплекс методов и алгоритмов позволяет выполнять построение баз знаний для ряда трудноформализуемых задач дизайна. Использование распознающей базы знаний, сформированной по результатам обмера населения, позволяет перейти от размерной к морфологической типологии, основанной на внутренних соотношениях между частями проектируемого изделия, для учета индивидуальных особенностей потребителей.

Представленная в интеллектуальной системе структура предметной области позволяет повысить точность расчета среднетипичных размеров изделий при серийном производстве за счет компенсации смещения оценок коэффициентов регрессии, чувствительных к расположению “периферийных” наблюдений для редких типов пользователей, и обеспечивает хорошие прогностические свойства найденных расчетных уравнений для всего диапазона размеров.

Применение разработанных методов и алгоритмов позволяет формировать базы знаний экспертных систем, проектировать интеллектуальные базы данных и поисковые системы в областях, связанных с выявлением прототипа, шаблона, поиском многомерного объекта-образца.

Знания об иерархической структуре классов, информативности признаков, и правилах описания классов на языке признаков позволяют находить эффективный путь следования запросов, без перебора значений всех признаков и повысить релевантность результатов поиска в отобранном кластере.

Основные результаты, полученные в работе, доведены до уровня расчетных методик и вычислительных алгоритмов, что облегчает их применение при создании интеллектуальных систем.

Реализация результатов работы. Результаты диссертационной работы реализованы, внедрены и используются в виде методики построения баз знаний интеллектуальных систем, методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных в ООО "КОЖИНФОРМДИЗАЙН" для проектирования мужских перчаток установленного морфологического типа, расчета среднетипичных размеров перчаток при серийном производстве, в ФГБУН Музее антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН для интеллектуального поиска музейного образца – прототипа народного костюма, в МИП "Девега" для извлечения знаний в области веб-дизайна, в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна, Балтийском государственном техническом университете "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, позволяя сократить затраты на обработку и систематизацию больших массивов данных, объективизировать оценку проектного решения, повысить точность расчета размерных признаков по сравнению с существующими методиками проектирования, что подтверждено соответствующими актами (см. приложения Г и Д).

Разработанный подход к формализации задач дизайна и построения баз знаний широко используются в учебном процессе СПбГУПТД в курсах "Методы и средства исследований", "Информационное обеспечение дизайн-проектирования", "Информационные системы в дизайне изделий легкой промыш-

ленности”, “Математическое моделирование”, “Интеллектуальные информационные системы” для студентов различных направлений подготовки.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались, одобрены и опубликованы в материалах следующих конференций: международных научно-методических конференциях “Информатизация инженерного образования (Инфо-рино 2014)” (Москва, 2014), “Совершенствование математического образования – 2014: проблемы и пути их решения” (Тирасполь, 2014); международных конференций “Математическое моделирование в образовании, науке и производстве” (Тирасполь, 2011, 2012, 2013, 2015), “Информатика: проблемы, методология, технологии” (Воронеж, 2013, 2014); конференции “Математика в вузе и школе” (Гатчина, 2012); всероссийской научной конференции “Нейрокомпьютеры и их применение” (Москва, 2014); всероссийских научных конференций молодых ученых “Инновации молодежной науки” (Санкт-Петербург, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016).

Личный вклад автора состоит в разработке алгоритмов и их программной реализации. Автор под руководством научного руководителя принимал личное участие в выборе цели исследования, постановке основных задач, разработке комплексного подхода к построению баз знаний интеллектуальных систем в области дизайна, обобщении полученных результатов, подготовке материалов для публикации совместно с соавторами.

Публикации

Основные результаты диссертации отражены в 29 печатных работах, в том числе 10 статьях в научных журналах из перечня ВАК РФ, 17 докладах на международных и всероссийских конференциях, 2 свидетельствах о регистрации программ.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников из 203 наименований, 5 приложений. Общий объем работы – 204 страницы, в том числе основной текст – 158 страниц, 13 таблиц, 52 рисунка.

1 Моделирование процессов формирования объектов дизайна

1.1 Процесс дизайна как система обеспечения формальных качеств продукта

Объекты дизайна охватывают широкий спектр изделий и комплексов в любой сфере деятельности людей. Через формальные качества (*рисунок 1.1*) определяются предметы графического, промышленного и средового характера, включая информационные продукты.

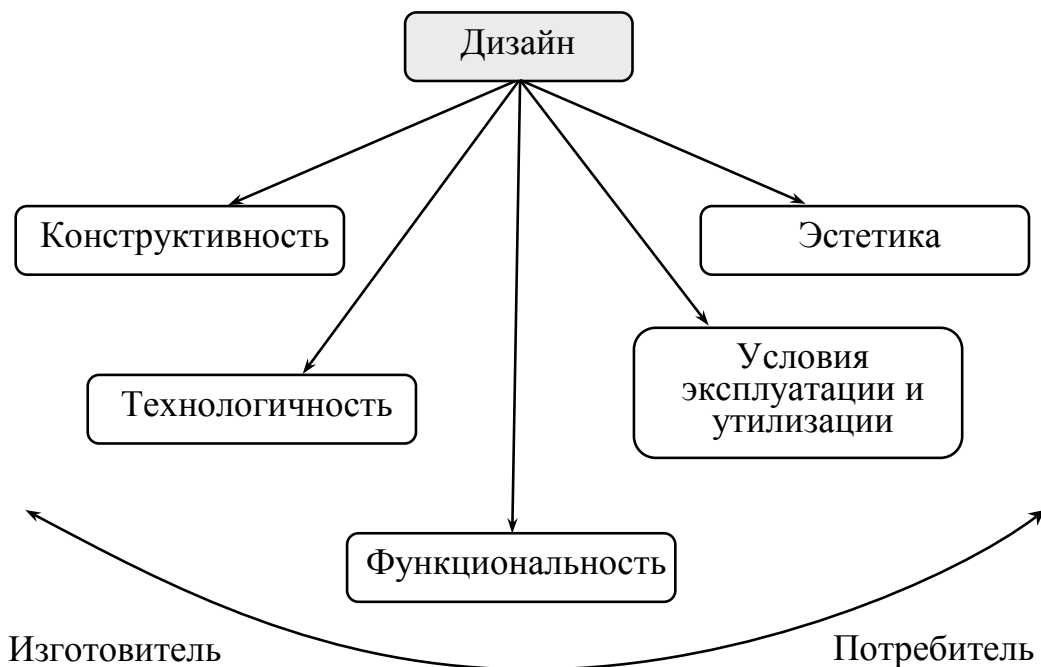


Рисунок 1.1 – Формальные качества объектов дизайна

Изделия, тем более системы, часто являются сложными по составу, структуре и функциям, а, соответственно, имеют множество характеристик, описывающих образ объекта, его назначение, конструкцию, эстетическую ценность, эргономичность и т.д. При этом значимость показателей качества отличается для изготовителя и потребителя изделия. Изготовитель в первую очередь решает конструкторские задачи, обеспечивая технологичность производства и заданные функции изделия. Для потребителя важны функции, выполняемые объектом и эс-

тетика восприятия, внешнее проявление формы изделия. Хотя в определенных ситуациях, если потребитель планирует длительную эксплуатацию и возможный ремонт объекта, в зону его внимания попадают и конструкторско-технологические показатели [1], [13], [20], [55], [75], [150].

Таким образом, процесс дизайна можно рассматривать как систему обеспечения формальных качеств продукта или систему формирования объекта дизайна (рисунки 1.1, 1.2).



Рисунок 1.2 – Система формирования объекта дизайна

Рассматриваемая система обладает признаками сложной системы: многомерностью свойств, недостаточностью информации для описания взаимосвязей элементов объекта дизайна, многоуровневостью и многоцелевым характером построения, отражающим совокупность взаимосвязанных целей, направленных на удовлетворение нескольких формальных качеств изделия [63], [68], [82], [92], [146], [164], [182].

Поскольку процесс дизайна как система должен обеспечивать достижение поставленной цели, выделим тот системообразующий фактор, который является целью дизайна.

Цель дизайна – реализация функции объекта дизайна и обеспечение соответствия объекта эстетическому идеалу потребителя.

Реализацию функции объекта дизайна и достижение заданного эстетического уровня можно рассматривать как построение модели некоторого желаемого будущего состояния этого объекта, трактуемое как цель в теории систем.

Субъект дизайна, обладая знанием предметной области, формирует систему понятий, объединенных структурными и причинно-следственными связями, т.е. концептуальную (инфологическую) модель объекта дизайна. Поскольку в основе функционирования системы, предназначенной для формирования объекта дизайна, лежит цель, фактически преследуемая субъектом, то выполняется принцип, известный в теории систем как *принцип согласия*: цели подсистем совпадают с целью системы. Поэтому коррекция объекта дизайна (*принцип обратной связи*) сводится к уточнению функций и внешнего вида проектируемого объекта [106], [137].

1.2 Системный анализ объекта дизайна

Рассмотрим как систему объект дизайна, его компоненты и связи между ними (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Границы системы, представляющей объект дизайна

Качество дизайна изделия относится не только к его внешнему виду, но и к внутренней структуре объекта, которая выявляется посредством морфологического анализа.

В структуре закодирована информация о системе и ее свойствах. Через структуру осуществляется взаимосвязь свойств системы. Необходимость изменения функций объекта влечет за собой изменение его структуры. Поэтому структура, статические пространственные связи определяют качество объекта дизайна.

Вместе с тем, скрытое, неявное взаимодействие между формообразующими частями часто оказывается важнее, чем качество отдельных частей.

Качество есть объективная категория, поскольку она всегда присуща конкретному объекту. Зафиксировав целевое назначение объекта, мы можем оценить его качество как совокупность ожидаемых свойств объекта.

Функциональность системы, представляющей объект дизайна, означает проявление определенных свойств (функций) при взаимодействии объекта с внешней средой (потребителем). Порядок функционирования в системе во времени обеспечивается причинно-следственными (динамическими) связями: изменение свойства одного элемента приводит к изменениям другого элемента или всей системы. Так, окончание рекламного видеоролика обуславливает завершение заставки и переход на главную страницу сайта, изменение параметров шрифта может привести к переконпоновке текстовых блоков, изменению внешнего вида сайта и в определенных ситуациях – к потере информации.

Принцип эмерджентности системы реализуется следующим образом. Компоненты системы и связи между ними образуют такую целостность, которая определяет как внешнюю форму изделия, так и его функциональное наполнение, что обеспечивает объекту дизайна системные свойства, которых нет у отдельных ее частей. Так, изделие, удовлетворяющее требуемому набору функций, но не обеспечивающее заданного эстетического уровня или, наоборот, Web-сайт, обеспечивающий высокий уровень восприятия и не реализующий всех поставленных перед ним функций, должны быть исключены, доработаны или скорректированы.

По степени организованности рассматриваемая система является слабоструктурированной – состав отношений между ее элементами известен не полностью, для описания элементов используются не только количественные, но и качественные признаки (цвет, фасон, ткань, гарнитура шрифта, вид макета и т.п.).

Цель системного анализа – увеличить недостаточную структурированность системы, представляющей объект дизайна. Решение проблемы может быть найдено с помощью принципа “черного ящика”. По накопленным образцам дизайна, предполагая определенные типы дизайна изделий, можно по значениям признаков создать представление о структуре рассматриваемой области дизайна [24], [25], [106], [137], [157].

1.3 Создание объектов дизайна в легкой промышленности

Создание изделий легкой промышленности охватывает широкий спектр производств: текстильное, швейное, кожевенно-обувное, меховое. Объекты, производимые этими отраслями промышленности, предназначены для прямого, непосредственного контакта с человеком. В связи с чем требуется особое внимание обращать на антропометрические, физиологические, психологические характеристики потребителя проектируемого изделия. При этом должны учитываться также производственно-технологические и экономические факторы. Их комплексный учет и грамотное использование являются сложной системной задачей [126], [147], [157].

На всех этапах проектирования и изготовления изделий приходится иметь дело с большими массивами данных, требующими решения задач по обработке информации и привлечения средств машинной графики для подготовки проектной документации. Характеристиками объектов являются свойства ткани, трикотажа, нетканых материалов, деталей одежды, виды одежды, обуви, их функциональные, эстетические, эргономические, защитные показатели, показатели композиционного построения, стиля, дизайна модели, товарного ассортимента или корпоративной коллекции [46], [49], [84], [140], [154], [155].

Этап разработки проектно-художественной концепции коженно-обувного и швейного изделия, связанный с применением конструкторских приемов, гармонизацией композиционных и цветовых решений, является одним из трудоемких и слабоформализованных.

1.3.1 Проектирование изделий коженно-обувной промышленности

1.3.1.1 Проектирование размерного ассортимента перчаток

Размерный ассортимент перчаток определяется после расчета размерной типологии кистей. При проектировании серии перчаток различных размеров используются среднетипичные размеры кистей для заданной совокупности людей. Необходимые размеры среднетипичных кистей и соответствующие размеры деталей перчатки для каждого типоразмера устанавливают по уравнениям регрессии между подчиненными и ведущим размерными признаками кистей.

Для построения целесообразной размерной типологии промышленность и потребители приходят к противоположным требованиям: промышленность стремится к сокращению числа размеров выпускаемых перчаток, потребители – к их увеличению. Для построения размерной типологии определяется распределение одного основного или сочетаний двух основных признаков – обхвата кисти O_{kist_kost} и флексорной длины 3-го пальца l_3 [49], [84], [85], [108], [154].

Одного ведущего признака недостаточно для охвата всех размеров кистей. Например, при одинаковом обхвате кисти значительно варьирует длина третьего пальца. Малая связь между признаками, ориентированными в разных плоскостях, вызывает необходимость выделения не одного, а двух ведущих признаков.

Дополнительные подтипы по признаку l_3 устанавливают для более полного удовлетворения населения перчатками. Распределение сочетаний двух признаков выражается поверхностью нормального распределения, которая может быть представлена с помощью корреляционной решетки: из каждой клеточки выставляются ординаты, равные частоте встречаемости данного сочетания признаков.

Кисти, значения ведущих размерных признаков которых равны их среднеарифметическим значениям для данной совокупности людей, называют средне-

средними. Размеры этих кистей служат исходными при проектировании перчаток среднего размера серии.

Поскольку с изменением обхвата кисти O_{kist_kost} меняются длиннотные и широтные размеры кистей, существующие методики проектирования серии перчаток различных размеров опираются на построение моделей регрессии для второго ведущего и всех подчиненных размерных признаков кистей.

В существующих методиках необходимые размеры деталей перчаток рассчитываются по уравнению регрессии $y = b \cdot O_{kist_kost} + a$. Такими выходными признаками являются: D_{lad} , $d1$, $l2$, $l3$, $l43$, $l44$, $l5$, L_{1_2} , $O1_n$, C , Wk_tyl (описания признаков приведены в *приложении П.А.1*).

Уравнения регрессии являются:

- одномерными;
- линейными;
- общими для всех типоразмеров, т.е. построенными по всей выборке.

Найденные в рамках традиционной методики уравнения обычно имеют недостаточную величину коэффициента детерминации $R^2 < 80\%$. Поэтому расчет размеров кисти и деталей перчаток по уравнениям регрессии, построенным по всей выборке, может оказаться неточным.

Таким образом, существующие методики основаны на равномерной дискретизации пространства двух основных признаков и использовании признаков, характеризующих габаритные размеры кистей.

Для удовлетворения потребителей впорными изделиями и учета их индивидуальных особенностей следует уделить внимание разработке методов, направленных на переход от размерной к морфологической типологии, основанной на внутригабаритных соотношениях частей кисти [108].

Ст р у к т у р а п р и з н а к о в о г о п р о с т р а н с т в а

Основные подгруппы признаков приведены на *рисунке 1.4*.

Все характеристики кисти – множество из 77 признаков – можно разбить на 11 подгрупп, представляющих длиннотные, широтные и обхватные показатели

для трех состояний кисти, а также длиннотные и обхватные замеры для предплечья и плеча [84], [85], [154].



Рисунок 1.4 – Основные подгруппы признаков – характеристик кисти, предплечья и плеча

Длиннотные показатели в выпрямленном состоянии (27 признаков)

Обозначения признаков для выпрямленного состояния кисти показаны на рисунке 1.5.

Длиннотными являются признаки d_t_kost (основной), d_kost , $d1$, $d2$, $d3$, $d43$, $d44$, $d5$, $R1$, $R3$, $R5$, D_lad (основной наравне с d_t_kost), $l1$, $l2$, $l3$ (основной), $l43$, $l44$, $l5$, $l0$, h , l , l_proeck , l_1 , l_1_proeck , L_1_2 , $tenar_1$, $tenar_2$.

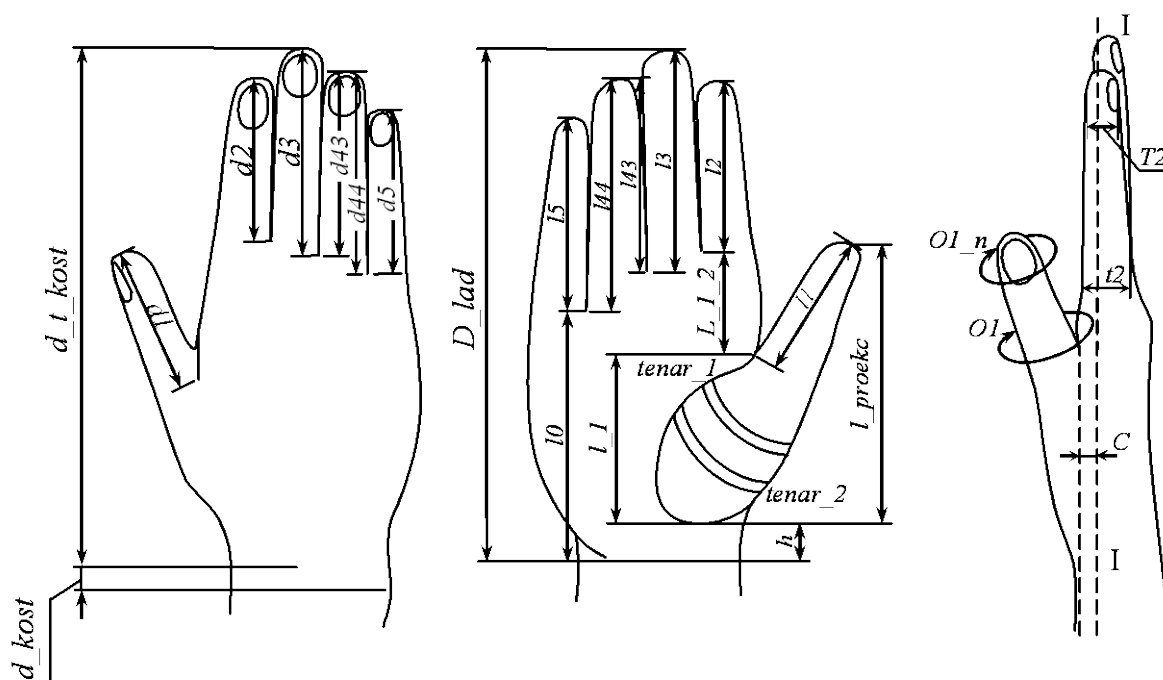


Рисунок 1.5 – Признаки, характеризующие выпрямленное состояние кисти

Широтные показатели в выпрямленном состоянии
(17 признаков)

$W1, w2, w3, w4, w5, Wk_tyl$ (основной), $C, t1, t2, t3, t4, t5, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$.

Обхватные показатели в выпрямленном состоянии
(4 признака)

$O1, O1_n, O_kist_kost$ (основной), O_kist_zap .

Описание признаков, измерение кисти в полусогнутом положении и в кулаке приведены в приложении П.А.1.

1.3.1.2 Проектирование размерного ассортимента обуви

Одним из показателей качества обуви является её удобство, определяемое соответствием размеров и формы стопы размерам и внутренней форме обуви. В условиях серийного производства для удовлетворения общественного спроса проводятся массовые обмеры стоп для разработки размерной типологии.

При конструировании внутренней формы обуви необходимо соблюдать анато-физиологические требования и находить компромиссные решения с веяниями моды. Основной формозадающей оснасткой обувного производства является

колодка. От нее в основном зависят форма и размеры обуви. Пример упрощенного чертежа обувной колодки приведен на *рисунке 1.6*.

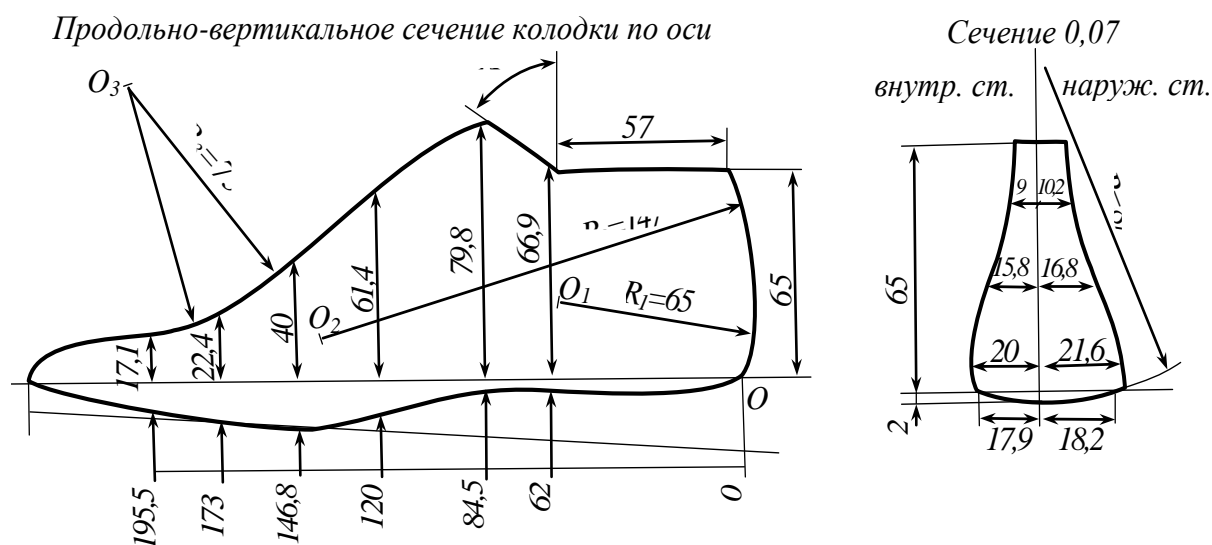


Рисунок 1.6 – Колодка для девичьей закрытой обуви
(упрощенный фрагмент конструкторской документации)

Существующие способы проектирования колодок основываются на использовании геометрической информации, полученной при обмере стопы. За основу измерения стопы взят принцип определения всех наружных анатомических точек в декартовой системе координат, аналогичной системе построения колодки.

Ведущие антропометрические признаки, влияющие на комфортность обуви [140], [155]:

- длина стопы;
- обхват стопы в области пучков (этот параметр указывает на полноту стопы);
- ширина отпечатка в области пучков;
- ширина косого прохода;
- прямой подъем;
- форма пальцевой дуги;
- форма пятки.

Первым по значимости размерным признаком является длина стопы D , вторым – обхват стопы, измеренный по наружному плюснефаланговому сочленению O_1 . За третий и четвертый приняты соответственно ширина стопы в плюснефаланговом сочленении $Ш_1$ и высота подъёма B_1 .

Основой для определения размера и полноты обуви служат первые два признака – D и O_1 . С ними связаны все остальные размеры обуви. Длина стопы D определяет основной параметр колодки – длину следа D_k , а обхват стопы O_1 – обхват колодки O_k в сечении $0,68/0,72 D$.

Кроме перечисленных размеров, определяют следующие характеристики: длину до конца мизинца D_1 ; длину до внутреннего плюснефалангового сочленения D_2 ; длину до наружного плюснефалангового сочленения D_3 ; длину до середины стопы D_4 ; длину до центра пятки D_5 ; периметр обхвата по ортогональному сечению, проходящему через точку 3 внутреннего плюснефалангового сочленения O_2 ; периметр обхвата по ортогональному сечению, проходящему через середину стопы O_3 ; периметр обхвата по наклонному сечению, проходящему через точку сгиба стопы и середину закругления пяточного бугра O_4 ; ширину стопы по внутреннему пучку $Ш_2$; ширину отрезка от конца мизинца до продольной оси стопы $Ш_3$; ширину стопы по середине стопы $Ш_4$; ширину пятки $Ш_5$; высоту большого пальца B_2 ; высоту плюснефалангового сочленения по наружному и внутреннему контурам стопы B_3 и B_4 ; высоту расположения внутренней и наружной лодыжек B_5 и B_6 .

Размеры среднетипичных стоп по всем сечениям устанавливают с помощью линейных одномерных уравнений регрессии, связывающих расчетные признаки с длиной стопы.

1.3.2 Проектирование швейных изделий

При проектировании одежды большое значение имеет сокращение производственного цикла, от начала рождения идеи до разработки проектно-конструкторской документации. В связи с этим возникает необходимость формирования элементного базиса прототипов одежды на основе функциональных требований, предъявляемых к изделию, эстетических, эргономических и защитных

показателей, традиций народного костюма, который в конечном итоге позволяет ускорить процесс проектирования.

Рациональные модели, хранящиеся в базе данных изображений, разрабатываются художником-дизайнером и структурированы от базовых силуэтных форм до функциональных и функционально-декоративных элементов [46], [66].

Традиционная одежда является уникальным источником для создания прототипов дизайнерских художественно-конструкторских решений и разработки унифицированной технологии, используемой при проектировании одежды на основе народного костюма [67], [93], [99], [151], [166], [179], [180]. Систематизация и описание одежды из музейных коллекций является актуальной задачей из-за ограниченности доступа в музейные фонды и необходимости единого терминологического представления этнографических образцов.

Рассмотрим пример формирования элементного базиса прототипов при проектировании одежды на основе северорусской традиционной женской рубахи (СРТЖР).

Описание традиционной женской рубахи (ТЖР) включает три основные группы показателей: предметные характеристики (ПХ), композиционно-конструктивные (ККХ) и характеристики обмера параметров (ХОП), представленные на *рисунке 1.7* [179], [180].

Наиболее значимыми характеристиками при классификации СРТЖР являются признаки второй группы – особенности ткани, конструкции, технологии, формы и декора.

При сборе данных учитывается тип рубахи: цельная (цельнокроеная, туникообразная) – ТЖЦР и составная (из 2-х частей – рукавов и стана) – ТЖСР. Композиционно-конструктивные характеристики составных рубах подразделяются на следующие категории.

Внешние признаки ткани:

- наименование ткани для верхней части;
- наименование для нижней части;
- цвет для верхней части;

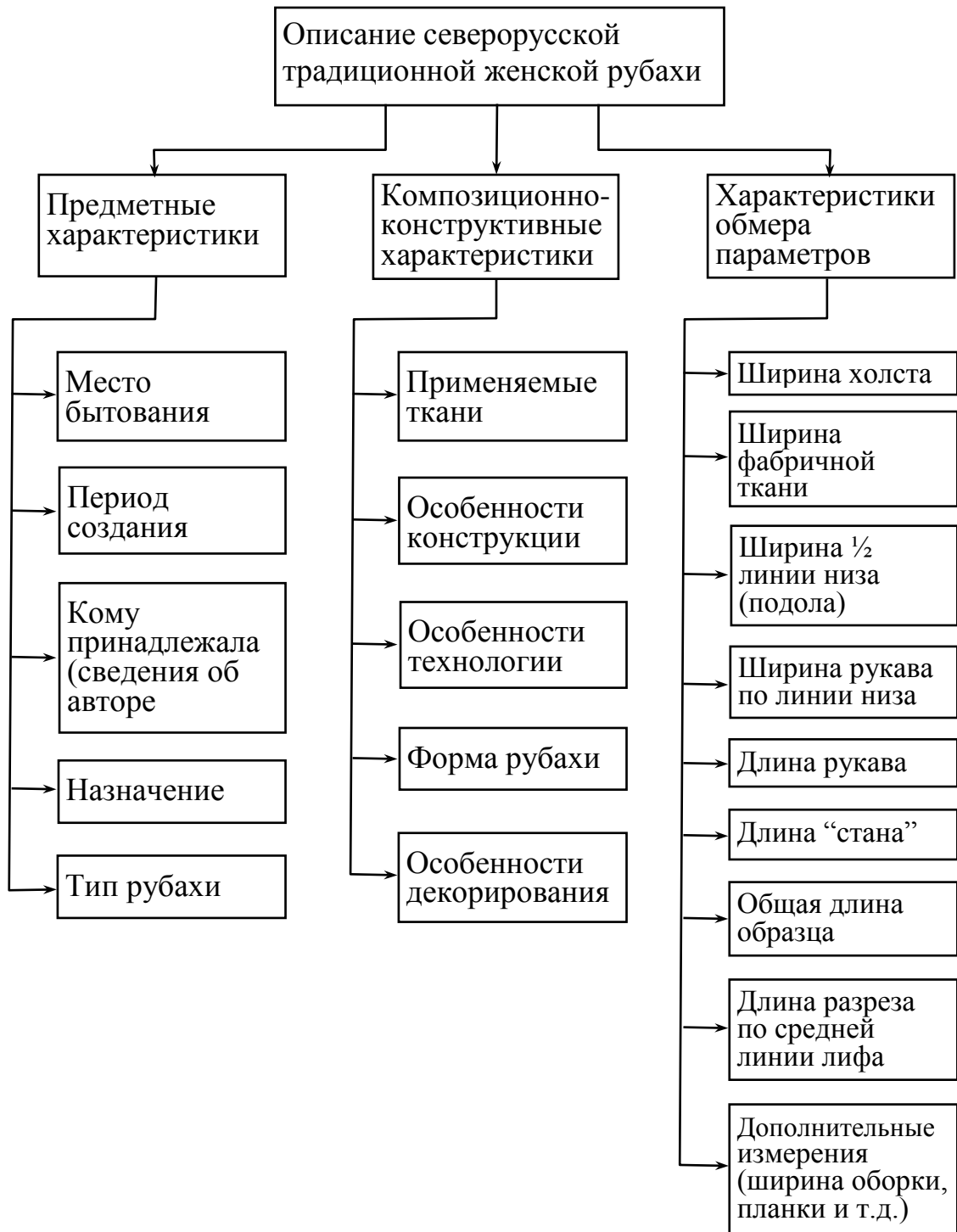


Рисунок 1.7 – Описание северорусской традиционной женской рубахи

- цвет для нижней части;
- рисунок для верхней части;
- рисунок для нижней части;
- фактура для верхней части;
- фактура для нижней части.

Конструкция:

- виды конструкций рукавов;
- виды конструкций основы;
- виды конструкций нижней части (стана);
- конструкция плечевого пояса;
- форма ластовиц.

Технология:

- способы соединения деталей кроя рубахи;
- способы обработки среза горловины;
- способы обработки среза низа (подола) рубахи;
- способы обработки среза низа рукава.

Форма:

- геометрический вид формы рубахи;
- величина формы.

Особенности декорирования:

- вид декора;
- месторасположение декора;
- характер орнаментальных мотивов.

Значения композиционно-конструктивных признаков для ТЖСР приведены в *приложении П.А.2.*

1.4 Информационный продукт как объект дизайна

Информационный продукт (инфопродукт) представляет собой совокупность структурированных данных, сформированных производителем в виде, удобном для восприятия конечным пользователем. Это могут быть текстовые, графические, аудио-видео материалы, представленные в электронной или иной форме.

Информационный продукт воплощает заложенную производителем понятийную структуру предметной области. Связи между понятиями реализуются посредством навигации с помощью управляющих элементов.

При взаимодействии пользователя с созданным инфопродуктом выполняются процессы хранения, обработки (различными способами), передачи, приема и воспроизведения информации. Совокупность указанных процессов предполагает разработку внешнего вида и функционального наполнения продукта, а его анализ, проектирование, создание и внедрение входят в круг интересов дизайна [10], [12], [65], [71], [143], [199].

Процессы, происходящие в период эксплуатации информационного продукта, возникают при взаимодействии пользователя с человеко-компьютерным интерфейсом [74], [152]. Полидисциплинарным научным направлением, в котором дизайну инфопродукта придается важное значение, является человеко-компьютерное взаимодействие, ЧКВ (human-computer interaction, HCI) [78], [97], [197], [199], [200], [202], [203]. В нем рассматриваются вопросы совершенствования методов разработки, оценки и внедрения интерактивных компьютерных систем. Основной целью дизайна в данном случае является представление и обработка информации в форме, наиболее удобной для ее восприятия и понимания пользователем.

Удовлетворение информационных потребностей в определенной предметной области часто осуществляется в режиме online, а информационный продукт является результатом функционирования информационной системы. Подобным инфопродуктом является веб-сайт.

1.4.1 Поиск закономерностей в области веб-дизайна

Современные веб-приложения, часто использующие базы данных, являются распределенными информационными системами. Веб-страница формируется серверной частью информационной системы на основе запросов пользователя. Основной задачей веб-дизайна является проектирование клиентской части веб-приложения, которая реализует пользовательский интерфейс. Разрабатываются логическая структура веб-страниц, форма подачи информации и художественное оформление сайта [7], [15], [17], [32], [47], [56], [72], [79], [90], [100], [135], [144], [153], [162], [175], [177], [190].

Задача поиска закономерностей в области веб-дизайна является трудноформализуемой, поскольку законы композиции, вербально сформулированные экспертами–дизайнерами, недостаточно точны и в ряде случаев дают бесчисленное множество решений. Поэтому при формировании поля знаний в области веб-дизайна следует опираться на результаты визуального восприятия и обработку многочисленных экспериментальных данных [104], [108], [118].

Создание сайта решает не только вопросы организации и представления информационного ресурса для определенной целевой аудитории, но и его функционального наполнения, обеспечения эстетических свойств. Исследование визуального дизайна, структуры сайтов, макетов и средств навигации, анализ стилей, выявление тенденций и закономерностей, формулировка рекомендаций затруднены ввиду практической безграничности веб-пространства, многообразия стилей, отсутствия единой классификации, разнообразия критериев и экспертных оценок, специальных опросных методов оценивания, многомерности пространства признаков, описывающих сайт как объект исследования. Следовательно, разработка комплексного подхода к применению методов многомерного анализа для поиска закономерностей в области веб-дизайна является актуальной задачей.

Для выявления закономерностей между понятиями – классами объектов, установления связей между ними, стандартизации признаков и характеристик исследуемого объекта необходимо, прежде всего, выполнить классификацию объектов. Это дает возможность выявить объективные знания и представить в удобном для обозрения виде изучаемую область [118].

Существует несколько показателей ($Y_1 - Y_6$), по которым выполняется классификация сайтов (*рисунок 1.8*): категория владельца; используемые технологии; масштабность; предоставляемые функции; доступность сервисов; стиль (текстовый, академический, полиграфический, минимализм, интерфейсный, пиктографический и пр.) [18], [39], [48], [59], [61], [163], [167], [168], [174], [190]. Полный перечень критериев классификации сайтов приведен в *приложении П.А.3*.

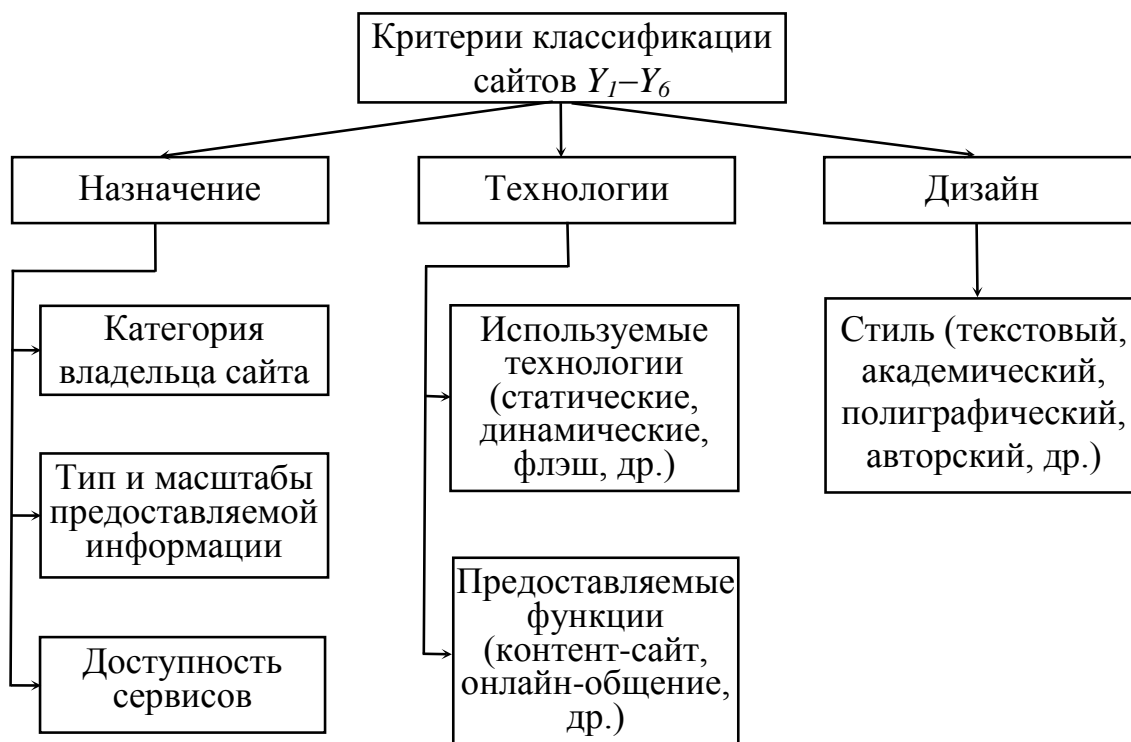


Рисунок 1.8 – Критерии классификации сайтов

Количество признаков X_j , характеризующих исследуемый объект, приближается к сотне (рисунок 1.9). Это признаки, характеризующие качество и особенности технологии создания сайтов: соответствие целевой аудитории, доступность сайта, информационное качество контента, упорядоченность структуры сайта, глубина сайта, юзабилити [68], [143], [153], [175], интерактивность сайта и пр. (см. приложение П.А.4). И признаки "дизайна": качество и эмоциональность оформления, целостность композиции; компоновка макета и меню, размещение центров внимания композиции, наличие ряда графических элементов; цветовое решение сайта и его элементов; характеристики шрифта и пр. Полный перечень характеристик дизайна веб-страниц приведен в приложении П.А.5.

Обычно классификация выполняется специалистом-экспертом. При наличии достаточной выборки сайтов, описывающих значения показателей классификации Y и признаков сайта X , можно выполнить автоматическую классификацию с использованием методов многомерного статистического анализа, по сочетанию значений выбранной переменной Y и признаков X [104], [108], [118].



Рисунок 1.9 – Основные подгруппы признаков – характеристик сайта

1.4.2 Сбор данных о веб-приложениях

Данные о веб-приложении могут быть собраны различными методами (рисунок 1.10):

– экспертным оцениванием информационного качества контента, технологии создания, дизайна и типа сайта;

- оцениванием поведенческих показателей пользователей на целевых страницах;
- в результате анализа траектории взгляда пользователя.

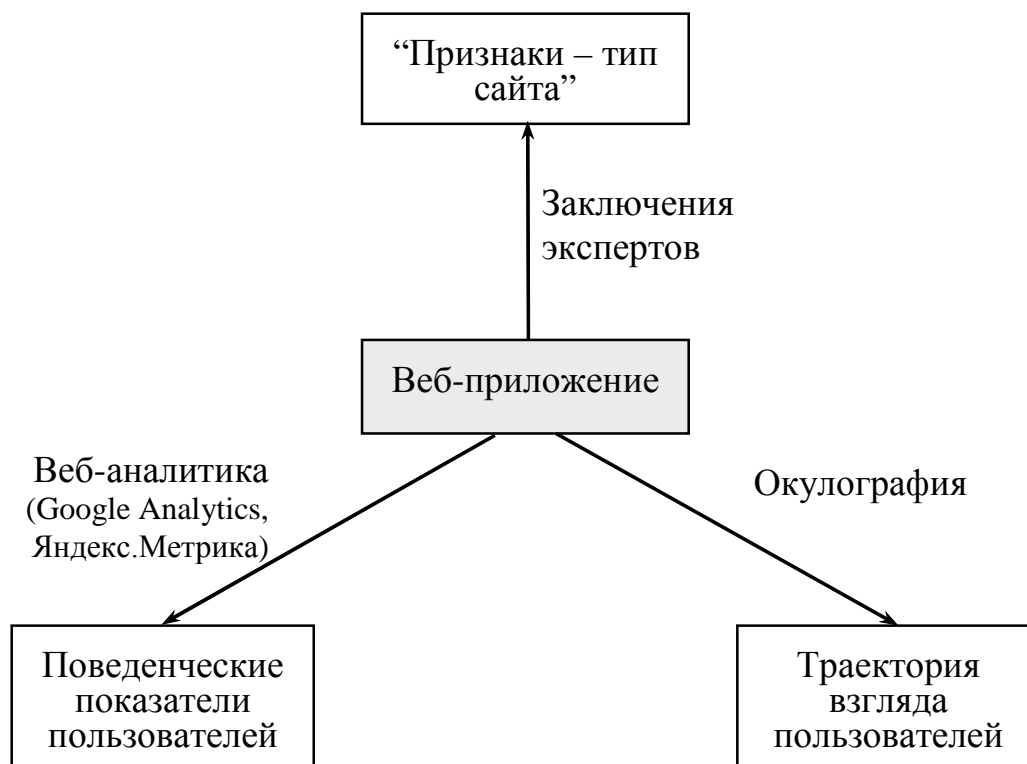


Рисунок 1.10 – Сбор данных о веб-приложениях

Для сбора данных экспертов в целях дальнейшей их обработки многомерными методами был разработан веб-интерфейс, представленный на *рисунке 1.11* [118], [132] и в *приложении П.В.2*.

Основная информация заносится в таблицу ”Сайт – Набор признаков – Тип сайта – Ссылка на графический файл (скриншот сайта)”. В качестве технологической среды для сбора данных выбраны Web-сервер Apache, сервер БД MySQL, язык запросов PHP. Достоинства такого решения – простота и высокая скорость выполнения SQL-запросов. Экспорт таблиц выполняется в формат данных, доступных для многомерного анализа в статистическом пакете Statgraphics Plus for Windows 5.0.



Рисунок 1.11 – Веб-интерфейс для сбора данных о сайтах

В формах последовательно указываются значения 6 критериев классификации анализируемого сайта $Y_1 - Y_6$ и 92 признаков X_j , характеризующих качество, особенности технологии создания и дизайн сайта.

Собраны статистические данные о 200 классифицированных по стилю сайтах, адреса которых указаны в *приложении П.Б.3*.

Для оценивания влияния характеристик дизайна веб-страницы на поведенческие показатели пользователей может использоваться методика, основанная на целевых страницах (landing page) [143], [187], [196].

Обычно разработка целевых страниц осуществляется для того, чтобы пользователь совершил желаемое действие, связанное с покупкой, подпиской на услуги, предоставлением личных данных.

Вместе с тем, очевидно влияние характеристик оформления, цвета, юзабилити на поведение пользователей на сайте. Разработав несколько вариантов макетов страницы и используя их в качестве целевых, можно выявить наиболее эффективный дизайн страницы.

В качестве входных характеристик такого исследования выступают признаки, которые определяют расположение элементов в макете страницы, визуальную иерархию элементов дизайна по их важности для совершения действия (call to action), цветовой контраст между элементом и фоном, размер шрифта, визуальный вес и пробелы вокруг элемента.

Основные ресурсы, с помощью которых можно собирать информацию о поведении пользователей на сайте, – Google Analytics и Яндекс.Метрика. Оценка поведенческих факторов является объективной, поскольку в этом случае учитываются “голоса” пользователей, принадлежащих к различным целевым группам [133]. К числу поведенческих факторов относятся: показатель отказов (bounce rate), время пребывания на сайте, количество просмотренных страниц.

Отказом является поведение пользователя, при котором он возвращается к странице поиска или закрывает вкладку браузера после просмотра одной страницы сайта. Счетчик отказов может настраиваться на просмотр, длящийся меньше заданного интервала времени. Время пребывания на сайте и количество просмотренных страниц

ренных страниц указывают на качество представленной информации, заинтересованность пользователя.

Анализ траектории взгляда посетителя позволяет оценить значимость компоновки и вида элементов целевой страницы при восприятии информации, например заметность логотипа, указывая на наиболее привлекательные для пользователя части композиции, непонятные фрагменты сайта и нейтральные, не привлекающие внимания зоны.

Для отслеживания траектории взгляда используется метод, известный как окулография или айтрекинг (eye tracking). Соответствующее устройство – айтрекер – определяет ориентацию оптической оси глазного яблока и динамику изменения этой ориентации во времени. Наиболее распространенными являются айтрекеры, основанные на покадровом анализе видеосъемки глаз [52], [88], [89], [191], [192], [194], [195].

Эффективность информационного продукта определяется путем исследования фиксаций (коротких остановок движения глаз), саккад (резких передвижений), изменений размера зрачка, морганий и ряда других параметров взгляда.

В дополнение к поведенческим показателям пользователей, основанным на исследовании щелчков мышки и прокручиваний страницы, айтрекинг позволяет установить зависимость между визуальным поведением пользователя и взаимодействием с элементами интерфейса.

Помимо веб-сайтов [89], [188], [191], [192], объектами исследования (визуальными стимулами) могут быть телевизионные программы, пользовательские интерфейсы программного обеспечения, рекламная и полиграфическая продукция, упаковки продуктов, витрины магазинов и др. Для выявления наиболее эффективного дизайна разрабатывается, а затем тестируется несколько вариантов прототипа инфопродукта или проводится их сравнение с решениями конкурентов.

1.5 Моделирование знаний об объектах дизайна

Попытка формализации задачи поиска дизайн-решения сводится к многомерной математической модели многокритериальной оптимизации: посредством

композиционного формообразования требуется найти такие характеристики изделия X , которые удовлетворяют системе ограничений по используемой среде, условиям эксплуатации, восприятию объекта определенной группой потребителей, и обеспечивающие достижение максимального значения для некоторых функций, определяющих утилитарные потребности и эстетические запросы пользователей.

Множество точек $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)$, удовлетворяющих системе ограничений, образует допустимую область, элементы которой являются допустимыми дизайн-решениями, альтернативами или поисковыми вариантами.

Поскольку существование решения, максимизирующего несколько целевых функций, является редким исключением, с математической точки зрения художественно-образное моделирование объекта является неопределенной задачей и решением может быть только компромиссное решение. Например, при разработке флэш-сайта с авторским дизайном, максимизирующего эстетическую привлекательность и минимизирующего время загрузки сайта, очевидна невозможность достижения обеих целей одновременно, так как чем больше графическое наполнение страницы, тем больше должно быть и время загрузки.

Выработка проектно-художественных решений может быть осуществлена с использованием систем, основанных на знаниях в области дизайна.

Достигающий цели пространственно-временной процесс дизайна опирается зачастую на неформализованные, неявные знания субъекта. Эти знания зафиксированы в изготовленных объектах. Поэтому разработка методов и алгоритмов построения модели таких объектов способствует расширению сведений о процессе дизайна и его структуризации.

Моделирование знаний об объекте дизайна является базовым этапом при синтезе соответствующей системы. Поскольку исследуемый объект дизайна рассматривается как система, то его модель также должна являться некоторой системой.

Модель будет построена, если вместо структуры "черного ящика" будут получены законы, алгоритмы достижения формальных показателей качества, харак-

теризующих дизайн изделия. Такие законы должны объяснять, как значения первичных признаков и сочетания их значений влияют на состояние системы, представляющей объект дизайна.

Концептуальную (инфологическую) модель объекта в области дизайна удобно представлять не кибернетической моделью, связи в которой представлены входами и выходами системы, а в виде онтологии понятий (концептов), дающей явное определение понятий и отношений между ними [108].

Фрагмент онтологии понятий, представляющих объект дизайна, показан на *рисунке 1.12*.

Часто перечисление заданных предметных характеристик Y является вербально формулируемой целью заказчика изделия. Так, показатели категории владельца и стиль позволяют указать назначение и тип изделия: сайт электронной коммерции в региональном стиле, женский деловой костюм, мужские спортивные перчатки и т.д.

Показатели качества имеют прагматический смысл, обеспечивая удовлетворение обусловленных заказчиком или предполагаемых потребностей.

Свойства объекта условно можно разбить на три большие группы – композиционно-конструктивные характеристики, обмерные характеристики и оценки потребителя. Для изделий, включающих несколько конструктивных элементов, таких свойств на практике насчитывается около сотни.

Композиционно-конструктивные характеристики раскрывают следующие понятия: материал (для материальных продуктов), конструкция, технология, декоративные элементы, форма.

Если рассматриваемым объектом является женский народный костюм, то материал, в свою очередь, раскрывается понятиями: наименование ткани, цвет, рисунок, фактура. Конструкция – через понятия: конструкция рукавов, основы, нижней части, плечевого пояса, форма ластовиц. Технология женской рубахи определяется способом соединения деталей кроя, видом технологической обработки среза горловины, способом технологической обработки среза нижней части, видом технологической обработки среза рукава. Декорирование – видом де-

кора, его месторасположением, характером орнаментальных мотивов. Форма – геометрическим видом (прямоугольник, трапеция, сочетание прямоугольника с трапецией, сочетание двух трапеций), величиной формы [64], [99], [151], [179].

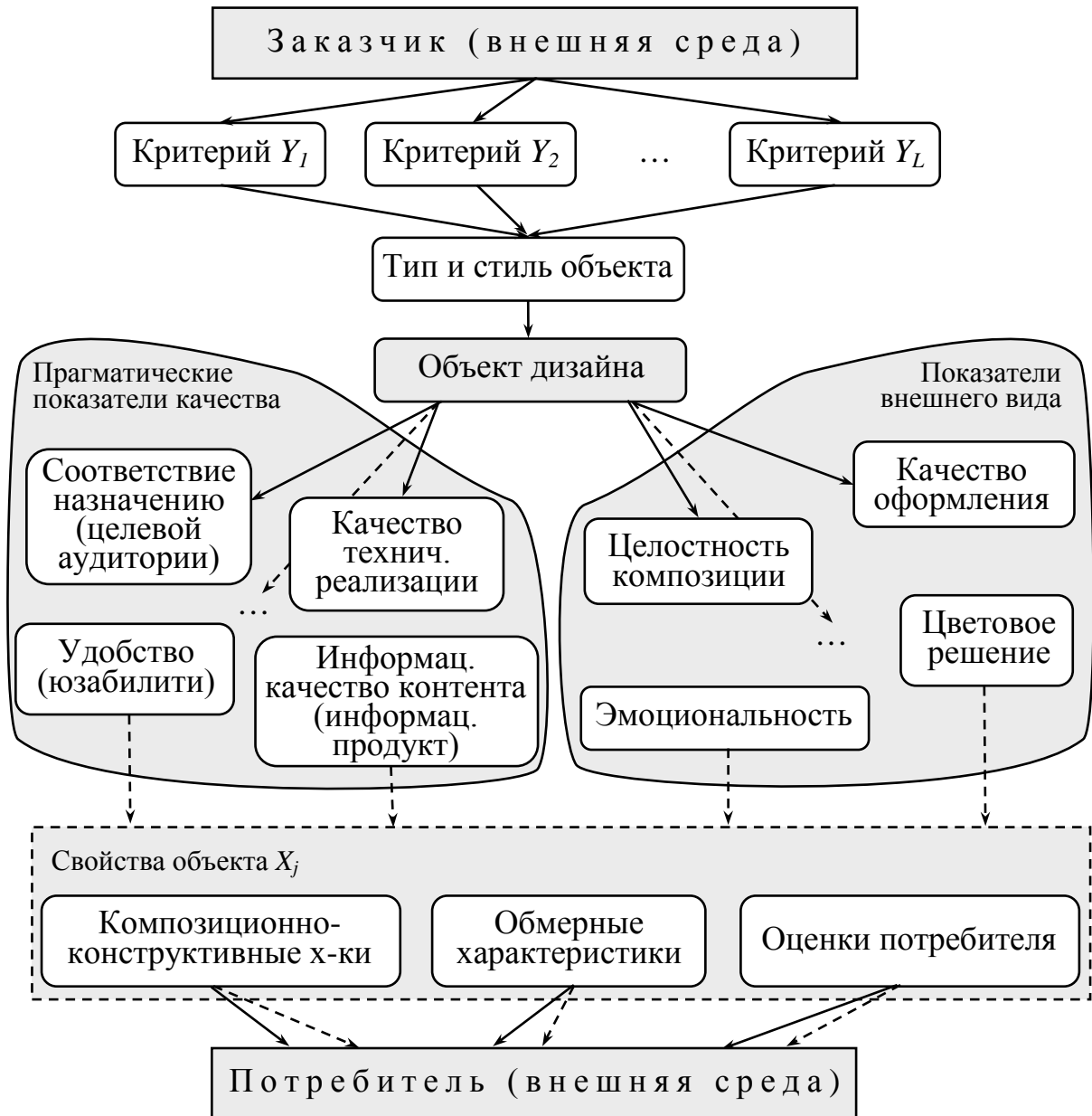


Рисунок 1.12 – Фрагмент онтологии понятий, представляющих объект дизайна

Среди свойств Web-сайта можно указать такие, как вид макета, компоновка элементов, модульность, расположение навигационного меню, вид элементов навигации, средняя ширина колонок, число используемых цветов, основной цвет, дополнительный цвет, цвет шрифта, цвет фона, % основного цвета, % дополни-

тельного цвета, размещение центров внимания и т.д. Оценки потребителя могут характеризовать запоминаемость и узнаваемость сайта, ориентированность на возрастную аудиторию.

Художественное проектирование объектов дизайна приходится осуществлять в “координатах искусства”. Если ряд свойств объектов можно измерить той или иной шкалой [13], [145]: цвет, фасон – номинальной, наименее мощной шкалой, предпочтения экспертов – ординальной, обмерные характеристики – шкалой отношений, то ряд понятий не могут быть измерены непосредственно, поскольку являются интегральными показателями.

Для подобных понятий необходимо выполнять операционализацию – разработку методики их опосредованного измерения. Промежуточные понятия, участвующие в свертке, можно установить с помощью онтологической схемы. Выбор конкретной модели свертки и значений весовых коэффициентов c_j устанавливаются экспертами.

Например, таким понятием является юзабилити [68], [143] – суммарная степень удобства пользовательского интерфейса, мера интеллектуального усилия, необходимого для достижения положительного результата при управлении сайтом. Понятие характеризует логичность и простоту в расположении элементов управления сайтом, упорядоченность навигации. Для его измерения можно предложить следующий набор промежуточных понятий – измеримых признаков: насколько понятна и проста навигация; расположена ли навигация в одном и том же месте на всех страницах; позволяет ли навигация вернуться на предыдущие подуровни; имеется ли понятный способ перехода между последовательно связанными разделами сайта; насыщенность навигационной панели одноуровневыми элементами (если таких элементов ≤ 7 , то насыщенность $x = 1$, если $7 \dots 10$, то $x = 2$, если > 10 , то $x = 3$); краткость, четкость заголовков меню; приходится ли делать не более трех кликов для того, чтобы найти необходимую информацию; присутствуют ли на сайте объяснения и подсказки для пользователей.

В данном случае свертку можно определить как взвешенную сумму значений измеренных признаков

$$X = \sum_{j=1}^7 c_j x_j.$$

Если все промежуточные понятия (конструкты) измеряются в бинарной шкале, то линейную схему свертки можно заменить конъюнкцией признаков:

$$X = \bigwedge_{j=1}^n x_j, \text{ где } x_j = 0 \vee 1.$$

Операционализация понятий в области дизайна является слабоструктурированной проблемой ввиду наличия неопределенностей между понятиями, характеризующими объект дизайна, набором первичных признаков, устанавливаемых экспертами, и значениями этих признаков. Многие понятия являются трудноизмеримыми, например, интерактивность сайта, характер эмоциональности дизайна, свойства декоративных элементов.

Более того, поскольку онтология представляет собой структуру со статическими связями, ее формирование не является завершающим этапом при построении модели процесса дизайна. Необходимо также выстроить процедурную часть схемы, раскрывающую причинно-следственные связи, динамические знания о преобразованиях между узлами-концептами.

Ввиду многомерности задачи – число свойств объектов дизайна варьируется от ста до нескольких сотен – осуществить умозрительно работу по систематизации правил, полностью описывающих динамическую функциональную структуру, представляется невозможным.

Единым методологическим подходом к решению задач, возникающих при моделировании процессов формирования объектов дизайна, может служить теория распознавания образов [45], [83], [171]. Исходными данными является массив “объекты–свойства” для достаточного числа образцов в исследуемой области дизайна. Прецеденты исследуются в глобальном пространстве измеримых свойств, раскрывающих онтологию понятий объектов дизайна заданного назначения.

Среди задач, решаемых методами распознавания образов: автоматическая классификация объектов дизайна; извлечение знаний из массива данных в виде обобщающих правил, описывающих принадлежность объектов к классам; уста-

новление наиболее значимых связей между понятиями. В конечном итоге эти методы позволяют осуществить переход от ”пассивного” знания, предоставляемого дизайнерами в виде разработанных объектов или систем, к ”активному” знанию в виде вербальных правил, получаемых после осмысления результатов анализа [108], [126].

После установления совокупности правил, логических зависимостей можно указать диапазоны значений признаков описываемых понятий верхнего уровня, тем самым выполнив эмпирическую интерпретацию понятий. Иными словами, представление знаний, эксплицированных дизайнерами, приводит к структуризации “черного ящика”.

1.6 Использование методов многомерного анализа данных при формировании знаний

При извлечении знаний из массива данных “объекты–свойства” помимо классификации данных, структуризации понятий, представляющих объект дизайна, и установления правил, раскрывающих причинно-следственные связи между свойствами изделия и его показателями качества, внешнего вида, необходимо определять значимость признаков, выполнять их ранжирование или отбор [3], [31], [40], [80], [134], [139], [156], [181]. Кратко рассмотрим основные методы, предназначенные для решения перечисленных задач.

1.6.1 Сокращение признакового пространства

1.6.1.1 Метод главных компонент

Метод главных компонент – классический метод снижения размерности пространства признаков [134], [139]. Вместе с тем, он может использоваться для наглядного представления кластеров в многомерном пространстве признаков.

Главными компонентами являются линейные комбинации исходных признаков, объясняющие большую часть изменчивости данных. На диаграмме рассеяния объектов обучающей выборки (ОВ) в пространстве исходных признаков главная компонента задает ось, которая совпадает с направлением наибольшей вытянутости эллипсоида рассеяния. Вторая компонента характеризует наибольшую вытя-

нутость эллипсоида по одному из поперечных направлений. Так же определяются следующие ортонормированные направления. Первая компонента обладает наибольшей дисперсией. Вторая – наибольшей среди оставшихся. Обычно ограничиваются компонентами, объясняющими 80% дисперсии данных.

Эффективность метода связана с небольшими искажениями геометрической структуры точек при переходе в пространство главных компонент. График распределения объектов на плоскости двух первых компонент дает наглядное представление о наличии кластеров и их структуре.

На компоненты высокого порядка приходится минимальный процент дисперсии распределения объектов. Анализ таких компонент, построенных для объектов, принадлежащих одному классу, позволяет выделить устойчивые признаки класса.

1.6.1.2 Канонический корреляционный анализ

Выполняется для выявления связи между двумя группами признаков, характеризующих различные стороны рассматриваемого объекта [80], [134]. В каждой группе находятся линейные комбинации исходных признаков, дающие максимальную корреляцию групп друг с другом. Такие канонические направления трудно интерпретировать семантически. Тем не менее, графическое отображение на плоскости первых канонических направлений дает наглядное представление о характере зависимости между группами. Кроме того, анализ значений весовых коэффициентов в линейных комбинациях позволяет исключить из анализа “слабозависимые” переменные и выявить “дублирующие” признаки в рассматриваемых группах.

1.6.1.3 Кластеризация переменных

Методы кластерного анализа могут использоваться не только для структуризации данных (наблюдений), но и для обнаружения контрастных групп переменных, чтобы сократить их количество [43], [60], [139].

В процессе кластеризации переменных на графике сосульчатой диаграммы [189] вместо строк с описаниями объектов объединяются признаки-столбцы. В качестве меры сходства между признаками применяется коэффициент корреляции

Пирсона. При необходимости кластеры могут формироваться только с положительной корреляцией (с учетом знака).

Из-за большого числа признаков, описывающих один и тот же объект, затрудняется построение и интерпретация решающих правил (РП). В таком случае, после кластеризации переменных из каждой группы можно выбрать по одному или два признака – представителя группы.

1.6.2 Структуризация области дизайн-проектирования

Кластеризация объектов

Кластерный анализ выполняется для разбиения всего множества n объектов на подмножества-классы (кластеры). Число классов заранее неизвестно. В общем виде критерий разбиения определяется отношением показателей населенности кластеров к расстоянию между ними.

При кластеризации данных в качестве меры расстояния между объектами используется квадрат расстояния Евклида, а расстояние между кластерами определяется методом усредненных межгрупповых связей.

Иерархическая структура исходного множества объектов строится с помощью агломеративной процедуры, которая основана на последовательном объединении кластеров. На первом шаге все объекты считаются отдельными кластерами. На каждом последующем шаге два ближайших кластера объединяются в один. Для этого вычисляется расстояние между текущим объектом и всеми остальными объектами, и кластер образует та пара, для которой расстояние оказалось наименьшим. Подобным образом каждый объект либо группируется с другим объектом, либо включается в состав существующего кластера. Процесс кластеризации конечен и продолжается до тех пор, пока все объекты не будут объединены в один кластер.

Результаты кластеризации объектов можно использовать в целях сокращения их описания. В этом случае набор признаков заменяется новым показателем – принадлежностью кластеру.

1.6.3 Извлечение знаний из данных

Подходы к обработке данных и построению баз знаний основаны на активно развивающихся направлениях “добыча данных” (data mining) и “обнаружение знаний в базах данных” (knowledge discovery in databases). Эти направления охватывают как статистические методы и алгоритмы, так и исследования, относящиеся к области искусственного интеллекта [4], [159], [160], [165], [173].

1.6.3.1 Машинное обучение

Машинное обучение (Machine Learning) изучает методы и алгоритмы построения моделей, способных обучаться по прецедентам. Такое индуктивное обучение основано на извлечении знаний и закономерностей из данных. Напротив, дедуктивное обучение основано на эксплицировании неявных знаний специалистов для дальнейшей их формализации в базе знаний экспертной системы [21], [23], [27], [28], [37], [42], [45], [50], [53], [73], [77], [91], [95], [101], [106], [107], [126], [172], [183], [184], [197].

Исходными для машинного обучения являются описания объектов-прецедентов ω_i , $i = \overline{1, n}$, значениями признаков $(x_{i1}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{iN_A})$ априорного словаря X_A , которые характеризуют свойства $\{X_j | j = \overline{1, N_A}\}$ изготовленных объектов-прецедентов, и сведения о принадлежности объектов-прецедентов к одному из классов Ω_m , $\Omega_m \subset \Omega$, $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \dots \cup \Omega_M$. Множество классов Ω отражает возможные стили объектов дизайна, размерную типологию, назначение изделия, уровни потребительских и эксплуатационных показателей качества. Для указания класса объекта используется соответствующая классификационная переменная Y .

1.6.3.2 Дискриминантный анализ

Представление отдельных объектов в виде точек в пространстве признаков осуществляется дискриминантными методами распознавания [43], [134]. К ним относятся логические, детерминированные, вероятностные и другие методы, основанные на геометрическом подходе к распознаванию. РП, представленное набором дискриминантных (или решающих) функций, определяет в пространстве признаков разделяющие границы между классами образов.

Для анализа указываются признаки $X_j \in X_A$ и один классификационный фактор Y . Будем считать априорный словарь X_A достаточным для формирования сепарабельного пространства признаков, в котором на объектах обучающей выборки можно построить непересекающиеся выпуклые оболочки классов. Имея достаточный априорный словарь, можно выбрать достаточное подмножество признаков меньшей мощности – рабочий словарь (РС) $X_p \subseteq X_A$. При дальнейшем уменьшении размерности исходного признакового пространства для обеспечения достаточности потребуется использовать более сложный тип разделяющих поверхностей.

Сложность разделяющих поверхностей определяется емкостью h применяемого типа РП. Среди простейших типов РП, которые могут быть построены различными алгоритмами: логические правила, строящие не гладкие разделяющие поверхности, линейно-логические, линейные, кусочно-линейные. Емкость таких правил равна числу настраиваемых при обучении параметров – степеней свободы. Для линейных РП $h = N_A + 1$, для кусочно-линейных РП $h = k(N_A + 1)$, где k – число кусков плоскостей, составляющих РП.

Решающие правила, построенные как простой набор дискриминантных функций линейного и более сложного вида, даже в случае полного разделения классов не содержат знаний о диапазонах изменения значений параметров сырья, материалов, деталей, элементов дизайна и их взаимодействий для получения готового изделия заданного класса. Их анализ позволяет указать лишь состав наиболее важных характеристик и их весовые коэффициенты для попарной различимости объектов разных классов [106].

Наиболее удобны с точки зрения семантической интерпретации логические решающие правила, которые описывают классы объектов и правила их покрытия гиперпараллелепипедами с гранями, параллельными осям координат-признаков. В общем виде семантика логического правила выглядит следующим образом: “объект класса Ω_m komponуется из деталей ... с характеристиками ..., лежащими

в диапазонах ..., которые изготовлены из материалов с параметрами, лежащими в диапазонах ..., которые изготовлены из сырья ..., имеющего свойства ... “.

Типовой алгоритм обучения строит для каждого прямоугольного логического классификатора (ПЛК) правила соответствия, устанавливающие наличие сходства между двумя объектами ОВ ω_l и ω_q по одному признаку:

$$d_j(\omega_q, \omega_l) = \begin{cases} 1, & \text{если } x_{l_0j} \leq x_{qj} \leq x_{l_kj}, \\ 0 & \text{в противоположном случае,} \end{cases}$$

$j = \overline{1, N_A}$, N_A – число признаков априорного словаря; ω_l – объект m -го класса, характеризующийся вектором значений признаков $(x_j)_l = (x_{l_1}, \dots, x_{l_j}, \dots, x_{l_{N_A}})$, $l = \overline{1, |\Omega_m|}$, $m = \overline{1, M}$. Правило соответствия определяется интервалами порогового кодирования $[x_{l_0j}, x_{l_kj}]$.

Далее строится покрытие m -го класса логическими классификаторами D_{sm} :

$$D_{sm}(\omega_q, \omega_l) = \bigwedge_{j=1}^{N_A} d_j(\omega_q, \omega_l) \wedge \bigvee_{r=1}^{\overline{n_m}} \bigwedge_{j=1}^{N_A} d_j(\omega_r, \omega_l),$$

где $s_m = \overline{1, S_m}$, S_m – число ПЛК m -го класса; $r = \overline{1, \overline{n_m}}$, $\overline{n_m} = n - n_m = |\Omega \setminus \Omega_m|$, $n_m = |\Omega_m|$ – число объектов ОВ m -го класса; $\omega_r \in \Omega \setminus \Omega_m$; $\bigcup_{m=1}^M \Omega_m = \Omega$.

Продукционное правило относит объект ω к тому классу, в чей ПЛК D_{s_m} он попал, то есть $\omega \in \Omega_m$, если $\bigvee_{s_m}^{S_m} D_{s_m}(\omega, \omega_m \in \Omega_j) = 1$. Перебор выполняется как по классам, так и по всем ПЛК для каждого класса.

Таким образом, для построения РП на основе дискриминантных методов требуется решить несколько взаимосвязанных задач [105]:

– представление количественных признаков шкалой интервалов – установка порогов для логических РП. Величина преобразованного признака задается попаданием его значения в определенный интервал (диапазон);

– выбор рабочего словаря признаков $X_P = \{ X_P \mid j = \overline{1, N_P} \}$, $X_P \subseteq X_A$ (структурная идентификация решающего правила);

– построение на заданной ОВ решающего правила с помощью выбранного алгоритма машинного обучения (параметрическая идентификация РП). На данном этапе определяются параметры выбранного РП – значения порогов для логических правил, устанавливающих соответствия интервалов классам, или коэффициенты линейных функций для линейных и кусочно-линейных правил.

При проведении дискриминантного анализа в статистическом пакете Statgraphics могут вычисляться решающие функции различного типа. Линейные дискриминантные функции для нормированных (безразмерных) признаков и для натуральных значений признаков разбивают признаковое пространство на области, содержащие различные классы. Число таких функций меньше, чем количество классов. Линейные же классифицирующие функции (дискриминантные функции Фишера) относят исследуемый объект к тому классу, чья дискриминантная функция является максимальной. Отбор наиболее информативной группы признаков может выполняться по наибольшим значениям стандартизированных коэффициентов дискриминантных функций.

1.6.3.3 Методы локальной геометрии

Для обнаружения логических закономерностей в описании группы объектов в интеллектуальной базе данных, которые не характерны для других групп, может использоваться разработанный в СПИИРАН подход, который основан на представлениях локальной геометрии [41], [42]. В ней каждый объект описывается в собственном локальном пространстве с индивидуальной метрикой. Результаты представляются как конъюнкция элементарных событий, означающих попадание значений признаков в определенные интервалы. Опишем основные шаги методов локальной геометрии.

На обучающей выборке строится новая классификационная переменная, принимающая значения 0 для объектов описываемого класса и значения 1 для объектов остальных классов.

Признаки объектов обучающей выборки преобразуются к бинарному виду. Для этого вводятся новые бинарные переменные, соответствующие категориям или уровням значений исходных признаков. Например, для признака, имеющего 4

дискретных уровня, потребуется создать четыре новых переменных, которые будут принимать значения 0 или 1.

Выбирается центральный объект – представитель класса Ω_m . С помощью электронных таблиц бинарные данные центрируются относительно выбранного объекта. После этой процедуры представитель класса будет иметь нулевые значения координат.

Для классификационной (зависимой) переменной строится модель множественной регрессии. На графике предсказанных значений (Observed versus Predicted) объекты распределяются на два облака – описываемый класс и все остальные представители.

Из анализа последовательно исключаются объекты, удаленные от центрального, и признаки с малыми весами. В итоге формируется модель регрессии с коэффициентами, принимающими значения 0 или 1, и строится логическое правило вида:

$$\text{if } (x_j=1 \text{ and } x_k=0 \text{ and } x_l=1 \text{ and... }) \text{ then } \omega_l \in \Omega_m.$$

Эффективность правила определяется числом правильных срабатываний на обучающей выборке. При наличии ошибочных решений строятся правила (локальные пространства) для следующих представителей класса.

Правила для представителей других классов строятся аналогично.

Если при логическом выводе срабатывают несколько правил для альтернативных классов, то приоритет отдается более эффективному правилу.

Семантическая интерпретация найденной системы правил выполняется после представления признаков в исходной шкале.

Ввиду значительного числа анализируемых признаков для объектов дизайна и, соответственно, большого объема требующейся обучающей выборки, описанная методика является весьма трудоемкой, со значительной долей ручных операций.

Тем не менее, если принадлежность объекта кластеру Ω_m описать соответствующей классифицирующей переменной Y^m , то поиск информативной подгруп-

пы признаков может быть организован с использованием процедуры множественной регрессии.

1.7 Подходы и методы приобретения знаний

Обзор подходов и методов приобретения знаний можно свести к их краткому сравнительному анализу, представленному в *таблице 1.1*.

Направление Data Mining представляет целый спектр методов, предназначенных для извлечения из данных знаний различного типа. Он включает две основные группы методов – индуктивные методы машинного обучения и статистические методы. Каждый из методов предназначен для решения определенного круга задач – кластеризации, установления зависимостей между переменными, классификации, выявления закономерностей между связанными событиями. При этом задается модель заданной структуры (например, нейронная сеть, дискриминантные функции, линейная регрессия), а ее параметры подстраиваются под данные, описывающие наблюдаемые объекты.

Технология экспертных систем направлена на эксплицирование знаний специалистов с помощью ряда коммуникативных и текстологических методов. Ансамбли моделей способствуют поиску наилучшего решения, усложняя при этом интерпретацию результатов.

Вместе с тем, решение трудноформализуемых задач при создания интеллектуальных систем в области дизайна связано с необходимостью выполнения ряда этапов по подготовке и первичной обработке разнородных данных, сжатию признакового пространства, определению структуры классов, построению правил принадлежности к классам, поиску локальных пространств, логического вывода на основе распознающей базы знаний, использованию знаний при проектировании и поиске изделий.

Таблица 1.1 – Подходы и методы приобретения знаний

Название подхода, метода	Цель	Краткое описание	Результат (знания)	Неформализованные задачи. Ограничения
Data Mining (добыча данных, интеллектуальный анализ данных) [4], [8], [29], [165]. Knowledge discovery in data, KDD (обнаружение знаний в базах данных)	Обнаружение в данных практически полезных и доступных интерпретации знаний	Совокупность методов: аффинитивный анализ, последовательные шаблоны, деревья решений, искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы, эволюционное программирование, поиск ассоциативных правил, нечёткая логика. Статистические методы	Ассоциативные правила, паттерны (образцы), деревья решений, кластеры, математические функции (аппроксимации), регрессионные модели, модели временных рядов	Сбор, подготовка данных (очистка выбросов, пропущенных данных). Выбор вида, структуры модели, алгоритма обучения. Формирование последовательности действий для построения модели (извлечения знания). Трансформация данных при реализации последовательности. Сравнение моделей.
Индуктивные методы искусственного интеллекта [42], [56], [96], [98], [159], [160], [173].	Построение модели, пригодной для прогнозирования, корректировка свойств модели	Машинное обучение (с учителем): корреляционные (эталонные), структурно-лингвистические, геометрические (дискриминантные), нейросетевые методы, многоагентные технологии	Решающие правила, деревья решений, нейросетевые модели, эволюционные модели, области решений, семантические сети	Выбор типа и структуры решающего правила, удовлетворяющего прогностическим свойствам. Выбор алгоритма обучения из эвристических соображений зависит от опыта разработчика
Статистические методы многомерного анализа данных [28]	Обнаружение закономерностей, взаимосвязей между объектами	Факторный анализ, кластерный анализ (обучение без учителя), классификация, регрессия, временные ряды	Сжатое описание, структура данных, модели зависимостей, модели временных рядов	Согласование входных данных. Необходимость комплексного применения методов
Технология экспертных систем [30], [76], [161]	Получение эксплицитных знаний	Активные или пассивные коммуникативные методы, текстологические и психосемантические методы	Тезаурусы, онтологические схемы. Поле знаний, структура фреймов, система продукционных правил	Наличие специалистов-экспертов. Представление знаний доступно профессиональным инженерам по знаниям. Наполнение онтологии вручную
Ансамбли моделей [173]	Прогноз агрегированного классификатора	Модели, основанные на машинном обучении, играют роль экспертов	Комбинация экспертных оценок	Выбор методов комбинирования (голосование, взвешенное голосование, усреднение). Увеличение временных и вычислительных затрат на обучение. Сложность интерпретации результатов
Комплексный подход к использованию методов многомерного анализа данных	Автоматизированное построение распознающих баз знаний, повышение эффективности создания интеллектуальных систем в области дизайна	Обучение интеллектуальной системы на основе решающих правил, отличающихся легкой семантической интерпретацией при представлении знаний в виде набора продукций	Модель знаний об объекте дизайна: описания классов объектов, обобщающие решающие правила, правила вывода на знаниях	РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ: организация и передача данных между методами, выбор пространства описаний объектов, построение алгоритма для нахождения знаний, легкость семантической интерпретации, возможность автоматически формировать поле знаний

Повышение эффективности создания систем рассматриваемого класса при многоэтапном использовании методов многомерного анализа данных связано в первую очередь с необходимостью автоматизированного решения комплекса задач по организации и передачи данных между методами, выбору пространства описаний объектов, построению алгоритма для нахождения правил, обеспечивающих легкую семантическую интерпретацию и возможность автоматического формирования поля знаний.

Таким образом, методы многомерного анализа данных могут использоваться при создании баз знаний, основой которых являются найденные методом распознавания образов решающие правила. Подход к решению научной проблемы комплексного применения методов многомерного анализа данных для построения интеллектуальных систем, основанных на знаниях в области дизайна, позволяющий автоматизировать процесс синтеза баз знаний систем рассматриваемого класса, представлен на *рисунке 1.13*.



Рисунок 1.13 – Подход к решению научной проблемы

Выводы по разделу 1

Проведен анализ современного состояния проблемы формализации задачи поиска дизайн-решения и построения модели знаний об объекте дизайна. Основные выводы и результаты проведенного исследования сводятся к следующим положениям.

1. Этап разработки проектно-художественной концепции объекта дизайна, связанный с применением конструкторских приемов, гармонизацией композиционных и цветовых решений, является одним из трудоемких и слабоформализованных. Процесс дизайна можно рассматривать как сложную систему обеспечения формальных качеств изделия, обладающую: многомерностью свойств, недостаточностью информации для описания взаимосвязей элементов объекта дизайна, многоуровневостью и многоцелевым характером построения, направленным на удовлетворение нескольких формальных качеств изделия.

2. Выработка проектно-художественных решений может быть осуществлена с использованием систем, основанных на знаниях в области дизайна. Процесс дизайна опирается зачастую на неформализованные, неявные знания субъекта. Законы композиции, вербально сформулированные дизайнерами, недостаточно точны и в ряде случаев дают бесчисленное множество решений. Поскольку знания зафиксированы в изготовленных объектах, при формировании модели знаний следует опираться на результаты обработки многочисленных экспериментальных данных в области дизайна.

3. Модель предметной области будет построена, если помимо структуры понятий со статическими связями будут получены законы достижения формальных показателей качества, характеризующих дизайн изделия. Такие законы должны объяснять, как значения первичных признаков и сочетания их значений влияют на состояние системы, представляющей объект дизайна. Ввиду многомерности задачи – число свойств объектов дизайна варьируется от ста до нескольких сотен – осуществить умозрительно работу по систематизации правил, полностью описы-

вающих динамическую функциональную структуру, представляется невозможным.

4. При проектировании изделий кожевенно-обувной промышленности необходимые размеры среднетипичных стоп или кистей и соответствующие размеры деталей изделия для каждого типоразмера устанавливают по уравнениям регрессии между подчиненными и ведущим размерными признаками. Найденные в рамках традиционной методики уравнения обычно имеют недостаточную величину коэффициента детерминации $R^2 < 80\%$. Поэтому расчет размеров деталей изделий по уравнениям регрессии, построенным по всей выборке, может оказаться неточным и следует уделить внимание разработке методов, направленных на переход от размерной к морфологической типологии.

5. Систематизация и описание одежды из музейных коллекций является актуальной задачей из-за ограниченности доступа в музейные фонды и необходимости единого терминологического представления этнографических образцов. Выявление знаний об иерархической структуре групп изделий и правилах описания групп на языке признаков позволяет организовать интеллектуальный поиск музейного образца.

6. Инструментальной базой при извлечении из данных знаний для широкой совокупности объектов-прецедентов являются рассмотренные в разделе методы многомерного анализа данных. Их комплексное использование является сложной системной задачей. Целенаправленное применение многомерного анализа для структуризации понятий, представляющих объект, и построения методом распознавания образов решающих правил, раскрывающих причинно-следственные связи между свойствами изделия и его показателями качества, является основой предложенного подхода к построению интеллектуальных систем в области дизайна.

В результате проведенного анализа были сформулированы задачи, обеспечивающие решение поставленной цели.

2 Комплексный подход к использованию методов многомерного анализа данных для построения распознающей базы знаний

Дизайнер формирует концептуальную (инфологическую) модель объекта как систему понятий, объединенных структурными и причинно-следственными связями, обладая знанием предметной области. Эти знания фиксируются в изготовленных объектах.

Декларативный компонент знаний, отражающий структуру предметной области, может быть получен методами автоматической классификации.

Вместе с тем, качество объекта дизайна определяется не только статическими пространственными связями, структурой, но и скрытым, неявным взаимодействием между формообразующими частями, которое часто оказывается важнее, чем качество отдельных частей.

Для построения модели объекта необходимо получить законы достижения формальных показателей качества, характеризующих дизайн изделия. Такие законы должны объяснять, как значения первичных признаков и сочетания их значений влияют на состояние системы, представляющей объект дизайна.

В разделе рассматривается комплексный подход к использованию многомерного анализа данных для построения баз знаний, содержащих неявные правила и закономерности в области дизайна.

2.1 Подготовка и первичная обработка данных

Объекты дизайна имеют множество характеристик, описывающих образ объекта, его назначение, конструкцию, эстетическую ценность, эргономичность и т.д.

Свойства объекта дизайна условно можно разбить на три большие группы – композиционно-конструктивные характеристики, обмерные характеристики и оценки потребителя.

Исходные данные представляются посредством описания i -го объекта ω_i , $i = \overline{1, n}$, значениями признаков $(x_{i1}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{iN_A})$ априорного словаря $X_A = \{X_j \mid j = \overline{1, N_A}\}$.

Для обеспечения численного представления качественных свойств номинальные и порядковые переменные преобразуют к бинарному типу, со значениями “0” или “1”. Фиктивные признаки (dummy) позволяют интерпретировать частный коэффициент регрессии для любой дихотомической переменной так же, как это делается в случае измерения по интервальной шкале.

При подготовке к анализу фиктивных переменных указывается на одну меньше, чем имеется категорий в исходной переменной – обычно не включается в рассмотрение дихотомия для той категории, в которой имеется наименьшее количество наблюдений. Это связано с тем, что, например, при трех категориях значения третьей фиктивной переменной будут точной линейной функцией двух других, нарушится условие об отсутствии мультиколлинеарных связей, и однозначный подсчет коэффициентов регрессии станет невозможным [80].

2.1.1. Первичная обработка данных при проектировании перчаток

Данные по обмеру кистей мужских рук получены в период 2008 года. Объем выборки $n=503$. Программа обмера включала 77 признаков, характеризующих размер и форму кисти [49], [84], [85], [108], [154].

Число выделяемых типов кистей зависит от размаха ведущих признаков и интервала между размерами соседних (смежных) типов кистей. Интервал безразличия – это промежуток, внутри которого разница между размерами изделий не ощущается потребителем [49].

Для ведущих признаков интервал безразличия считается равным 5 мм: $\bar{O}_{kist_kost}^{+3}_2$ и $\bar{I3}^{+2,5}_{-2,5}$. В первом случае он не является симметричным.

Первичная обработка данных заключалась в построении гистограммы распределения кистей мужских рук по обхвату O_{kist_kost} и диаграммы совместного распределения обхвата и длины третьего пальца, представленной на *рисунке 2.1*.

По правилу антропологической стандартизации, при построении двумерной системы стандартов второй признак должен иметь небольшую связь с основным ($r_{O_{kist_kost}, I3} = 0,44$), но больше связан с другими одноименными размерами

($r_{d_t_kost,l3} = 0,73$). О небольшой связи O_kist_kost и $l3$ говорит отсутствие явно выраженной зависимости на представленной диаграмме рассеяния.

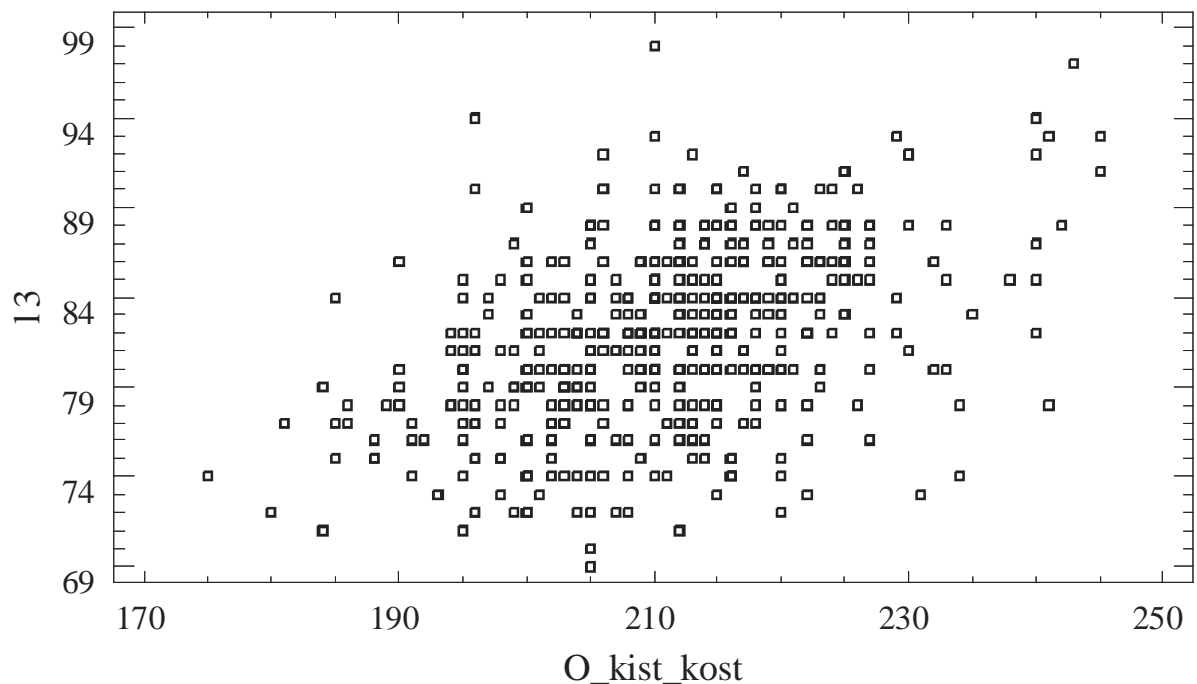


Рисунок 2.1 – Диаграмма рассеяния на плоскости $O_kist_kost - l3$

Выделено 7 типоразмеров кистей мужских рук со средними обхватами 183 мм, 193 мм, 213 мм, 223 мм, 228 мм, 233 мм и 238 мм. С учетом варьирования длины третьего пальца – 11 подтипов, представленных в *таблице 2.1*: по два уровня для средних обхватов 193 мм и 223 мм, три уровня – для среднего обхвата 213 мм [84], [154].

Таблица 2.1 – Размеры типичных кистей мужских рук

Типоразмер	I	II		III			IV		V	VI	VII
Подтип	Один	Длинный	Короткий	Длинный	Средний	Короткий	Длинный	Короткий	Один	Один	Один
$\bar{O_kist_kost}$	183	193		213			223		228	233	238
$l3$	77,17	80,85	75,85	87,29	82,29	77,29	86,99	81,99	85,39	80,78	90,00

Переход от равномерной дискретизации пространства двух основных признаков и использования признаков, характеризующих габаритные размеры кистей, к морфологической типологии, основанной на внутригабаритных соотношениях частей кисти, может быть решен с помощью статистических методов интеллектуального анализа данных.

2.1.2 Описание северорусских традиционных женских рубах

Исследуемые музейные образцы традиционных женских рубах северорусского типа датированы XIX – началом XX вв. Их общее количество составило 184 предмета. Образцы представляют разные историко-этнографические районы Русского Севера: Архангельскую, Вологодскую и Олонецкую губернии [179], [180].

Результатом опроса респондентов являлось проставление знака “+” при наличии категории признака для соответствующего инвентарного номера музейного образца рубах составного типа. Отсутствующая характеристика, в случае плохой сохранности музейного предмета, фиксировалась знаком “–”.

Номинальные значения композиционно-конструктивных характеристик составных рубах преобразованы в соответствующие бинарные признаки. Их количество по группам:

- 1) ткань верха – 24 признака;
- 2) ткань низа – 14 признаков;
- 3) конструкция – 28 признаков;
- 4) технология – 25 признаков;
- 5) форма – 7 признаков;
- 6) декор – 27 признаков.

Значения композиционно-конструктивных бинарных признаков для ТЖСР приведены в *приложении П.Б.2*.

После удаления столбцов со значениями признаков, содержащими малое число единиц, а также учитывая, что фиктивных переменных при анализе следует задавать на одну меньше, всего было отобрано 60 бинарных переменных.

2.2 Этапы построения информационной системы с распознающей базой знаний

В основе построения интеллектуальных систем в области дизайна лежит единый методологический подход к решению задач, возникающих при моделировании процессов формирования объектов дизайна, – теория распознавания образов (рисунок 2.2) [45], [83], [108], [126], [171].

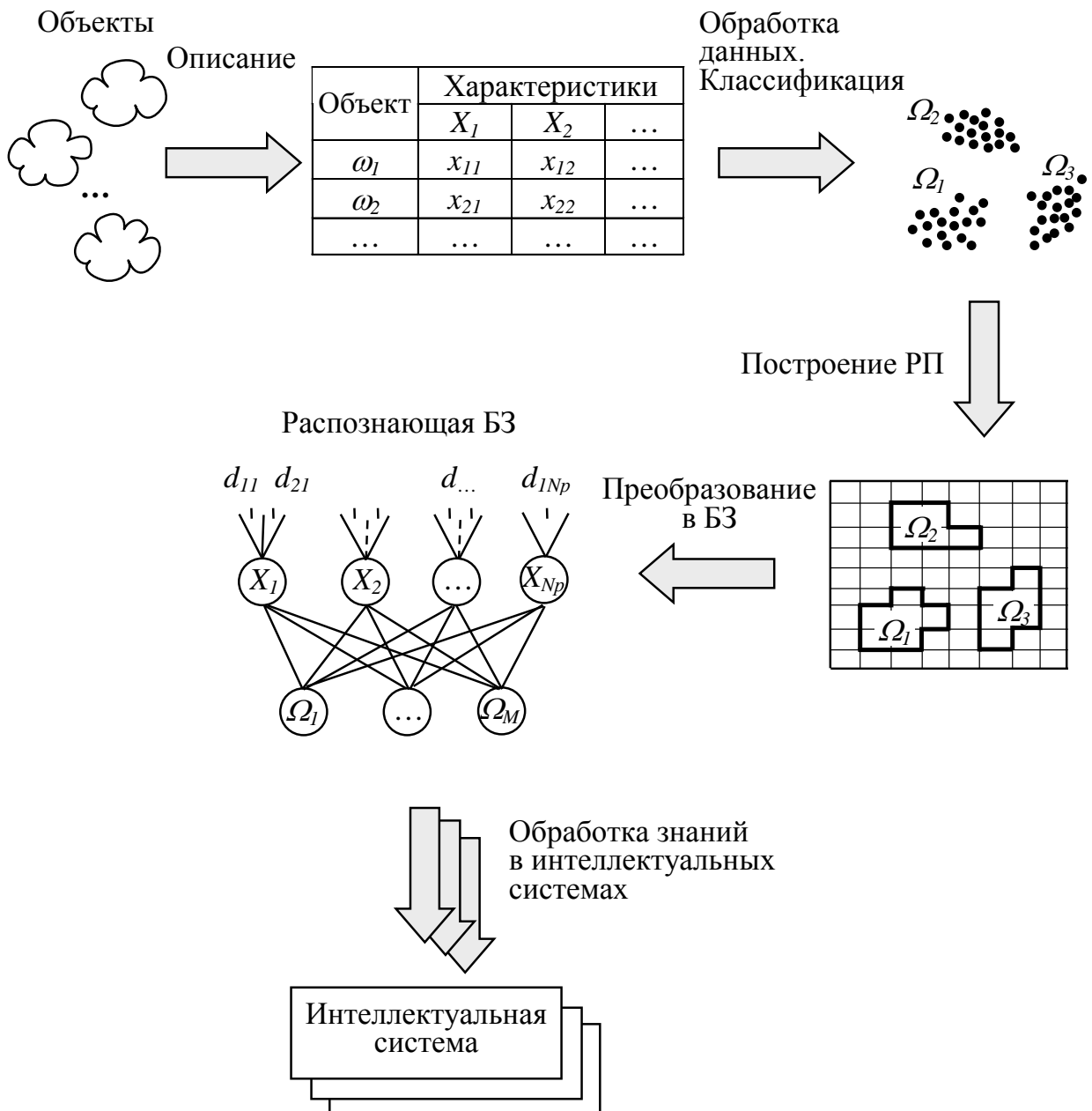


Рисунок 2.2 – Этапы построения ИС с распознающей базой знаний

Исходными данными является массив “объекты–свойства” для достаточного числа образцов в исследуемой области дизайна. Прецеденты исследуются в глобальном пространстве измеримых свойств, раскрывающих иерархию понятий объектов дизайна заданного назначения.

Методами распознавания образов решаются следующие задачи: автоматическая классификация объектов дизайна; извлечение знаний из массива данных в виде обобщающих решающих правил (РП), описывающих принадлежность объектов к классам; установление наиболее значимых характеристик, влияющих на тип изделия.

Дальнейшее преобразование системы РП в базу знаний (БЗ) сводится к формализации как структуры объекта, так и функциональных (динамических) связей между его частями.

Поскольку в процедуре распознавания с помощью решающих правил определяется отображение значений признаков в классы объектов, а иерархия классов задает структуру предметной области, то становится возможным выявление динамической и статической составляющих базы знаний, а преобразование сводится к разработке алгоритма обработки массива параметров РП.

Представление знаний осуществляется по результатам эмпирической интерпретации РП, которая раскрывает семантику причинно-следственных связей между значениями признаков и типами объектов. При наличии описания объекта процедура распознавания выполняется "одномоментно". Решению о принадлежности объекта к одному из классов соответствует продукционное правило, содержащее связки в антецеденте и одну клаузу в консеквенте, например, для количественных признаков:

$$\text{if } ((x_1 \in (d_{(i-1)1}, d_{i1})_m \text{ and } \dots x_j \in (d_{(i-1)j}, d_{ij})_m \text{ and } \dots x_N \in (d_{(i-1)N}, d_{iN})_m) \\ \text{then } \omega \in \Omega_m,$$

где x_j – значение j -го признака, $j = \overline{1, N}$; $(d_{(i-1)j}, d_{ij})_m$ – i -й интервал кодирования для класса объектов Ω_m .

Реализация последовательных стратегий поиска в продукционных интеллектуальных системах выполняется на дереве знаний, являющемся графическим представлением набора продукционных правил. Такая модель соответствует решающему правилу, имеющему вид дерева решений, в котором для вершин одного уровня измеряется свое подмножество признаков.

В конечном итоге, преобразование системы РП в БЗ позволяет осуществить переход от "пассивного" знания, предоставляемого дизайнерами в виде разработанных объектов или систем, к "активному" знанию, позволяющему посредством логических операций и выявленных закономерностей формировать вербальные правила по функционально-эргономической и художественно-конструктивной организации изделия и рассчитывать его параметры.

Преобразование данных, извлеченных из массива "объекты-свойства"

$$\Omega = \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \dots \\ \omega_i \\ \dots \\ \omega_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} \dots x_{1j} \dots x_{1N_A} \\ \dots \\ x_{i1} \dots x_{ij} \dots x_{iN_A} \\ \dots \\ x_{n1} \dots x_{nj} \dots x_{nN_A} \end{bmatrix},$$

в процессе обучения интеллектуальной системы показано на *рисунке 2.3*. Онтологическая схема $\Omega = \Omega_1 \cup \dots \cup \Omega_m \cup \dots \cup \Omega_M$ определяется принадлежностью объекта-прецедента ω_i к одному из классов Ω_m на основе среднего расстояния $\overline{d_{im}}$ между ω_i и всеми объектами из Ω_m . На следующем этапе выбирается рабочий словарь признаков X_P , упорядоченный по их дискриминирующей силе $I(X_j)$, $j = \overline{1, N_P}$, $N_P = |X_P|$, которая характеризует вклад признака в безошибочное разделение объектов ОВ.

Дальнейшая обработка заключается в автоматизированном построении решающих правил в виде логических классификаторов $D(\Omega_m)$ для каждого класса Ω_m . Такие классификаторы являются обобщенными описаниями кластеров в терминах отобранных признаков и устанавливают правила D_{ij}^m соответствия i -го

интервала j -го признака классу Ω_m , где $(d_{(i-1)j}, d_{ij})_m$ – i -й интервал кодирования признака X_j для Ω_m .

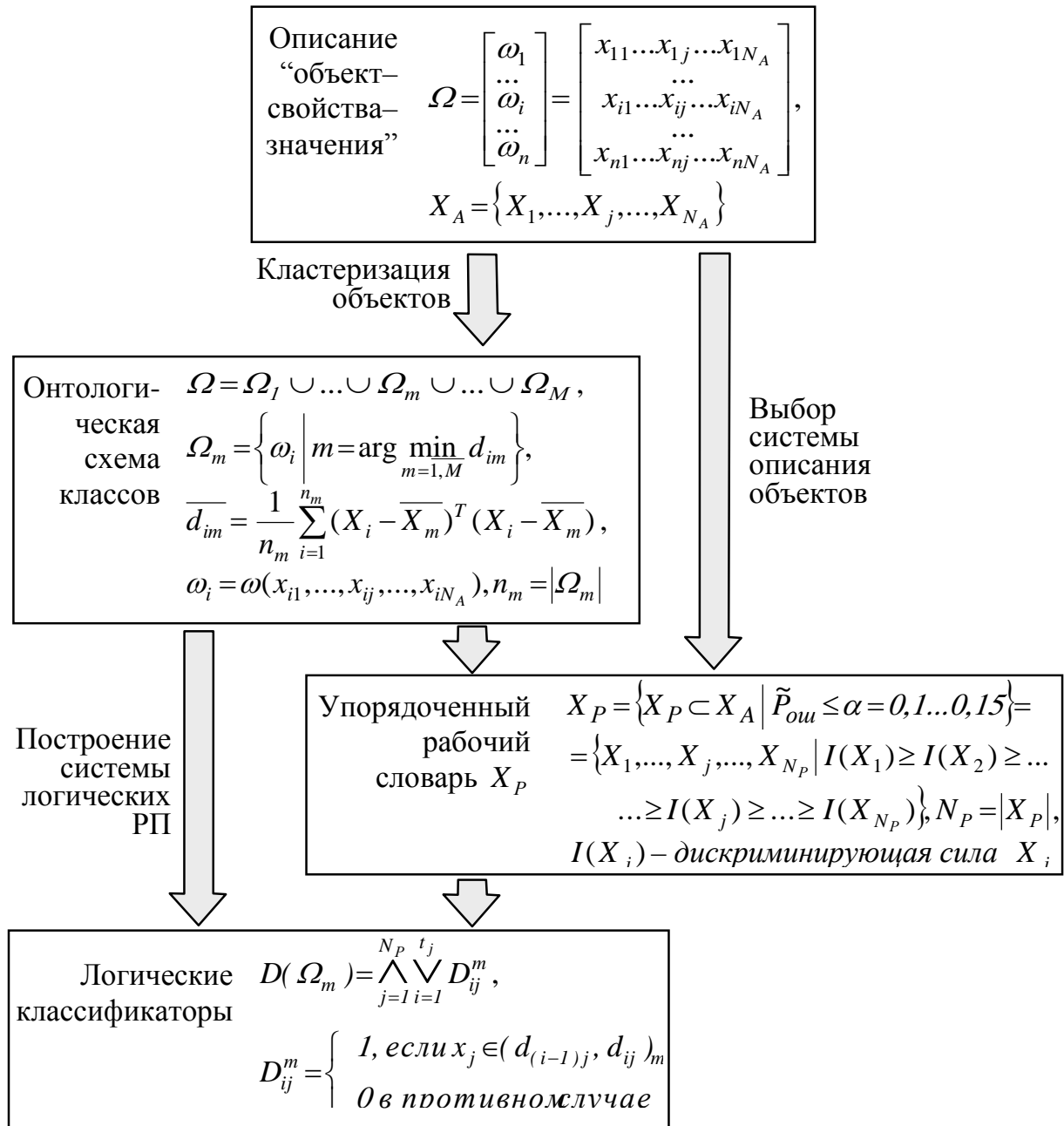


Рисунок 2.3 – Преобразование данных в процессе обучения интеллектуальной системы

Набор данных, представляющих онтологическую схему классов Ω , рабочий словарь X_P и логические классификаторы $D(\Omega_m)$, может использоваться дальше для проектирования различных интеллектуальных систем (рисунок 2.4).

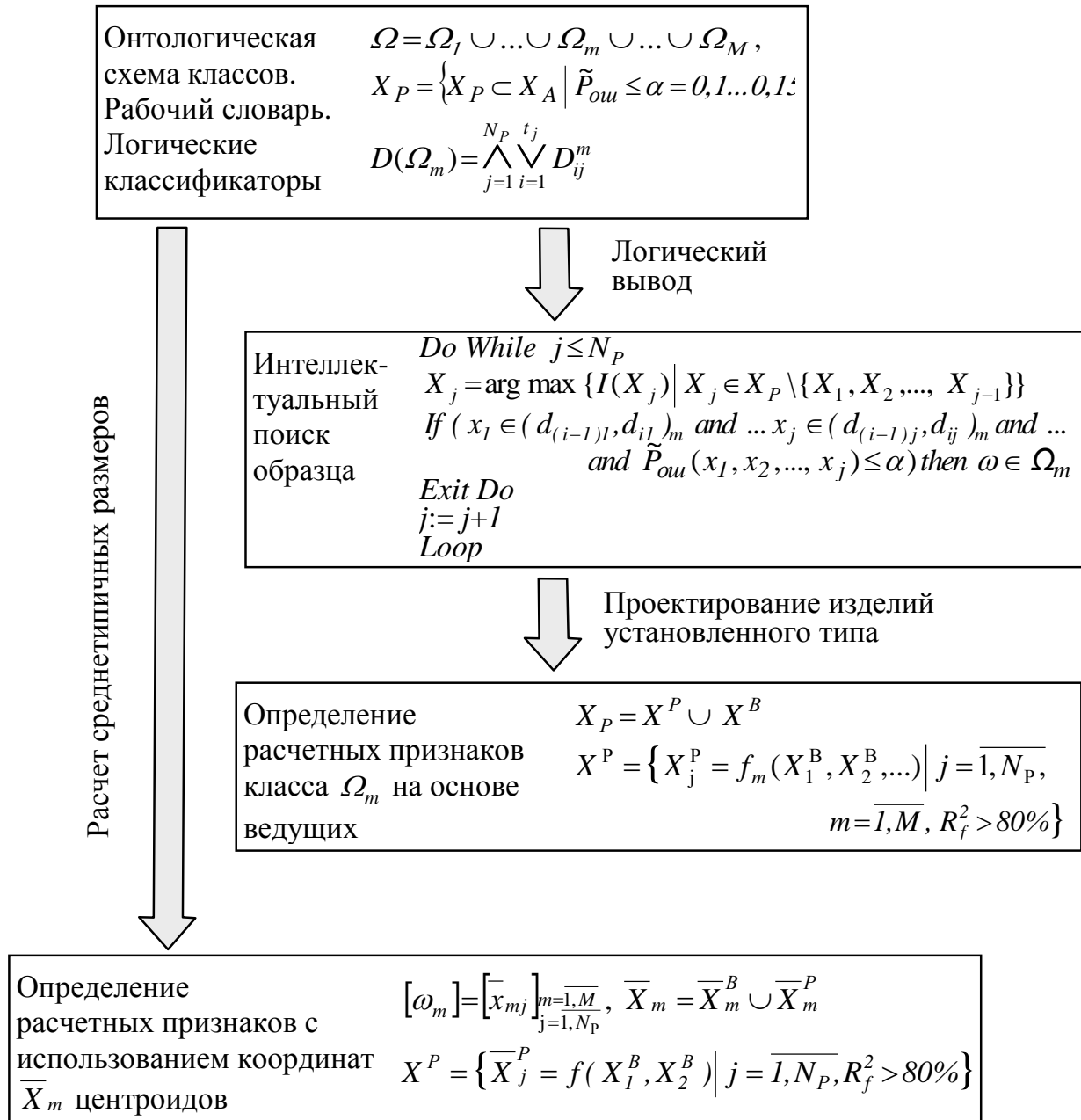


Рисунок 2.4 – Преобразование данных в процессе использования интеллектуальной системы

В интеллектуальной поисковой системе в процессе логического вывода пользователю последовательно предъявляется показатель X_j , обладающий максимальной дискриминирующей силой среди еще не рассмотренной совокупности признаков:

$$X_j = \arg \max \{I(X_j) \mid X_j \in X_P \setminus \{X_1, X_2, \dots, X_{j-1}\}\}.$$

Процесс останавливается, когда вероятность ошибки распознавания объектов OB $\tilde{P}_{ош}(x_1, x_2, \dots, x_j)$ не будет превышать заданного уровня α .

Принимается решение $\omega_i \in \Omega_m$. Использование системы логических правил, раскрывающих закономерности между характеристиками объекта и его принадлежностью к определенной категории позволяет, в отличие от традиционной технологии фактографических баз данных, существенно сократить глубину поиска образца в многомерном признаковом пространстве.

Данное преобразование сводится к разработке алгоритма обработки массива параметров РП, поскольку в процедуре распознавания с помощью логических правил определяется отображение значений признаков в классы объектов, а иерархия классов задает структуру предметной области.

Дальнейшее использование знаний осуществляется при индивидуальном проектировании изделий установленного типа Ω_m . При наличии описания объекта процедура распознавания типа Ω_m выполняется "одномоментно". Если в условиях серийного производства проектирование изделий выполняется после установления соответствующей размерной типологии, то совокупность РП дает возможность установить морфологический тип потребителя изделия и сформировать внутри каждого кластера адекватные зависимости между размерными X^P и ведущими X^B признаками изделий [108]. Для каждого выделенного типа строится собственная модель взаимосвязей в локальном пространстве, учитывающем индивидуальные особенности кластера.

В условиях серийного производства, при проектировании серии изделий различных размеров, используются среднетипичные размерные признаки. Поиск зависимостей по координатам центроидов ведущих и расчетных показателей \overline{X}_m^B и \overline{X}_m^P выявленных кластеров Ω_m , $m = \overline{1, M}$, позволяет, при сохранении числа типоразмеров, учесть результат кластеризации и повысить качество моделей регрессии.

2.3 Схема использования методов многомерного анализа для извлечения декларативных знаний

Общая схема использования методов многомерного анализа для структуризации данных представлена на *рисунке 2.5*.

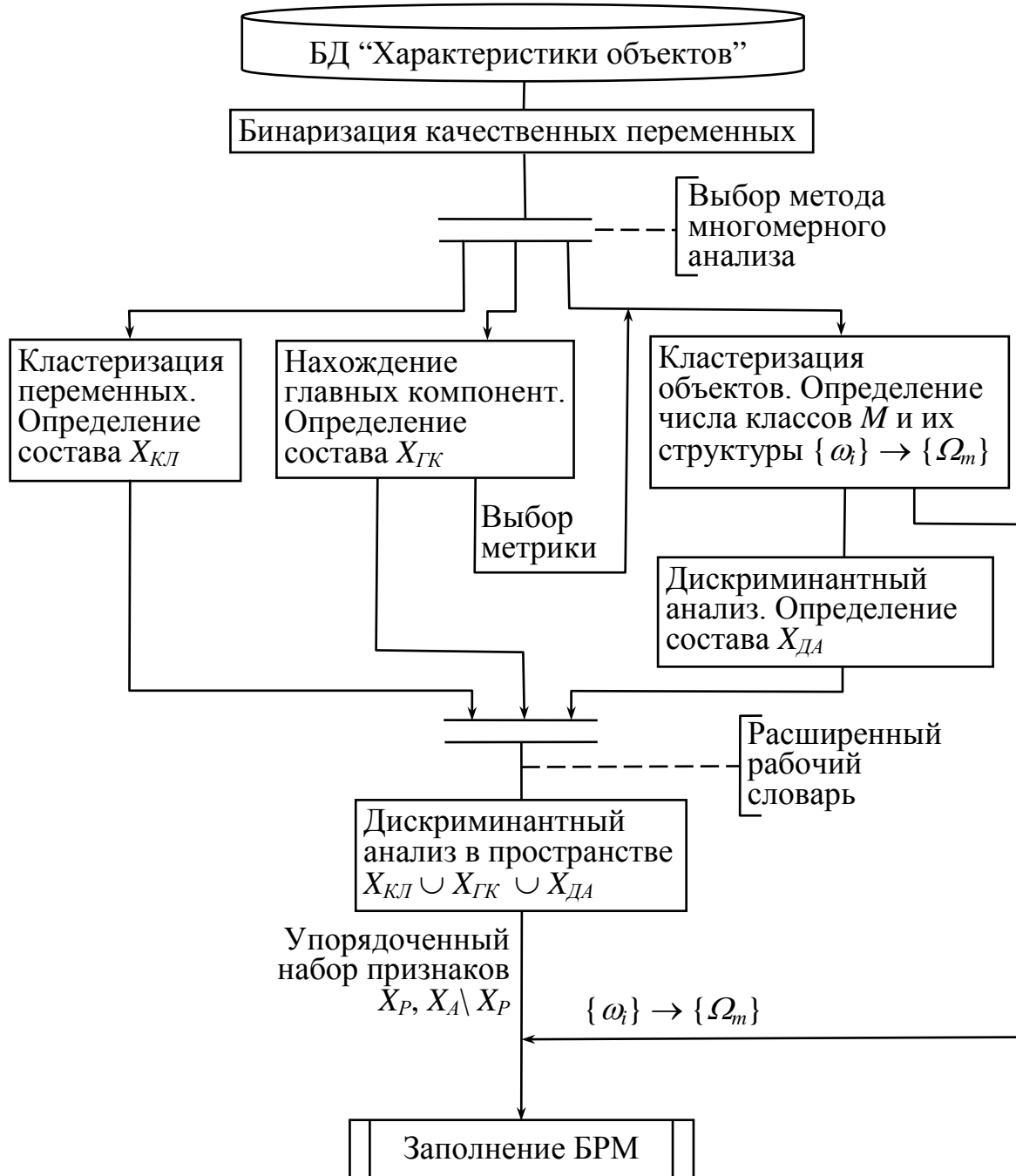


Рисунок 2.5 – Общая схема использования методов многомерного анализа для сжатия признакового пространства и структуризации данных

Конечным результатом их применения является построение РП в форме бинарной решающей матрицы (БРМ) [87], [105], [126]. Для заполнения матрицы используются сведения о сочетании значений отобранных информативных признаков предъявляемого объекта и принадлежности его к заданному классу. Разбиение выборки на классы – группы схожих объектов – выполняется посредством кластерного анализа. После выявления стратификационной структуры рассматриваемого набора изделий, с помощью дискриминантного анализа определяются основные признаки, по которым различаются классы, – рабочий словарь X_P . Он позволяет в компактной форме представить центроиды классов, а также построить в каждой выделенной группе собственную модель взаимосвязей, учитывающую индивидуальные особенности группы.

Предварительный отбор признаков – расширенный рабочий словарь, осуществляется с применением метода кластеризации переменных и метода главных компонент.

Если после первичной обработки в распределении объектов обнаруживаются выбросы, для их сглаживания при определении основных кластеров в качестве меры расстояния между объектами может задаваться метрика, отличная от эвклидовой.

2.3.1 Сжатие признакового пространства

Сжатие признакового пространства выполняется в два этапа (*рисунок 2.5*). Сначала методами главных компонент, кластеризации переменных и дискриминантного анализа последовательно определяются подгруппы исходных признаков $X_{ГК}$, $X_{КЛ}$, $X_{ДА}$, проявляющих большую разделяющую силу.

Распределение образцов на плоскости первых главных компонент позволяет сделать вывод о наличии или отсутствии выраженных кластеров. Подгруппа признаков $X_{ГК}$ выбирается по составу линейных комбинаций, образующих первые главные компоненты.

Кластеризация переменных позволяет обнаружить контрастные группы переменных и из каждой группы выбрать по одному или два признака – представителя группы, включаемого в X_{KL} .

Комплексное применение методов кластеризации переменных и главных компонент представлено на *рисунке 2.6*.

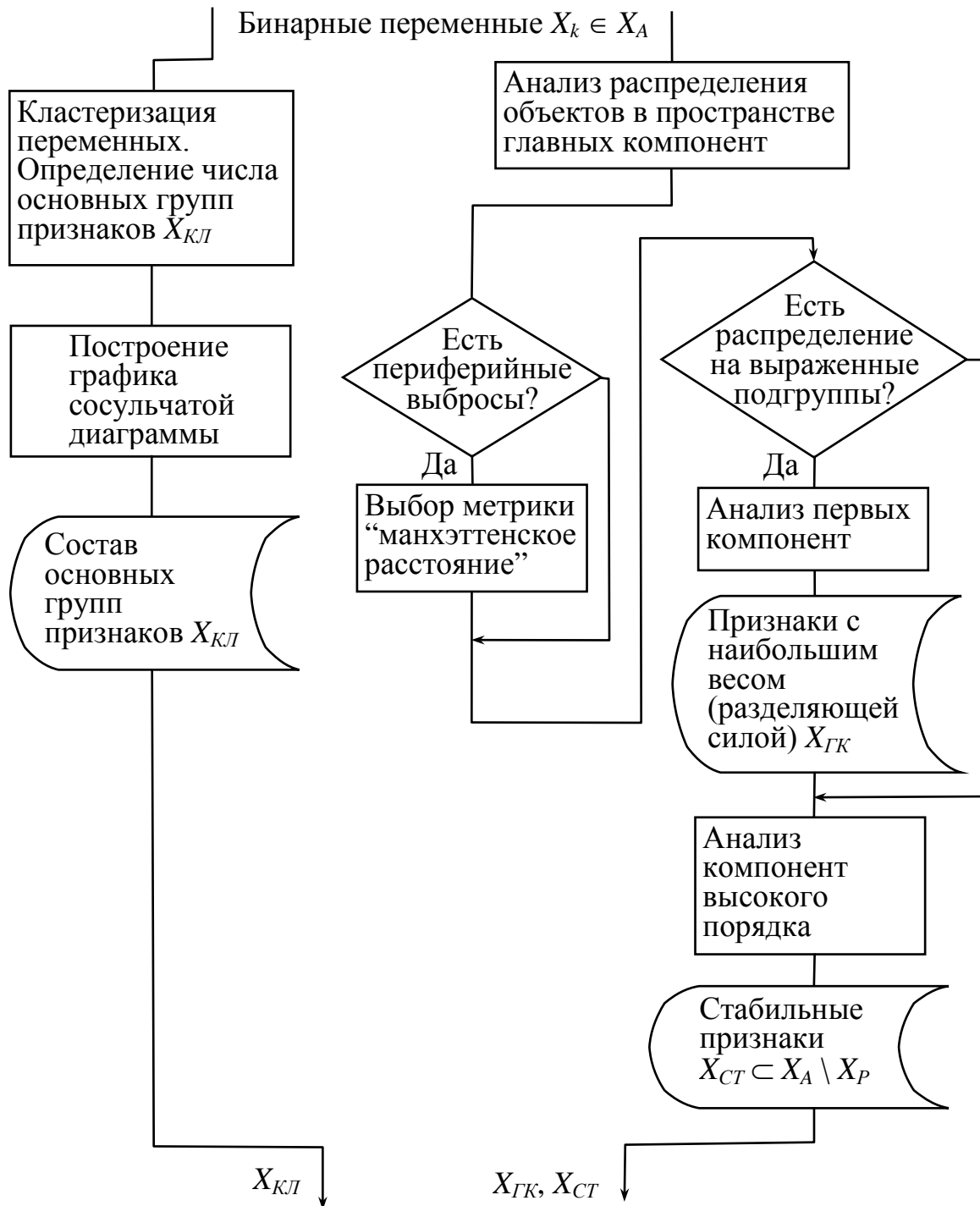


Рисунок 2.6 – Кластеризация переменных и использование метода главных компонент

После выделения кластеров, с помощью дискриминантного анализа определяется набор функций, который позволяет правильно разделить 90–95% наблюдений на заданное число классов. Выявляются наиболее значимые связи между номером кластера и значениями признаков – соответствующая подгруппа признаков $X_{ДА}$ определяется по наибольшим значениям стандартизированных коэффициентов отобранных дискриминантных функций.

Комплексное применение методов многомерного анализа данных с целью выявления классов и сжатия признакового пространства представлено на *рисунке 2.7*.

На втором этапе выполняется дискриминантный анализ на объединенном множестве отобранных подгрупп признаков $X_{КЛ} \cup X_{ГК} \cup X_{ДА}$, составляющих предварительно выбранный рабочий словарь X'_P .

Дискриминирующая сила отдельного признака зависит от подсистемы совместно используемых признаков. Например, если добавление признака X_3 к системе X_1, X_2 обеспечивает рост наблюдений, разделяемых безошибочно, то тот же признак X_3 , рассматриваемый вместе с показателем X_1 , может привести, наоборот, к уменьшению безошибочно разделяемых наблюдений, обеспечиваемых отдельно рассматриваемым X_1 . Поэтому, ввиду нарушения принципа аддитивности при рассмотрении вклада переменных в их совместную разделяющую силу, ранжировку признаков следует выполнять не по значениям коэффициентов первых дискриминантных функций, а по росту накопленной части безошибочных разделений объектов. Оставшееся подмножество признаков глобального пространства ранжируется по порядку следования соответствующих количественных и номинальных переменных в ИБД.

Таким образом, бинарные признаки ранжируются по дискриминирующей силе для деления M выделенных кластеров (классов) и указывается ранг, задающий количество признаков рабочего словаря N_P , достаточных для деления 90–95% объектов выборки. Окончательно выбирается рабочий словарь $X_P = \{X_1, \dots, X_r, \dots, X_{N_P}\} \subset \{X'_P \mid \tilde{P}_{ош} \leq \alpha = 0.1 \dots 0.15\}$.

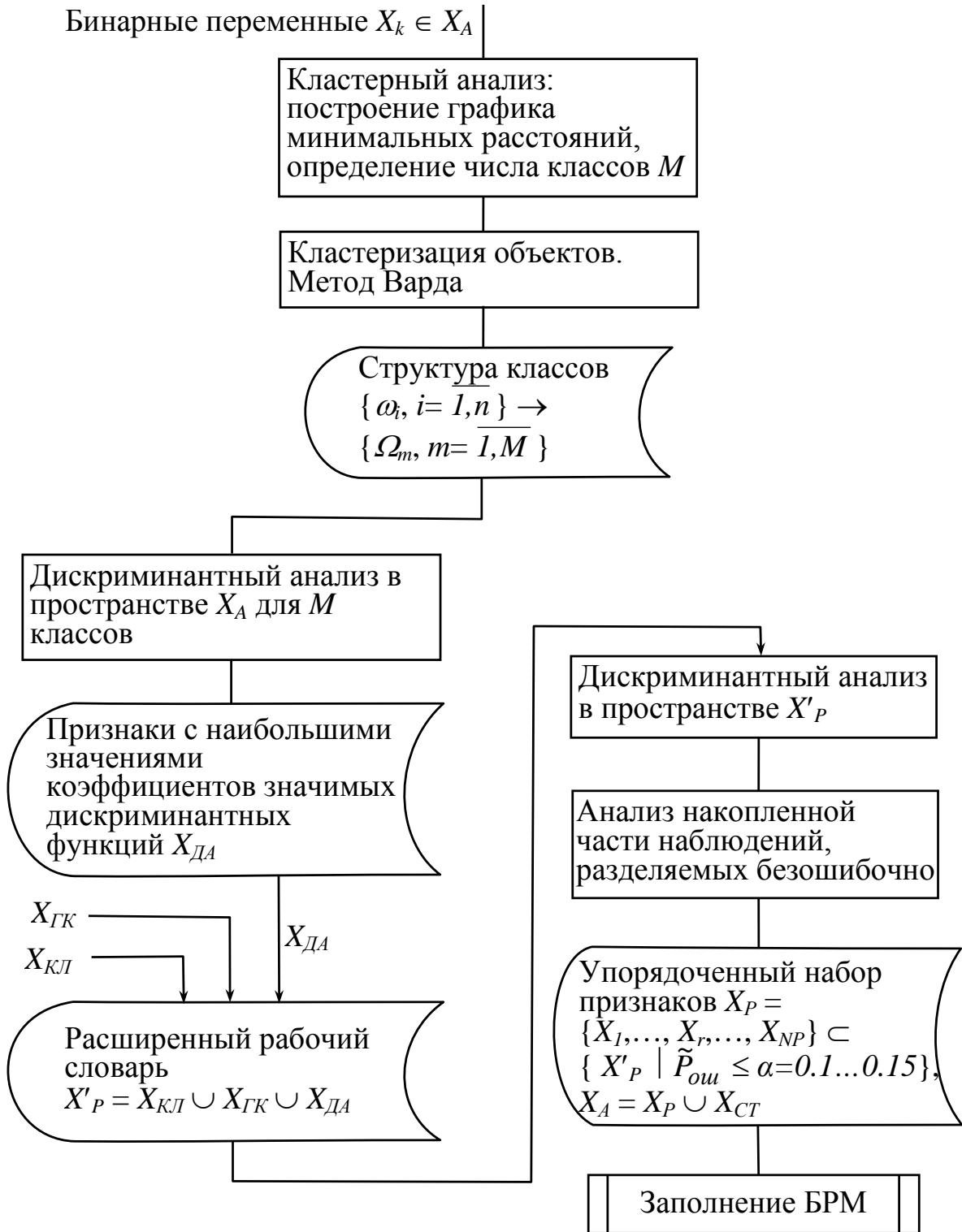


Рисунок 2.7 – Использование кластерного и дискриминантного анализов

Стабильные признаки $X_{СТ} = X_A \setminus X_P$ являются дополнением множества признаков рабочего словаря относительно априорного [121].

2.3.1.1 Отбор информативных признаков при проектировании перчаток

Распределение замеров на плоскости первых двух главных компонент, найденных в пространстве длиннотных параметров в выпрямленном состоянии, не позволяет сделать вывод об их разделении на выраженные группы (рисунки 2.8).

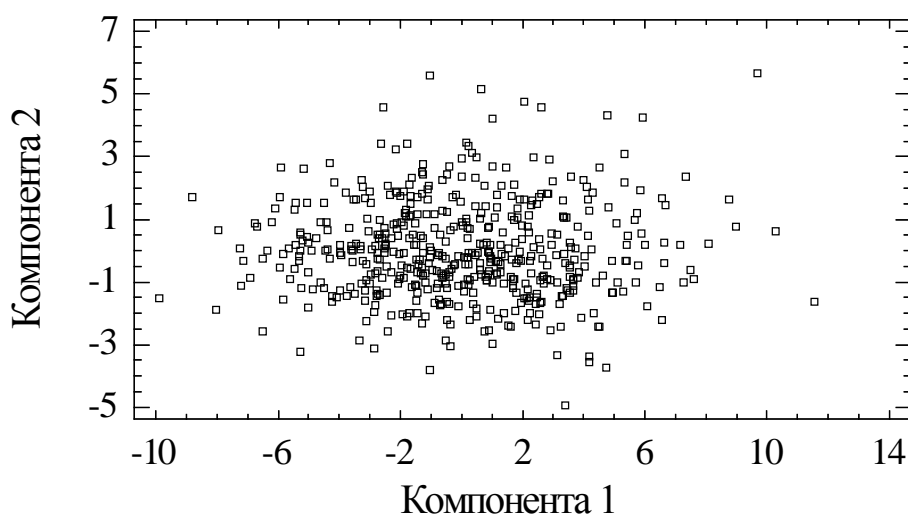


Рисунок 2.8 – Распределение замеров на плоскости первых двух главных компонент

Кластеризация переменных выполняется с помощью двух основных процедур. Наличие основных групп признаков и их количество определяется по графику минимальных расстояний, на которых происходит объединение переменных в набор (рисунки 2.9). График свидетельствует о наличии 5 основных групп признаков. Еще 7 новых кластеров с близкими расстояниями прослеживается после небольшого скачка по шкале дистанций. Таким образом, всего можно выделить 12 различительных параметров кистей [108].

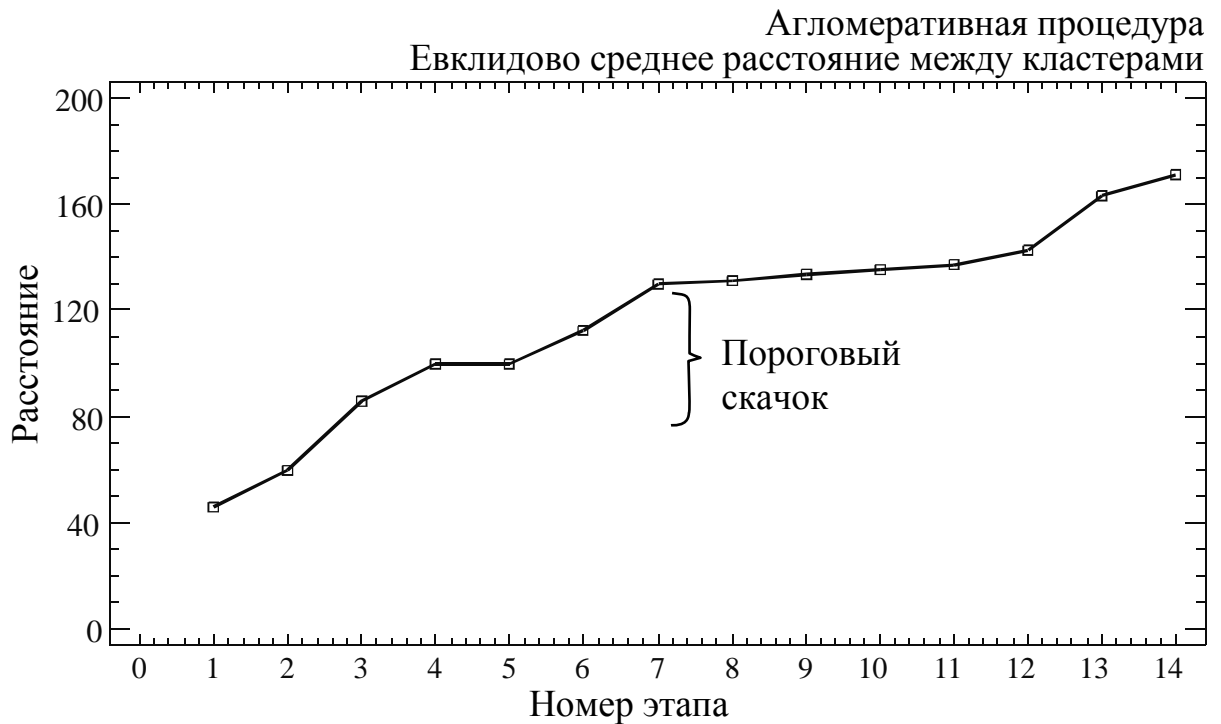


Рисунок 2.9 – График минимальных расстояний, на которых происходит объединение групп переменных

Состав основных групп признаков X_{KL} определяется после построения со-сильчатой диаграммы Icicle Plot (рисунок 2.10) [189].

Чтобы определить порядок объединения признаков, график просматривается справа налево, по столбцам из символов "X". Признаки включены в один кластер, если на вертикальной линии (линии столбца) между ними нет пропущенного символа "X". Каждому выделенному кластеру соответствует непрерывная вертикальная цепочка символов "X". Заданное на каждом уровне число кластеров указано в верхней строке. В последнем столбце, соответствующем 5 кластерам, таких непрерывных цепочек остается 5. На рисунке оставлены строки с наиболее сильными связями признаков.

O_kist_kost , 3) d_kost или d_kost , 4) $R3$, 5) $tenar_1$. Представитель шестой группы б) l_1 выбран после кластеризации на 12 классов, оставшиеся же группы состоят из отдельных несвязанных между собой признаков.

Кластеризация данных проводилась в пространстве показателей, характеризующих все состояния кисти. Выявлено 7 основных типов кистей, отобрано 16 признаков, имеющих наибольшие значения стандартизированных коэффициентов дискриминантных функций.

Совокупность 24 признаков $X_{KL} \cup X_{DA}$, отобранных в процессе многомерного анализа: $d1, d3, d43, d44, D_lad, W_kist_polusog, d_kost, R3, l3, l43, l5, l_1, l_proexc, l_1_proexc, L_1_2, O_kist_kost, tenar_1, O1_n, C, t_4, w1, w3, Wk_tyl, d_t_kost$. Их совокупность позволяет безошибочно разделить 83,5% наблюдений.

2.3.1.2 Выбор основных групп признаков для северорусских традиционных женских рубах

Подгруппа признаков $X_{ГК}$, определяемая методом главных компонент, выбирается по составу линейных комбинаций, образующих первые главные компоненты [121].

Распределение образцов на плоскости первой и второй главных компонент, найденных в пространстве показателей, характеризующих особенности ткани, конструкции, технологии и формы, позволяет сделать вывод о наличии двух ярко выраженных кластеров и нескольких периферийных образцов (рисунки 2.10 и 2.11).

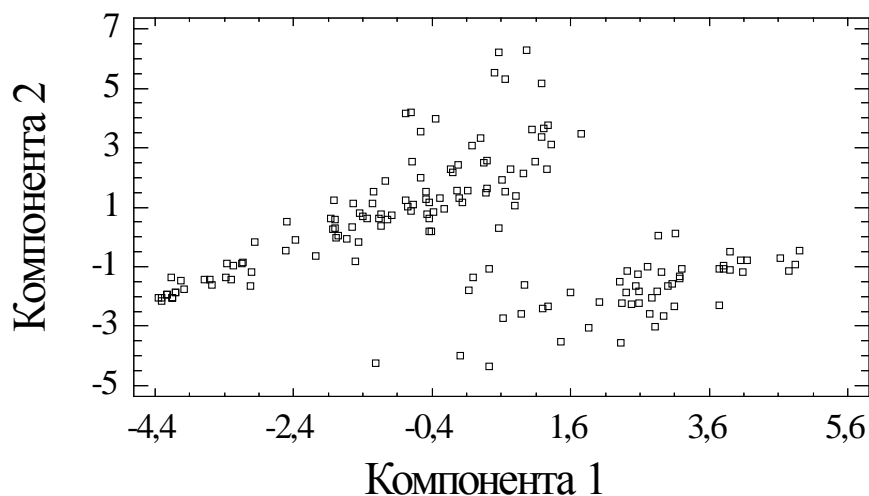


Рисунок 2.11 – Распределение образцов на плоскости 2 и 3-й главных компонент для показателей ткани, конструкции, технологии и формы ТЖСР

70% дисперсии исходных данных объясняют 18 первых компонент. Для ТЖСР наибольшим весом обладают признаки, определяющие выбор холста домо-тканого в качестве ткани для нижней части (“стана”) *TN1*, наличие зернистой фактуры ткани для нижней части *FcN1*, отсутствие рисунка ткани для нижней части *RN1*, наличие бело-серого (естественного) цвета ткани для нижней части *CN1*, обработку низа (“подола”) рубахи краевым швом с закрытым срезом *OPsos1*, белый (отбеленный) и другие (зеленый, синий) цвета ткани для верхней части *CV2* и *CV5*, отсутствие рисунка ткани для верхней части *RV1* и наименование ткани “шелк (атлас, штоф)” для верхней части *TV4*.

Анализ компонент высокого порядка позволяет выделить стабильные признаки типа для всей совокупности образцов, входящих в исследуемую группировку: *Rsos4*, *KPosos1*, *KNsos2*, *SSsos2*, *OGsos5*, *ORsos4*, *GVSos3*, *VFsos1*.

Кластеризация переменных выполняется с помощью двух основных процедур. Наличие основных групп признаков и их количество определяется по графику минимальных расстояний, на которых происходит объединение переменных в набор (рисунок 2.12). График свидетельствует о наличии 7 основных групп признаков. Еще 2 новых кластера с близкими расстояниями прослеживается после небольшого скачка по шкале дистанций. Таким образом, всего можно выделить 7–9 основных групп различительных композиционно-конструктивных характеристик ТЖСР.

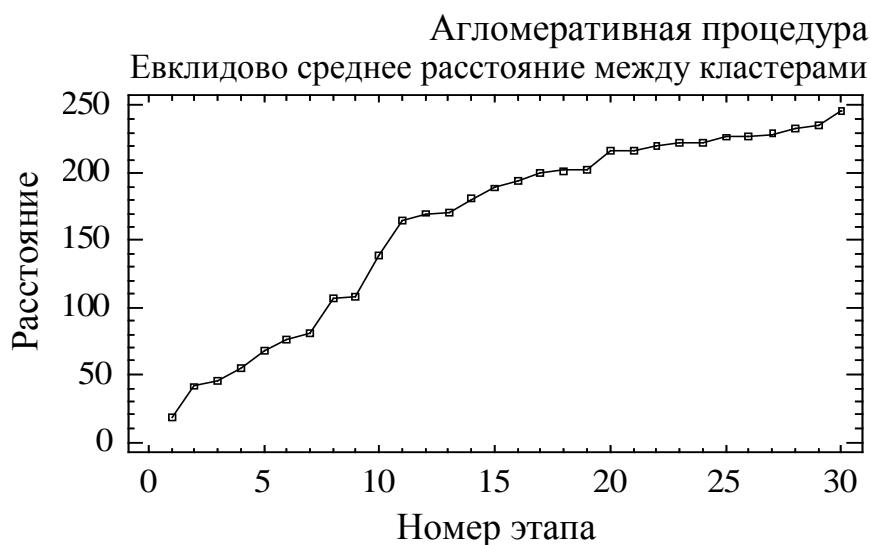


Рисунок 2.12 – График минимальных расстояний, на которых происходит объединение групп переменных, характеризующих особенности ткани, конструкции, технологии и формы ТЖСР

Учитывая, что бинарные признаки могут характеризовать категории одного и того же номинального признака, на диаграмме оставлено только по одному представителю набора фиктивных переменных: цвет ткани $CV4$, наименование ткани $TV3$, фактура ткани $FcV6$ для верхней части, вид технологической обработки среза низа рукава $ORsos4$, конструкция плечевого пояса $KPsos0$, вариант рисунка ткани для верхней части $RV6$, наименование ткани $TN1$, фактура ткани $FcN1$, цвет ткани $CN1$, рисунок ткани $RN1$ для нижней части (“стана”), технологическая обработка среза низа (“подола”) рубахи $OPsos1$, геометрический вид формы $GVSos2$, вид конструкции рукавов $Rsos0$, величина формы $VSos1$.

Кластеризация данных проводилась в пространстве 60 признаков (наблюдения для оставшихся 38 признаков содержат незначительное число единиц). Выявлено 6 основных типов ТЖСР, отобрано 12 признаков, имеющих наибольшие значения стандартизированных коэффициентов дискриминантных функций.

Количество признаков $X_{КЛ} \cup X_{ГК} \cup X_{ДА}$, отобранных в процессе многомерного анализа образцов ТЖСР в пространстве показателей, характеризующих особенности ткани, конструкции, технологии и формы, $N_p = 24$. Их совокупность позволяет безошибочно разделить 95,6 % образцов ТЖСР.

2.3.1.3 Исследование групп признаков, характеризующих различные составляющие веб-дизайна

Показатели дизайна веб-страниц $X_{30} - X_{92}$, приведенные в *приложении П.А.5*, можно разделить на 6 подгрупп, характеризующих различные составляющие дизайна:

- качество и эмоциональность оформления, целостность композиции $X_{30} \dots X_{38}$;
- компоновка макета и меню, размещение центров внимания композиции, наличие ряда графических элементов $X_{39} \dots X_{52}, X_{68}, X_{69}, X_{73} \dots X_{79}$;
- цветовое решение сайта и его элементов $X_{53} \dots X_{61}, X_{71}$;
- характеристики шрифта $X_{62} \dots X_{67}, X_{72}$;
- используемые информационные технологии $X_{80} \dots X_{89}$;

– запоминаемость, связь с предметной областью, ориентированность на возрастную аудиторию $X_{70}, X_{90} \dots X_{92}$.

Результаты анализа по методу главных компонент в пространстве параметров, характеризующих качество и эмоциональность оформления, целостность композиции дают наглядное представление о наличии двух кластеров (рисунки 2.14).

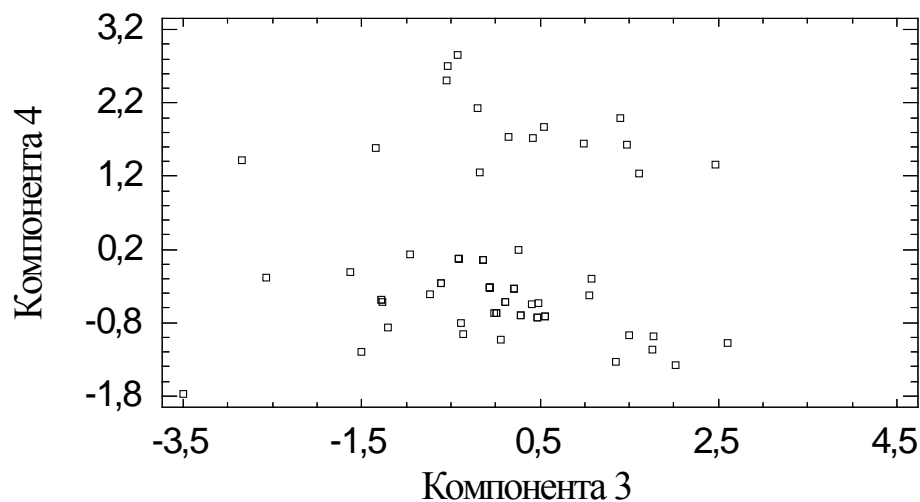


Рисунок 2.14 – Плоскость 3 и 4-й главных компонент для параметров, характеризующих качество и эмоциональность оформления, целостность композиции

Деление на два кластера также выявлено в пространстве параметров, характеризующих запоминаемость сайта, связь с предметной областью, ориентированность на возрастную аудиторию. 71% дисперсии исходных данных объясняют две первых компоненты. В обеих компонентах наибольшим весом обладает ориентированность дизайна на возрастную аудиторию – вклад признака X_{91} в разделяющую силу двух кластеров является наибольшим.

Геометрическая структура объектов в пространствах параметров, характеризующих компоновку макета и меню, размещение центров внимания композиции, наличие ряда графических элементов, цветовое решение сайта и его элементов,

параметры шрифта не позволяет сделать вывод об их разделении на выраженные группы.

Анализ значений коэффициентов линейных комбинаций для компонент 8–22 порядков позволяет выявить наиболее стабильные признаки для всей совокупности сайтов: число колонок (X_{40}), жесткость размеров колонок (X_{41}), расположение навигационного меню (X_{44}), вес нижней части композиции (X_{75}) и форма графических объектов (X_{78}) [104], [118].

2.3.2 Определение структуры классов

Основным методом для построения иерархической структуры классов является кластерный анализ. Также метод используется для выявления основных признаков, по которым различаются классы, и нахождения центроидов классов.

Используем метод Уорда, основанный на дисперсионном анализе для оценки расстояний между кластерами [31], [43]. Метод направлен на объединение близко расположенных кластеров. В результате создаются кластеры, которые приводят к наименьшим внутрикластерным (между объектами) расстояниям – суммам квадратов. Кластеры имеют приблизительно равные размеры.

Расстояние между классами Ω_{m1} и Ω_{m2} вычисляется по принципу “средней связи” (group average method), как среднее арифметическое всех возможных пар комбинаций между объектами ω_i и ω_j , входящими в различные кластеры:

$$d(\Omega_{m1}, \Omega_{m2}) = \frac{1}{n_{m1}n_{m2}} \sum_{\omega_i \in \Omega_{m1}} \sum_{\omega_j \in \Omega_{m2}} d(\omega_i, \omega_j).$$

Измерение расстояний выполняется с помощью евклидовой квадратичной метрики.

2.3.2.1 Разработка морфологической типологии при проектировании перчаток

Вначале кластерный анализ проводился в отдельных подпространствах, характеризующих различные состояния кисти.

Сопоставление размерной типологии с результатами кластерного анализа в пространстве ведущих признаков

Дендрограмма кластерного анализа для выпрямленного состояния кисти в пространстве двух основных признаков – обхвата O_kist_kost и длины третьего пальца $l3$ – приведена на *рисунке 2.15*.

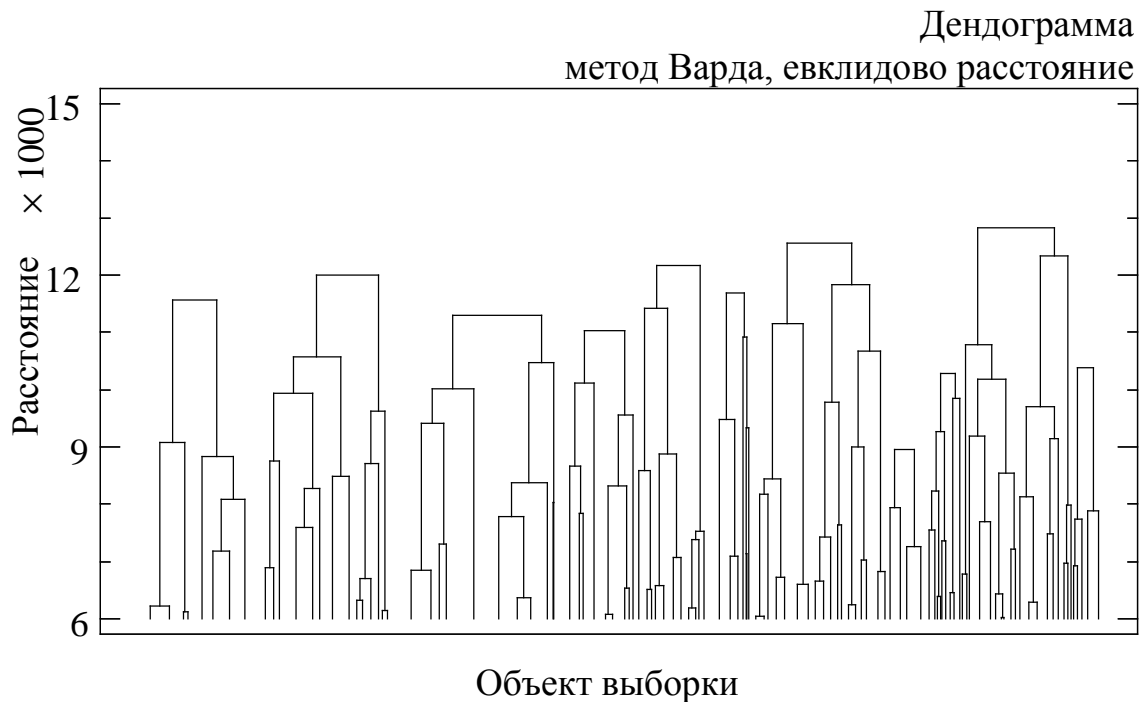


Рисунок 2.15 – Дендрограмма кластерного анализа для выпрямленного состояния кисти (метод Уорда)

Определены центры классов. Результаты кластерного анализа методом Уорда для заданного числа классов 11 представлены в *таблице 2.2*.

Таблица 2.2 – Центроиды классов при анализе в пространстве двух основных признаков O_kist_kost и $l3$

Возможный типоразмер	Дополнительный подтип (кластер)	O_kist_kost	$l3$
I	Один	189,8	76,5
II	Один	195,4	82,5

Возможный типоразмер	Дополнительный подтип (кластер)	O_kist_kost	$l3$
III	Длинный	205,2	80,1
	Короткий	203,0	73,9
IV	Длинный	212,6	89,4
	Короткий	211,4	83,6
V	Длинный	218,6	84,6
	Короткий	215,1	75,8
VI	Длинный	227,6	87,0
	Короткий	222,9	79,8
VII	Один	242,3	93,3

Таким образом, в отличие от установленной размерной типологии, результаты кластеризации в пространстве двух основных признаков дают некоторое перераспределение подтипов, смещая их на размер в большую сторону.

Результаты кластерного анализа в пространствах признаков, характеризующих различные состояния кисти

Проведем анализ в пространстве показателей, характеризующих выпрямленное состояние кисти.

С помощью графика, приведенного на *рисунке 2.16*, определим существующее в данных число кластеров. Показана зависимость между номером этапа, на котором новый объект добавляется в кластер, и минимальным расстоянием, на котором происходит объединение кластеров. На начальных этапах агломеративной процедуры для объединения, как правило, выделяется объект, образующий новый кластер.

Видно, что до 8 шага процедуры выделения кластеров расстояния остаются достаточно малыми, не превышающими отметку 5 шкалы дистанций. Присоединяемые объекты похожи друг на друга. Это свидетельствует о наличии 8 основных типов кистей для выпрямленного состояния. Еще 3 новых кластера с близкими расстояниями прослеживается после небольшого скачка по шкале дистанций. Таким образом, всего можно выделить 11 подтипов кистей.



Рисунок 2.16 – График минимальных расстояний, на которых происходит объединение кластеров для выпрямленного состояния кисти

Дальнейшее выделение кластеров не будет отражать структуру данных, поскольку объединяемые группы кластеров окажутся на значительном расстоянии друг от друга.

Результаты вычисления центроидов для 11 заданных классов приведены в *таблице 2.3*.

Таблица 2.3 – Центроиды классов при анализе в пространстве показателей, характеризующих выпрямленное состояние кисти

Номер кластера	O_kist_kost	d_t_kost	$l3$	Wk_tyl
1	212,8	197,1	85,5	91,2
2	197,4	179,0	76,7	83,8
3	207,9	188,7	81,2	88,9
4	214,7	194,5	85,1	91,2
5	204,5	179,2	75,5	89,7

6	223,5	202,7	90,2	96,1
7	212,8	185,4	80,0	92,7
8	214,6	196,7	85,7	94,9
9	231,5	202,3	88,4	104,1
10	214,7	187,8	81,6	98,3
11	220,3	187,0	82,6	96,4

Сопоставим полученные результаты с возможными типоразмерами, *таблица 2.4.*

Таблица 2.4 – Возможные типоразмеры при анализе в пространстве показателей, характеризующих выпрямленное состояние кисти

Возможный типоразмер	<i>O_kist_kost</i>	<i>l3</i>
II	197,4	76,7
II	204,5	75,5
III	207,9	81,2
III	212,8	85,5
III	212,8	80,0
III	214,7	81,6
III	214,7	85,1
III	214,6	85,7
IV	220,3	82,6
IV	223,5	90,2
VI	231,5	88,4

Хорошо видно, что при использовании многомерного признакового пространства половина кластеров выделяется в области средних размеров, что свидетельствует о наличии таксонов с конфигурационными различиями кистей, пропущенных при выполнении традиционной размерной типологизации на основе двух ведущих признаков.

Аналогично проведем анализ для полусогнутого состояния. Номера кластеров сохранены в новой переменной *Cluster_polusog*. График минимальных рассто-

яний, на которых происходит объединение кластеров для полусогнутого состояния кисти, показан на *рисунке 2.17*.

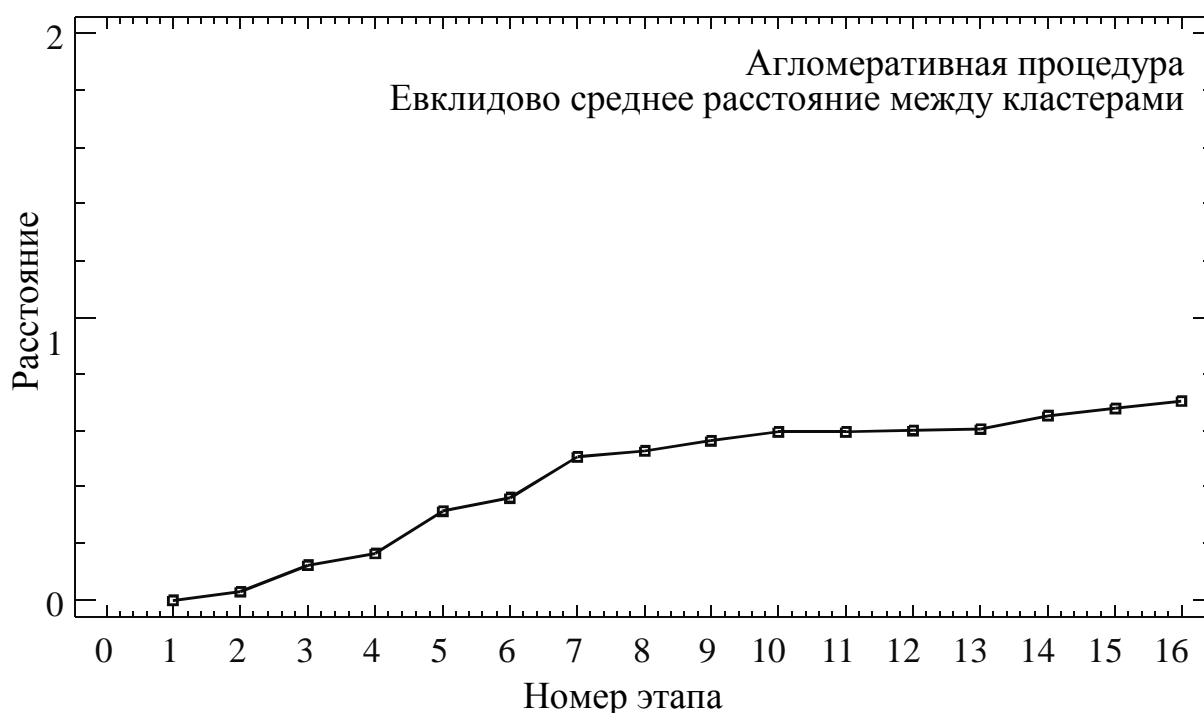


Рисунок 2.17 – График минимальных расстояний, на которых происходит объединение кластеров для полусогнутого состояния кисти

Поскольку на начальных шагах выделяется большое число новых кластеров, а расстояния между объединяемыми объектами невелики, можно сделать вывод, что в полусогнутом состоянии кластеризация на типы кистей выражена в меньшей степени. Значение лямбда-статистики для таблицы сопряженности двух структурных переменных *Cluster_polusog* и *Cluster_vupr* равно 0,28, соответственно переменная *Cluster_polusog* имеет умеренную связь с кластерным решением *Cluster_vupr* для выпрямленного состояния кисти.

Для состояния в кулаке кластеризация на типы кистей также выражена в меньшей степени и имеет умеренную связь с кластерным решением *Cluster_vupr* при выпрямленном состоянии кисти, величина лямбда-статистики – 0,26.

Результаты кластерного анализа в пространстве признаков, характеризующих все состояния кисти

Определим существующее в данных число кластеров в пространстве показателей, характеризующих все состояния кисти. На *рисунке 2.18* показана зависимость между номером этапа, на котором в новый кластер добавляется новый объект, и минимальным расстоянием, на котором происходит объединение кластеров.

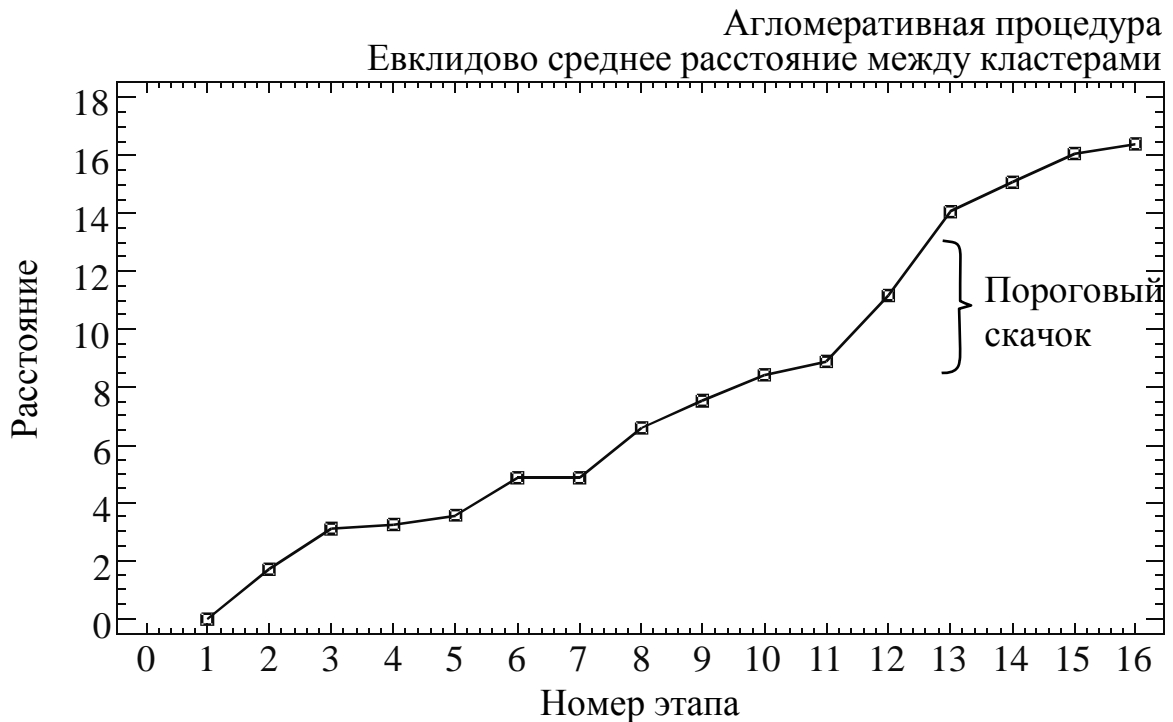


Рисунок 2.18 – График минимальных расстояний, на которых происходит объединение кластеров для всех состояний кисти

График демонстрирует наличие 7 основных типов кистей. Еще 4 новых кластера с близкими расстояниями прослеживается после небольшого скачка по шкале дистанций. Таким образом, всего можно выделить 11 подтипов кистей.

При визуальном анализе дендрограммы контрастность и незначительный разброс размеров кластеров также достигаются при числе кластеров, равном 7 (*рисунке 2.19*).

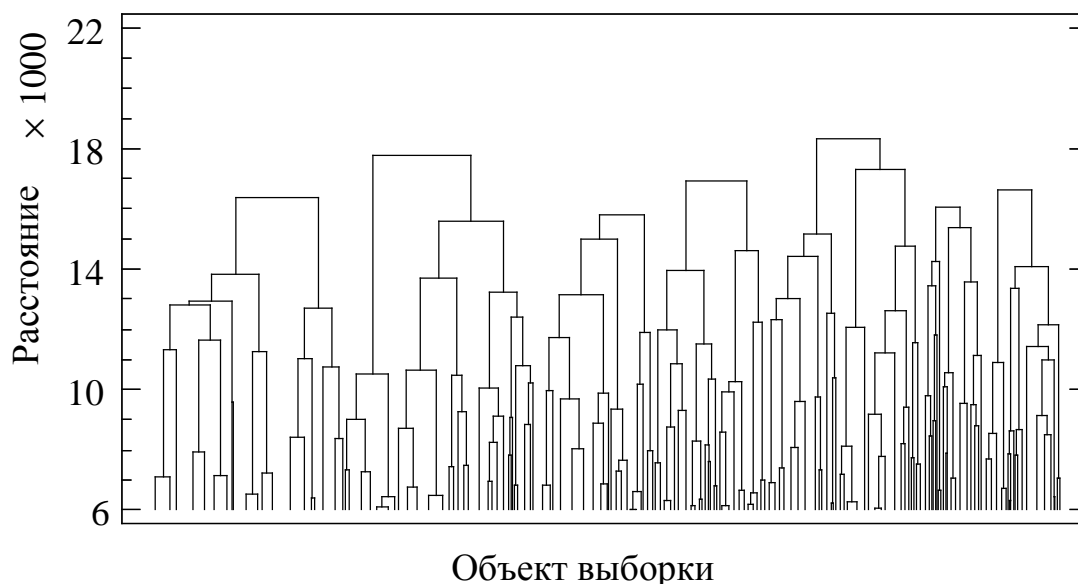


Рисунок 2.19 – Дендрограмма кластерного анализа в исходном признаковом пространстве (число заданных кластеров – 7)

Номера 7 выделенных кластеров после исключения 17 зависимых, дублирующих признаков сохранены в классификационной переменной *Cluster_7_51* [84], [85], [108].

2.3.2.2 Кластерный анализ образцов северорусских традиционных женских рубах

Кластерный анализ проводится в пространстве, характеризующем основные композиционно-конструктивные параметры объектов.

Поскольку распределение образцов демонстрирует наличие периферийных групп, для определения числа основных кластеров в качестве меры расстояния между объектами ω_i и ω_j , задано манхэттенское расстояние [38], [54], [60] (City Block):

$$d(\omega_i, \omega_k) = \sum_{j=1}^N |x_{ij} - x_{kj}|,$$

где N – размерность признакового пространства. Такая метрика сглаживает влияние выбросов, поскольку, в отличие от евклидовой и большинства других мер, разности координат не возводятся в квадрат.

Определим существующее в данных группировки число кластеров для выбранного пространства показателей. На *рисунке 2.20* показана зависимость между номером этапа, на котором в новый кластер добавляется новый объект, и минимальным расстоянием, на котором происходит объединение кластеров. График демонстрирует наличие 6 основных типов ТЖР, для которых присоединяемые объекты находятся на неизменном минимальном расстоянии друг от друга. Еще 6 типов после небольшого скачка по шкале дистанций можно выделить для более детального рассмотрения образцов.

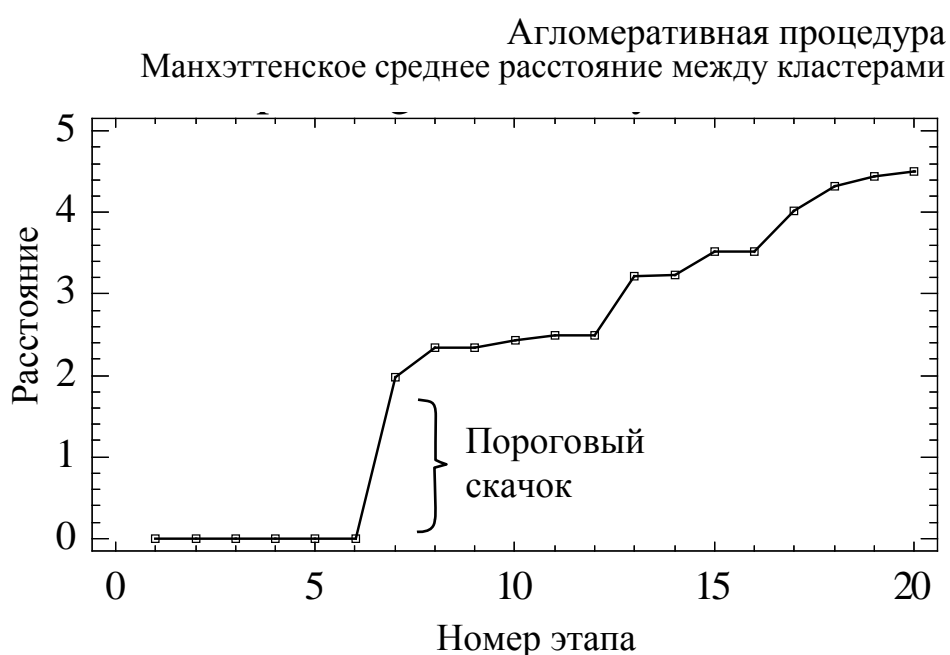


Рисунок 2.20 – График минимальных расстояний, на которых происходит объединение кластеров для показателей, характеризующих особенности ткани, конструкции, технологии и формы ТЖСР

Для выделения кластеров ТЖСР, заполненных сбалансированным числом членов, используется метод Варда. При визуальном анализе дендрограммы контрастность и наименьший разброс размеров кластеров также достигаются при числе кластеров $M = 6$ (*рисунке 2.21*).

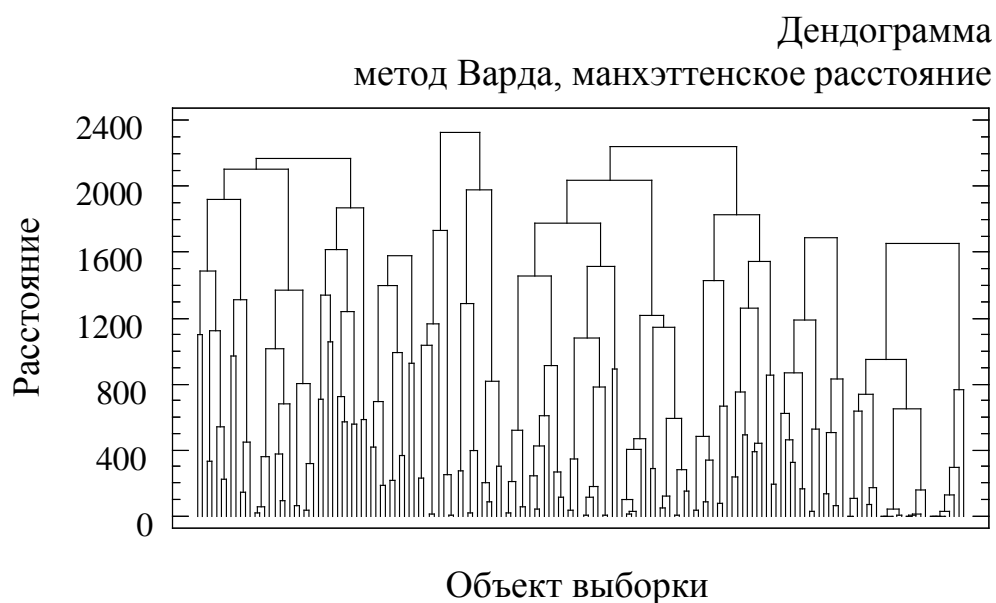


Рисунок 2.21 – Дендрограмма кластерного анализа для показателей, характеризующих особенности ткани, конструкции, технологии и формы ТЖСР

Номера 6 выделенных кластеров сохранены в классификационной переменной *Cluster1* [121].

2.4 Построение правил принадлежности к классам

2.4.1 Дискриминантный анализ для морфологических типов кистей рук

Проведем анализ для 11 выявленных классов в пространстве показателей, характеризующих выпрямленное состояние кисти [108]. Сохраним номера кластеров в переменной *Cluster_vupr*. С помощью дискриминантного анализа определим наиболее значимые связи между номером кластера и значениями признаков. Вклад первой дискриминантной функции в дисперсию объектов составляет 49%, ее стандартизированные коэффициенты представлены в *таблице 2.5*.

Таблица 2.5 – Связь кластерных различий с признаками кисти
в выпрямленном состоянии

	<i>l0</i>	<i>l3</i>	<i>w3</i>	<i>w4</i>	<i>d2</i>	<i>t2</i>
<i>Cluster_vupr</i>	0,23	0,25	0,21	0,24	0,22	0,24

Таким образом, наибольшее влияние на разброс размерных и конфигурационных типов кистей в выпрямленном состоянии оказывают длина ладони по 5-ому лучу, длина и ширина 3-го пальца, ширина 4-го пальца, длина 2-го пальца с тыльной стороны и толщина 2-го пальца.

В пространстве показателей, характеризующих все состояния кисти, было выделено 7 кластеров. Был исключен ряд коррелирующих, дублирующих признаков – d_kost , $d1$, $d2$, $d3$, $d43$, $d44$, $d5$, D_lad , $l0$, l_proeck , l_1_proeck , d_1 , d_2 , d_3 , d_43 , d_44 , d_5 .

С помощью дискриминантного анализа определим набор функций, который позволяет правильно разделить большую часть наблюдений на заданное число классов. Классификационная переменная – $Cluster_7_51$. Распределение объектов на плоскости первых двух дискриминантных функций показано на рисунке 2.22.

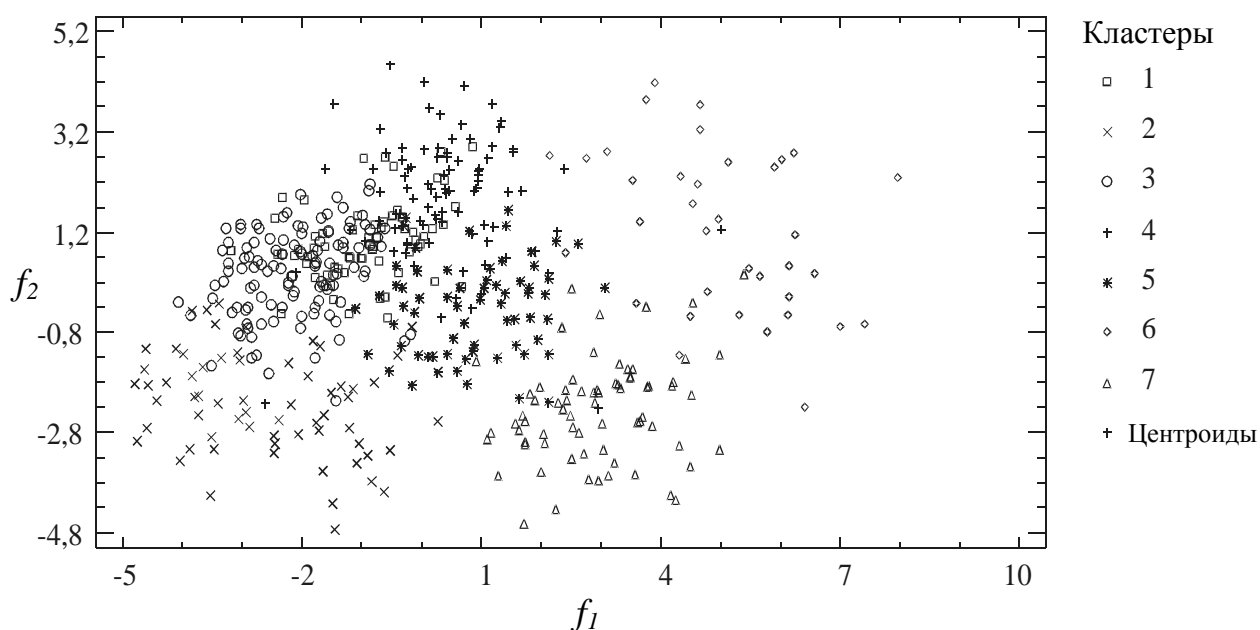


Рисунок 2.22 – Диаграмма рассеяния объектов на плоскости первых двух дискриминантных функций для 51 признака

Вычисленный уровень значимости (p-value) каждой дискриминантной функции меньше 0.05, что свидетельствует об их статистической значимости с 95%-м

уровнем доверия. Вклад первой функции в дисперсию объектов составляет 50,6%, второй – 23,5%, третьей – 11,4%.

Видно, что кроме первого кластера, объекты которого маркированы значками “□”, остальные кластеры хорошо разделены в пространстве первых двух дискриминантных функций. Большую же часть объектов 1-го кластера позволяет выделить 3-я дискриминантная функция.

Результаты дискриминантного анализа дают значения стандартизированных коэффициентов. Коэффициенты первой дискриминантной функции свидетельствуют о том, что наиболее информативными признаками для разделения на 7 типов являются: d_t_kost – коэффициент 0,21, $d1$ – коэффициент 0,13, $d3$ – коэффициент -0,16, $d43$ – коэффициент 0,22, $w3$ – коэффициент 0,23, D_lad – коэффициент 0,14, $l3$ – коэффициент 0,18, $l43$ – коэффициент -0,12, $l5$ – коэффициент 0,21, l_proeck – коэффициент -0,15, l_1 – коэффициент 0,14, $o1_n$ – коэффициент 0,22, C – коэффициент 0,21, t_4 – коэффициент 0,15, $W_kist_polusog$ – коэффициент 0,14 и d_44 – коэффициент 0,27.

2.4.2 Дискриминантный анализ для выделенных классов образцов женских рубаш

С помощью дискриминантного анализа определим набор функций, который позволяет правильно разделить большую часть наблюдений на 6 выделенных классов [121].

Распределение кластерных меток ТЖСР на плоскости второй и четвертой дискриминантных функций показано на *рисунке 2.23*. Анализ проведен в пространстве 60 признаков. Классификационная переменная – *Cluster1*.

Пять дискриминантных функций позволяют правильно разделить 98,75% наблюдений на 6 классов. Вклад первой функции в дисперсию объектов составляет 44,0%, второй – 30,2%, третьей – 14,3%. Четвертая функция обеспечивает различимость 1-го и 5-го классов.

Наибольшие значения стандартизированных коэффициентов первой и четвертой функций имеют признаки: $CN1$ – коэффициент 1,46, $TV4$ – коэффициент

1,003, $FcV6$ – коэффициент 0,93, $KPsos1$ – коэффициент 0,73, $RV6$ – коэффициент 0,724, $OGsos2$ – коэффициент $-0,702$, $OPsos4$ – коэффициент $-0,63$, $TN1$ – коэффициент $-0,57$, $FcN1$ – коэффициент 0,51, $Rsos1$ – коэффициент $-0,51$, $ORsos9$ – коэффициент $-0,496$, $KNsos1$ – коэффициент 0,43.

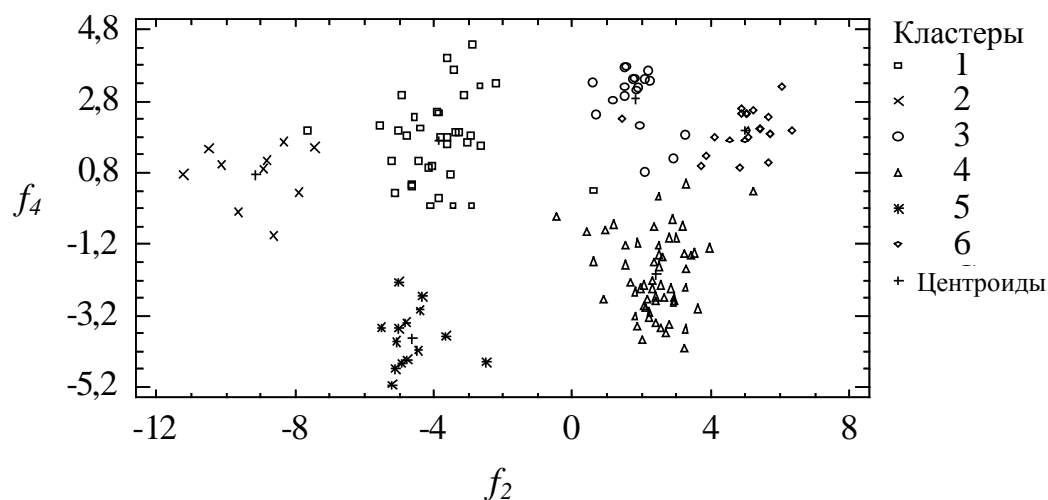


Рисунок 2.23 – Диаграмма рассеяния объектов на плоскости второй и четвертой дискриминантных функций для признаков ТЖСР

Выделенный набор признаков $X_{ДА}$ является информативным для разделения на 6 классов – с его помощью правильно классифицируется 89,4% образцов.

2.4.3 Дискриминантный анализ стилей веб-дизайна

Проведен анализ 200 сайтов различного типа, адреса которых приведены в *приложении П.Б.3*, в пространстве параметров, характеризующих дизайн сайта $X_{30} \dots X_{92}$. Классификационная переменная – стиль сайта Y_6 .

Стилистическое оформление сайтов разделено на следующие классы [18], [39], [48], [59], [61], [79], [163], [167], [168], [174], [190]:

- текстовый стиль ($y_6 = 1$);
- академический стиль ($y_6 = 2$);
- полиграфический стиль ($y_6 = 3$);
- минимализм ($y_6 = 4$);
- интерфейсный стиль, или юзабилити-дизайн ($y_6 = 5$);

- пиктографический, графический стиль ($y_6 = 6$);
- плакатный стиль ($y_6 = 7$);
- стиль чертежей и моделей ($y_6 = 8$);
- цифровой стиль ($y_6 = 9$);
- динамический ($y_6 = 10$);
- авторский, альтернативный ($y_6 = 11$);
- этнический, региональный ($y_6 = 12$);
- смешанный вариант ($y_6 = 13$).

Распределение объектов на плоскости первых двух дискриминантных функций показано на *рисунке 2.24*. Вклад первой дискриминантной функции в дисперсию объектов составляет 35%.

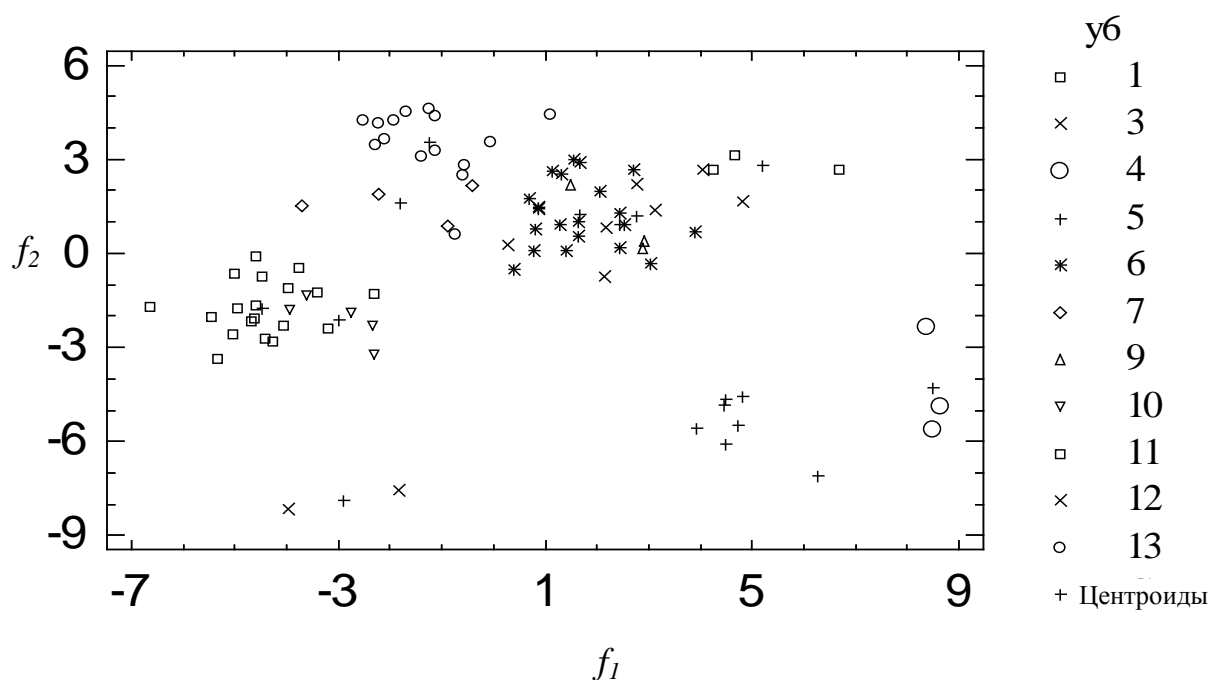


Рисунок 2.24 – Диаграмма рассеяния объектов на плоскости первых двух дискриминантных функций для параметров, характеризующих дизайн сайта

Результаты анализа дают значения стандартизированных коэффициентов функции, которые свидетельствуют о том, что наиболее информативными признаками для разделения сайтов на стили являются: смещение “центра” компози-

ции (X_{73}) – коэффициент 1.22, основной цвет (X_{54}) – коэффициент 1.0, размер основного шрифта (X_{66}), ширина левой колонки (X_{46} , %), ширина горизонтальных полос макета ($X_{49} \dots X_{51}$), форма графических объектов (X_{78}), вес верхней части композиции (X_{74}), гарнитура и начертание основного шрифта (X_{63} , X_{65}).

Вклад второй дискриминантной функции составляет 24%. Наиболее значимыми являются коэффициенты при переменных, характеризующих фон страницы (X_{69}) – коэффициент 1.84, эмоциональность дизайна (X_{35}) – коэффициент 1.45, характер эмоциональности дизайна (X_{36}) – коэффициент 1.37, цвет фона (X_{57}), сочетание текста и фона (X_{72}) – коэффициент 1.33, количество фокусов внимания композиции (X_{77}) [104], [118].

2.4.4 Построение в локальном пространстве дискриминантных функций на основе модели регрессии

Формирование методами локальной геометрии набора ПЛК, покрывающих каждый класс и реализующих конъюнкцию элементарных событий о попадании значений признаков в определенные интервалы, ввиду большой размерности задачи является чрезвычайно трудоемкой процедурой со значительной долей ручных операций.

Более предпочтительным является разработка методов и алгоритмов, позволяющих автоматизировать процесс построения системы решающих правил [106].

Применение множественной регрессии позволяет найти информативную подгруппу признаков для каждого уровня классифицирующей переменной и построить прямоугольные логические классификаторы, дающие незначительные ошибки распознавания в пространствах небольшой размерности.

Опишем построение дискриминантной функции для класса Ω_m , наименование которого является номинальным значением переменной Y . Определим новую переменную классификации Y^m следующим образом:

$$y^m(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \omega_i(\mathbf{x}) \in \Omega_m, \\ -1 & \text{в противоположном случае,} \end{cases}$$

где $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_{NA})$ – вектор значений признаков априорного словаря X_A . Генерацию значений новой переменной можно выполнять в пакете Statgraphics с помощью команды Generate Data из контекстного меню переменной.

Для построения решающей функции класса Ω_m произвольного вида (ортонормальной, линейной или нелинейной) в пакете находится соответствующая модель множественной регрессии $y^m(\mathbf{x}) = f_m(\mathbf{x})$. Граница, отделяющая класс Ω_m от остальных, определяется уравнением $f_m(\mathbf{x}) = 0$. Например, линейная одномерная модель регрессии $y^m = a + bx$ соответствует логическому решающему правилу, где значение порога равно $-(a/b)$.

Представленные в пакете Statgraphics процедуры пошаговой регрессии позволяют находить статистически значимую модель, построенную на подмножестве отобранных информативных признаков. Используются алгоритмы последовательного отбора или исключения переменных.

Селекция вперед осуществляется последовательным добавлением в модель самого информативного (из еще не введенных) признака и прекращается, когда признак перестает быть значащим для рассматриваемой модели. Кроме того, на каждой итерации повторно осуществляется проверка значимости ранее выбранных признаков. Признаки, которые становятся незначащими, удаляются.

Селекция назад начинается с модели, содержащей все признаки множества X_A . Последовательно удаляется самый малоинформативный (из оставшихся) признак. В модель могут повторно вводиться признаки, которые были удалены ранее, но оказались значащими для данной модели.

Как критерий качества группы признаков обычно используется коэффициент детерминации R^2 . Например, при последовательном исключении на каждом шаге в оставшейся группе ищется признак, удаление которого приводит к минимальному уменьшению R^2 . Уравнение регрессии пересчитывается методом наименьших квадратов с учетом остающихся факторов. Процедура заканчивается, например, когда уменьшение R^2 по отношению к предыдущему значению превысило пороговое значение (по F -критерию).

Значимость найденной модели свидетельствует о зависимости показателя классификации Y^m от комбинации значений признаков. Сама отобранная рабочая подгруппа X_p^m и весовые коэффициенты признаков позволяют, помимо снижения размерности пространства, определить последовательность опроса пользователя при интеллектуальном поиске.

Выводы по разделу 2

В разделе решены задачи разработки комплексного подхода к использованию методов многомерного анализа данных для построения распознающей базы знаний, а также методов отбора и ранжировки признаков объектов дизайна и построения в локальном пространстве дискриминантных функций на основе модели пошаговой регрессии.

1. В основе построения интеллектуальных систем в области дизайна лежит единый методологический подход к решению задач, возникающих при моделировании процессов формирования объектов дизайна, – теория распознавания образов. Исходными данными является массив “объекты–свойства” для достаточного числа образцов в исследуемой области дизайна. Прецеденты исследуются в глобальном пространстве измеримых свойств, раскрывающих иерархию понятий объектов дизайна заданного назначения.

2. Сжатие признакового пространства выполняется в два этапа. Предварительный отбор признаков – расширенный рабочий словарь, осуществляется с помощью методов главных компонент, кластеризации переменных и дискриминантного анализа. Ввиду нарушения принципа аддитивности при рассмотрении вклада переменных в их совместную разделяющую силу, когда дискриминирующая сила отдельного признака зависит от подсистемы совместно используемых признаков, на втором этапе выполняется ранжировка признаков не по значениям коэффициентов первых дискриминантных функций, а по росту накопленной части безошибочных разделений объектов. Окончательно в рабочем словаре остаются признаки, достаточные для разделения 90–95% объектов выборки.

3. Дискриминантные функции не могут в явном виде использоваться для построения баз знаний, поскольку не содержат сведений о порядке индуктивного логического вывода. Поэтому результаты многомерного анализа подвергаются дальнейшей обработке с целью формирования решающего правила, которое может автоматически обрабатываться в процессе логического вывода или транслироваться в поле знаний.

4. В рамках комплексного подхода строится решающее правило в форме бинарной матрицы, содержащей сведения о сочетании значений отобранных информативных признаков предъявляемого объекта и принадлежности его к заданному классу. Разбиение выборки на классы – группы схожих объектов – выполняется посредством кластерного анализа. Рабочий словарь позволяет в компактной форме представить центроиды классов, а также построить в каждой выделенной группе собственную модель взаимосвязей, учитывающую индивидуальные особенности группы.

5. Поскольку в процедуре распознавания с помощью решающего правила определяется отображение значений признаков в классы объектов, а иерархия классов задает структуру предметной области, то становится возможным выявление динамической и статической составляющих базы знаний, а преобразование сводится к разработке алгоритма обработки массива параметров РП.

6. Формирование логических классификаторов методами локальной геометрии, когда покрытие каждого класса ищется в виде конъюнкции элементарных событий о попадании значений признаков в определенные интервалы, ввиду большой размерности задачи является трудоемкой процедурой со значительной долей ручных операций. Для автоматизации процесса построения решающего правила в локальном пространстве разработана схема построения дискриминантных функций методом пошаговой регрессии.

3 Алгоритмизация построения базы знаний

Статические и динамические свойства предметной области формально описываются определенной моделью представления знаний. Заданная экспертами или выявленная в данных структура классов используется при построении статической модели знаний интеллектуальной системы. Порядок изготовления продукции заданных классов описывается динамической моделью, объясняющей причинно-следственные связи между значениями (диапазонами значений) признаков изделия и принадлежностью его к определенному классу. Исходными для построения динамической модели сведениями могут служить решающие правила, найденные в процессе машинного обучения – обучения распознаванию образов (ОРО) [28], [45], [83], [171], [197].

База знаний является компьютерной реализацией выбранной модели представления знаний. Практическое значение для представления объектов дизайна может иметь продукционно-фреймовая модель знаний. Декомпозиция рассматриваемых изделий в иерархическую структуру классов, описываемую фреймами, остается постоянной в процессе логического вывода. Также во фреймах определяются наборы правил. Процесс логического вывода инициирует вычисление неизвестных заранее значений слотов, например, характеристик исходного сырья. Динамические знания об объектах дизайна распределяются между узлами, описывающими свойства объекта, и узлами – понятиями верхнего уровня. Однако при таком представлении подавляющая часть промежуточных понятий является абстрактными категориями, не поддающимися семантической интерпретации.

Поэтому целесообразным становится разработка методов, позволяющих использовать результаты машинного обучения для построения распознающей базы знаний (представлять найденные решающие правила в базе знаний) и выполнять на ее основе логический вывод. В этом случае исчезает необходимость построения промежуточных понятий для реализации последовательных стратегий поиска, поскольку процедура распознавания может выполняться одновременно при получении значений для достаточного числа признаков объекта [126].

3.1 Выбор словаря признаков

Поиск рабочего словаря признаков небольшой размерности, который позволяет безошибочно разделить большую часть объектов ОВ, является основным этапом при построении легко интерпретируемых логических решающих правил, осуществляющих разбиение пространства на области с помощью гиперплоскостей, ортогональных координатным осям.

3.1.1 Выбор рабочего словаря признаков при проектировании перчаток

На первом этапе сжатия признакового пространства в процессе многомерного анализа отобрана совокупность из 24 признаков $X_{KL} \cup X_{DA}$: $d1, d3, d43, d44, D_lad, W_kist_polusog, d_kost, R3, l3, l43, l5, l_1, l_proeck, l_1_proeck, L_1_2, O_kist_kost, tenar_1, O1_n, C, t_4, w1, w3, Wk_tyl, d_t_kost$. Рабочий словарь позволяет безошибочно разделить 83,5% наблюдений.

Повторно выполним дискриминантный анализ на объединенном множестве отобранной совокупности признаков. Ранжируем признаки по дискриминирующей силе для разделения 7 основных типов кистей, анализируя накопленную часть наблюдений, разделяемых безошибочно. Вклад основных значимых отобранных показателей показан в *таблице 3.1*.

Таблица 3.1 – Вклад признаков в разделение объектов на 7 заданных типов

Признак, добавляемый в пространство дискриминантного анализа	Накопленная часть наблюдений, разделяемых безошибочно, %
$w3$	39,4
$W_kist_polusog$	50,9
$l3$	58,3
t_4	63,62
C	64,4
d_t_kost	69,0
$O1_n$	70,2
$d43$	73,0

Наибольший вклад в разделение классов дают 3 признака $w3, W_kist_polusog, l3$ – соответствующие дискриминантные функции безошибочно разделяют большую часть наблюдений – 58,3% [84], [85], [108].

3.1.2 Выбор рабочего словаря признаков при анализе северорусских традиционных женских рубаш

На первом этапе сжатия признакового пространства в процессе многомерного анализа образцов ТЖСР в пространстве показателей, характеризующих особенности ткани, конструкции, технологии и формы, отобрана совокупность из 24 признаков $X_{KL} \cup X_{ГК} \cup X_{ДА}$. Предварительно выбранный рабочий словарь X'_P позволяет безошибочно разделить 95,6 % образцов [121], [126].

Добавление признака CNI к системе $TV4, FcV6$ обеспечивает рост наблюдений, разделяемых безошибочно, на 36,9%. При этом, тот же признак CNI , рассматриваемый вместе с показателем $TV4$, приводит, наоборот, к уменьшению безошибочно разделяемых наблюдений с 28,1% до 24,4% – нарушается принцип аддитивности при рассмотрении вклада переменных в их совместную разделяющую силу.

Анализируя накопленную часть наблюдений (таблица 3.2), разделяемых безошибочно, определим ранги признаков, дающих наибольший вклад в разделение классов.

Наибольший вклад в разделение классов дают первые 15 бинарных признаков – соответствующие дискриминантные функции безошибочно разделяют более 90% образцов. Оставшиеся 83 показателя позволяют увеличить безошибочное разделение образцов на 6,9%.

Таблица 3.2 – Вклад признаков в разделение объектов на 6 заданных типов

Признак, добавляемый в пространство дискриминантного анализа	Накопленная часть наблюдений, разделяемых безошибочно, %	Ранг признака
$TV4$	28,1	1
$FcV6$	30,0	2
CNI	66,9	3

Признак, добавляемый в пространство дискриминантного анализа	Накопленная часть наблюдений, разделяемых безошибочно, %	Ранг признака
<i>OPsos4</i>	70,6	4
<i>TN1</i>	73,1	5
<i>KPsos1</i>	74,4	6
<i>KNsos1</i>	78,1	7
<i>ORsos9</i>	79,4	8
<i>CV4</i>	81,3	9
<i>Rsos0</i>	83,8	10
<i>KPsos0</i>	84,4	11
<i>ORsos4</i>	86,3	12
<i>GVPsos2</i>	86,9	13
<i>CV5</i>	88,8	14
<i>RV1</i>	91,9	15
<i>RN1</i>	92,5	16
<i>CV2</i>	93,1	17
<i>RV6</i>	94,4	18
<i>Rsos1</i>	95,0	19
<i>TV3</i>	95,6	20
<i>OGsos2</i>	95,63	21
<i>FcN1</i>	95,63	22
<i>OPsos1</i>	95,63	23
<i>VPsos1</i>	95,63	24

К стабильным признакам $X_{CT} = X_A \setminus X_P$ относятся: конструкция рукавов из 1-го полотнища прямоугольной формы *Rsos4*, машинный способ соединения деталей края рубахи *SSsos2*, обработка среза горловины без сборки *OGsos5* (срез окантован или невысокая стойка), форма в виде сочетания прямоугольника с трапецией *GVPsos3*, большая величина формы *VPsos1* (длина рубахи 81–140 см).

3.2. Алгоритм формирования решающего правила

Алгоритм формирования решающего правила заключается в построении и заполнении ряда таблиц по результатам кластерного и дискриминантного анализов.

Основные этапы построения логического решающего правила показаны на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Этапы построения логического РП

Дискриминантный анализ на объединенном множестве отобранных подгрупп признаков X'_p выполняется для ранжировки признаков по росту накопленной части безошибочных разделений объектов. Оставшееся подмножество признаков априорного словаря ранжируется по порядку следования соответствующих количественных и номинальных переменных в ИБД “Характеристики объектов”.

Таким образом, с помощью *таблицы 3.3* бинарные признаки ранжируются по дискриминирующей силе для разделения M выделенных кластеров (классов) и указывается ранг, задающий количество признаков рабочего словаря N_p , достаточных для разделения 90–95% объектов выборки [134].

Таблица 3.3 – Ранги бинарных признаков по их дискриминирующей силе

Исходная переменная	X_1	X_1	...	X_j	...	X_{N_A}
Уровни исходной переменной	X_{11}	X_{12}	...	X_{jt}	...	$X_{N_A t}$
Бинарный признак	X_1	X_2	...	X_k	...	X_T
Ранг признака	2	T	...	r	...	1

Количество бинарных признаков, образующих априорный словарь (общее число дихотомий):

$$T = \sum_{j=1}^{N_A} t_j,$$

где t_j – число категорий (уровней, интервалов кодирования) исходной переменной X_j .

Поскольку в процессе поиска пользователь интеллектуальной системы за один шаг определяет значение номинального признака, указывается принадлежность фиктивных признаков к исходной номинальной переменной.

По результатам кластерного анализа формируется *таблица 3.4*.

Результаты дискриминантного анализа не могут в явном виде представлять совокупность правил, которыми должна быть снабжена РБЗ, поскольку простой набор дискриминантных функций линейного или более сложного вида, даже в

случае полного разделения классов, не содержит сведений о порядке индуктивно-го логического вывода на основе заданных значений показателей.

Таблица 3.4 – Результаты кластеризации данных

Объект	Бинарный признак						Номер кластера
	X_1	X_2	...	X_k	...	X_T	
1	1	0	...	1	...	1	3
2	0	1	...	0	...	0	1
...
n	1	1	...	1	...	1	M

Для алгоритмизации процедуры построения базы знаний можно использовать бинарную решающую матрицу [87], [105], содержащую значения дихотомий для различных классов. Такая форма решающего правила может автоматически обрабатываться в процессе логического вывода или транслироваться в поле знаний.

БРМ строится для априорного словаря, упорядоченного по убыванию информативности бинарных признаков (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Бинарная решающая матрица

Принадлежность рабочему словарю X_P	Исходная переменная	Бинарный признак	Ранг признака	Класс			
				Ω_1	Ω_2	...	Ω_M
1	X_{N_A}	X_T	1	0	1	...	1
1	X_1	X_1	2	1	0		1
...
0	X_j	X_k	r	1	0	...	1
...
0	X_1	X_2	T	0	1		0

Блок-схема алгоритма заполнения БРМ представлена на рисунке 3.2.

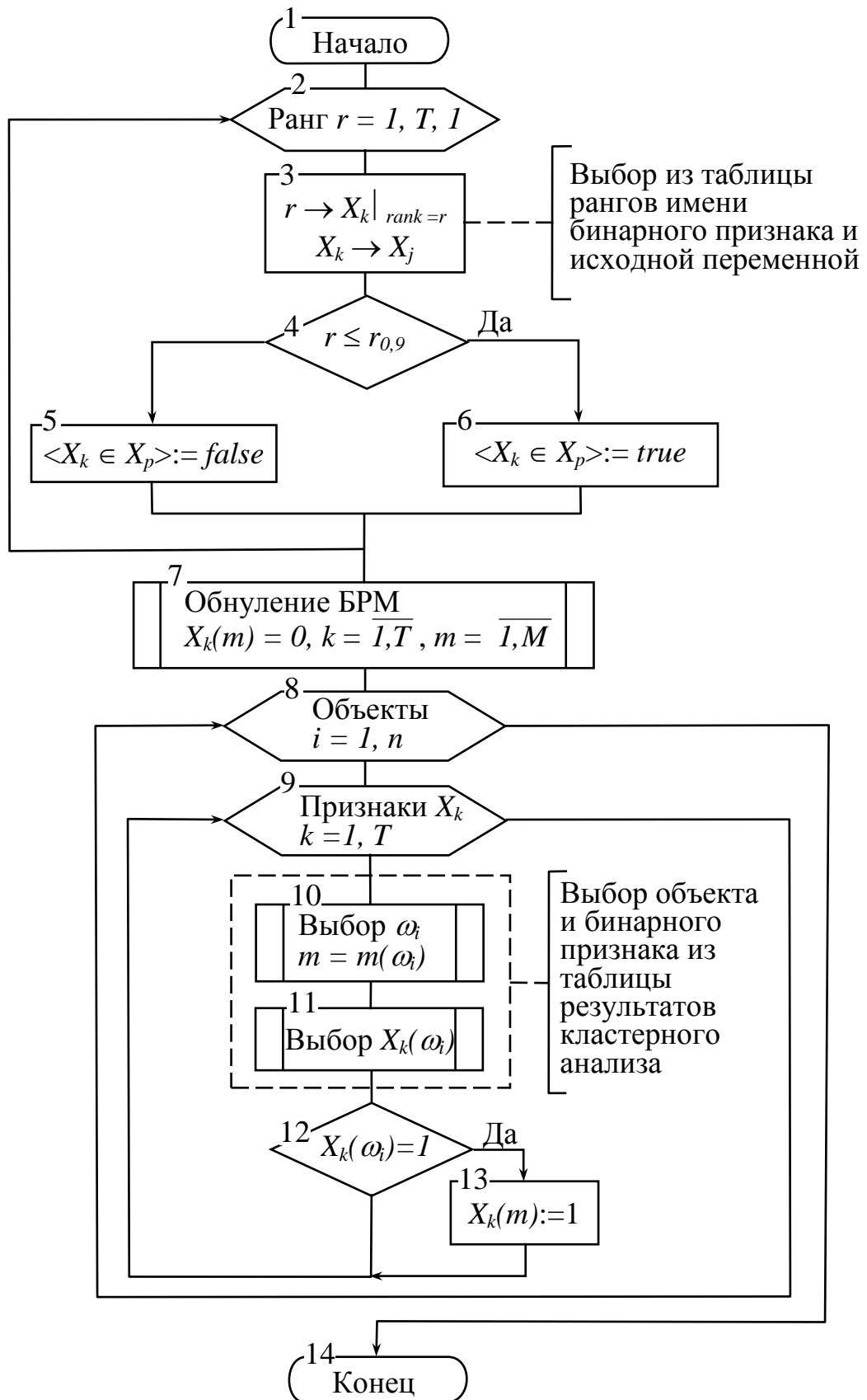


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритма заполнения БРМ

Алгоритм заполнения элементов $X_k(m)$ БРМ основан на анализе таблицы с результатами кластеризации данных. Значение $X_k(m)$, $k = \overline{1, T}$, $m = \overline{1, M}$, характеризует наличие или отсутствие бинарного признака X_k у объектов класса Ω_m , либо принадлежность значений количественного признака X_j объектов класса Ω_m интервалу кодирования с номером t , тогда $k = t_1 + t_2 + \dots + t_{j-1} + t$, где t_j – число уровней (интервалов кодирования) признака X_j .

Пошаговое выполнение обучающей процедуры выглядит следующим образом.

Шаг 1. Задать начальное значение ранга бинарного признака $r = 1$.

Шаг 2. Записать в БРМ имя бинарного признака из таблицы рангов: $X_r = X_k |_{rank=r}$.

Заполнить в БРМ имя исходной переменной согласно таблице рангов, а также принадлежность признака рабочему словарю.

Шаг 3. Установить $r = r + 1$. Если $r \neq T$, перейти к шагу 2.

Шаг 4. Обнулить БРМ – установить $X_k(m) = 0$, $k = \overline{1, T}$, $m = \overline{1, M}$.

Шаг 5. Задать начальные номера объекта и бинарного признака: $i = 1$, $k = 1$.

Шаг 6. Выбрать объект ω_i , из таблицы результатов кластерного анализа.

Определить номер класса $m = m(\omega_i)$.

Шаг 7. Выбрать в таблице результатов кластерного анализа значение бинарного признака $X_k(\omega_i)$. Если $X_k(\omega_i) = 1$, установить элемент БРМ $X_k(m) = 1$.

Шаг 8. Установить $k = k + 1$. Если $k \neq T$, перейти к шагу 7.

Шаг 9. Установить $i = i + 1$. Если $i \neq n$, перейти к шагу 6.

Шаг 10. Конец.

В отличие от решающего дерева, формируемого через описания классов по значениям признаков, БРМ заполняется по описаниям интервалов кодирования признаков теми номерами классов, значения признаков которых принадлежат данному диапазону. Распознавание осуществляется посредством поэлементной конъюнкции ячеек матрицы, на которые указывают значения признаков распозна-

ваемого объекта, и выделения единичной ячейки, соответствующей коду класса. Предъявляемый объект распознается в пространстве “своих” градаций.

Простота процедуры обучения, которая сводится к установке интервальных порогов для количественных признаков и элементов матрицы, позволяет легко реализовать семантическую интерпретацию БРМ. При распознавании достаточно выполнить логические операции и операции сравнения [106], [108], [126].

3.3. Алгоритм интеллектуального поиска на основе распознающей базы знаний

Разработка процедуры интеллектуального поиска является необходимым этапом при построении базы знаний интеллектуальной системы, выполняющей выбор шаблона, прототипа дизайн-решения. Для быстрого поиска объекта характерного типа распознающая база знаний должна обеспечивать формирование соответствующей последовательности запросов [106].

Архитектура интеллектуальной системы, основанной на методах обучения распознаванию образов, представлена *на рисунке 3.3*.

Реляционная ИБД содержит массивы с данными вида “объект–атрибут–значение”. Также для каждой переменной X_j формируются таблицы их номинальных значений и имен соответствующих бинарных признаков X_k .

Распознающая база знаний осуществляет взаимодействие с пользователем через соответствующий механизм логического вывода.

Рабочая память содержит текущее подмножество классов – претендентов для дальнейшего рассмотрения.

Подсистема объяснений демонстрирует, как получено решение.

В процессе интеллектуального поиска устанавливаются единичные значения для элементов строки с кодами классов, находящихся в рабочей памяти. Из БРМ выбирается строка с кодами классов и выполняется поэлементная конъюнкция с ячейками рабочей памяти. В них устанавливаются единичные значения, указывающие на претендентов для дальнейшего рассмотрения. Через множества индексов

классов, значения признаков которых принадлежат выбранной категории или интервалу, последовательно уточняется множество возможных решений.

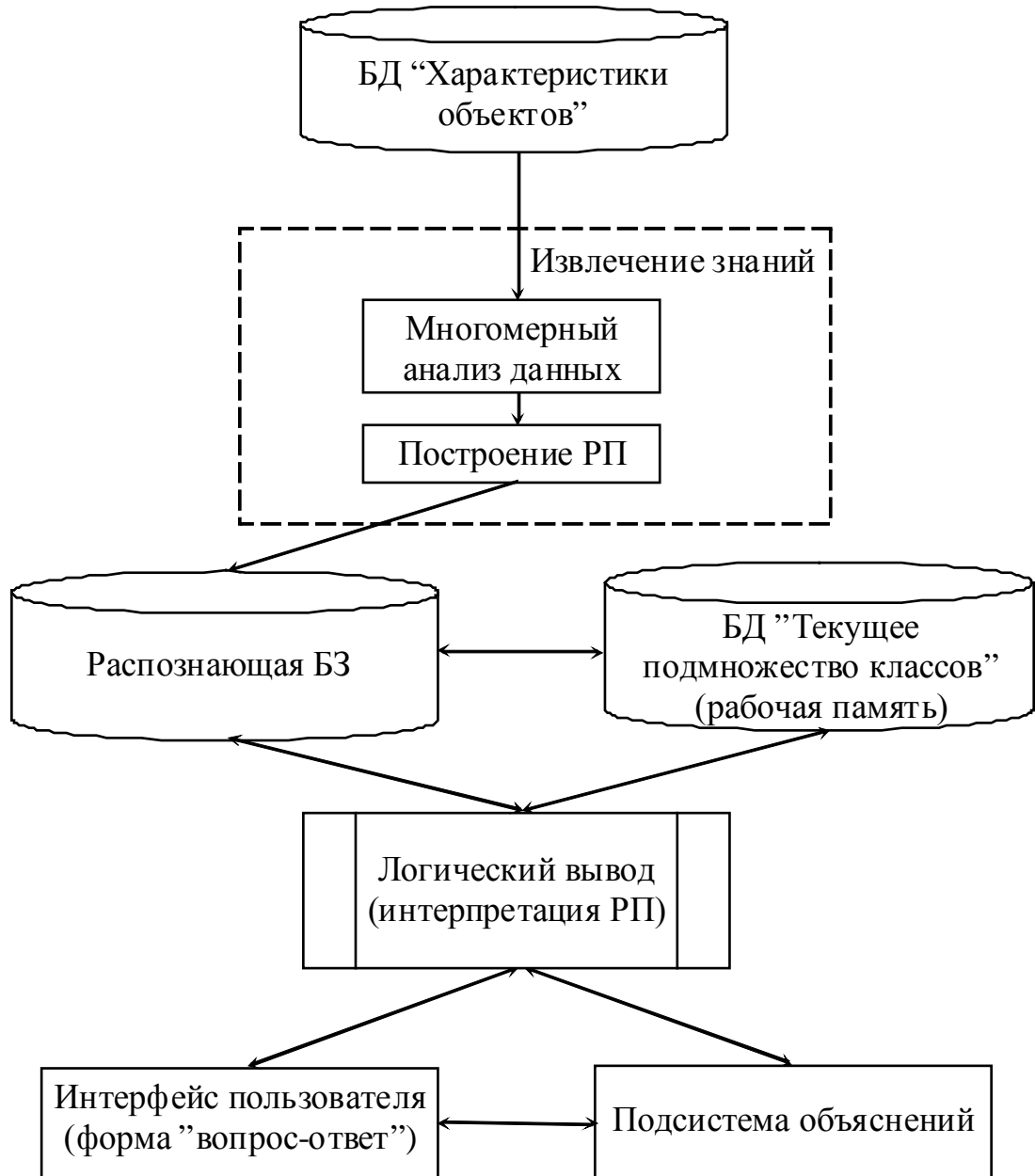


Рисунок 3.3 – Архитектура интеллектуальной системы, основанной на методах машинного обучения

Блок-схема алгоритма интеллектуального поиска на основе БРМ представлена на *рисунке 3.4*.

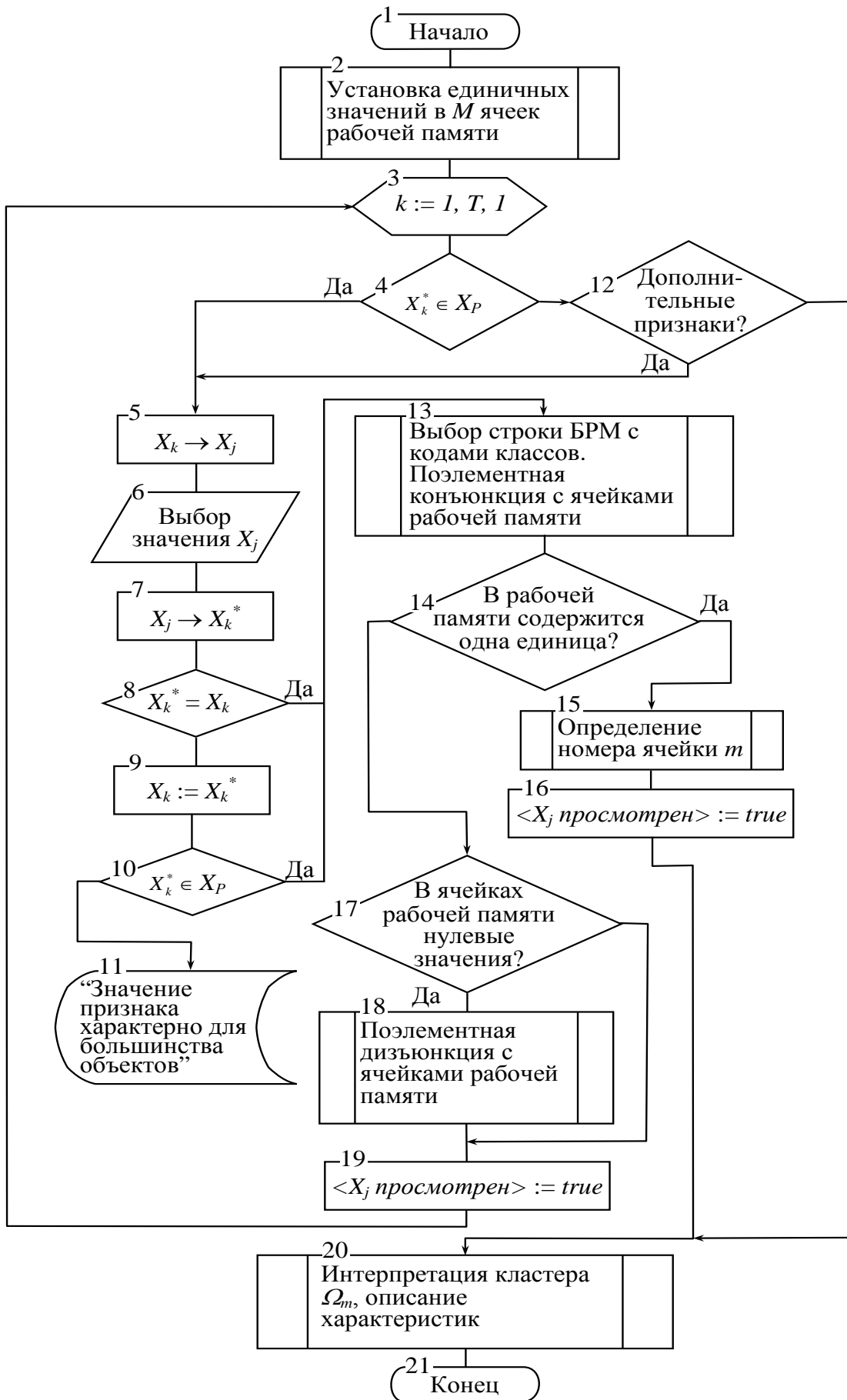


Рисунок 3.4 – Блок-схема алгоритма интеллектуального поиска на основе БРМ

Пошаговое выполнение процедуры интеллектуального поиска выглядит следующим образом.

Шаг 1. Установить единичные значения в M ячеек рабочей памяти. Тем самым, пользователь начинает поиск на всем множестве классов.

Шаг 2. В решающей матрице выбрать первый свободный бинарный признак X_k , входящий в рабочий словарь.

Шаг 3. Определить имя соответствующей исходной переменной X_j . Сформировать запрос для выбора значения номинальной переменной X_j . По выбранной пользователем категории определить имя соответствующей дихотомии X_k^* .

Шаг 4. Если $X_k^* = X_k$, пользователем выбрана категория, которой принадлежит рассматриваемый бинарный признак, перейти к шагу 5.

В противном случае, выбрать бинарный признак X_k^* , на который указывает заданная пользователем категория. Если признак входит в рабочий словарь, $X_k^* \in X_P$, то выполнить шаг 5, иначе – вывести сообщение “значение признака характерно для большинства объектов”, перейти к шагу 8.

Шаг 5. Из БРМ выбрать строку с кодами классов и выполнить поэлементную конъюнкцию с ячейками рабочей памяти. В ячейки рабочей памяти будут установлены единичные значения, указывающие на претендентов для дальнейшего рассмотрения.

Шаг 6. Рассмотреть текущее подмножество классов.

Если в кодовой строке содержится одна единица, то соответствующий элемент указывает номер выделенного класса. Выполнить переход к его интерпретации – перейти к шагу 9.

Если во всех ячейках рабочей памяти получились нулевые значения, то рассматриваемый признак характеризует классы, которые не определяются выбранным ранее подмножеством признаков. Такой признак позволяет выделить новый кластер, расщепляя пространство поиска. При поиске одного образца расщепление не требуется, поэтому выполняется дизъюнкция ячеек – к предыдущей строке рабочей памяти добавляются единичные значения в ячейки, определяемые рассматриваемым признаком.

Иначе – следующий шаг.

Шаг 7. Бинарные признаки, соответствующие текущей переменной X_j , поместить в столбце матрицы ”Просмотренные признаки”.

Шаг 8. Выполнить анализ следующего свободного бинарного признака X_k .

Если $X_k^* \in X_P$, то перейти к шагу 3. В противном случае, когда использован весь рабочий словарь, выполнить запрос пользователя на применение дополнительных признаков. Если получен положительный ответ, перейти к шагу 3, иначе – к следующему шагу – дать интерпретацию нескольких выделенных классов.

Шаг 9. Дать интерпретацию выбранного кластера(ов) с описанием его характеристик и предъявлением типового образа – картинки. Также вывести информацию об относительной глубине рассмотренного пространства признаков – числа исходных признаков, помеченных как просмотренные.

Шаг 10. Конец.

Приведенный алгоритм реализует интеллектуальный поиск образца, без перебора значений всех признаков.

Для объекта характерного типа дается морфологическое описание – перечисляются названия номинальных (интервальных) признаков и их типичные значения.

Также для выбранного кластера указываются количество образцов и их локальные особенности, отражающие специфику кластера. С этой целью анализируется фрагмент матрицы для всех объектов одного кластера.

База знаний, сформированная в процессе обработки результатов многомерного анализа данных, включает знания как декларативного, так и процедурного типов. Декларативная часть содержит знания о структуре предметной области, морфологии объектов и разделительной силе их признаков. Процедурная же часть реализуется как универсальный алгоритм обработки БРМ, использующий вводимые пользователем интеллектуальной системы значения признаков.

Функции, которые может выполнять интеллектуальная система: нахождение решения (образца, прототипа) без перебора значений всех признаков; умение распознавать сходство ситуации с прошлым опытом (рассуждение с проведением аналогий); оптимизация запросов ИБД (отбор наиболее эффективного пути следования запросов выполняется на основе знаний об информативности признаков); описание локальных особенностей выбранного морфологического типа, представленных набором входных признаков небольшой размерности для соответствующего кластерного решения.

Выводы по разделу 3

В разделе решены задачи разработки алгоритмов формирования решающего правила и интеллектуального поиска на основе распознающей базы знаний.

1. Распространенная на практике продукционно-фреймовая модель знаний при представлении объектов дизайна оперирует большим количеством абстрактных категорий, не поддающихся семантической интерпретации. Поэтому целесообразным становится разработка методов, позволяющих использовать результаты машинного обучения для построения распознающей базы знаний (представлять найденные решающие правила в базе знаний) и выполнять на ее основе интеллектуальный поиск.

2. Разработан алгоритм формирования логического решающего правила по результатам кластерного и дискриминантного анализов. Правило осуществляет разбиение пространства признаков на области с помощью гиперплоскостей, ортогональных координатным осям, и легко интерпретируется. Параметрическая идентификация правила заключается в установке единичных значений ячеек памяти при наличии бинарного признака у объектов m -го класса, либо в случае принадлежности значений количественного признака объектов m -го класса рассматриваемому интервалу кодирования.

3. Разработан алгоритм интеллектуального поиска, использующий вводимые пользователем интеллектуальной системы значения признаков, который основан на обработке логического решающего правила. Алгоритм реализует процедурную часть базы знаний. Он необходим при построении системы интеллектуального поиска шаблона.

4. Функции, которые может выполнять интеллектуальная поисковая система: нахождение решения (образца, прототипа) без перебора значений всех признаков; умение распознавать сходство ситуации с прошлым опытом (рассуждение с проведением аналогий); оптимизация запросов ИБД (отбор наиболее эффективного пути следования запросов выполняется на основе знаний об информативности признаков); описание локальных особенностей выбранного морфологического типа, представленных набором входных признаков небольшой размерности для соответствующего кластерного решения.

4 Разработка интеллектуальных систем, основанных на знаниях в области дизайна

4.1 Использование знаний при проектировании изделий установленного типа

При проектировании изделий в условиях серийного производства расчет размерного ассортимента выполняется после установления соответствующей размерной типологии. Существующие методики типологизации основаны на равномерной дискретизации пространства нескольких основных признаков.

Для каждого типоразмера все подчиненные размерные признаки рассчитываются по уравнениям регрессии. Прогностические возможности найденных по всей выборке зависимостей зачастую оказываются недостаточными.

Для учета индивидуальных особенностей потребителей следует уделить внимание использованию распознающей БЗ (*рисунок 4.1*), позволяющей перейти от размерной к морфологической типологии, основанной на внутренних соотношениях между частями проектируемого изделия.

Помимо установления кластерной структуры произведенных обмеров, при обучении распознающей базы знаний также формируются правила, по которым пользователь будет отнесен к соответствующей категории. Совокупность РП, после преобразования в БЗ, дает возможность указывать диапазоны значений признаков морфологических типов изделий, тем самым обеспечивая эмпирическую интерпретацию понятий верхнего уровня. Иными словами, при построении целесообразной размерной типологии представление знаний, извлеченных из данных обмера, приводит к установлению внутригабаритных соотношений деталей изделия.

Для каждого выделенного типа может быть построена собственная модель взаимосвязей в локальном пространстве [42], учитывающем индивидуальные особенности кластера.

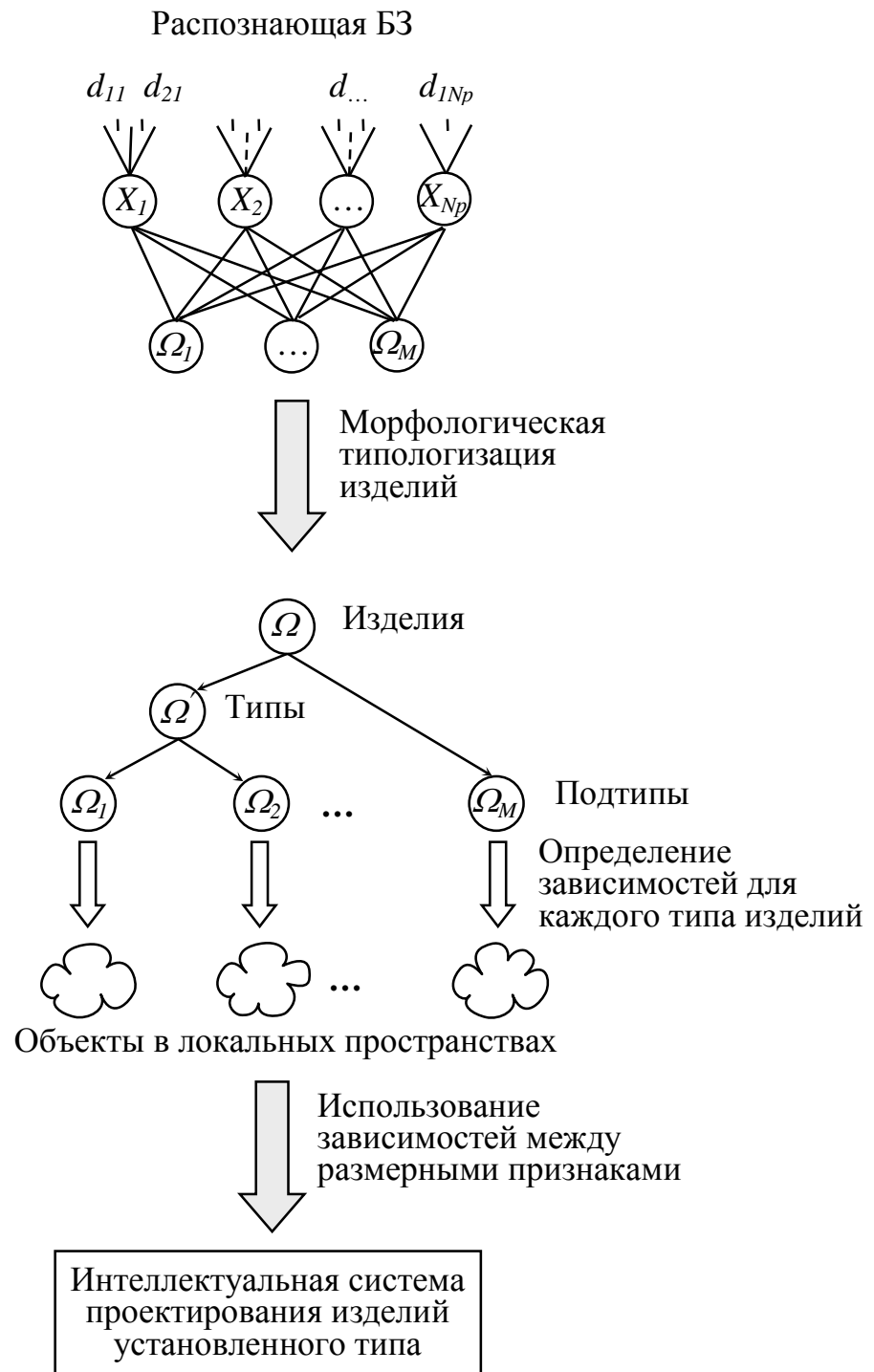


Рисунок 4.1 – Использование знаний при проектировании изделий установленного типа

Оценка состава локального пространства внутри каждого кластера выполняется с помощью процедуры пошаговой регрессии, по методике, описанной в *разделе 2.4.4*.

Таким образом, при индивидуальном проектировании изделий предложенная интеллектуальная система позволяет не только установить морфологический тип изделия, но и сформировать внутри каждого кластера адекватные зависимости между признаками. Зависимости для каждого типа составляют процедурную часть базы знаний [108].

4.1.1 Использование знаний при проектировании перчаток

4.1.1.1 Канонический корреляционный анализ:

выделение взаимосвязанных подгрупп признаков

Канонический корреляционный анализ выполняется для выявления подмножеств признаков, обладающих наиболее сильной связью. Его результаты используются для определения состава признаков, дающих наиболее устойчивые зависимости между показателями кисти [84], [85], [108], [154].

Был проведен анализ для длиннотных и широтных показателей в выпрямленном состоянии. После ряда итераций из анализа были исключены признаки, для которых коэффициенты в линейных комбинациях не превышают величины 0.2. В результате были отобраны две подгруппы. В первой остались признаки d_t_kost , $d3$, l_1 , l_1_proekc , L_1_2 , во второй: $w1$, Wk_tyl .

Состав отобранных признаков свидетельствует, что наиболее важными являются габаритные показатели и признаки, дающие информацию о внутригабаритных соотношениях между частями кисти.

Коэффициенты канонической корреляции для выделенных подгрупп равны 0,74 и 0,31. Оба коэффициента статистически значимы с 95%-м уровнем доверия. Диаграмма рассеяния на плоскости первых канонических направлений после исключения малоинформативных признаков приведена на *рисунке 4.2*.

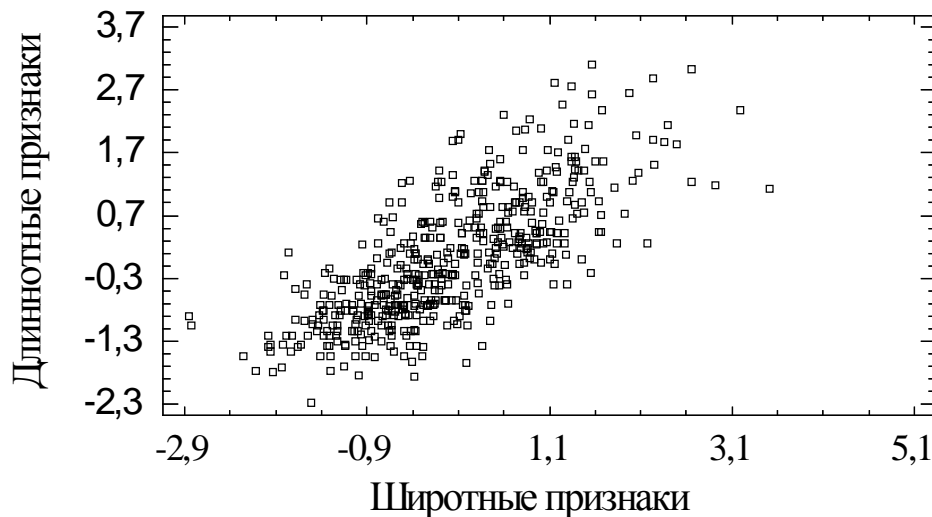


Рисунок 4.2 – Диаграмма рассеяния на плоскости первых канонических направлений для выпрямленного состояния кисти после исключения малоинформативных признаков

Линейная комбинация оставшихся стандартизированных длиннотных признаков равна

$$L_1 = -0,19d_t_kost + 0,33d3 + 0,37l_1 + 0,395l_1_proekc + 0,37L_1_2.$$

Линейная комбинация на множестве широтных показателей в выпрямленном состоянии кисти

$$L_2 = 0,64w1 + 0,51Wk_tyl.$$

С учетом величины коэффициентов в приведенных комбинациях в наибольшей степени связь выражена между расстоянием от основания тенара до середины перепонки 1-го пальца на ладонной поверхности l_1_proekc и шириной пальцев на уровне межпальцевых точек с тыльной стороны $w1$. Данные результаты являются основанием для возможного использования указанных признаков при построении многомерных моделей.

Анализ для подгрупп длиннотных и обхватных признаков в выпрямленном состоянии дал следующие линейные комбинации

$$L_1 = 0,51l43 + 0,395l_1_proekc + 0,49tenar_2$$

и

$$L_2 = 0,63O_kist_kost + 0,44O_kist_zap$$

В наибольшей степени связь выражена между длиной пальцев от 3-й межпальцевой точки l_{43} и обхватом кисти на уровне головки пястной кости O_{kist_kost} .

Аналогичный анализ проведен для подгрупп признаков в полусогнутом состоянии и в кулаке.

4.1.1.2 Установление закономерностей в размерных признаках кистей рук

Рассмотрим, каким образом определяются взаимосвязи, учитывающие индивидуальные особенности потребителя [108].

В существующих методиках необходимые размеры деталей перчаток рассчитываются по уравнению регрессии вида

$$y = bO_{kist_kost} + a.$$

Расчет размеров изделия по уравнениям, построенным по всей выборке, может оказаться неточным. Например, низким является качество найденной линейной одномерной модели для длины кисти с ладонной стороны

$$D_{lad} = 0,44O_{kist_kost} + 99,25,$$

определяемое по коэффициенту детерминации, $-R^2 = 27\%$.

Решение, принимаемое при составлении типоразмеров, может существенно отличаться от кластерного решения. Например, диаграмма рассеяния на *рисунке 4.3* демонстрирует 12 уровней ширины пальцев w_3 . Вместе с тем, при выделении 5 и более кластеров наблюдается сильное перемешивание кластерных меток на той же плоскости (*рисунок 4.4*). Это объясняется многомерностью структуры данных, которая не может быть представлена типологией одного-двух размеров.

Поэтому для совершенствования методики проектирования перчаток, учитывающей индивидуальные особенности потребителей, следует не только установить кластерную структуру произведенных обмеров, но и задать метод, по которому пользователь будет отнесен к соответствующей категории.

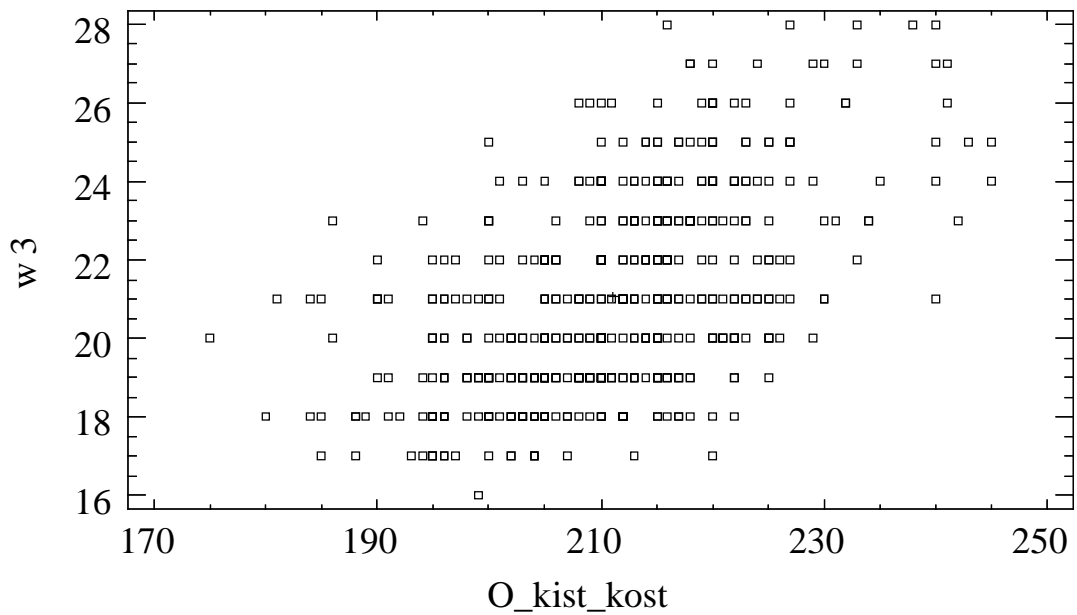


Рисунок 4.3 – Диаграмма рассеяния на плоскости $O_kist_kost-w_3$

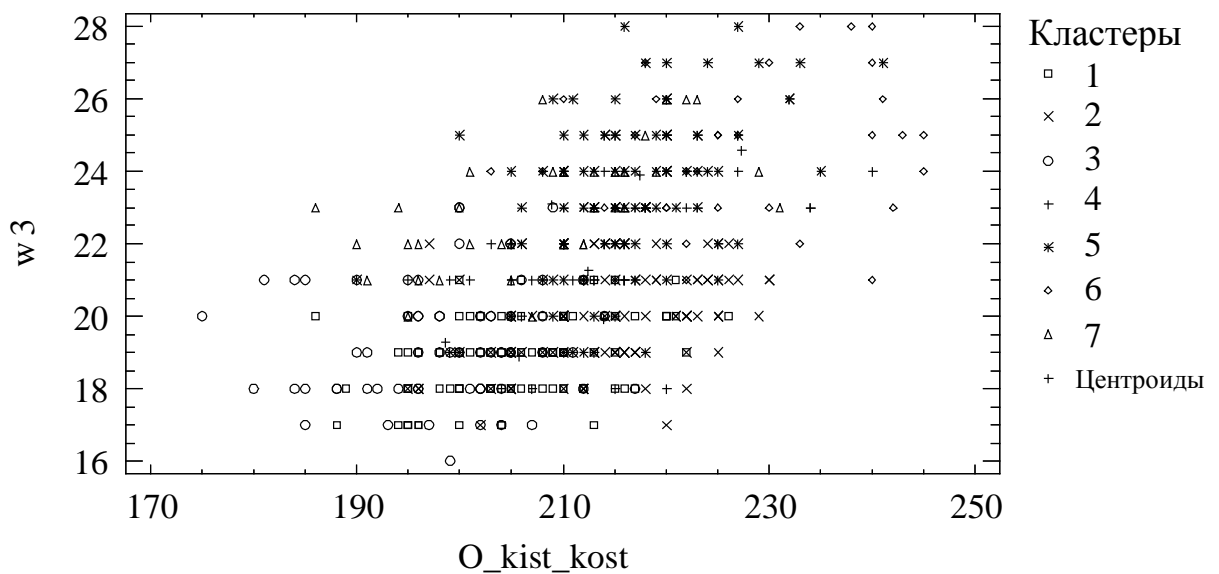


Рисунок 4.4 – Диаграмма рассеяния на плоскости $O_kist_kost-w_3$
при выделении 7 кластеров

От качества найденного кластерного решения зависит качество найденных в конечном итоге зависимостей. Однако, на сегодняшний день не существует методики, позволяющей оценить адекватность кластеризации в рамках одного выбранного метода. С одной стороны, решение зависит от выбранного пространства

признаков, которое для целей проектирования перчаток следует сокращать. С другой стороны, определение подгруппы информативных признаков, обладающих хорошей разделительной силой и описывающих существующие типы кистей, может быть выполнено только после формирования классифицирующей переменной.

Номера 7 выделенных кластеров были сохранены в классификационной переменной *Cluster_7_51*.

Результаты кластерного анализа позволяют построить для каждой выделенной группы собственную модель взаимосвязей в локальном пространстве [42], учитывающую индивидуальные особенности кластера.

Оценим качество моделей, основанных на морфологических типах, различающихся конфигурационными особенностями кистей.

Для оценки состава локального пространства воспользуемся процедурой пошаговой регрессии. В исходный набор включены показатели в выпрямленном, полусогнутом состояниях кистей и в кулаке. Метод последовательной селекции вперед дает на объектах различного класса разный состав отобранных признаков (в количестве от 3 до 8) – см. *таблицу 4.1*. Модели имеют высокую информационную способность по критерию R^2 . Во все отобранные подмножества входят два признака – d_t_kost и $l0$. В большинство – d_3 , в несколько – $l3$.

На основе 4-х отобранных признаков найдем множественные уравнения регрессии для D_lad .

Уравнение по всей выборке:

$$D_lad = 11,4 + 0,3 \cdot d_t_kost + 0,5 \cdot l3 + 0,58 \cdot l0 + 0,2 \cdot d_3 \quad (R^2 = 87,7\%).$$

Уравнения в каждом классе. Для первого типа кистей ($Cluster_7_51=1$)

$$D_lad = 29,3 + 0,23 \cdot d_t_kost + 0,7 \cdot l3 + 0,64 \cdot l0 \quad (R^2 = 81\%),$$

$Cluster_7_51=2$:

$$D_lad = 8,4 + 0,3 \cdot d_t_kost + 0,42 \cdot l3 + 0,5 \cdot l0 + 0,4 \cdot d_3 \quad (R^2 = 79\%),$$

$Cluster_7_51=3$:

$$D_lad = 14,3 + 0,27 \cdot d_t_kost + 0,69 \cdot l3 + 0,73 \cdot l0 \quad (R^2 = 74\%),$$

Таблица 4.1 – Состав признаков, отобранных для различных кластеров

<i>Cluster_7_51</i> (номер кластера)	<i>d_t_kost</i>	<i>l3</i>	<i>d43</i>	<i>l0</i>	<i>t_1</i>	<i>t_3</i>	<i>t_5</i>
1	<i>d_t_kost</i>	<i>l2</i>	<i>d__3</i>	<i>l0</i>	<i>o1_n</i>	<i>l_1</i>	
2	<i>d_t_kost</i>	<i>l3</i>	<i>l5</i>	<i>l0</i>	<i>l1</i>	<i>L_1_2</i>	<i>O_kist_polu sog</i>
3	<i>d_t_kost</i>		<i>d_3</i>	<i>l0</i>		<i>L_1_2</i>	
4	<i>d_t_kost</i>	<i>l_1_proekc</i>	<i>d__3</i>	<i>l0</i>	<i>t_1</i>	<i>t1</i>	<i>t5</i>
5	Недостаточно данных						
6	<i>d_t_kost</i>	<i>l2</i>	<i>d__3</i>	<i>l0</i>	<i>t3</i>	<i>h</i>	<i>R3</i>
7	Недостаточно данных						

Cluster_7_51=4:

$$D_{lad} = 47,3 + 0,4 \cdot d_{t_kost} + 0,3 \cdot l3 + 0,5 \cdot l0 \quad (R^2 = 70\%),$$

Cluster_7_51=5:

$$D_{lad} = 25,1 + 0,36 \cdot d_{t_kost} + 0,57 \cdot l0 + 0,43 \cdot d_{__3} \quad (R^2 = 77\%),$$

Cluster_7_51=6:

$$D_{lad} = 16,8 + 0,65 \cdot d_{t_kost} + 0,56 \cdot l0 \quad (R^2 = 80\%),$$

Cluster_7_51=7:

$$D_{lad} = 15,7 + 0,18 \cdot d_{t_kost} + 0,49 \cdot l3 + 0,61 \cdot l0 + 0,41 \cdot d_{__3} \quad (R^2 = 79\%).$$

Как видно, при небольшом количестве измеряемых признаков уравнения для каждого класса кистей обладают высокой информационной способностью.

При необходимости повышения качества моделей в уравнения регрессии можно добавить нелинейные члены и взаимосвязи между входными переменными. Наиболее значимые связи могут быть отобраны на этапе дискриминантного анализа с помощью процедуры групповой корреляции (Group Correlations), по данным таблицы Within-Group Correlation Matrix.

Для определения одного из 7 морфологических типов, представленных кластерным решением *Cluster_7_51*, и дальнейшего выбора адекватных зависимостей

для выходных признаков внутри каждого кластера используется набор входных признаков небольшой размерности, отобранный при поиске рабочего словаря.

Таким образом, при индивидуальном проектировании перчаток, предложенная методика позволяет не только установить морфологический тип кисти, но и сформировать внутри каждого кластера адекватные зависимости между размерными признаками.

4.1.2 Извлечение знаний в области веб-дизайна

Канонический корреляционный анализ

Исследуем связь между группами признаков "дизайна" ($X_{30} \dots X_{92}$) и признаков ($X_1 \dots X_{29}$), характеризующих качество и особенности технологии создания сайтов [104], [118].

Диаграмма рассеяния на плоскости первых канонических направлений в исходном пространстве признаков имеет ярко выраженную линейную направленность. Таким образом, между рассматриваемыми группами переменных существует статистическая зависимость, а показатели качества и технологии сайта оказывают влияние на характеристики его дизайна.

Исключим из анализа признаки, для которых коэффициенты в линейных комбинациях не превышают величины 0.2. Первый коэффициент канонической корреляции равен 0.85 и статистически значим с 95%-м уровнем доверия. Диаграмма рассеяния на плоскости первых канонических направлений после исключения малоинформативных признаков приведена на *рисунке 4.5*.

Линейная комбинация оставшихся стандартизированных признаков дизайна равна

$$L_1 = 0,37x_{30} - 0,76x_{35} - 0,36x_{39} + 0,5x_{47} - 0,42x_{59} - 0,39x_{60} - 0,42x_{65} - 0,31x_{66} - 0,49x_{69} + 0,37x_{70} + 0,55x_{79} - 0,27x_{80} + 0,27x_{81} + 0,51x_{82} - 0,43x_{84} - 0,59x_{88} + 1,0x_{89}.$$

Линейная комбинация на множестве показателей "качество-технология", коррелирующая с L_1 :

$$L_2 = 0,3x_7 + 0,3x_9 + 0,36x_{12} - 0,68x_{20} + 0,6x_{24} - 0,26x_{27} - 0,29x_{29}.$$

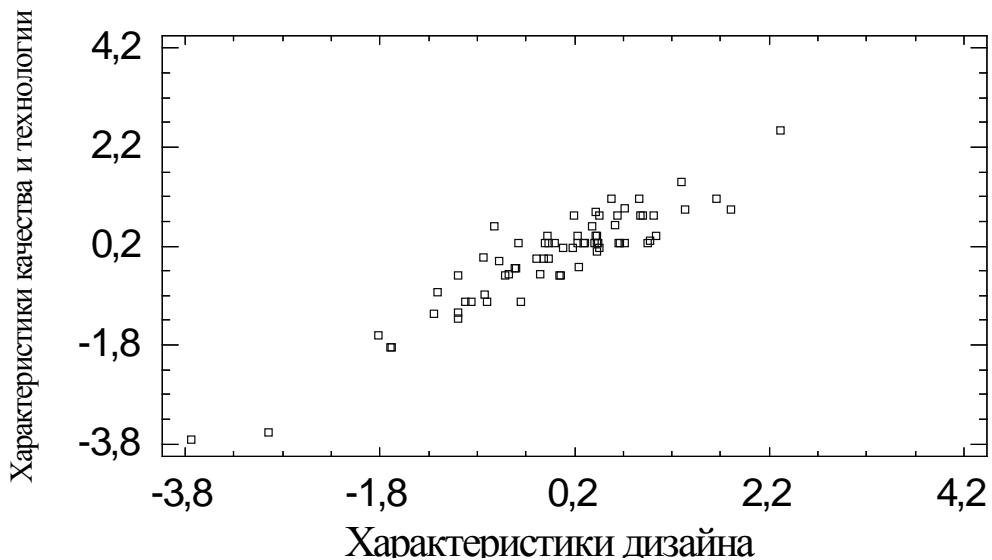


Рисунок 4.5 – Диаграмма рассеяния на плоскости первых канонических направлений после исключения малоинформативных признаков

С учетом величины коэффициентов в приведенных комбинациях, в наибольшей степени связь выражена между показателями упорядоченности структуры сайта, количеством “кликов” для поиска нужной информации, наличием средств взаимодействия с пользователем (X_{12} , X_{20} , X_{24}) и эмоциональностью дизайна, шириной основной колонки, фоном страницы и заполнением рекламными элементами (X_{35} , X_{47} , X_{69} , X_{88}).

Обобщение стилистического оформления сайтов

По эмоциональности воздействия на пользователя и целостности восприятия, исследуемые сайты разделились в пространстве главных компонент на две основные группы (см. *раздел 2.3.1.3*). Их состав можно наглядно представить с помощью сосульчатой диаграммы. На *рисунке 4.6* показан фрагмент графика, где метка указывает номер стиля сайта Y_6 , а номер строки соответствует номеру объекта. Рассмотрено пространство признаков $X_{30} \dots X_{38}$, характеризующих качество и эмоциональность оформления, целостность композиции.

В первую группу попали сайты, имеющие текстовый ($y_6 = 1$), полиграфический стили ($y_6 = 3$), стиль минимализм ($y_6 = 4$) и интерфейсный стиль ($y_6 = 5$). Во

второй класс – сайты, имеющие пиктографический, графический ($y_6 = 6$), динамический ($y_6 = 10$) и авторский, альтернативный стили ($y_6 = 11$).

Метод кластеризации: Варда



Рисунок 4.6 – Фрагмент графика кластеризации для двух классов объектов, в пространстве признаков, характеризующих качество и эмоциональность оформления, целостность композиции

Таким образом, стилистическое оформление сайтов можно подразделить на две большие группы. К первой группе относятся сайты с интерфейсным или юзабилити-дизайном. Ко второй – сайты с авторским, альтернативным, нестандартным дизайном и художественным оформлением.

График кластеризации в пространстве параметров $X_{70}, X_{90} \dots X_{92}$, характеризующих запоминаемость сайта, связь с предметной областью, ориентированность на возрастную аудиторию показывает более частое использование динамического стиля ($y_6 = 10$) для сайтов, ориентированных на молодежную аудиторию ($x_{91} = 2$).

Построение дискриминантных функций методами регрессионного анализа

Дискриминантный анализ показал, что сформированный набор признаков “дизайна” обеспечивает высокую информативность при разделении сайтов на стили Y_6 (см. *раздел 2.4.3*).

Учитывая большое количество входных переменных, для отбора существенных (информативных) признаков будем использовать пошаговую регрессию, как описано в *разделе 2.4.4*.

Создадим новые классификационные переменные, характеризующие отдельность каждого из классов от остальных. Пусть переменная Y_{61} характеризует принадлежность объекта классу $Y_6 = 1$. Значения новой переменной Y_{61} могут быть получены в пакете Statgraphics последовательным выполнением команды expression контекстного меню Generate Data:

- expression: y_6 ;
- expression: $y_6 = 1$. Данная запись означает выполнение условной команды

$$y_{61} = \begin{cases} 1, & \text{если } y_6 = 1, \\ 0 & \text{в противоположном случае;} \end{cases}$$

- expression: $y_{61} - 0.5$. Данное преобразование центрирует диапазон изменения значений новой переменной относительно значения 0;
- expression: $2 * y_{61}$. Преобразование расширяет диапазон значений в два раза, при этом

$$y_{61} = \begin{cases} 1, & \text{если } y_6 = 1, \\ -1 & \text{в противоположном случае;} \end{cases}$$

Найденная регрессионная модель $y_{61} = f(x_{30}, x_{31}, \dots, x_{92})$ имеет величину коэффициента детерминации $R^2 = 73\%$. Таким образом, сформированный набор признаков “дизайна” в большинстве случаев позволяет отделить сайты текстового стиля ($y_6 = 1$).

Разброс наблюдаемых значений переменной Y_{61} относительно регрессионной модели можно наблюдать на *рисунке 4.7*, построенном в зависимости от предсказанных значений.

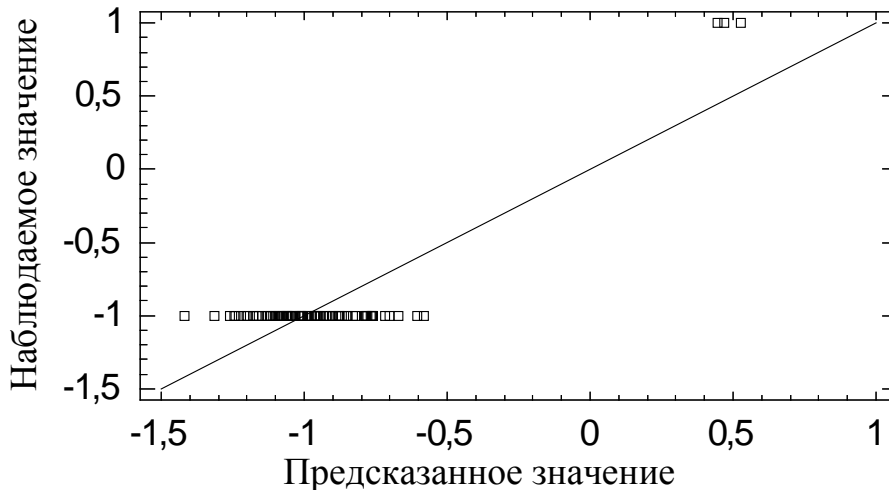


Рисунок 4.7 – График предсказанных значений для переменной Y_{61}

Решение о принадлежности сайта к классу “текстовый стиль” ($y_6 = 1$) выносится с помощью найденной многомерной регрессии $y_{61}(\mathbf{x})=f(\mathbf{x})$ на основе неравенства $f(\mathbf{x})>0$.

Найденное, при пошаговой селекции вперед, уравнение регрессии

$$y_{61} = -0,8 - 0,09x_{44} + 0,008x_{48} + 0,14x_{62} + 0,13x_{89} - 0,16x_{90}$$

и аналогичное уравнение, содержащее 8 переменных, отобранных при селекции назад, свидетельствуют о том, что сайты текстового стиля отличаются общим художественным впечатлением (X_{30}), гарнитурой шрифта заголовков (X_{62}), наличием разделительных линий (X_{52}), расположением навигационного меню (X_{44}), шириной колонки с контентом и шириной последней колонки (X_{47} и X_{48} , %).

Для определения тех значений выбранных информативных признаков, которые отличают рассматриваемый класс от других, создаются новые переменные, в которых значения признаков для объектов, не принадлежащих рассматриваемому классу, заменяются величиной 0. Величина моды Mo для оставшейся части значений этих вспомогательных переменных (когда новая классификационная переменная равна 1) дает искомое значение соответствующего информативного признака.

Например,

$$x_{44} |_{y_6=1} = Mo(x_{44} \cdot y_{61} |_{y_{61}=1})$$

где

$$y_{61} = \begin{cases} 1, & \text{если } y_6 = 1, \\ 0 & \text{в противоположном случае.} \end{cases}$$

Значения новой переменной $x_{44}y_{61} = x_{44} \cdot y_{61}$ могут быть получены последовательным выполнением команды контекстного меню Generate Data:

- expression: $y_{61} = 1$ – для новой переменной y_{61} . Данная запись формирует единичные значения для класса $y_6 = 1$, остальные заменяются нулями;
- expression: $y_{61} * x_{44}$ – для переменной $x_{44}y_{61}$.

Для отбора значений переменной $x_{44}y_{61}$, в начале выполнения процедуры One-Variable Analysis следует в поле Select указать имя новой переменной y_{61} .

Величины моды для вспомогательных переменных показывают, что сайты текстового стиля отличаются хорошим общим художественным впечатлением ($x_{30} = 3$), декоративными шрифтами заголовков ($x_{62} = 3$), наличием горизонтальных разделительных линий ($x_{52} = 2$), преобладанием вертикального расположения навигационного меню ($x_{44} = 1$), шириной колонки с контентом $x_{47} = 40\%$ и шириной последней колонки $x_{48} = 30\%$.

Координаты центроидов классов для различных уровней Y_6 в пространстве отличительных признаков находятся в процессе дискриминантного анализа. Их значения для класса $y_6 = 1$, приведенные к дискретной шкале, полностью совпадают со значениями моды.

Разработанный комплексный подход к применению методов многомерного анализа данных в области веб-дизайна может использоваться для построения базы знаний экспертной системы по выбору шаблона сайта. Опрос пользователя, основанный на последовательном выборе информативных признаков и проверке их значений в локальных пространствах классов, позволяет целенаправленно извлекать из интеллектуальной базы данных заданный шаблон веб-страницы.

4.2 Использование знаний в информационной системе расчета среднетипичных размеров при серийном производстве

Традиционная типология кистей рук предоставляет интервальную информацию о габаритных контейнерах в пространстве двух основных размерных признаков. Необходимые размеры деталей перчаток рассчитываются по одномерным уравнениям регрессии, на основе облака из всех наблюдений. Подобные уравнения могут иметь смещенные оценки коэффициентов регрессии, поскольку их значения чувствительны к расположению “периферийных” наблюдений для редких типов кистей.

Поскольку при проектировании серии одежды различных размеров используются среднетипичные размеры, требуется разработать метод, позволяющий наложить результаты кластерного анализа – представленную в распознающей БЗ структуру предметной области – на размерную типологию [84], [85], [108], [117], [126].

При проектировании перчаток основным признаком, по которому выполняется размерная типологизация, является обхват кисти на уровне головки пястной кости O_kist_kos , подтипы определяются по длине третьего пальца $l3$.

С помощью дискриминантного анализа оценим связь между структурной переменной $Cluster_7_51$ и признаком O_kist_kost . Набор соответствующих дискриминантных функций позволяет правильно распознать 34% наблюдений. При использовании двух независимых переменных O_kist_kost и $l3$ доля безошибочных решений также остается недостаточной – 44%.

Диаграмма, представленная на *рисунке 4.8*, показывает, что между переменной, характеризующей номер кластера, и признаком O_kist_kost существует нелинейная неоднозначная зависимость, которая может быть описана полиномом 3-го порядка

$$O_kist_kost = 239 - 39,7 \cdot Cluster_7_51 + 12,4 \cdot Cluster_7_51^2 - 1,03 \cdot Cluster_7_51^3.$$

Таким образом, при одном значении обхвата, кисть может иметь несколько морфологических типов.

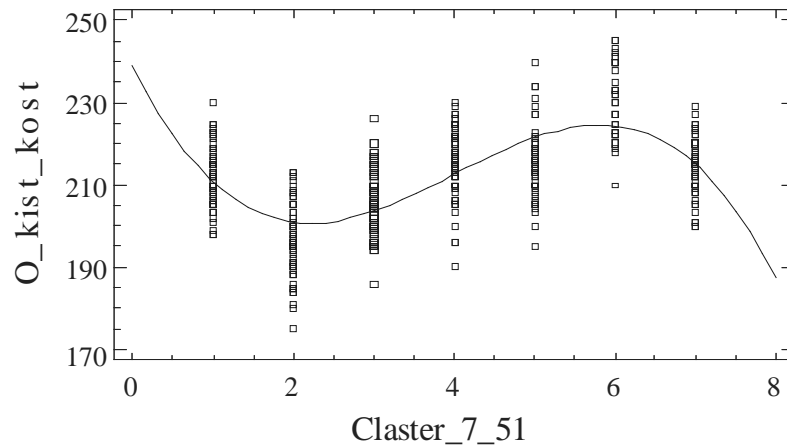


Рисунок 4.8 – График подобранной модели регрессии между переменными O_kist_kost и $Cluster_7_51$

Одним из способов устранения неоднозначности при распознавании типа кисти является расширение пространства классифицирующих признаков X_j^{kl} . Приемлемой является линейная модель между O_kist_kost и выявленными на этапе дискриминантного анализа информативными признаками $w3$, $W_kist_polusog$, $l3$ – $R^2 = 62\%$. По значениям признаков O_kist_kost и $l3$, определяющих размерную типологию, с помощью найденных уравнений регрессии

$$\begin{aligned} W_kist_polusog &= -1,06468 + 0,43 \cdot O_kist_kost + 0,07 \cdot l3 \quad (R^2 = 60\%), \\ w3 &= -7,87 + 0,3 \cdot W_kist_polusog \quad (R^2 = 60\%) \end{aligned}$$

можно найти значения дополнительных признаков $w3$ и $W_kist_polusog$ и далее – морфологический тип кисти (номер кластера).

Качество найденной в рамках традиционной методики линейной модели

$$D_lad = 99,25 + 0,44 \cdot O_kist_kost,$$

имеющей недостаточную величину коэффициента детерминации $R^2 = 27\%$, после добавления информативных признаков также существенно повышается:

$$D_lad = 47,2 + 0,07 \cdot O_kist_kost - 0,012 \cdot w3 + 0,28 \cdot W_kist_polusog + 1,3 \cdot l3, \quad R^2 = 64\%.$$

Существенно повышается качество модели для длиннотных признаков $l2$, $l43$ и ширины кисти Wk_tyl . Для ряда показателей, необходимых для построения деталей перчаток, не удастся найти приемлемых зависимостей даже среди нелиней-

ных моделей. Например, после добавления дополнительных признаков в одномерное уравнение

$$d1 = 33,2 + 0,16 \cdot O_kist_kost, R^2 = 9\%$$

имеем

$$d1 = 11,9 + 0,05 \cdot O_kist_kost + 0,07 \cdot w3 - 0,01 \cdot W_kist_polusog + 0,5 \cdot l3$$

со значением коэффициента детерминации $R^2 = 27\%$.

Для таких признаков, имеющих круговое рассеяние значений в многомерном пространстве, предлагается другой способ расчета, основанный на поиске зависимостей по координатам центроидов выявленных кластеров (рисунки 4.9). Способ позволяет, при сохранении числа типоразмеров, учесть результат кластеризации и повысить качество моделей регрессии.

Найденные значения O_kist_kost и необходимых размеров для центроидов 7 выделенных классов сведены в таблицу 4.2. Для типоразмеров, в которых кластеры не были сформированы, значение каждого признака устанавливается равным среднему значению наблюдений, находящихся внутри габаритного гиперпараллелепипеда, который охватывает данные заданного подтипа. Подтип определяется указанием интервалов для двух признаков – O_kist_kost и $l3$.

Как видно из таблицы, кластеры в основном сформированы в третьем типоразмере (при проверке распределения выборки в интервалах признаков O_kist_kost и $l3$, указанных для типоразмеров I, II, IV, VI, VII, наблюдается малое число наблюдений).

По таблице центроидов находятся уравнения регрессии для расчетных показателей X_j^P , используемых при проектировании перчаток. Для половины признаков (столбцы их значений показаны курсивом), используемых при проектировании перчаток, по таблице центроидов удалось построить модели регрессии по одной переменной O_kist_kost , обладающие высокой информационной способностью. Например,

$$D_lad = 92,48 + 0,47 \cdot O_kist_kost, R^2 = 80\%,$$

$$Wk_tyl = -9,5 + 0,48 \cdot O_kist_kost, R^2 = 93\%.$$

Распознающая БЗ

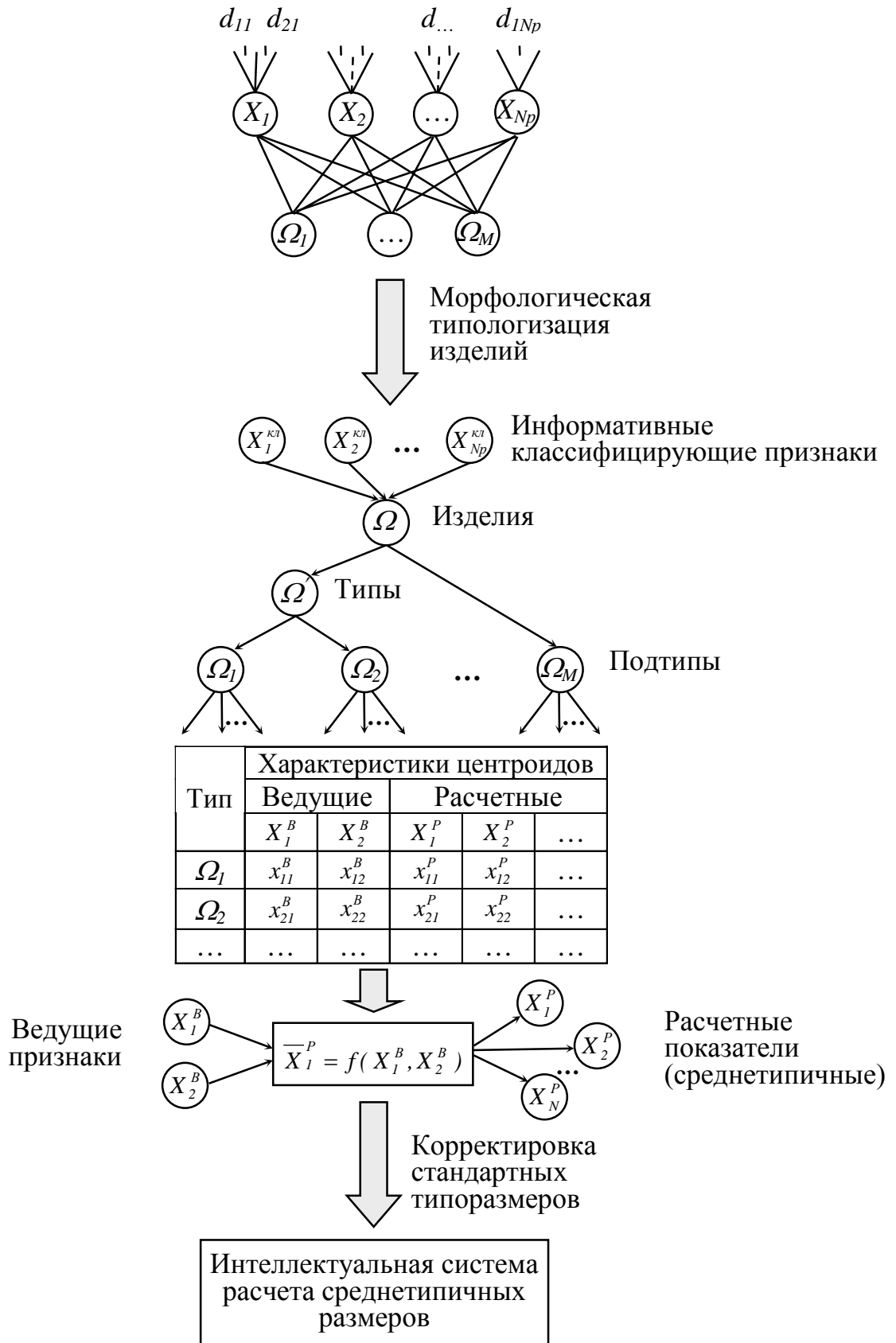


Рисунок 4.9 – Использование знаний в ИС расчета среднетипичных размеров при серийном производстве

Таблица 4.2 – Соответствие типоразмеров и значений признаков для
7 кластерных центроидов

Типо- по- раз- меры	Подти- пы	Кла- стер	O_ki st_ko st	l3	<i>D_la d</i>	d1	l2	l43	l44	l5	L_1_ 2	O1_n	C	Wk_t yl
I	Один	–	183	77	180	60	67	70	78	57	43	59	10	81
II	Длин- ный	–	193	81	188	63	69	70	77	57	45	57	11	85
	Корот- кий	–	193	76	182	66	69	68	75	56	48	56	11	84
III	Длин- ный	2	213	86	199	72	76	77	85	62	51	60	11,4	92
		1	207	81	190	65	72	72	80	58	47	58	10,9	88
	Сред- ний	7	213	84	194	67	74	75	84	59	47	58	11,1	91
		4	214	83	197	68	73	73	79	59	51	60	12	97
	Корот- кий	3	198	77	181	62	67	68	76	55	45	57	10,7	85
		5	211	79	188	65	70	72	78	57	50	62	11,1	93
IV	Длин- ный	–	223	87	200	70	77	77	85	61	51	61	12	96
	Корот- кий	–	223	82	194	68	72	75	82	59	50	64	12	95
V	Один	6	226	87	203	72	78	78	84	64	54	66	13,1	101
VI	Один	–	233	81	197	63	74	77	81	70	55	67	13	106
VII	Один	–	238	90	208	72	81	83	89	77	60	66	14	107

Модели для признаков, имеющих круговое рассеяние значений в многомерном пространстве, построенные по двум переменным O_kist_kost и $l3$, также становятся информативными, например,

$$d1 = 1,74 + 0,01 \cdot O_kist_kost + 0,77 \cdot l3, R^2 = 73\%,$$

$$L_1_2 = -7,2651 + 0,24 \cdot O_kist_kost + 0,08 \cdot l3, R^2 = 82\%.$$

При проектировании единичного изделия по измерениям нескольких входных показателей $w3$, $W_kist_polusog$, $l3$, d_t_kost после распознавания морфологического типа, таблица 4.2 может напрямую использоваться для определения индивидуальных значений размерных показателей.

Предложенная методика расчета, основанная на кластеризации и вычислении координат кластерных центроидов, позволяет использовать их как центры притяжения регрессии к нескольким морфологическим типам внутри самого массового типоразмера, что обеспечивает устойчивость найденных моделей к изменениям входных данных. Использование средних значений внутри габаритных гиперпараллелепипедов, заданных традиционной размерной типологией, обеспечивает хорошие прогностические свойства найденных моделей для всего диапазона размеров.

4.3 Интеллектуальная система поиска музейного образца

Сложившийся в 70-80 годах прошлого века классический подход к построению систем, основанных на модели поведения экспертов в определенной области знаний, плохо согласуется с реляционной моделью данных, что делает невозможным эффективное использование современных систем управления базами данных для организации баз знаний интеллектуальных систем.

Разработанная интеллектуальная система поиска музейного образца [101], [131] создана в среде СУБД MS Access 2003 и является примером того, как знания извлекаются, представляются и обрабатываются с помощью имеющей развитый графический интерфейс, широко распространенной реляционной СУБД [11], [142], [170], [172], [184].

Оптимизация запросов к БД заключается в нахождении образца без перебора значений всех признаков. Построение наиболее эффективного пути следования запросов выполняется на основе знаний об информативности признаков, иерархической структуре классов и правилах описания классов на языке признаков.

Такая система может быть отнесена к интеллектуальной БД (ИБД) [11], [29], [37], [46], [91], [142], [149]. ИБД позволяет делать выборку информации, которая явно не хранится, а выводится из имеющихся в базе данных. Для этого ИБД должна иметь соответствующий набор правил и встроенный механизм логического вывода.

В интеллектуальной поисковой системе (рисунок 4.10) распознающая база знаний, через процедуру логического вывода, реализует алгоритм построения дерева решений, выполняющий сужение пространства поиска и выбор объекта ω_i подходящего класса Ω_m [108].

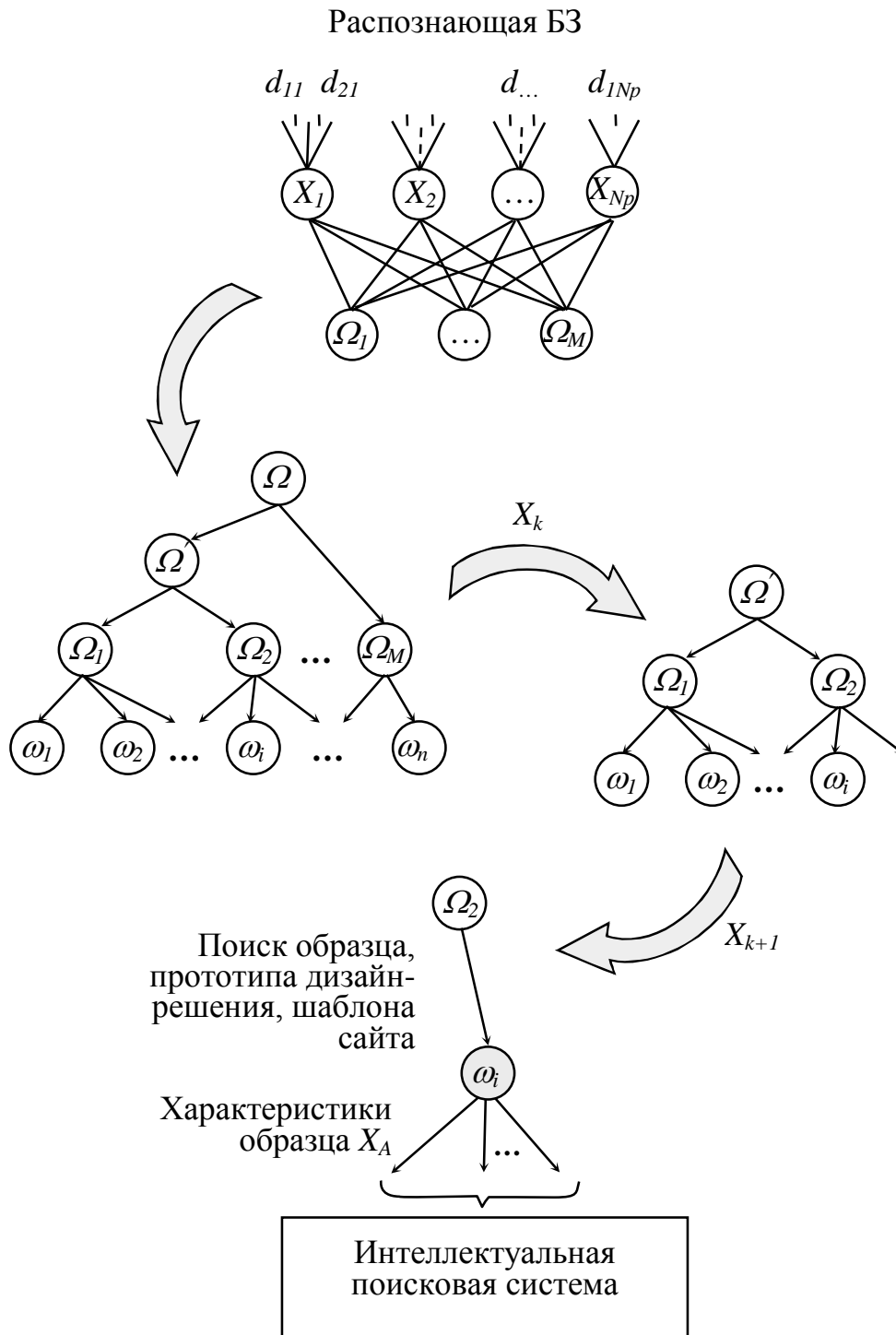


Рисунок 4.10 – Использование знаний в интеллектуальной поисковой системе

РБЗ снабжает поисковую систему знаниями как декларативного, так и процедурного типов. Декларативная часть содержит знания о структуре предметной области, морфологии объектов и разделительной силе их признаков. Процедурная же часть реализуется как алгоритм обработки бинарной решающей матрицы, который использует вводимые пользователем интеллектуальной системы значения признаков X_k .

В процессе интеллектуального поиска в рабочей памяти устанавливаются единичные значения для листьев дерева, содержащих коды классов. Через характеристические множества классов – множества индексов классов, значения признаков которых принадлежат выбранной категории или интервалу – последовательно уточняется множество возможных решений.

Интеллектуальная поисковая система функционирует в нескольких основных режимах.

Режим работы с интеллектуальной базой данных предназначен для занесения данных об обучающей выборке – характеристиках СРТЖР в виде числовых кодов, соответствующих градациям исходных признаков ТЖР. Логическая схема ИБД соответствует трем группам показателей: “Предметные характеристики”, “Характеристики обмера параметров”, “Композиционно-конструктивные характеристики”, описанным в *разделе 1.3.2 и приложении П.А.2*.

Поскольку у ряда образцов СРТЖР могут быть утеряны детали, а некоторые значения атрибутов могут отсутствовать у объектов обучающей выборки, при группировке данных выполняется процедура исключения столбцов и строк с нулевыми значениями. Подготовленные данные экспортируются в статистический пакет STATGRAPHICS для дальнейшего многомерного анализа [41].

Режим построения базы знаний предназначен для параметрической идентификации бинарной решающей матрицы. Заполнение БРМ осуществляется по алгоритму, описанному в *разделе 3.2*. Соответствующий программный модуль на языке VBA имеет следующие настраиваемые параметры: количество бинарных переменных T , количество переменных рабочего словаря N_p , количество исходных переменных N_A , количество объектов в выборке n , число классов M . В процессе работы программы определяются: просмотренные пользователем признаки, выбранный в результате поиска класс Ω_m .

БРМ строится для априорного словаря, упорядоченного по убыванию информативности бинарных признаков. С помощью программного кода она заполняется автоматически. Алгоритм заполнения БРМ основан на обработке данных кластерного и дискриминантного анализов таким образом, что значение каждой ячейки матрицы характеризует наличие или отсутствие бинарного признака у объектов заданного класса, либо принадлежность значений количественного признака объектов заданного класса рассматриваемому уровню (интервалу кодирования) признака.

Режим интеллектуального поиска предназначен для быстрого нахождения объекта с помощью распознающей базы знаний. Процедура интеллектуального поиска описана в *разделе 3.3*. С помощью таблицы рабочей памяти последовательно определяются значения текущего подмножества классов – претендентов для дальнейшего рассмотрения.

Если в текущей строке рабочей памяти содержится одна единица, то соответствующий элемент строки указывает номер выделенного класса – выполняется переход к процедуре интерпретации выбранного объекта и его класса.

Обученная интеллектуальная система (*рисунок В.1.1*) реализуется как универсальный алгоритм обработки системы решающих правил, использующий вводимые пользователем значения признаков традиционной женской рубахи северорусского типа.

Решение находится без перебора значений всех признаков. Результатом работы системы является интерпретация выбранного кластера – указываются количество образцов, типичные значения выбранных характеристик класса (*рисунок В.1.2*) и предьявляется типовой образ – прототип народного костюма (*рисунок 4.11*). Типичные значения характеристик класса рассчитываются как величина моды M_o – чаще всего встречающиеся значения признаков для образцов в выбранном кластере [138].

Интеллектуальный поиск музейного образца традиционной женской рубахи северорусского типа останавливается, в большинстве случаев, при глубине просмотренного пространства 6–8 признаков и общем количестве композиционно-конструктивных характеристик, равном 98. Для найденного объекта выводится изображение и дается морфологическое описание – перечисляются названия номинальных (интервальных) признаков и их значения.

Интерпретация образца

Для выбранного класса № типовым является объект №

Выбранный объект является типовым в выбранном классе

Выбранный образец



Типовой образец



Назад
Далее

Интерpretation_2 : форма

Рисунок 4.11 – Предъявление типового образа – прототипа народного костюма

Выводы по разделу 4

В разделе решена задача проверки эффективности предложенных методов и алгоритмов при разработке ряда интеллектуальных систем, основанных на знаниях в области дизайна.

1. Проектирование изделий установленного типа с помощью распознающей базы знаний позволяет перейти от размерной к морфологической типологии, основанной на внутренних соотношениях между частями проектируемого изделия, для учета индивидуальных особенностей потребителей. Так, в процессе установления закономерностей в размерных признаках кистей рук найдены уравнения, обладающие, при небольшом количестве измеряемых признаков, высокой информационной способностью.

2. Построение методом пошаговой регрессии описаний типов сайтов, обладающих определенным стилем дизайна, позволяет указать в локальном пространстве наиболее характерные значения признаков. Значения мод для таких признаков показывают, например, что сайты текстового стиля отличаются декоративными шрифтами заголовков, наличием горизонтальных разделительных линий, преобладанием вертикального расположения навигационного меню, шириной колонки с контентом, равной 40%, и шириной последней колонки 30%.

3. Поскольку при проектировании серии одежды различных размеров используются среднетипичные размеры, разработан метод, позволяющий наложить результаты кластерного анализа – представленную в распознающей БЗ структуру предметной области – на размерную типологию. Метод основан на поиске зависимостей по координатам центроидов выявленных кластеров. Координаты кластерных центроидов используются как центры притяжения регрессии к нескольким морфологическим типам внутри самого массового типоразмера, что обеспечивает устойчивость найденных моделей к изменениям входных данных и хорошие прогностические свойства для всего диапазона размеров.

4. Разработана интеллектуальная система поиска музейного образца. Оптимизация запросов к ИБД заключается в нахождении образца без перебора значений всех признаков. Построение наиболее эффективного пути следования запросов выполняется на основе знаний об информативности признаков, иерархической структуре классов и правилах описания классов на языке признаков. Интеллектуальный поиск музейного образца традиционной женской рубахи северорусского типа останавливается, в большинстве случаев, при глубине просмотренного пространства 6–8 признаков и общем количестве композиционно-конструктивных характеристик, равном 98. Для найденного объекта выводится изображение и дается морфологическое описание – названия признаков и их значения.

Заключение

Подход, основанный на комплексном применении многомерного анализа данных, совокупность предложенных методов и алгоритмов построения баз знаний продукционного типа, а также их практическая реализация представляют собой решение актуальной научно-технической задачи автоматизации создания интеллектуальных систем для широкой совокупности объектов дизайна, обеспечивая семантическую интерпретацию решений в условиях многомерности описаний объектов. Их внедрение вносит значительный вклад в развитие инструментальной базы для приобретения знаний и оценки дизайн-решений. При решении данной задачи были получены следующие результаты.

1. Подход, основанный на комплексном использовании методов многомерного анализа, обеспечивает, при выработке проектно-художественных решений, извлечение зафиксированных в изготовленных объектах знаний из массива данных “объекты–свойства”. Помимо классификации данных в области дизайна, структуризации понятий, представляющих объект, определения значимости признаков, выполнения их ранжирования и отбора, устанавливаются правила, раскрывающие причинно-следственные связи между свойствами изделия и его показателями качества, внешнего вида.

2. Методы двухэтапного отбора и ранжировки признаков объектов дизайна, и автоматизированного построения в локальном пространстве системы решающих правил на основе модели множественной пошаговой регрессии, разработанные в рамках комплексного подхода. Предварительный отбор признаков осуществляется с помощью анализа главных компонент, кластеризации переменных и дискриминантного анализа. На втором этапе, учитывая нарушение принципа аддитивности при рассмотрении вклада переменных в их совместную разделяющую силу, выполняется ранжировка признаков по росту накопленной части безошибочных разделений объектов. Формирование описаний типов объектов в локальном пространстве наиболее характерных значений признаков значительно снижает трудоемкость при поиске покрытия каждого класса в виде конъюнкции элементарных событий о попадании значений признаков в определенные интервалы.

3. Алгоритм формирования логического решающего правила по результатам кластерного и дискриминантного анализов, осуществляющий представление результатов машинного обучения в виде распознающей базы знаний. Правило выполняет разбиение пространства признаков на области с помощью гиперплоскостей, ортогональных координатным осям, и легко интерпретируется. Параметрическая идентификация правила заключается в установке единичных значений яче-

ек памяти при наличии бинарного признака у объектов m -го класса, либо в случае принадлежности значений количественного признака рассматриваемому интервалу кодирования.

4. Алгоритм интеллектуального поиска, использующий вводимые пользователем значения признаков, основан на обработке логического решающего правила. Алгоритм реализует процедурную часть базы знаний интеллектуальной системы для выбора шаблона дизайн-решения.

5. Методы, алгоритмы, базы знаний и интеллектуальные системы, разработанные в рамках предложенного подхода, используются для проектирования мужских перчаток установленного морфологического типа, расчета среднетипичных размеров перчаток при серийном производстве, извлечения знаний в области веб-дизайна, интеллектуального поиска музейного образца – прототипа народного костюма, позволяя сократить затраты на обработку и систематизацию больших массивов данных, объективизировать оценку проектного решения, повысить точность расчета размерных признаков по сравнению с существующими методиками проектирования, что подтверждено соответствующими актами внедрения и свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Дальнейшая интеграция инструментов машинного обучения и инженерии онтологий позволит выявлять как структуру классов, так и составляющих элементов дизайна, выстраивать цепочки промежуточных понятий, учитывать технологические и конструктивные ограничения, что в конечном итоге послужит основой для поддержки процессов синтеза дизайн-решений на основе накопленных знаний об элементах дизайна и их взаимосвязях. Перспективными направлениями исследования являются также выявление предпочтений потребителя, тенденций моды и прогнозирование стилей, на основе накопленных данных о динамике параметров объектов дизайна.

Полученные результаты соответствуют п. 4. “Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации”, п. 5. “Разработка специального математического и программного обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации”, п. 12. “Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации”, п. 13. “Методы получения, анализа и обработки экспертной информации” паспорта научной специальности 05.13.01 “Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)”.

Список сокращений и условных обозначений

БЗ – база знаний;

БРМ – бинарная решающая матрица;

ИБД – интеллектуальная база данных;

ИС – интеллектуальная система;

ОВ – обучающая выборка;

ОРО – обучение распознаванию образов;

ПЛК – метод прямоугольных логических классификаторов;

РБЗ – распознающая база знаний;

РП – решающее правило;

РС – рабочий словарь признаков;

ЭС – экспертная система;

$A \setminus B$ – разность двух множеств A и B ;

d_{ij} – значение i -го порога для j -го признака, $i = \overline{1, (t_j - 1)}$;

h – емкость класса РП;

L – линейная комбинация признаков;

M – число классов объектов дизайна;

M_o – статистическая мода;

n – объем обучающей выборки;

N – размерность признакового пространства;

N_A – число признаков априорного словаря;

N_P – число признаков рабочего словаря;

r – ранг бинарного признака;

$\tilde{P}_{ош}$ – оценка вероятности ошибки при разделении объектов выборки;

R^2 – коэффициент детерминации;

T – общее количество бинарных признаков;

t_j – число градаций (интервалов кодирования) признака X_j ;

X_A – априорный словарь входящих в глобальное пространство признаков;

- $X_{ГК}$ – подгруппа исходных признаков, отобранная с помощью метода главных компонент;
- $X_{ДА}$ – подгруппа исходных признаков, отобранная с помощью дискриминантного анализа;
- $X_{КЛ}$ – подгруппа исходных признаков, отобранная с помощью кластеризации переменных;
- X_P – рабочий словарь признаков;
- X'_P – предварительно выбранный рабочий словарь;
- X^m_P – отобранная рабочая подгруппа признаков в локальном пространстве m -го класса;
- $X_{СТ}$ – стабильные признаки;
- X_j – исходная переменная;
- $X_{j t}$ – уровни исходной переменной;
- X_k – бинарный признак;
- X_k^* – бинарный признак, принадлежащий выбранной пользователем категории в процессе интеллектуального поиска;
- $X_j^{кл}$ – классифицирующие признаки;
- X_j^P – расчетные показатели;
- X_N^B – ведущие признаки;
- $X_{Np}^{кл}$ – классифицирующие признаки, входящие в рабочий словарь;
- Y^m – классифицирующая переменная для выделения m -го класса;
- Ω – множество объектов, предъявляемых к экспертизе;
- $\Omega_m, m = \overline{1, M}$, – непересекающиеся подмножества – классы экспертных заключений из множества Ω ;
- ω_i – i -й объект выборки, $i = \overline{1, n}$.

Список использованных источников

1. *Автоматизация* поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании): монография / А. И. Половинкин и др.; под ред. А. И. Половинкина. – М.: Радио и связь, 1981. – 344 с.
2. *Агеенко, Я. В.* Руководство для дизайнера: советы дизайнерам: правила дизайнера, рекомендации по дизайну [Электронный ресурс] / Я. В. Агеенко. – Режим доступа: <http://www.yanajy.com/articles/rukovodstvo-dizajnera.html> (дата обращения: 20.03.2011).
3. *Айвазян, С. А.* Прикладной многомерный статистический анализ / С. А. Айвазян, Г. И. Бакланов, А. Г. Волков – М.: Наука, 1978. – 395 с.
4. *Акобир Шахиди.* Apriori – масштабируемый алгоритм поиска ассоциативных правил [Электронный ресурс] / Шахиди Акобир. – Режим доступа: <https://basegroup.ru/community/articles/apriori> (дата обращения: 18.01.2016).
5. *Александров, В. В.* Математика. Кибернетика. Информатика / В. В. Александров // Труды СПИИРАН. – 2013. – Вып. 27. – С. 245–262.
6. *Александров, В. В.* Феномен идентификации / В. В. Александров, С. В. Кулешов, Б. Шаннаг // Труды СПИИРАН. – 2009. – Вып. 11. – С. 52–62.
7. *Аналитика*, графический и веб-дизайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ironper.ru> (дата обращения: 31.08.2014).
8. *Андрейчиков, А. В.* Интеллектуальные информационные системы: учебник / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
9. *Андрейчиков, А. В.* Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М.: Либроком, 2013. – 306 с.
10. *Ашманов, Игорь.* Информация и знания: невидимая грань [Электронный ресурс] / И. Ашманов. – Режим доступа: <http://esm-journal.ru/docs/Informacija-i-znaniya-nevidimaja-gran.aspx> (дата обращения: 29.08.2014).

11. *Базы данных. Интеллектуальная обработка информации* / В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васютин, В. В. Райх. – М.: Нолидж, 2000. – 352 с.
12. *Баяндин, А. В.* Понятие "Информация": От восприимчивости – к информации [Электронный ресурс] / А. В. Баяндин. – Режим доступа: http://bajantot.blogspot.com/2009/12/blog-post.html#_edn1 (дата обращения: 12.08.2014).
13. *Беляев, С. А.* Экспериментальная психология: учеб.-метод. комплекс / С. А. Беляев. – Минск: Изд-во МИУ, 2010. – 168 с.
14. *Бениаминов, Е. М.* Алгебраические методы в теории баз данных и представлении знаний / Е. М. Бениаминов. – М.: Научный мир, 2003. – 184 с.
15. *Берд, Д.* Веб-дизайн. Руководство разработчика / Д. Берд, О. Сивченко. — СПб.: «Питер», 2012. — 224 с.
16. *Бешелев, С. Д.* Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 264 с.
17. *Блуднов, Г. П.* Веб-дизайн как средство специальной подготовки студентов художественно-графических факультетов: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Московский педагогический государственный университет. – М., 2004. – 14 с.
18. *Бородаев Д.* Тенденции возникновения и развития стилей в Веб-дизайне // Вісник Харківської Державної академії дизайну і мистецтв. – Х.: ХДАДМ, 2005. – № 1. – Ч. 1. – С. 79–85.
19. *Булатова, Е. Б.* Новый подход к автоматизации проектирования одежды / Е. Б. Булатова, Е. Б. Коблякова и др. // Швейная промышленность. – 1999. – № 2. – С. 22-23.
20. *Быстрова, Т. Ю.* Определение дизайна: сущность, возраст, функции и перспективы развития | Быстрова Татьяна об имидже, философии дизайна, архитектуре [Электронный ресурс] / Т. Ю. Быстрова. – Режим доступа: http://backup.taby27.ru/studentam_aspirantam/philos_design/referaty_philos_design/opredelenie_design/314.html (дата обращения: 26.08.2014).

21. *Вагин, В. Н.* Методы извлечения и обобщения информации в больших базах данных / В. Н. Вагин, А. А. Федотов, М. В. Фомина // Изв. АН. Сер. Теория и системы управления. – 1999. – №5. – С.45-59.

22. *Винокуров, С. П.* Об одном способе использования алгоритмов распознавания образов по информации тактильных датчиков в процессе управления охваченным роботом / С. П. Винокуров, М. М. Камилов, Р. М. Нурматов, Х. В. Тураханов // Изв. АН УзССР. Сер. Техн. науки. – 1987. – № 4. – С. 20–24.

23. *Витяев, Е. Е.* Извлечение знаний из данных. Компьютерное познание. Модели когнитивных процессов: монография / Е. Е. Витяев. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2006. – 293 с.

24. *Воронов, М. В.* Введение в системный анализ: учеб. пособие / М. В. Воронов. – Тирасполь: «Полиграфист», 2011. – 185 с.

25. *Воронов, М. В.* Моделирование слабоструктурированных проблем: монография / М. В. Воронов. – М.: Изд-во СГУ, 2010. – 332 с.

26. *Воронов, М. В.* Прикладная математика: учеб. пособие / М. В. Воронов, В. И. Пименов, Е. Г. Суздалов / Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области технологии, конструирования изделий легкой промышленности. – СПб.: СПГУТД, 2003. – 384 с.

27. *Воронцов, Константин.* Машинное обучение и анализ данных [Электронный ресурс] / К. В. Воронцов. – Режим доступа: <http://www.ccas.ru/voron/teaching.html> (дата обращения: 18.09.2014).

28. *Вятчинин, Д. А.* Нечёткие методы автоматической классификации: монография / Д. А. Вятчинин. — Минск: Технопринт, 2004. — 219 с.

29. *Гаврилова, Т. А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.

30. *Гаврилова, Т. А.* Использование онтологий в системах управления знаниями [Электронный ресурс] / Т. А. Гаврилова. – Режим доступа: http://bigc.spb.ru/publications/bigspb/km/use_ontology_in_suz.php (дата обращения: 17.09.2014).

31. *Гайдышев, И.* Анализ и обработка данных: специальный справочник / И. Гайдышев. – СПб: Питер, 2001. – 752 с.

32. *Гарретт, Д.* Веб-дизайн: книга Джесса Гарретта. Элементы опыта взаимодействия / Джесс Гарретт. – М.: Символ-Плюс, 2008. – 192 с.
33. *Городецкий, В. И.* Эффективные методы обработки больших данных для принятия решений / В. И. Городецкий, О. Н. Тушканова // Труды докладов 9-й российской мультиконференции по проблемам управления. – СПб.: “Концерн “Центральный НИИ “Электроприбор”, 2016. – С. 74–96.
34. *Гусев, Б. Н.* Классификация объектов и параметров прядильного производства / Б. Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995. – № 6. – С. 25-28.
35. *Гусев, Б. Н.* Комплексная оценка качества технологических процессов прядильного производства / Б. Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996. – № 4. – С. 27-30.
36. *Далидович, А. С.* Основы теории вязания / А. С. Далидович. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая индустрия, 1970. – 432 с.
37. *Девятков, В. В.* Системы искусственного интеллекта / гл. ред. И. Б. Фёдоров. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. — 352 с.
38. *Деза, Е.* Энциклопедический словарь расстояний / Е. Деза, М. М. Деза. — М: Наука, 2008. — 276 с.
39. *Дизайн студия Sirooff* - Стили web-дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dstudios.ru/articles/pro-design/35-styles> (дата обращения: 20.03.2011).
40. *Дубров, А. М.* Многомерные статистические методы: учеб. / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
41. *Дюк, В. А.* Обработка данных на ПК в примерах / В. А. Дюк. – СПб.: Питер, 1997. – 240 с.
42. *Дюк, В. А.* Формирование знаний в системах искусственного интеллекта: геометрический подход / В. А. Дюк // Вест. академии техн. творчества / СПбГТУ. – 1996. – № 2. – С. 46–67.
43. *Енюков, И. С.* Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др.; под ред. И. С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

44. *Ефимов, В. В.* Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством / сост. В. В. Ефимов. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 194 с.
45. *Журавлев, Ю. И.* Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения / Ю. И. Журавлев, В. В. Рязанов, О. В. Сенько. – М.: Фазис, 2006. – 176 с.
46. *Зак, И. С.* База данных и компьютерная система для подготовки производства фирменной рабочей одежды / И. С. Зак, Р. И. Сизов, Б. А. Козлов // Швейная промышленность. – 1998. – №1. – С. 37-39.
47. *Захаркина, Валентина.* Проектирование веб-интерфейсов [Электронный ресурс] / В. Захаркина. – Режим доступа: <http://vvz.nw.ru/Lessons/Usability/index.htm> (дата обращения: 25.08.2014).
48. *Зудина, Е. А.* Стилевые тенденции в современном дизайне web-среды [Электронный ресурс] / Е. А. Зудина. – Режим доступа: http://archvuz.ru/2008_2/9 (дата обращения: 20.03.2011).
49. *Зыбин, Ю. П.* Конструирование изделий из кожи: Учебник для студентов вузов / Ю. П. Зыбин, В. М. Ключникова, В. А. Фукин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.
50. *Интеллектуальные системы* технологического проектирования, управления и обучения в многоассортиментном производстве гранулированных пористых материалов из тонкодисперсных частиц / Т. Б. Чистякова, Ю. И. Шляго, И. В. Новожилова, Н. В. Мальцева. – СПб.: СПбГТИ(ТУ). – 2012. – 324 с.
51. *Искусственный интеллект* — Портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aiportal.ru> (дата обращения: 31.08.2014).
52. *Исследования Eye tracking*, анализ usability, маркетинговые исследования >> Что такое Eye Tracking [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eye-tracking.ru/?page_id=558 (дата обращения: 29.08.2014).
53. *История компьютера* – Искусственный интеллект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chernykh.net/content/view/125> (дата обращения: 29.08.2014).

54. *История* компьютера – Эвристические функции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chernykh.net/content/view/294/494> (дата обращения: 29.08.2014).
55. *История* мирового дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://design-history.ru> (дата обращения: 26.08.2014).
56. *Каллан, Р.* Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан. – М.: Вильямс, 2001. – 288 с.
57. *Качанов, Александр.* Webmascon – журнал для веб-мастеров [Электронный ресурс] / А. Качанов. – Режим доступа: <http://www.webmascon.com> (Дата обращения: 25.08.2014).
58. *Кирсанов, Д.* Веб-дизайн / Д. Кирсанов. – СПб.: Символ-Плюс, 2009. – 368 с.
59. *Классификация* некоторых стилей веб-дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.master-live.ru/web_stil.html (дата обращения: 12.08.2014).
60. *Кластерный анализ* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stcluan.html#d> (дата обращения: 17.09.2014).
61. *Клевер, Наташа.* Стиль минимализм в современном веб-дизайне и его основные принципы [Электронный ресурс] / Н. Клевер. – Режим доступа: <http://www.designonstop.com/webdesign/trends/stil-minimalizm-v-sovremennom-veb-dizajne-i-ego-osnovnye-principy.htm/comment-page-1> (дата обращения: 20.03.2011).
62. *Клочко, И. Л.* САПР одежды: учебное пособие / И. Л. Клочко. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2009. – 112 с.
63. *Клюев, Михаил.* Статьи о дизайне - история, теория, практика дизайна [Электронный ресурс] / М. Клюев. – Режим доступа: <http://rosdesign.com/design/design.htm> (дата обращения: 29.08.2014).
64. *Коблякова, Е. Б.* Основы конструирования одежды / Е. Б. Коблякова, А. В. Савостицкий, Г. С. Ивлева. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 446 с.
65. *Колмаков, В. Ю.* Информация, информационность, виртуальность: монография / В. Ю. Колмаков. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. – 359 с.

66. *Конструирование* одежды с элементами САПР / сост. Е. Б. Коблякова, Г. С. Ивлева, В. Е. Романов и др. – М.: Университет, 2007. – 462 с.
67. *Коробцева, Н. А.* Теория импрессивного подхода к дизайну одежды / Н. А. Коробцева. – М.: НИЦ МГУДТ, 2007. – 177 с.
68. *Костин, А. Н.* Круглый стол “Юзабилити как новое направление исследований в инженерной психологии” / А. Н. Костин и др. // Психологический журнал. – 2011. – Том 32, № 4. – С. 113–124.
69. *Коськов, М. А.* Предметный мир культуры / М. А. Коськов. – СПб.: СПбГУ, 2004. – 344 с.
70. *Котенко, И. В.* Построение модели данных для системы моделирования сетевых атак на основе онтологического подхода / И. В. Котенко, О. В. Полубелова, А. А. Чечулин // Труды СПИИРАН. – 2013. – Вып. 3 (26). – С. 26–39.
71. *Кречетников, К. Г.* Системный дизайн при построении интерфейса компьютерных обучающих программ [Электронный ресурс] / К. Г. Кречетников, Н. Н. Черненко // Интернет-журнал «Эйдос». – Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2001/0319.htm#diz> (дата обращения: 15.09.2014).
72. *Круг, С.* Веб-дизайн: книга Стива Круга или «не заставляйте меня думать!» / С. Круг. – М.: Символ-плюс, 2008. – 224 с.
73. *Кузнецов, С. В.* Технологии управления знаниями [Электронный ресурс] / С. В. Кузнецов. – Режим доступа: <http://www.knowbase.ru/knowledge-management-technologies.htm#322> (дата обращения: 29.08.2014).
74. *Купер, Алан.* Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / Алан Купер, Роберт Рейман, Дэвид Кронин. – СПб.: Символ-Плюс, 2009. – 688 с.
75. *Лаврентьев, А. Н.* История дизайна: учеб. пособие / А. Н. Лаврентьев. – М.: Гардарики, 2007. – 303 с.
76. *Лапшин, В. А.* Онтологии в компьютерных системах / В. А. Лапшин. – М.: Научный мир, 2010. – 224 с.

77. *Люгер, Дж. Ф.* Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / под ред. Н. Н. Куссуль. — 4-е изд. — М.: Вильямс, 2005. — 864 с.
78. *Магазанник, В. Д.* Человеко-компьютерное взаимодействие: Учебное пособие для вузов / В. Д. Магазанник, В. М. Львов. — Тверь: Триада, 2005. — 200 с.
79. *Макнейл, П.* Веб-дизайн. Книга идей веб-разработчика / П. Макнейл. — СПб.: «Питер», 2014. — 288 с.
80. *Мангейм, Дж. Б.* Политология: Методы исследования / Дж. Б. Мангейм, Р. К. Рич. — М.: Издательство “Весь Мир”, 1997. — 544 с.
81. *Манно, Настя.* Mannodesign.com - авторский блог веб-дизайнера Насти Манно [Электронный ресурс] / Н. Манно. — Режим доступа: <http://www.mannodesign.com> (дата обращения: 27.04.2011).
82. *Медведев, В. Ю.* О теории дизайна в новой учебной литературе [Электронный ресурс] / В. Ю. Медведев. — Режим доступа: <http://designunion.ru/authors/theory/356-literature> (дата обращения: 15.09.2011).
83. *Мерков, А. Б.* Распознавание образов: Введение в методы статистического обучения / А. Б. Мерков. — М.: Едиториал УРСС, 2011. — 256 с.
84. *Михеева, А. В.* Закономерности изменчивости и распределения антропометрических признаков кистей мужских рук / А. В. Михеева, В. В. Семенова // Кожевенно-обувная промышленность. — 2010. — № 4. — С. 41–42.
85. *Михеева, Е. И.* Антропометрические исследования характеристик рук мужчин / Е. И. Михеева, В. В. Семенова, Л. А. Решетникова // Известия вузов. Технология легкой промышленности. — 2010. — № 1. — С. 89–92.
86. *Мишенин, О. А.* Информационная система подготовки технологических процессов изготовления швейных изделий / О. А. Мишенин, А. Ултургашева // В мире оборудования. — 2014. — № 1. — С. 32-39.
87. *Науман, Э.* Принять решение – но как?: Пер. с нем. / Э. Науман. — М.: Мир, 1987. — 198 с.
88. *Нейроботикс* - Трекинг глаз [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://neurobotics.ru/eyetracking> (дата обращения: 29.08.2014).

89. *Нильсен, Я.* Веб-дизайн. Анализ удобства использования веб-сайтов по движению глаз / Я. Нильсен, К. Перниче. – М.: Вильямс, 2010. – 496 с.
90. *Нильсен, Я.* Веб-дизайн / Я. Нильсен. — СПб.: Символ-Плюс, 2006. — 512 с.
91. *Новиков, Ф. А.* Искусственный интеллект: представление знаний и методы поиска решений: Учеб. пособие / Ф. А. Новиков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 240 с.
92. *Норман, Д. А.* Дизайн привычных вещей / Д. А. Норман. – М.: «Вильямс», 2006. – 384 с.
93. *Нуржасарова, М. А.* Теоретические и методологические принципы проектирования современной одежды на основе традиционного казахского костюма: автореф. дис. ... д.т.н. / М., 2005. – 49 с.
94. *Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения* / Б. В. Добров, В. В. Иванов, Н. В. Лукашевич, В. Д. Соловьев. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. — 173 с.
95. *Осипов, Г. С.* Методы искусственного интеллекта / Г. С. Осипов. – М.: Физматлит, 2011. – 296 с.
96. *Осовский, С.* Нейронные сети для обработки информации / Перевод И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 345 с.
97. *Островский, А. М.* Социально-философские основания гуманизации человеко-компьютерного взаимодействия (Опыт междисциплинарного исследования): монография / А. М. Островский. – М., 2010. – 583 с.
98. *Панкратова, Е. С.* Автоматическое порождение гипотез в интеллектуальных системах / Е. С. Панкратова, В. К. Финн; под ред. В. К. Финна. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 528 с.
99. *Пармон, Ф. М.* Русский народный костюм как художественно-конструкторский источник творчества: монография / Ф. М. Пармон. – М.: Легпромбытиздат, 1994. – 267 с.
100. *Перевалов, Ярослав.* Usability в России [Электронный ресурс] / Я. Перевалов. – Режим доступа: <http://usability.ru> (дата обращения: 25.08.2014).

101. *Пименов, В. И.* Инструментальная база когнитивных технологий / В. И. Пименов, А. Г. Макаров, И. В. Пименов // Совершенствование математического образования – 2014: проблемы и пути их решения: материалы VIII междунар. науч.-метод. конф. – Тирасполь, 2014. – С. 207.

102. *Пименов, В. И.* Концептуальный анализ области Web-дизайна методами многомерного анализа данных / В. И. Пименов, И. В. Пименов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2011. – № 2. – С. 66–71.

103. *Пименов, В. И.* Методы формализации процесса дизайна / В. И. Пименов, И. В. Пименов // Труды докладов XIV междунар. конф. «Информатика: проблемы, методология, технологии», Воронеж, ВГУ – 2014. – С. 149–152.

104. *Пименов, В. И.* Построение модели знаний в области веб-дизайна / В. И. Пименов, И. В. Пименов // Математическое моделирование в образовании, науке и производстве: тез. VII-й междунар. конф. / Тирасполь, 2011. – С. 174–175.

105. *Пименов, В. И.* Построение модели знаний о технологиях с помощью дискриминантных алгоритмов // Программные продукты и системы. – 2009. – № 3. – С. 42–45.

106. *Пименов, В. И.* Проектирование обучающих систем в области технологии и дизайна: монография / В. И. Пименов. – СПб.: ИПЦ СПГУТД, 2006. – 229 с.

107. *Пименов, В. И.* Разработка обучающих систем по дисциплинам технологического цикла на основе методов интеллектуального анализа данных / В. И. Пименов, О. С. Ипатов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2009. – № 9. – С. 38–44.

108. *Пименов, В. И.* Совершенствование методики проектирования перчаток на основе интеллектуального анализа данных / В. И. Пименов, В. В. Семенова, И. В. Пименов, А. В. Михеева // Дизайн. Материалы. Технология. – 2012. – № 4(24). – С. 101–106.

109. *Пименов, И. В.* Автоматизация поиска оптимального дизайн-решения на основе методологии инженерии знаний / И. В. Пименов, Д. А. Ермин // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 2016. – № 1. – С. 47–50.

110. *Пименов, И. В.* Автоматизация создания интеллектуальной системы на основе методов локальной геометрии / И. В. Пименов, Т. А. Кравец, В. И. Пименов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2016. – № 4. – С. 9–14.
111. *Пименов, И. В.* Алгоритмизация построения базы знаний материальных и информационных продуктов / И. В. Пименов // Труды докладов междунар. науч.-методич. конф. «Информатизация инженерного образования (Инфорино 2014)», Москва, Издательство МЭИ – 2014. – С. 115–116.
112. *Пименов, И. В.* Интеллектуальная система анализа дизайн-процессов / И. В. Пименов // Труды докладов XII Всерос. науч. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение», Москва, МГППУ – 2014. – С. 25.
113. *Пименов, И. В.* Интеллектуальная система проектирования одежды установленного типа / И. В. Пименов // Тезисы IX-й междунар. конф. “Математическое моделирование в образовании, науке и производстве”. – Тирасполь, 2015. – С. 175–176.
114. *Пименов, И. В.* Использование знаний в информационной системе расчета среднетипичных размеров при серийном производстве / И. В. Пименов, Н. Р. Туркина, В. И. Пименов // Автоматизация. Современные технологии. – 2016. – № 4. – С. 23–27.
115. *Пименов, И. В.* Использование знаний при проектировании изделий установленного типа / И. В. Пименов, В. В. Семенова, В. И. Пименов // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – № 2(60). – С. 86–90.
116. *Пименов, И. В.* Использование методов многомерного анализа для построения интеллектуальных систем / И. В. Пименов // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. – 2016. – № 2. – С. 24–28.
117. *Пименов, И. В.* Использование распознающей базы знаний при проектировании объектов дизайна / И. В. Пименов, В. И. Пименов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2016. – № 1. – С. 32–36.

118. *Пименов, И. В.* Исследовательский комплекс в области web-дизайна / И. В. Пименов // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна: сб. науч. тр.: в 4-х ч. Ч. 1: Естественные и технические науки. – СПб.: СПГУТД, 2011. – С. 201–206.

119. *Пименов, И. В.* Методология построения системы интеллектуального поиска музейного образца / И. В. Пименов, В. И. Пименов // Труды докладов XIII междунар. конф. «Информатика: проблемы, методология, технологии», Воронеж, ВГУ – 2013. – С. 49–53.

120. *Пименов, И. В.* Многомерный анализ данных при проектировании сложных объемных изделий / И. В. Пименов // Труды докладов междунар. научно-методич. конф. “Математика в вузе и в школе”, СПб.: ПГУПС – 2012. – С. 176–177.

121. *Пименов, И. В.* Многомерный анализ и обработка данных при извлечении знаний в области дизайна / И. В. Пименов, А. Г. Макаров // Информатизация образования и науки. – 2015. – № 4(28). – С. 83–96.

122. *Пименов, И. В.* Моделирование знаний об объектах дизайна / И. В. Пименов // Тезисы VIII-й междунар. конф. “Математическое моделирование в образовании, науке и производстве”. – Тирасполь, 2013. – С. 14–15.

123. *Пименов, И. В.* Обработка информации при построении интеллектуальной базы данных / И. В. Пименов, А. Г. Макаров // Труды докладов XIV междунар. конф. «Информатика: проблемы, методология, технологии», Воронеж, ВГУ – 2014. – С. 144–148.

124. *Пименов, И. В.* Подход к интеллектуальному поиску дизайн-решения / И. В. Пименов, К. В. Григорьева, В. И. Пименов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2015. – № 4. – С. 29–35.

125. *Пименов, И. В.* Построение морфологической типологии при серийном производстве изделий / И. В. Пименов // Пути решения проблем совершенствования математического образования: интеграция науки и практики: матер. 7 междунар. науч.-практ. конф. – Тирасполь, 2012. – С. 103.

126. *Пименов, И. В.* Построение распознающих баз знаний для поиска дизайн-решений / И. В. Пименов // Системы управления и информационные технологии. – 2014. – № 1.1(55). – С. 183–186.

127. *Пименов, И. В.* Построение системы интеллектуального поиска объекта дизайна / И. В. Пименов // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2015. – № 1. – С. 60–64.

128. *Пименов, И. В.* Программно-аппаратный комплекс для автоматизации разработки интеллектуальных информационных систем / И. В. Пименов // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2014. – № 1. – С. 60–63.

129. *Пименов, И. В.* Программный комплекс интеллектуальной поисковой системы, основанной на знаниях в области дизайна / И. В. Пименов // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2013. – № 1. – С. 47–51.

130. *Пименов, И. В.* Разработка методики создания баз знаний в области дизайна / И. В. Пименов, А. Г. Макаров, М. Л. Шатковская, В. И. Пименов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2014. – № 4(34). – С. 90–96.

131. *Пименов, И. В.* Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014615514, РФ. Инструментальная среда для проектирования базы знаний интеллектуальных систем / И. В. Пименов, В. И. Пименов, А. Г. Макаров, М. Л. Шатковская; правообладатель СПГУТД. – Зарег. 28.05.2014. – Бюл. № 6. – 1 с.

132. *Пименов, И. В.* Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014618361, РФ. Оценка показателей классификации, критериев качества и характеристик дизайна при анализе сайтов / И. В. Пименов, В. И. Пименов; правообладатель СПГУТД. – Зарег. 18.08.2014. – Бюл. № 9. – 1 с.

133. *Поведенческие факторы ранжирования* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sembook.ru/book/ranzhirovanie-v-detalyakh/povedencheskie-factory> (дата обращения: 02.11.2014).

134. *Позднякова, Анастасия.* Дискриминантный анализ и другие многомерные методы в маркетинговых исследованиях [Электронный ресурс] /

А. Позднякова. – Режим доступа: <http://www.ciu.kiev.ua/analyze.html> (дата обращения: 12.08.2014).

135. *Покровский, Николай*. Методы исследования Web-сайта [Электронный ресурс] / Н. Покровский. – Режим доступа: <http://www.klubok.net/article1580.html> (дата обращения: 25.08.2014).

136. *Попович, В. В.* О распознавании ситуации на основе технологии искусственного интеллекта / В. В. Попович, А. Н. Прокаев, Р. П. Сорокин, О. В. Смирнова // Труды СПИИРАН. Вып. 7. – СПб.: Наука, 2008. – С. 93–104.

137. *Преимущества системного подхода к дизайну* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studopedia.net/10_113153_preimushchestva-sistemnogo-podhoda-k-dizaynu.html (дата обращения: 02.10.2014).

138. *Прикладная математика*. Справочник математических формул. Примеры и задачи с решениями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pm298.ru> (дата обращения: 29.08.2014).

139. *Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности* / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 607 с.

140. *Процессы обработки материалов в обувной промышленности* | Shwea.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://shwea.ru/?page_id=66 (дата обращения: 15.08.2014).

141. *Процик, К. А.* Автоматизация процесса преобразования творческого эскиза модели одежды в модельную конструкцию / К. А. Процик, М. В. Колосниченко // Швейная промышленность. – 2011. – № 2. – С. 20-21.

142. *Рассел, С., Норвиг, П.* Искусственный интеллект: современный подход / Пер. с англ. и ред. К. А. Птицына. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1408 с.

143. *Речинский, А. В.* Разработка пользовательских интерфейсов. Юзабилити-тестирование интерфейсов информационных систем: учеб. пособие / А. В. Речинский, С. Ф. Сергеев. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 145 с.

144. *Роббинс, Д.* Web-дизайн. Справочник / Д. Роббинс. — М.: "КУДИЦ-ПРЕСС", 2008. — 816 с.

145. *Рожков, Н. Н.* Квалиметрия и управление качеством. Математические методы и модели / Н. Н. Рожков. – СПб.: СПГУТД, 2007. – 185 с.
146. *Розенсон, И. А.* Основы теории дизайна: учеб. для вузов / И. А. Розенсон – СПб.: Питер, 2006. – 224 с.
147. *Романов, В. Е.* Системный подход к проектированию специальной одежды / В. Е. Романов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 128 с.
148. *Ронжин, А. Л.* Концептуальная и формальная модели синтеза киберфизических систем и интеллектуальных пространств / А. Л. Ронжин, О. О. Басов, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2016. – Т. 59. – № 11. – С. 897–905.
149. *Рыбина, Г. В.* Основы построения интеллектуальных систем / Г. В. Рыбина. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010. – 432 с.
150. *Сааков, Виталий.* Дизайн: культурно-историческое предприятие / PRISS-laboratory [Электронный ресурс] / В. Сааков. – Режим доступа: http://priss-laboratory.net.ru/Т.Е.Х.Т.С.-/design-cult-history-enterprice_2.htm (дата обращения: 29.08.2014).
151. *Савельева, И. Н.* Закономерности гармонии в костюме народов России / И. Н. Савельева. – М.: Информ-знание, 2002. – 296 с.
152. *Сатин, Д. К.* Инженерная психология, эргономика, проектирование пользовательских интерфейсов, Usability [Электронный ресурс] / Д. К. Сатин. – Режим доступа: http://www.psychology.ru/internet/round/140400/08_ergonomics.stm (дата обращения: 03.10.2014).
153. *Сатин, Д. К.* Круглый стол “Юзабилити как новое направление исследований в инженерной психологии” [Электронный ресурс] / Д. К. Сатин. – Режим доступа: <http://ru.scribd.com/doc/67039143/круглый-стол-юзабилити-как-новое-направление-исследований-в-инженерной-психологии> (дата обращения: 07.10.2014).
154. *Семенова, В. В.* Теоретические и методологические основы дизайна кожгалантерейных изделий (модульное проектирование): автореф. дис. ... докт. техн. наук / Московский государственный университет дизайна и технологии. – М., 2009. – 48 с.

155. *Семенова, Л. Г.* Исследование и модификация формы колодок для производства обуви расширенного полнотного ассортимента: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.06 / Семенова Любовь Германовна. – СПб.: СПбГУТД, 2008. – 166 с.

156. *Симчера, В. М.* Методы многомерного анализа статистических данных / В. М. Симчера. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 400 с.

157. *Слова.* Дело. Что такое системный подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.new-design.ru/pS2_3C.htm (дата обращения: 21.08.2014).

158. *Смирнов, А. В.* Принципы и модели контекстно-управляемой интеграции знаний / А. В. Смирнов, Т. В. Левашова // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2013. – № 4. – С. 58–73.

159. *Стасышин, В. М.* Задачи кластеризации в Data Mining [Электронный ресурс] / В. М. Стасышин. – Режим доступа: http://ami.nstu.ru/~vms/lecture/data_mining/kurs_klaster.htm (дата обращения: 18.01.2016).

160. *Стасышин, В. М.* Поиск ассоциативных правил в Data Mining [Электронный ресурс] / В. М. Стасышин. – Режим доступа: http://ami.nstu.ru/~vms/lecture/data_mining/rules.htm (дата обращения: 18.01.2016).

161. *Статические* и динамические экспертные системы: учеб, пособие / Э. В. Попов, И. Б. Фоминых, Е. В. Кисель, М. Д. Шапот. – М.: Финансы и Статистика, 1996. – 320 с.

162. *Статьи* о веб-дизайне, создании сайтов, оптимизации и продвижении сайтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://webstudio2u.net/ru/faq.html> (дата обращения: 25.08.2014).

163. *Статьи* о маркетинге, дизайне и рекламе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nakedart.ru/about-studio/articles.html> (дата обращения: 20.03.2011).

164. *Степанов, А. В.* Проектирование содержания образования педагога профессионального обучения в области арт-дизайна: автореф. дис. ... канд. пед. наук / ГОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет». – Екатеринбург, 2010. – 26с.

165. *Степанов, Р. Г.* Технология Data Mining: Интеллектуальный Анализ Данных / Р. Г. Степанов. – Казань: ГОУ ВПО «Казанский Государственный Университет им. В.И. Ульянова-Ленина», 2008. – 58 с.

166. *Степучев, Р. А.* Подготовка студентов на кафедре моделирования костюма [Электронный ресурс] / Р. А. Степучев. – Режим доступа: http://www.sreda-design.ru/libr/education/libr_metodica_model.htm (дата обращения: 15.09.2011).

167. *Стили* в дизайне сайтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.primaris.ru/art_web_styles.html (дата обращения: 21.03.2011).

168. *Стили* веб дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.topcreative.ru/content/stili-web-dizayna.php> (дата обращения: 27.04.2011).

169. *Сурженко, Е. Я.* Методы анализа проектных ситуаций при планировании разработок спецодежды / Е. Я. Сурженко, Е. Л. Хлебникова, В. А. Максимов, Ю. Ю. Антонова // Изв. ВУЗов. Технология швейной промышленности. – 1985. – № 5. – С. 73-77.

170. *Ткаченко, В. А.* Экспертные и обучающиеся системы [Электронный ресурс] / В. А. Ткаченко. – Режим доступа: http://www.lessons-tva.info/edu/e-inf2/m2t4_10.html (дата обращения: 12.08.2014).

171. *Ту, Дж.* Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес; под ред. Ю. И. Журавлева. – М.: Издательство "Мир", 1978. – 416 с.

172. *Учебное пособие* по предмету: Интеллектуальные информационные системы (часть 1 из 3). Самая домашняя библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdb.su/system-intellekt/398-uchebnoe-posobie-po-predmetu-intellektualnye-informacionnye-sistemy-chast-1-iz-3.html> (дата обращения: 31.08.2014).

173. *Федин, Ф. О.* Анализ данных: в 2 ч. / Ф. О. Федин, Ф. Ф. Федин. – М.: МГПУ, 2012. – 512 с. Ч. 2: Инструменты Data Mining: учебное пособие. – 2012. – 308 с.

174. *Филиппов, Вадим*. Школы и направления в веб-дизайне [Электронный ресурс] / В. Филиппов. – Режим доступа: <http://www.deda.ru/bonus/articles/detail.php?ID=1214> (дата обращения: 20.03.2011).

175. *Фридман, Виталий*. Юзабилити: Правила, психология, термины - Design For Masters [Электронный ресурс] / В. Фридман. – Режим доступа: <http://designformasters.info/posts/usability-rules-psychology-terms> (дата обращения: 25.08.2014).

176. *Хорошевский, В. Ф.* Пространства знаний в сети Интернет и Semantic Web. Часть 3 / В. Ф. Хорошевский // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2012. – № 1. – С. 3–38.

177. *Что такое стильный web-сайт?* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.usautoexport.ru> (дата обращения: 20.03.2011).

178. *Шаповал, А. В.* Искусственный интеллект в современной художественно-прикладной культуре: автореф. дис. ... канд. филос. наук / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2009. – 15 с.

179. *Шатковская, М. Л.* Разработка классификатора основных характеристик северорусских традиционных женских рубах / М. Л. Шатковская, Е. Я. Сурженко // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009. – № 4 (11). – С. 15–17.

180. *Шатковская, М. Л.* Формирование элементного базиса прототипов при проектировании одежды на основе народного костюма: дис. ... канд. тех. наук: 17.00.06 / Шатковская Марина Леонидовна. – СПб., 2009. – 244 с.

181. *Шмойлова, Р. А.* Практикум по теории статистики / Р. А. Шмойлова, В. Г. Минашкин, Н. А. Садовникова. – 3-е изд. — М.: Финансы и статистика, 2011. – 416 с.

182. *Щедровицкий, Г. П.* Теория дизайна / Г. П. Щедровицкий, О. И. Генисаретский. – М., 2004. – 372 с.

183. *Щербак, С. С.* Математическое обеспечение систем поиска, основанных на онтологиях [Электронный ресурс] / С. С. Щербак, Е. А. Жыжырий. – Режим доступа: http://shcherbak.net/mat_obez (дата обращения: 31.08.2014).

184. *Экспертные системы* Сопротивление материалов Начертательная геометрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expert.ru> (дата обращения: 12.08.2014).

185. *Элементарное введение* в технологию нейронных сетей с примерами программ / Р. Тадеусевич, Б. Боровик, Т. Гончаж, Б. Леппер / Перевод И. Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 408 с.

186. *Юсупов, Р. М.* Интеллектуализация процессов управления и навигации робототехнических систем / Р.М. Юсупов, А.В. Тимофеев // Экстремальная робототехника. – 2014. – Т. 1. – № 1. – С. 16–21.

187. *Ash, Tim.* Landing Page Optimization: The Definitive Guide to Testing and Tuning for Conversions / Т. Ash. — Wiley Publishing, 2011. — 384 p.

188. *Bojko, Agnieszka.* Using eye tracking to compare web page designs: a case study / А. Wojko // Journal of Usability Studies. Issue 3. – 2006. – Volume 1. – P. 112-120.

189. *Business Analytics.* Hierarchical Clustering – Icicle Plots [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://badmforum.blogspot.ru/2012/08/hierarchical-clustering-icicle-plots.html> (дата обращения: 04.12.2013).

190. *Cloninger, Curt.* Theatre with a lasting impression [Электронный ресурс] / С. Cloninger. – Режим доступа: <http://www.curtcloninger.com> (дата обращения: 15.03.2010).

191. *Eye-tracking* (движение глаз) в юзабилити | Записки маркетолога [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marketnotes.ru/about-usability/eye-tracking> (дата обращения: 12.08.2014).

192. *Eye tracking* и Eye tracker [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zrenue.com/eye-tracking-i-eye-tracker.html> (дата обращения: 29.08.2014).

193. *Gorodetsky, V. I.* Agents and distributed data mining in smart space: challenges and perspectives / V.I. Gorodetsky // Lecture notes in computer science. – Springer-Verlag GmbH, 2013. – 7607 LNAI. – P. 153–165.

194. *iTrack* – Eye-tracking (Ай-трекинг) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itrack.ru/research/eyetracking> (дата обращения: 29.08.2014).

195. *Journal of eye movement research* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jemr.org> (дата обращения: 29.08.2014).

196. *Landing page*, которая работает / Хабрахабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/143923> (дата обращения: 12.08.2014).

197. *MachineLearning.ru*. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Заглавная_страница (дата обращения: 12.08.2014).

198. *Marion, Craig*. What is Interaction Design and What Does It Mean to Information Designers? [Электронный ресурс] / С. Marion. – Режим доступа: <http://mysite.verizon.net/resnx4g7/PCD/WhatIsInteractionDesign.html> (дата обращения: 29.08.2014).

199. *Moggridge, Bill*. Designing Interactions [Электронный ресурс] / В. Moggridge. – Режим доступа: <http://www.designinginteractions.com> (дата обращения: 29.08.2014).

200. *Rogers, Yvonne*. Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction [Электронный ресурс] / Yvonne Rogers, Helen Sharp, Jenny Preece. – Режим доступа: <http://www.id-book.com> (дата обращения: 29.08.2014).

201. *Sokolov, B. V.* Intelligent integrated decision support systems for territory management / B.V. Sokolov, V.A. Zelentsov, A.N. Pavlov and oth. // *Advances in intelligent systems and computing*. – 2015. – Vol. 347. – P. 321–331.

202. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 2nd Ed [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interaction-design.org/books/hci.html> (дата обращения: 12.08.2014).

203. *User Experience Professionals Association* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uxpa.org> (дата обращения: 29.08.2014).

Характеристики объектов дизайна

П.А.1 Характеристики обмера кистей мужских рук

Измерение кисти в полусогнутом состоянии [85]

Измерение кисти в полусогнутом состоянии показано на *рисунке П.А.1*.

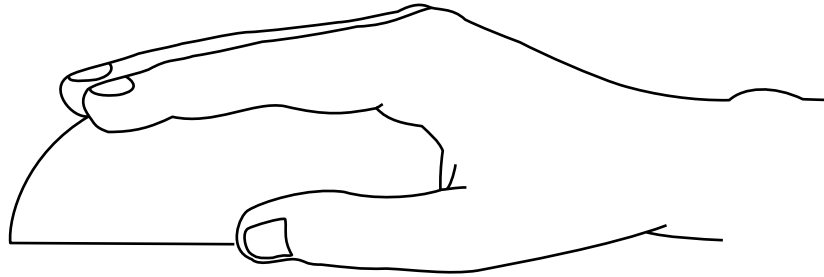


Рисунок П.А.1 – Кисть в полусогнутом состоянии

В полусогнутом состоянии измеряются длиннотные показатели (8 признаков) $D_{kist_polusog}$, $d_{кост}$, d_1 , d_2 , d_3 , d_{43} , d_{44} , d_5 , широтный показатель (1 признак) $W_{kist_polusog}$ и обхватный показатель (1 признак) $O_{kist_polusog}$.

1. $D_{kist_polusog}$ – длина кисти с тыльной стороны (измеряют от середины основания кисти с тыльной стороны до конечно-пальцевой точки 3-го пальца).

2. $d_{кост}$ – расстояние от линии основания тенара кисти с тыльной стороны до центра головки локтевой кости (измеряют от линии основания кисти с тыльной стороны до центра головки локтевой кости).

3. d_1 , d_2 , d_3 , d_{43} , d_{44} , d_5 – тыльные длины пальцев (измеряют от соответствующей межпальцевой точки до конечной точки пальца. d_4 измеряется в двух вариантах: d_{43} – от 3-й межпальцевой точки, d_{44} – от 4-ой межпальцевой точки).

4. $W_{kist_polusog}$ – ширина кисти с тыльной стороны (измеряют с тыльной стороны ладони).

5. $O_{kist_polusog}$ – обхват кисти на уровне пястно-фалангового сустава (измеряют на уровне пястно-фалангового сустава).

Измерение кисти в кулаке

Измерение кисти в кулаке показано на *рисунке П.А.2*.

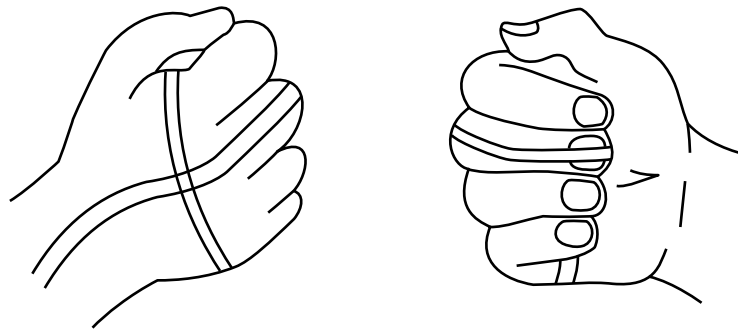


Рисунок П.А.2 – Кисть в кулаке

В кулаке измеряются длиннотные показатели (8 признаков) D_{kist_kulak} , D_{kost} , d_{1} , d_{2} , d_{3} , d_{43} , d_{44} , d_{5} , широтный показатель (1 признак) $W_{kist_tyl_kulak}$ и обхватный показатель (1 признак) O_{kist_kulak} .

1. D_{kist_kulak} – длина кисти с тыльной стороны (измеряют от середины основания кисти с тыльной стороны до конечно-пальцевой точки 3-го пальца).

2. D_{kost} – расстояние от линии основания тенара кисти с тыльной стороны до центра головки локтевой кости (измеряют от линии основания кисти с тыльной стороны до центра головки локтевой кости).

3. d_{1} , d_{2} , d_{3} , d_{43} , d_{44} , d_{5} – тыльные длины пальцев (измеряют от соответствующей межпальцевой точки до конечной точки пальца. d_{4} измеряется в двух вариантах: d_{43} – от 3-й межпальцевой точки, d_{44} – от 4-ой межпальцевой точки).

4. $W_{kist_tyl_kulak}$ – ширина кисти с тыльной стороны (измеряют с тыльной стороны ладони).

5. O_{kist_kulak} – обхват кисти на уровне пястно-фалангового сустава (измеряют на уровне пястно-фалангового сустава).

П.А.2 Характеристики традиционных составных женских рубаш

Ткань верха ТЖСР (*TV*, *CV*, *RV*, *FcV*)

1. Наименование ткани для верхней части («рукавов») *TV*: холст домотканый – 1, сукно домотканое – 2, хлопчатобумажная (ситец, сатин, миткаль, «бумага», поплин, мадаполам) – 3, шелк (атлас, штоф) – 4, ткани, содержащие металлическую нить (парча) – 5.

2. Цвет ткани для верхней части *CV*: бело-серый (естественный) – 1, белый (отбеленный) – 2, красный – 3, пестрядинный («пестрядь») – 4, другие цвета (зеленый, синий, оранжевый, и др.) – 5.

3. Рисунок ткани для верхней части *RV*: без рисунка – 1, клетка мелкая (0.5 – 1.5 см) – 2, клетка крупная (больше 1.5 см) – 3, полоска узкая (до 1 см) – 4, полоска широкая (больше 1 см) – 5, жаккардовый (мотивы геометрические и растительные) – 6, набивной рисунок (мотивы геометрические и растительные) – 7.

4. Фактура ткани для верхней части *FcV*: зернистая (холст грубый, домотканый) – 1, матовая (холст домотканый хорошей выработки, ровный, фабричные ткани – ситец, поплин и др.) – 2, в рубчик (фабричные ткани с ярко выраженным сатиновым переплетением) – 3, глянцевая, блестящая (сатин, атлас, штоф, парча) – 4, прозрачная (кисея, «газ», кружевное полотно, миткаль) – 5, рельефная (холст домотканый или фабричная ткань жаккардового переплетения) – 6 [180].

Ткань низа ТЖСР (*TN*, *CN*, *RN*, *FcN*)

1. Наименование ткани для нижней части («стана») *TN*: холст домотканый – 1, другие виды ткани (ситец, сатин) – 2.

2. Цвет ткани для нижней части *CN*: бело-серый (естественный) – 1, белый (отбеленный) – 2, пестрядинный – 3, красный – 4.

3. Рисунок ткани для нижней части *RN*: без рисунка – 1, клетка мелкая – 2, полоска узкая – 3, жаккардовый – 4.

4. Фактура ткани для нижней части *FcN*: зернистая – 1, матовая (холст домотканый хорошей выработки, ровный) – 2, в рубчик – 3, рельефная – 4.

Конструкция ТЖСР (*Rsos*, *KPsos*, *KNsos*, *FLsos*)

1. Виды конструкции рукавов с поликом *Rsos*: из одного полотнища прямоугольной формы – 1, из одного полотнища, сужающегося к запястью – 2, из одного полотнища прямоугольной формы и двух клиньев (спереди и сзади) – 3, из одного полотнища прямоугольной формы и двух клиньев трапециевидной формы – 4.

2. Виды конструкции рукавов без полика *Rsos*: из одного полотнища прямоугольной формы – 5, из одного полотнища прямоугольной формы и двух клиньев шириной в $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{2}$ от ширины полотна (спереди и сзади) – 6, из одного полотнища прямоугольной формы и двух клиньев по стороне большей длины рукава – 7, из одного сужающегося к запястью полотнища – 8, из одного сужающегося к запястью полотнища и одного клина спереди – 9, из одного сужающегося к запястью полотнища и одного клина сзади – 10, из двух прямых полотнищ, одно полотнище соответствует ширине холста, другое равно $\frac{1}{2}$ от ширины холста – 11, объемные буфонируемые, из одного полотнища – 12, объемные буфонируемые длиной $\frac{3}{4}$ длины рукава, из одного полотнища прямоугольной формы – 13, другие конструктивные виды – 14.

3. Виды конструкции плечевого пояса *KPsos*: полик – 1, без деталей – 2, кокетка – 3.

4. Виды конструкции для нижней части *KNsos*: из четырех продольных прямоугольных полотнищ одинаковой ширины, соединительные швы полотнищ располагаются по бокам и по центру переда и спинки – 1, из четырех продольных прямоугольных полотнищ одинаковой ширины, полочка и спинка с двумя швами, симметрично расположенных относительно средней линии – 2, из трех продольных прямоугольных полотнищ одинаковой ширины, один боковой соединительный шов и по одному смещенному спереди и сзади – 3, из трех продольных прямоугольных полотнищ одинаковой ширины, полочка с двумя швами, симметрично расположенными относительно средней линии, спинка с одним центральным швом – 4, из двух широких прямоугольных полотнищ и четырех узких полотнищ трапециевидной формы, швы соединения полотнищ по бокам и по два шва спереди и сзади, симметрично расположенными относительно средней линии – 5, другие конструктивные виды – 6.

5. Форма ластовиц *FLsos*: без ластовиц – 1, квадратная, длина стороны менее 5 см или равна 5 см – 2, квадратная, длина стороны более 5 см – 3, ромбовидная – 4, другие формы (с пятью и более сторонами) – 5.

Технология для ТЖСР (*SSsos*, *OGsos*, *OPsos*, *ORsos*)

1. Способы соединения деталей края *SSsos*: ручной – 1, машинный – 2, смешанный – 3.

2. Виды технологической обработки среза горловины *OGsos*: горловина присборена и срез окантован, застежка на пуговицу или на завязках – 1, горловина присборена, невысокая стойка шириной 3 см или менее 3 см, застежка на 1-2 пуговицы или на завязках – 2, горловина присборена, невысокая стойка шириной 3 см или менее 3 см с оборкой из ткани или кружева, застежка на 1-2 пуговицы или на завязках – 3, горловина без сборки, отложной воротник, застежка на пуговицу – 4, другие виды обработки (горловина без сборки, срез окантован или невысокая стойка шириной 3 см) – 5.

3. Способы технологической обработки среза низа («подола») рубахи *OPsos*: краевой шов с закрытым срезом – 1, узкая оборка шириной 5 см или менее 5 см – 2, широкой оборка шириной более 5 см с дополнительной обтачкой или без нее – 3, кружево с дополнительной обтачкой или без нее – 4, кружево и узкая оборка шириной 5 см или менее 5 см – 5, срез низа окантован или обработан обтачкой («обшивкой») – 6.

4. Виды технологической обработки среза низа рукава *ORsos*: манжета шириной более 3 см, с оборкой – 1, манжета шириной более 3 см, без оборки – 2, манжета шириной равной или менее 3 см, с оборкой – 3, манжета шириной равной или менее 3 см, без оборки – 4, без манжеты, срез низа окантован (на «обшивке») – 5, без манжеты, срез низа завершается оборкой с дополнительной обтачкой или без нее – 6, без манжеты, срез низа завершается кружевом с дополнительной обтачкой или без нее – 7, без манжеты, срез низа обработан краевым швом с закрытым срезом, по низу рукава прострочены складки – 8, без манжеты, срез низа рукава обработан краевым швом с закрытым срезом – 9.

Декор ТЖСР ($VDsos$, $MDsos$, $ODsos$)

1. Виды декора $VDsos$: узорное (браное) ткачество – 1, пестрядь – 2, вышивка – 3, аппликация – 4, тесьма – «пояски», ленты, шнуры – 5, кружево – 6, строчка, блески – 7, кант, оборки и полосы из ткани – 8, нашивки с «золотной нитью» – 9, детали из узорной ткани – 10, без отделки – 11.

2. Месторасположение декора $MDsos$: по линии горловины – 1, по средней линии разреза – 2, по воротнику – 3, по верхней части рукава – 4, по полику – 5, по нижней части рукава – 6, по манжете – 7, по линии низа «подола» – 8, по кокетке – 9.

3. Характер орнаментальных мотивов $ODsos$: линейно-геометрический – 1, растительный – 2, зооморфный – 3, линейно-геометрический и растительный – 4, линейно-геометрический и зооморфный – 5, растительный и зооморфный – 6.

Форма ТЖСР ($GVSos$, $VFSos$)

1. Геометрический вид формы $GVSos$: прямоугольник – 1, трапеция – 2, сочетание прямоугольника с трапецией – 3, сочетание двух трапеций, обращенных меньшими основаниями друг к другу – 4.

2. Величина формы $VFSos$: большая длина рубахи (81 см – 140 см) – 1, средняя длина (46 см – 80 см) – 2, малая длина (25 см – 45 см) – 3.

П.А.3 Критерии классификации сайтов

Категория владельца сайта (Y_l)

- персональная (личная) страница ($y_l = 1$);
- некоммерческий сайт;
- сайт коммерческих организаций.

Некоммерческие сайты содержат, в частности, ресурсы образовательной тематики. Многие из этих сайтов входят в доменные зоны государственных и образовательных учреждений: .gov и .edu. К ним относятся:

- сайт учебного заведения ($y_l = 2$);
- сайт университета ($y_l = 3$);
- сайт научного центра ($y_l = 4$);

- виртуальный музей ($y_1 = 5$). Для вебсайтов-музеев выделена доменная зона .museum;
- официальный сайт некоммерческих программных проектов ($y_1 = 6$);
- сайт благотворительной организации ($y_1 = 7$).

К сайтам коммерческих организаций относят следующие три категории:

- сайт-визитка ($y_1 = 8$). Содержит общую информацию о фирме, обновляется изредка;
- промо-сайт ($y_1 = 9$). Предназначен для презентации и продвижения различных товаров и услуг. К данной категории можно отнести корпоративный и рекламный сайты, сайт-портфолио дизайнера;
- сайт электронной коммерции ($y_1 = 10$). С его помощью можно заказать услуги или купить товар: фотобанк, электронный магазин и т.д.

Используемые технологии (Y_2)

Технологии разработки сайтов во многом влияют на их дизайн и функциональность. Можно выделить следующие виды:

- статические сайты, веб-страницы ($y_2 = 1$). Основаны на классической технологии языка разметки HTML. Такие сайты могут включать в себя графику, анимацию и элементы управления интерактивным взаимодействием на языке JavaScript. Дизайн таких страниц может описываться таблицами стилей CSS. Информация на таких страницах меняется не часто;
- динамические сайты ($y_2 = 2$). Страницы формируются при помощи скриптов, написанных на языках программирования php, perl, asp и т. д. Такие сайты могут предоставлять пользователям различные сервисы для обратной связи. Информация или ее часть хранится в базе данных;
- динамические сайты, в которых автоматизация управления наполнением сайта реализуется с помощью специальных систем управления контентом CMS – движков ($y_2 = 3$).
- флэш-сайты ($y_2 = 4$). Основаны на анимированной графике. Имеют богатые возможности для организации интерактивного взаимодействия, управления звуком и видео.

Тип и масштабы предоставляемой информации (Y_3)

Диапазон существующих сайтов простирается от одной веб-странички до ресурсных проектов, для поддержания которых используется десяток отдельных высокопроизводительных серверов.

- простые сайты, состоящие из нескольких страничек ($y_3 = 1$). К ним относятся сайты-визитки, личные странички;
- тематические, узконаправленные сайты ($y_3 = 2$). Их целевая аудитория в основном сводится к определённой категории пользователей;
- многотематические и многофункциональные сайты – порталы ($y_3 = 3$). Предназначены для различных категорий пользователей и предоставляют различ-

ные сервисы: новости, каталог ресурсов, прогноз погоды, почтовый ящик, собственный блог.

Предоставляемые функции (Y_4)

- контент-сайты ($y_4 = 1$). Предоставляют информацию в виде текста, фотографий, музыки, видео. Могут быть структурированы на основе баз данных;
- онлайн-общение ($y_4 = 2$). Организовано общение может быть в виде форумов, чатов, досок объявлений, вебинаров, социальных сетей. К онлайн относятся сервисы icq, skype, видеоконференции;
- электронная коммерция ($y_4 = 3$). Осуществляется в интернет-магазинах, серверах, предоставляющих хостинг, сайтах банков;
- онлайн-сервисы ($y_4 = 4$). Среди них сервис бесплатной электронной почты, поисковый сервис, блоггерский сервис, сервис, предоставляющий онлайн-перевод, онлайн-версии офисных приложений, виртуальный атлас (спутниковые и аэрографические снимки, справочные данные и описания, географические названия и т.д.);
- файлохостинг (файлообменник) ($y_4 = 5$). Сервис, предоставляющий пользователю место для хранения файлов и доступа к ним через веб-интерфейс, как правило, по протоколу http;
- виртуальный тур ($y_4 = 6$);
- раскрутка других сайтов ($y_4 = 7$).

Доступность сервисов (Y_5)

- открытые ($y_5 = 1$). Все сервисы полностью доступны для любых посетителей и пользователей;
- полуоткрытые ($y_5 = 2$). Для доступа необходимо зарегистрироваться (обычно бесплатно);
- закрытые ($y_5 = 3$). Полностью закрытые служебные сайты организаций (в том числе корпоративные сайты), личные сайты частных лиц. Такие сайты доступны для узкого круга людей. Доступ новым людям обычно даётся через т. н. инвайты (приглашения).

Стиль (Y_6)

Не существует чёткой классификации стилей. Можно выделить ряд основных направлений:

- текстовый стиль ($y_6 = 1$);
- академический стиль ($y_6 = 2$);
- полиграфический стиль ($y_6 = 3$);
- минимализм ($y_6 = 4$);
- интерфейсный стиль, или юзабилити-дизайн ($y_6 = 5$);
- пиктографический, графический стиль ($y_6 = 6$);
- плакатный стиль ($y_6 = 7$);
- стиль чертежей и моделей ($y_6 = 8$);
- цифровой стиль ($y_6 = 9$);

- динамический ($y_6 = 10$);
- авторский, альтернативный ($y_6 = 11$);
- этнический, региональный ($y_6 = 12$);
- смешанный вариант ($y_6 = 13$).

Академический стиль характерен для научных и образовательных сайтов. Он основан на дизайне, предлагаемом по умолчанию языком HTML 2.0. Используется только разметка логической (не визуальной) структуры документа.

П.А.4 Критерии качества сайта

Соответствие целевой аудитории (X_1, X_2)

- соответствие наполнения X_1 : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- соответствие визуального оформления X_2 : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4.

Доступность сайта ($X_3 - X_5$)

- краткость доменного имени X_3 : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- запоминаемость и простота доменного имени X_4 : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- время загрузки сайта X_5 : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4.

Информационное качество контента ($X_6 - X_{11}$)

- простота, четкость изложения X_6 : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- информативность X_7 . Показатель объясняет, насколько ожидаемая информация отражена во всех разделах сайта: неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- отсутствие перегруженности информацией X_8 : нет – 0, приемлемо – 1, да – 2;
- соответствие содержания информации тематике сайта, точность ключевых слов X_9 : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- общее впечатление о грамматическом и синтаксическом уровне сайта X_{10} : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- снабжены ли картинки альтернативным текстовым описанием X_{11} : нет – 0, да – 1.

Упорядоченность структуры сайта (X_{12})

- Параметр X_{12} объясняет, является ли запутанной или оптимизированной структура (карта) сайта, насколько содержание сайта организовано логически: неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4.

Глубина сайта (X_{13})

Оптимальная глубина сайта – 2-3 уровня, $x_{13} = 1$. Четыре уровня ($x_{13} = 2$) рационально использовать, если число страниц сайта превышает несколько сотен.

Юзабилити ($X_{14} - X_{21}$)

Суммарная степень удобства пользовательского интерфейса, мера интеллектуального усилия, необходимого для достижения положительного результата при управлении сайтом. Характеризует логичность и простоту в расположении элементов управления сайтом, упорядоченность навигации. Для ее оценки будем использовать следующий набор признаков:

- насколько понятна и проста навигация X_{14} : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- расположена ли навигация в одном и том же месте на всех страницах X_{15} : нет – 0, да – 1;
- позволяет ли навигация вернуться на предыдущие подуровни X_{16} : нет – 0, да – 1;
- имеется ли понятный способ перехода между последовательно связанными разделами сайта X_{17} : нет – 0, да – 1;
- навигационная панель содержит одноуровневых элементов: если ≤ 7 , то $x_{18} = 1$, если $7 \dots 10$, то $x_{18} = 2$, если > 10 , то $x_{18} = 3$;
- краткость, четкость заголовков меню X_{19} : нет – 0, да – 1;
- приходится ли делать не более трех кликов для того, чтобы найти необходимую информацию X_{20} : нет – 0, да – 1;
- присутствуют ли на сайте объяснения и подсказки для пользователей X_{21} : нет – 0, да – 1.

Интерактивность сайта ($X_{22} - X_{26}$)

Характеризуется наличием средств взаимодействия с пользователем.

- форум X_{22} : нет – 0, да – 1;
- гостевая книга X_{23} : нет – 0, да – 1;
- календарь X_{24} : нет – 0, да – 1;
- форма обратной связи X_{25} : нет – 0, да – 1;
- опрос X_{26} : нет – 0, да – 1.

Рейтинг сайта в поисковых системах (X_{27})

Попадание сайта в верхнюю часть поискового списка X_{27} : нет – 0, да – 1.

Качество технической реализации (X_{28}, X_{29})

– качество программного кода, отсутствие проблем во взаимодействии с сайтом X_{28} : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;

– независимость от браузера X_{29} : неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4.

П.А.5 Характеристики дизайна веб-страниц

К а ч е с т в о в и з у а л ь н о г о о ф о р м л е н и я ($X_{30} - X_{33}$)

- общее художественное впечатление X_{30} :
- неудовлетворительно – 1, удовлетворительно – 2, хорошо – 3, отлично – 4;
- выразительность композиции, соответствие идеи и формы, понимание идеи при восприятии композиции X_{31} :
- нет – 0, частичная – 1, есть – 2;
- уместность выбранного стиля X_{32} :
- нет – 0, да – 1;
- единство стиля для страниц сайта X_{33} :
- нет – 0, да – 1.

Ц е л о с т н о с т ь к о м п о з и ц и и (о т с у т с т в и е д и с г а р м о н и ч н о с т и) (X_{34})

Целостность композиции является комплексным показателем, который определяется следующими факторами: наличием общей идеи, образным, графическим, шрифтовым и цветовым единством. Он может принимать следующие значения:

- отсутствует – 0,
- неполно – 1,
- есть – 2.

Э м о ц и о н а л ь н о с т ь д и з а й н а (X_{35})

Показатель эмоциональности дизайна X_{35} может принимать следующие значения:

- слабая – 0,
- средняя – 1,
- сильная – 2.

Х а р а к т е р э м о ц и о н а л ь н о с т и д и з а й н а (X_{36})

Показатель X_{36} указывает направленность вызываемых эмоций. Его значения:

- лояльный (доброжелательный) – 1,
- агрессивный – 2,
- контрастно-совмещенный – 3,
- пассивный (нейтральный) – 4.

Художественный образ, связанный с тематикой сайта (X_{37})

Показатель X_{37} оценивается по наличию и восприятию связанных с тематикой сайта графических и шрифтовых объектов. Он может принимать следующие значения:

- отсутствует – 0,
- прямой – 1,
- ассоциативный – 2,
- смешанный – 3.

Оригинальность оформления (X_{38})

Оригинальность художественного образа и компоновки страницы, наличие оригинальной фотографии, названий в меню X_{38} :

нет – 0, да – 1.

Наличие заставки, сплэш-страницы сайта (X_{39})

Характеризуется бинарным признаком X_{39} :

нет – 0, есть – 1.

Вид макета (X_{40} , X_{41})

Описывает компоновку сайта – число колонок (X_{40}) и жесткость макета (X_{41}).

Сайты по числу колонок подразделяются на:

- одноколоночный сайт ($x_{40} = 1$);
- двухколоночный сайт ($x_{40} = 2$);
- трехколоночный сайт ($x_{40} = 3$);
- сайт с числом колонок, большим трех ($x_{40} = 4$);

Жесткость размеров колонок также может быть разной.

– фиксированная ширина колонок определяет “жесткий” дизайн сайта ($x_{41} = 1$). Размер блоков задается в пикселях;

– гибкий, резиновый дизайн ($x_{41} = 2$). Размер блоков задается в процентах;

– эластичный дизайн ($x_{41} = 3$). Такой тип дизайна включает элементы фиксированной ширины и резиновые блоки. Размеры последних задаются в особых единицах измерения – em. Один em равен высоте используемого шрифта.

Модульный дизайн (X_{42} , X_{43})

- сборно-панельный дизайн X_{42} : нет – 0, да – 1;
- наличие криволинейных модулей X_{43} : нет – 0, да – 1.

Расположение навигационного меню (X_{44})

- вертикальное ($x_{44} = 1$);
- горизонтальное ($x_{44} = 2$);
- смешанное ($x_{44} = 3$);

– нестандартное ($x_{44} = 4$).

Вид элементов навигации (X_{45})

- текстовые ссылки ($x_{45} = 1$);
- стандартные кнопки ($x_{45} = 2$);
- художественные кнопки ($x_{45} = 3$).

Средняя ширина колонок ($X_{46} - X_{48}$, %)

- левая колонка X_{46} ;
- основная колонка с контентом X_{47} ;
- последняя колонка X_{48} .

Средняя ширина горизонтальных полос макета ($X_{49} - X_{51}$, %)

- верхняя полоса X_{49} ;
- основная полоса с контентом X_{50} ;
- последняя полоса X_{51} .

Разделительные линии (X_{52})

- нет ($x_{52} = 1$);
- горизонтальные ($x_{52} = 2$);
- вертикальные ($x_{52} = 3$);
- горизонтальные и вертикальные ($x_{52} = 4$).

Число используемых цветов (X_{53})

- два ($x_{53} = 1$);
- три ($x_{53} = 2$);
- четыре ($x_{53} = 3$);
- больше четырех ($x_{53} = 4$).

Цветовое решение ($X_{54} - X_{57}$)

Цвета представляются RGB-кодом, в десятичном представлении.

- основной цвет X_{54} ;
- дополнительный цвет X_{55} ;
- цвет шрифта X_{56} ;
- цвет фона X_{57} .

Цветовая гамма (X_{58} , X_{59})

- % основного цвета X_{58} ;
- % дополнительного цвета X_{59} .

Цвет логотипа (X_{60})

- логотип отсутствует ($x_{60} = 0$);
- цветной ($x_{60} = 1$);
- синий тон ($x_{60} = 2$);
- серая шкала ($x_{60} = 3$);
- черно-белый (предпочтительный цвет) ($x_{60} = 4$).

Применение растяжек цветов (X_{61})

- нет, незначительное (в элементах навигации) ($x_{61} = 1$);
- в графических элементах (в заголовках, плашках) ($x_{61} = 2$);
- для фона ($x_{61} = 3$).

Шрифт заголовков, гарнитура (X_{62})

- с засечками (сери́фами) ($x_{62} = 1$);
- рубленый ($x_{62} = 2$);
- декоративный ($x_{62} = 3$);
- моноширинный ($x_{62} = 4$).

Основной шрифт, гарнитура (X_{63})

- с засечками (сери́фами) ($x_{63} = 1$);
- рубленый ($x_{63} = 2$);
- декоративный ($x_{63} = 3$);
- моноширинный ($x_{63} = 4$).

Шрифт заголовков, начертание (X_{64})

- прямое ($x_{64} = 1$);
- курсивное ($x_{64} = 2$);
- полужирное ($x_{64} = 3$);
- полужирное курсивное ($x_{64} = 4$);
- малые прописные символы ($x_{64} = 5$).

Основной шрифт, начертание (X_{65})

- прямое ($x_{65} = 1$);
- курсивное ($x_{65} = 2$);
- полужирное ($x_{65} = 3$);
- полужирное курсивное ($x_{65} = 4$);
- малые прописные символы ($x_{65} = 5$).

Основной шрифт, размер (X_{66})

- малый ($x_{66} = 1$);
- средний ($x_{66} = 2$);
- большой ($x_{66} = 3$).

Основной декоративный шрифт (X_{67})

- нет ($x_{67} = 0$);
- рукописный каллиграфический ($x_{67} = 1$);
- рукописный небрежный ($x_{67} = 2$);
- готический ($x_{67} = 3$);
- древнерусский ($x_{67} = 4$);
- трехмерный ($x_{67} = 5$);
- контурный ($x_{67} = 6$);
- иной ($x_{67} = 7$).

Фоновая рамка (X_{68})

- отсутствует ($x_{68} = 0$);
- простая (одноцветная, растяжки цветов) ($x_{68} = 1$);
- художественная (узорная, фотографическая и т.п.) ($x_{68} = 2$);

Фон страницы (X_{69})

- отсутствует (белый) ($x_{69} = 1$);
- одноцветный (плоский) ($x_{69} = 2$);
- растяжка цветов (градиент) ($x_{69} = 3$);
- контурная текстура ($x_{69} = 4$);
- геометрическая текстура (полоски, плашки и т.п.) ($x_{69} = 5$);
- фотографическая текстура ($x_{69} = 6$);
- технический эскиз ($x_{69} = 7$);
- регулярная пиксельная фактура ($x_{69} = 8$);
- материальная текстура (мрамор, дерево и т.п.) ($x_{69} = 9$);
- картинка, рисунок ($x_{69} = 10$).

Связь фонового узора с предметной областью (X_{70})

- узор отсутствует ($x_{70} = 0$);
- бессмысленный узор ($x_{70} = 1$);
- узор, связанный с предметной областью ($x_{70} = 2$).

Неоднородность яркости страницы (X_{71})

- отсутствует ($x_{71} = 1$);
- меняется по градиенту ($x_{71} = 2$);
- тёмные края, светлая середина ($x_{71} = 3$);
- светлые края, темная середина ($x_{71} = 4$).

Сочетание текста и фона (X_{72})

- темный текст на светлом фоне ($x_{72} = 1$);
- светлый текст на темном фоне ($x_{72} = 2$).

Смещение “центра” композиции (X_{73})

- нет (чуть выше середины экрана) ($x_{73} = 1$);
- вверх ($x_{73} = 2$);
- вниз ($x_{73} = 3$);
- влево ($x_{73} = 4$);
- вправо ($x_{73} = 5$).

Вес верхней части композиции (X_{74})

- тяжелый ($x_{74} = 1$);
- средний ($x_{74} = 2$);
- легкий ($x_{74} = 3$).

Вес нижней части композиции (X_{75})

- тяжелый ($x_{75} = 1$);
- средний ($x_{75} = 2$);

– легкий ($x_{75} = 3$).

Яркий смысловой центр страницы (активный элемент) (X_{76})

Это фокус внимания композиции, элемент, который выступает на фоне своего окружения или к которому ведут силовые линии, ”ударная” часть страницы:

- отсутствует ($x_{76} = 0$);
- титульная графика, заголовок (мастхед, название сайта) ($x_{76} = 1$);
- графический объект ($x_{76} = 2$);
- текстовый блок ($x_{76} = 3$);
- анимация ($x_{76} = 4$);
- логотип ($x_{76} = 5$);
- меню ($x_{76} = 6$).

Количество фокусов внимания композиции (X_{77})

- нет ($x_{77} = 0$);
- один ($x_{77} = 1$);
- несколько ($x_{77} = 2$).

Форма графических объектов (X_{78})

- простые (из прямых линий и углов) ($x_{78} = 1$);
- сложные (окружности, дуги, другие кривые) ($x_{78} = 2$);
- аморфные (бесформенные) ($x_{78} = 3$).

Применение объемных элементов (X_{79})

- отсутствует ($x_{79} = 0$);
- незначительное (в элементах навигации) ($x_{79} = 1$);
- в графических элементах (в заголовках, плашках) ($x_{79} = 2$);
- для оформления макета ($x_{79} = 3$).

Используемые технологии представления объектов ($X_{80} - X_{85}$)

- GIF, JPEG, PNG X_{80} : нет – 0, да – 1;
- Flash X_{81} : нет – 0, да – 1;
- PDF X_{82} : нет – 0, да – 1;
- VRML X_{83} : нет – 0, да – 1;
- объекты с панорамным обзором X_{84} : нет – 0, да – 1;
- объекты со сферическим обзором X_{85} : нет – 0, да – 1.

Визуальное форматирование (X_{86})

Признак описывает используемые технологии верстки. На основе:

- таблиц ($x_{86} = 1$);
- фреймов ($x_{86} = 2$);
- слоев ($x_{86} = 3$);
- флэш-технологии ($x_{86} = 4$);

– смешанный вариант ($x_{86} = 5$).

Применение анимации, не связанной с рекламой (X_{87})

- отсутствует ($x_{87} = 0$);
- незначительное (в меню, элементах навигации) ($x_{87} = 1$);
- в графических элементах (в заголовках, плашках) ($x_{87} = 2$);
- значительное ($x_{87} = 3$).

Заполнение рекламными элементами и блоками (X_{88})

- отсутствует или незначительное ($x_{88} = 0$);
- среднее ($x_{88} = 1$);
- значительное ($x_{88} = 2$).

Фоновые звуки (X_{89})

- нет ($x_{89} = 0$);
- по событиям ($x_{89} = 1$);
- да ($x_{89} = 2$).

Связь дизайна с тематикой сайта (X_{90})

- нет ($x_{90} = 0$);
- слабая ($x_{90} = 1$);
- средняя ($x_{90} = 2$);
- сильная ($x_{90} = 3$).

Ориентированность дизайна на возрастную аудиторию (X_{91})

- нет ($x_{91} = 0$);
- детский ($x_{91} = 1$);
- молодежный ($x_{91} = 2$);
- для нескольких возрастных групп ($x_{91} = 3$);
- для пожилых людей ($x_{91} = 4$).

Запоминаемость и узнаваемость сайта (X_{92})

- низкая ($x_{92} = 0$);
- стандартная ($x_{92} = 1$);
- высокая ($x_{92} = 2$).

Исходные данные**П.Б.1 Данные обмера кистей мужских рук [85]**Таблица Б.1.1 – Значения характеристик обмера кистей мужских рук
(фрагмент)

№	name	age	rost	palec	obhvat	kist	d_t_kost
1.	Abaev Evgenii	19	1790	82	223	99	191
2.	Buzinin Artem	19	1720	87	223	99	197
3.	Garifulin Dmitrii	19	1750	77	193	95	179
4.	Anaharev Sergei	19	1860	82	203	105	197
5.	Ustinov Mihail	21	1720	82	203	105	192
6.	Kolinich Anatolii	20	1810	77	203	103	190
7.	Kullenen Ivan	23	1860	87	218	100	196
8.	Kullenen Ivan	23	1860	87	218	100	196
9.	Galiev Albert	19	1800	82	208	104	202
10.	Klinov Aleksandr	19	1890	87	218	98	196
11.	Saligin Vladir	17	1750	82	208	108	198
12.	Borodin Artem	19	1800	77	203	89	181
13.	Chernobrivii Aleksandr	18	1760	82	213	87	180
14.	Groshikov Evgenii	21	1780	82	208	96	188
15.	Ivanov Oleg	19	1660	72	203	107	190
16.	Marchenko Pavel	19	1680	77	198	90	178
17.	Trufakov Il'ya	18	1680	77	193	97	181
18.	Urchenko Vadim	18	1780	92	228	97	202
19.	Abrasev Aleksandr	19	1780	82	208	100	191
20.	Kostromitin Vladamir	18	1840	87	193	99	191
21.	Kulyda Urii	17	1780	92	198	97	201
22.	Simochkin Ruslan	18	1770	77	228	94	183
23.	Somov Maksim	18	1920	82	218	100	198
24.	Lyadenko Sergei	19	1780	87	203	96	192
25.	Kostrovskii Valerii	22	1830	82	203	101	193
26.	Alikberov Vadim	19	1860	77	213	108	195
27.	Rusanov Dmitrii	18	1770	82	218	95	184
28.	Glazkov Konstantin	18	1700	77	208	91	180
29.	Ivanov Evgenii	21	1780	77	203	103	191
30.	Kondrat'ev Mihail	21	1800	87	213	102	194
31.	Soluyanov Ivan	18	1750	82	198	94	184
32.	Ushakov Maksim	20	1830	82	213	94	182
33.	Vostrikov Sergei	20	1760	82	208	98	186
34.	Motorkin Rostislav	18	1820	82	208	99	190
35.	Puzevich Anton	22	1780	82	208	105	196
36.	Yarmakov Sergey	49	1770	87	203	97	194
37.	Abramov Sergei	19	1780	82	193	101	192
38.	Borisov Igor	19	1770	82	203	106	193
39.	Krasin Arsenii	20	1830	82	208	97	191
...
503.	Bondarev Evgenii	22	1850	82	213	91	186

Продолжение таблицы Б.1.1

№	d_kost	d1	d2	d3	d43	d44	d5	R1	R3	R5
1.	22	70	82	92	86	92	65	9	8	6
2.	14	71	84	98	88	96	66	10	8	7
3.	22	62	72	84	75	85	59	9	7	6
4.	21	76	84	92	86	96	70	10	9	7
5.	18	62	79	87	78	92	64	10	8	7
6.	22	62	76	87	75	87	62	8	7	6
7.	24	62	84	96	83	94	65	10	8	6
8.	24	62	84	96	83	94	65	10	8	6
9.	16	66	80	98	89	95	68	10	8	7
10.	21	77	90	98	90	98	72	8	7	6
11.	16	63	80	90	81	91	69	10	8	7
12.	19	58	76	92	82	86	63	11	9	7
13.	22	64	78	93	83	91	65	9	9	8
14.	23	63	82	92	81	91	64	9	9	8
15.	17	61	71	83	75	89	60	8	6	6
16.	15	70	76	88	78	84	60	8	7	6
17.	18	65	71	84	79	84	64	9	8	7
18.	24	69	84	105	92	100	71	10	9	7
19.	21	65	76	91	81	86	62	9	7	6
20.	24	67	81	92	81	91	65	8	7	6
21.	18	72	86	104	90	100	72	11	8	6
22.	26	69	79	89	82	90	64	9	8	7
23.	24	67	82	98	88	96	66	9	8	7
24.	20	70	86	96	84	96	67	10	8	7
25.	21	65	79	92	82	90	64	8	7	6
26.	15	65	73	87	79	91	64	8	7	6
27.	20	68	77	89	79	91	64	9	8	6
28.	20	66	74	89	80	86	60	9	8	7
29.	17	66	76	88	80	92	63	9	8	7
30.	18	59	79	92	80	91	57	9	7	5
31.	26	64	79	90	80	84	62	9	8	7
32.	17	72	78	88	81	93	66	10	7	6
33.	25	61	77	88	81	87	63	8	7	6
34.	20	62	80	91	81	88	66	9	8	7
35.	25	68	78	91	82	94	67	9	8	7
36.	19	67	86	97	84	92	72	7	7	6
37.	23	67	77	91	80	88	66	11	8	7
38.	13	68	73	87	78	88	64	9	8	7
39.	22	62	84	94	82	90	62	9	7	6
...
503.	23	61	82	95	81	91	63	9	9	7

Продолжение таблицы Б.1.1

№	w1	w2	w3	w4	w5	Wk_tyl	D_lad	l1	l2	l3
1.	23	21	19	19	18	95	193	69	74	84
2.	24	21	20	18	16	94	202	69	74	87
3.	22	20	18	19	17	82	177	61	65	76
4.	24	20	17	16	16	82	198	74	76	84
5.	22	20	19	17	16	87	186	69	74	80
6.	24	21	18	17	16	85	187	65	71	78
7.	23	22	20	18	16	94	191	61	78	85
8.	23	22	20	18	16	94	191	61	78	85
9.	23	21	20	19	17	92	194	65	71	83
10.	28	18	17	16	15	92	201	74	80	85
11.	22	19	18	17	16	91	191	67	72	82
12.	23	21	19	18	16	91	185	72	68	76
13.	23	20	19	18	17	90	186	61	72	83
14.	22	19	18	18	17	87	197	62	73	82
15.	26	22	21	21	20	87	182	68	66	74
16.	26	21	18	17	16	82	184	65	70	77
17.	18	24	20	19	18	81	177	61	66	77
18.	23	22	20	19	18	94	206	67	79	93
19.	25	22	19	18	17	86	189	71	72	84
20.	23	21	20	19	17	83	186	70	75	85
21.	23	20	18	17	16	84	195	73	80	94
22.	26	21	20	18	17	94	188	62	71	78
23.	22	20	19	18	16	91	197	67	72	84
24.	23	20	19	17	16	87	190	70	77	87
25.	22	19	17	16	15	87	192	67	76	82
26.	23	21	19	18	17	90	188	65	68	77
27.	26	19	18	17	16	86	183	74	72	82
28.	23	20	21	19	18	89	181	63	67	78
29.	24	22	20	18	17	87	188	64	68	78
30.	24	22	21	19	18	90	190	64	76	85
31.	24	18	18	17	16	82	188	64	70	80
32.	32	22	20	19	18	96	186	66	70	80
33.	24	20	19	18	16	93	186	66	72	80
34.	22	20	19	17	16	87	187	65	70	80
35.	23	22	19	18	17	88	190	62	68	82
36.	28	21	18	16	15	90	198	69	74	88
37.	22	19	17	17	16	84	188	69	72	82
38.	22	20	19	17	16	86	193	71	70	80
39.	23	22	19	18	17	88	189	64	76	82
...
503.	28	21	19	17	15	88	190	64	73	83

Продолжение таблицы Б.1.1

№	143	144	15	10	h	l	l_proeck	l_1	l_1_proeck	L_1_2
1.	72	84	57	97	10	107	90	61	54	44
2.	78	86	59	99	8	117	101	69	59	52
3.	66	78	53	88	9	106	90	61	52	45
4.	77	87	62	98	10	118	87	57	54	53
5.	74	84	60	89	10	107	92	57	51	46
6.	70	80	56	94	10	105	86	56	49	53
7.	73	87	57	88	11	115	98	66	56	42
8.	73	87	57	88	11	115	98	66	56	42
9.	77	85	61	96	11	106	94	54	48	46
10.	78	88	63	98	10	118	106	67	61	51
11.	72	84	60	97	10	110	94	58	51	44
12.	67	71	53	96	10	106	87	59	51	45
13.	74	80	56	92	10	107	90	60	55	42
14.	72	80	58	104	10	105	90	62	58	43
15.	69	71	53	93	12	103	90	53	47	51
16.	67	73	50	92	10	110	90	58	48	50
17.	71	78	54	83	10	102	88	53	46	51
18.	77	89	60	102	10	118	96	65	54	52
19.	75	80	56	95	10	107	86	56	48	48
20.	72	82	58	91	10	116	102	61	51	45
21.	78	92	64	87	11	110	89	52	49	42
22.	72	80	58	92	10	116	94	64	52	45
23.	75	81	58	98	15	115	93	69	60	42
24.	76	86	60	90	12	119	96	63	58	42
25.	74	81	59	97	15	113	100	61	51	46
26.	70	80	56	94	10	103	88	58	48	48
27.	71	83	58	90	10	116	92	64	54	42
28.	67	75	51	90	10	104	90	55	52	48
29.	72	80	56	95	12	120	98	63	54	40
30.	72	84	53	91	12	106	94	58	50	39
31.	70	74	56	96	10	108	78	60	54	46
32.	72	84	59	98	10	106	84	60	52	52
33.	71	79	54	93	11	104	93	56	50	50
34.	71	79	63	94	11	114	84	59	51	39
35.	76	82	61	91	11	110	92	60	51	54
36.	76	84	61	98	10	121	74	66	64	50
37.	74	82	63	94	10	116	88	58	53	50
38.	69	81	57	100	11	108	91	53	47	47
39.	72	84	56	92	10	103	90	56	52	41
...
503.	73	82	56	108	11	114	94	74	57	52

Продолжение таблицы Б.1.1

№	tenar_1	tenar_2	o1	o1_n	O_kist_kost	O_kist_zap	C	t1	t2	t3	t4
1.	59	49	91	57	222	175	11	23	20	19	19
2.	60	55	116	56	225	174	11	21	20	21	19
3.	60	50	80	52	192	163	12	22	20	20	18
4.	64	54	98	52	202	172	12	22	19	18	17
5.	50	54	108	51	205	170	10	22	19	20	19
6.	55	55	96	54	203	173	11	22	20	21	20
7.	65	60	110	59	220	182	11	22	21	22	20
8.	65	60	110	59	220	182	11	22	21	22	20
9.	60	55	105	58	209	169	11	19	18	21	19
10.	66	60	87	58	220	174	12	26	20	20	19
11.	46	50	95	57	209	169	12	22	20	20	19
12.	60	50	96	60	205	168	13	23	20	19	18
13.	63	53	87	61	215	169	12	20	19	18	18
14.	56	50	86	60	210	176	12	21	19	22	18
15.	62	52	98	66	205	171	12	21	22	24	22
16.	55	50	80	55	196	164	12	24	22	20	18
17.	64	54	83	57	195	163	11	22	21	19	18
18.	70	60	102	61	229	184	13	25	23	23	22
19.	56	54	115	57	208	175	12	22	21	22	20
20.	62	50	105	55	195	170	11	24	20	19	20
21.	60	50	89	50	196	162	10	19	18	21	18
22.	70	60	85	58	226	176	11	24	21	22	19
23.	64	60	96	53	218	174	11	23	20	21	19
24.	58	54	102	56	205	172	11	23	20	20	18
25.	54	50	100	56	204	163	10	20	19	20	18
26.	50	54	105	63	211	170	11	22	21	23	22
27.	66	58	92	54	216	175	12	24	19	20	18
28.	65	55	94	56	206	169	12	21	20	21	20
29.	51	47	120	57	205	172	10	22	19	21	18
30.	65	54	101	55	212	167	10	24	21	22	20
31.	65	55	88	59	200	165	11	24	20	20	18
32.	70	65	84	60	213	170	12	30	21	22	20
33.	50	55	97	56	209	177	13	24	20	22	20
34.	60	52	90	52	210	166	11	21	18	20	19
35.	65	55	110	62	209	173	10	22	21	20	19
36.	60	55	90	59	205	182	11	25	22	20	18
37.	58	48	94	59	194	163	11	22	18	18	16
38.	62	52	96	50	203	165	11	21	21	22	19
39.	60	55	96	55	208	165	11	22	20	21	19
...
503.	64	58	78	53	213	174	11	20	21	19	17

№	t5	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	O_kist_polusog	W_kist_polusog	D_kist_polusog
1.	16	11	13	14	13	10	215	98	197
2.	16	14	13	14	13	11	226	101	201
3.	15	14	13	13	10	9	192	87	179
4.	15	11	11	11	10	9	197	84	199
5.	15	13	12	13	12	11	208	90	195
6.	16	12	11	13	13	11	209	90	193
7.	18	13	12	14	12	12	221	98	200
8.	18	13	12	14	12	12	221	98	200
9.	16	12	13	14	12	10	214	95	205
10.	17	12	12	13	11	9	220	96	202
11.	17	13	12	13	13	12	209	94	202
12.	15	12	12	13	12	11	210	94	185
13.	16	12	12	13	13	12	214	94	183
14.	15	11	11	12	12	11	205	89	194
15.	18	15	14	14	14	12	211	91	195
16.	16	10	10	11	11	9	198	86	182
17.	16	11	11	12	12	10	197	84	186
18.	19	12	13	14	12	11	226	99	210
19.	17	14	13	14	13	13	213	90	194
20.	16	12	11	12	11	10	200	92	195
21.	16	13	12	13	11	10	197	89	207
22.	17	12	12	13	12	11	230	96	189
23.	17	12	11	12	11	9	219	96	200
24.	16	12	12	13	13	11	205	92	197
25.	16	13	12	13	11	16	202	88	198
26.	18	13	13	15	13	12	216	94	198
27.	15	12	11	12	10	8	204	88	187
28.	18	12	12	13	11	11	208	93	185
29.	16	13	13	14	13	10	211	89	194
30.	16	13	13	14	13	11	213	94	197
31.	15	12	12	13	13	10	204	90	190
32.	16	12	13	12	11	9	212	100	187
33.	17	12	12	13	11	10	209	95	190
34.	16	12	11	12	12	10	206	89	195
35.	17	12	15	15	15	12	213	91	199
36.	17	14	13	13	12	10	220	92	197
37.	14	12	11	12	11	10	199	87	198
38.	17	12	12	13	12	10	200	91	200
39.	16	12	11	12	11	10	207	92	195
...
503.	13	12	11	12	12	10	209	90	188

Продолжение таблицы Б.1.1

№	d.кост	d_1	d_2	d_3	d_43	d_44	d_5	O_kist_ kulak	W_kist_ tyl_kulak	D_kist_ kulak
1.	17	74	84	92	87	91	65	249	100	225
2.	13	46	85	95	89	95	71	245	106	226
3.	18	67	73	85	76	84	62	220	90	200
4.	17	80	88	92	88	94	70	213	87	226
5.	15	66	80	85	81	87	68	223	93	218
6.	17	74	79	84	76	88	66	226	94	211
7.	21	66	85	92	84	92	69	252	100	222
8.	21	66	85	92	84	92	69	252	100	222
9.	14	73	86	101	93	97	72	235	99	235
10.	20	74	93	98	90	98	72	235	100	222
11.	15	68	82	90	84	90	70	234	96	225
12.	17	67	78	88	80	84	62	220	96	210
13.	21	72	80	93	84	92	70	224	96	211
14.	19	74	84	89	83	91	68	219	92	212
15.	15	69	74	82	80	88	64	232	95	216
16.	15	74	82	88	80	88	66	203	90	204
17.	16	80	74	82	76	86	63	215	88	204
18.	17	77	89	105	96	98	76	245	103	238
19.	18	72	81	92	83	88	63	242	94	219
20.	18	76	84	94	84	88	66	228	96	221
21.	15	80	90	100	92	100	77	226	93	230
22.	22	79	84	91	85	89	67	245	99	211
23.	21	74	84	100	90	97	67	236	98	225
24.	16	80	90	97	90	94	71	238	99	221
25.	18	76	83	91	82	88	65	221	90	219
26.	12	71	78	88	78	88	64	240	97	228
27.	19	75	84	89	81	89	65	213	92	214
28.	19	72	78	86	84	82	64	235	96	205
29.	15	74	77	87	81	89	66	237	94	220
30.	16	70	81	89	79	89	61	242	96	213
31.	23	74	82	87	81	83	64	214	93	208
32.	13	77	78	88	80	87	66	220	104	204
33.	22	75	81	92	84	88	66	230	100	212
34.	16	71	82	90	80	88	71	236	95	219
35.	22	74	79	90	84	92	69	240	94	221
36.	14	74	92	94	86	92	72	225	102	220
37.	21	79	80	89	82	86	68	217	94	208
38.	11	73	77	85	78	84	66	231	96	222
39.	22	67	86	94	80	94	69	231	95	213
...
503.	19	70	87	96	84	92	66	223	94	211

Продолжение таблицы Б.1.1

№	D_kost	d_1	d_2	d_3	d_43	d_44	d_5	d_ruk_plech_lok	d_ruk_lok_zap
1.	16	82	94	106	98	100	78	380	270
2.	13	84	96	106	101	97	83	370	260
3.	20	75	86	87	89	91	69	340	250
4.	20	87	100	106	100	102	88	390	285
5.	16	72	92	98	93	97	83	390	250
6.	16	78	90	96	91	93	80	360	260
7.	23	74	94	103	93	95	82	400	275
8.	23	74	94	103	93	95	82	400	275
9.	16	79	99	105	102	104	80	380	275
10.	20	85	106	114	110	112	90	385	305
11.	14	77	96	104	98	100	84	370	255
12.	18	77	89	100	95	95	78	385	275
13.	20	78	93	110	105	107	84	370	260
14.	22	78	95	105	100	104	82	390	270
15.	14	78	90	99	96	100	76	350	260
16.	16	73	90	96	94	96	80	330	260
17.	18	74	88	94	90	92	76	355	255
18.	19	93	98	112	107	109	92	380	275
19.	17	78	88	102	99	97	78	375	265
20.	21	84	97	105	100	102	86	370	270
21.	17	92	98	114	105	107	88	380	270
22.	24	86	98	102	98	100	80	380	270
23.	21	78	96	105	102	102	81	385	280
24.	21	92	96	100	100	94	82	375	280
25.	18	87	90	100	94	96	72	390	275
26.	11	76	94	103	101	103	94	390	270
27.	20	86	93	102	96	100	76	350	270
28.	20	73	88	98	94	92	76	370	250
29.	16	76	86	98	96	94	76	350	265
30.	17	80	88	97	95	93	72	375	265
31.	26	81	86	96	94	90	79	360	275
32.	15	86	92	100	100	102	82	350	270
33.	26	78	90	103	92	96	84	370	255
34.	16	76	92	102	94	100	86	385	275
35.	21	83	94	103	100	98	78	390	260
36.	15	80	98	110	100	104	83	380	260
37.	18	85	93	92	95	91	87	365	265
38.	10	87	88	96	90	90	79	360	250
39.	19	77	97	101	98	100	76	370	295
...
503.	25	65	89	97	95	100	80	412	275

Окончание таблицы Б.1.1

№	O_plech _vert	O_plech _gor	O_ruk_ser _plech_lok	O_ruk _ser_max	O_ruk _lok_svob	O_ruk _lok_sogn	O_ruk_ser _posle_lok
1.	410	300	290	315	250	320	250
2.	460	330	300	342	270	335	280
3.	380	290	270	310	245	340	245
4.	350	280	260	290	250	295	240
5.	380	310	275	295	240	300	250
6.	370	280	270	295	255	330	250
7.	440	325	310	345	280	360	285
8.	440	325	310	345	280	360	285
9.	360	260	250	290	243	310	240
10.	370	290	260	315	260	380	250
11.	400	300	280	310	245	340	250
12.	320	290	270	300	235	300	245
13.	370	315	285	315	250	320	260
14.	470	335	290	330	265	340	270
15.	340	260	255	280	235	290	245
16.	345	280	260	300	225	305	230
17.	380	290	280	310	250	330	250
18.	400	330	300	340	270	355	275
19.	410	315	285	325	260	350	260
20.	390	270	260	290	250	320	240
21.	375	260	250	270	245	315	230
22.	390	310	265	305	260	355	270
23.	380	250	245	270	225	335	230
24.	380	285	270	310	250	325	250
25.	390	300	260	290	245	300	245
26.	390	310	270	300	240	305	240
27.	345	280	265	310	235	335	240
28.	410	300	265	310	250	335	260
29.	370	300	270	295	245	320	250
30.	375	300	280	315	260	335	250
31.	370	300	290	320	250	355	255
32.	400	310	290	315	260	350	260
33.	430	310	305	330	275	350	280
34.	385	280	260	295	230	340	225
35.	390	305	280	317	260	330	270
36.	490	345	275	320	360	290	260
37.	380	315	265	290	250	300	245
38.	370	290	270	290	240	335	250
39.	400	280	270	315	250	350	240
...
503.	450	300	295	315	270	330	235

П.Б.2 Значения композиционно-конструктивных характеристик традиционных женских составных рубаш [180]

Таблица Б.2.1 – Значения признаков ткани для верхней части (рукавов)
ТЖСР (фрагмент)

№	Наименование					Цвет					Рисунок								Фактура					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
1.			+					+			+												+	
2.				+						+						+							+	
3.	+										+						+		+					
4.																								
5.	+							+								+							+	
6.	+							+			+								+		+			
7.			+					+			+													+
8.	+								+			+							+					
9.					+			+			+													+
10.						+					+								+					
11.				+						+						+							+	
12.					+			+										+					+	
13.	+							+			+												+	
14.					+			+										+					+	
15.					+			+										+					+	
16.	+								+			+							+					
17.	+								+		+									+				
18.	+							+			+									+				
19.	+		+			+		+			+								+					
20.			+					+			+													+
21.			+					+			+													+
22.	+							+			+												+	
23.	+							+			+												+	
24.	+								+			+							+					
25.	+									+							+		+					
26.					+			+			+													+
27.					+			+			+													+
28.				+						+						+							+	
29.				+						+	+													+
30.	+					+					+								+					
...
184.	+								+			+							+					

Таблица Б.2.2 – Значения признаков ткани для нижней части (стана) ТЖСР
(фрагмент)

№	Наименование		Цвет				Рисунок				Фактура			
	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	+		+				+				+			
2.														
3.														
4.	+		+				+				+			
5.	+		+				+				+			
6.														
7.														
8.	+		+				+				+			
9.	+		+				+				+			
10.														
11.														
12.														
13.	+			+			+						+	
14.														
15.														
16.														
17.														
18.														
19.														
20.														
21.														
22.														
23.														
24.	+			+			+				+			
25.														
26.		+		+			+							+
27.														
28.														
29.														
30.	+		+				+				+			
...
184.	+		+				+				+			

Таблица Б.2.3 – Значения признаков конструкции ТЖСР (фрагмент)

№	Конструкция рукавов														Конструкция ста-на						Плечи			Форма ласто-виц				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	1	2	3	1	2	3	4	5
1.												+				+					+				+			
2.														+								+			+			
3.												+										+			+			
4.																+						+			+			
5.																+		+				+				+		
6.													+									+					+	
7.													+									+						+
8.																					+			+			+	
9.																						+			+			+
10.																	+					+				+		
11.																	+					+			+			
12.																	+					+			+			
13.																	+		+			+						+
14.																						+						+
15.																						+						+
16.																						+						+
17.																						+			+			
18.																						+			+			
19.																						+			+			
20.																						+						+
21.																						+				+		
22.																						+				+		
23.																						+				+		
24.																						+		+		+		
25.																						+						+
26.																						+			+			
27.																						+				+		
28.																						+			+			
29.																						+				+		
30.																						+		+			+	
...
184.																						+			+			+

Таблица Б.2.5 – Значения признаков декора для ТЖСР (фрагмент)

№	Виды декора											Месторасположение									Орнамент						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7
1								+				+				+				+							
2											+										+						
3																						+					
4			+																	+					+		
5	+																			+	+						
5						+														+							
6			+											+											+		
6								+								+											
7									+							+											
7			+											+	+	+					+						
8		+																									
9			+											+	+				+			+					
10							+					+					+				+						
11											+																
12											+																
13	+																			+	+						
13						+														+							
14											+																
15											+																
16	+														+	+	+				+						
17		+																									
18	+											+				+					+						
18			+												+	+									+		
18							+							+	+												
19			+												+	+					+						
19							+								+												
20																											
21																											
22	+														+	+	+				+						
23			+											+	+	+	+	+			+						
24		+																		+	+						
25							+					+															
26																	+					+					
27												+	+				+										
28											+																
29											+																
30			+												+	+	+						+				
30					+									+	+	+											
...	
184			+												+					+		+					

Таблица Б.2.6 – Значения признаков
формы для ТЖСР (фрагмент)

№	Вид				Величина		
	1	2	3	4	1	2	3
1.							
2.							
3.						+	
4.					+		
5.							+
6.					+		
7.							+
8.							
9.							
10.					+		
11.							+
12.							
13.					+		
14.							
15.			+				
16.							+
17.	+						
18.		+					
19.							
20.					+		
21.							
22.	+						
23.			+				
24.	+						
25.							
26.					+		
27.							
28.							+
29.							
30.							
...
184.							+

П.Б.3 Список классифицированных по стилю сайтов*Пиктографический, графический*

1. www.chupachups.com/ru
2. www.indigo-uc.ru
3. www.planetary-spb.ru
4. paranormal-666.at.ua
5. smallbay.ru
6. nervana.name
7. godsbay.ru
8. theatrologia.su
9. www.fillosoff.ru
10. www.darkart3d.ru
11. dreamworlds.ru
12. www.arhivirt.com
13. centrostroy.ru/flash
14. www.bankofimagination.com
15. www.ooogross.ru
16. www.donator.ru
17. www.sovavto.ru
18. iii.ru/garage
19. kremlion.ru
20. aes.at.ua
21. www.hyundaicoupe.gr/html/index.html
22. territa.ru
23. karella.ru
24. dogonly.ru
25. ru.p-les.ru
26. www.deda.ru
27. www.fcdynamo.ru
28. www.petersburg-mystic-history.info
29. prinhouse.ru
30. coolbrushdesign.ru
31. www.kingsbounty.ru
32. staseva.ru

Плакатный

1. www.k-beauty.ru
2. gatchinapalace.ru
3. iq.toyota.ru
4. promo.azbukavkusa.ru
5. www.metempsychosis.com/mr-eel

Цифровой

1. www.requiemforadream.com
2. www.dream7.com/dreambase
3. www.testpilotcollective.com/tpc
4. www.pixeljam.com

Минимализм

1. andrey-arshavin.ru
2. www.tvmuseum.ru
3. www.proconcept.ru
4. dekloroom.com
5. idiot.fm
6. www.dreamstock.ru
7. www.zlatoriza.ru
8. www.yanajy.com
9. www.elitarium.ru

Текстовый

1. www.compute-rs.com
2. bobrdobr.ru
3. lib.ru
4. www.cgmdesign.ru

Полиграфический

1. www.pobeda.ru
2. monarhist-spb.narod.ru
3. www.9may.ru
4. compuart.ru
5. www.mk.ru
6. www.eshatologia.org
7. www.mirf.ru
8. trufcreative.com
9. www.apraksinagency.spb.ru
10. www.ukcompany.ru
11. www.bigredhair.com
12. my1home.ru
13. kleontev.ru
14. www.petrovsky.spb.ru

Интерфейсный (юзабилити)

1. schools.keldysh.ru/sch444/museum
2. hitweb.com.ua
3. www.landscrona.ru

4. www.arshavin.eu
5. webstudio2u.net
6. www.gznleasing.ru
7. www.hpindigo.ru
8. www.bird-malaysia.com
9. www.sportoboz.ru
10. fanatportal.com
11. tzar.ru

Динамический

1. www.metropolis-media.com.pl
2. transscreen.ru/site.php
3. www.reserved.com
4. vobnedir.org
5. www.adproject.ru

Авторский, альтернативный

1. myfhology.narod.ru
2. www.kirsanov.com
3. s-pb.in
4. www.pirogov.ru/flash
5. www.trueropejeans.com
6. oddodesign.com
7. www.elcosmo.ru
8. www.sovbut.ru
9. killer999.wen.ru
10. www.etherlords.com
11. www.imustcreate.com/start.html
12. www.m-arc.ru
13. soytuaire.labuat.com
14. umcpo.ru/70-let
15. www.egy.ru/flash.html
16. www.foxdesign.ru
17. www.pilot-film.com
18. www.wrapragedure.com
19. wonder-wall.com
20. studio.fotosesia.ru
21. dmitriyplastinin.ru
22. www.resn.co.nz
23. www.notourfuture.co.nz
24. www.topcreative.ru
25. www.moussonatelier.ru
26. www.uprint.spb.ru
27. patefon.knet.ru
28. www.stagedesign.ru
29. www.studiapodarkov.ru

30. www.intrigagold.ru
31. www.persov.ru
32. www.enjoyzibra.com
33. www.allstarlanes.co.uk
34. edgepointchurch.com
35. www.starbuckscoffeeathome.com
36. bestofucoz.ru
37. www.avrora.ru

Этнический, региональный

1. www.pushkin-town.net/.pushkin/rus/index.htm
2. www.sovmusic.ru
3. www.suilen.net
4. www.goldchino.com
5. 20th.su

Смешанный

1. www.azbukavkusa.ru
2. ignashevich.com
3. www.milkyelephant.com
4. duxlab.com
5. www.burger.si
6. www.rosp.ru
7. www.spbhorror.ru
8. www.fantactik.ru
9. www.7sense.com.ar/main.html
10. www.arlovski.com
11. www.victory.ru
12. history.rzd.ru/steams/index.html
13. www.gogol200.ru
14. www.blitzagency.com
15. emr926.ru
16. www.bicentenarioevoleon.com/ninos/index.html
17. www.zumbakamera.com
18. www.camper.com
19. cccp.tv
20. www.6billionothers.org
21. www.retromoda.ru
22. www.paradigma.ru/index.html
23. horeman.ru
24. dynamomania.ru
25. swalker.ru

Экранные изображения разработанных программ

В.В.1 Инструментальная среда для проектирования базы знаний интеллектуальных систем

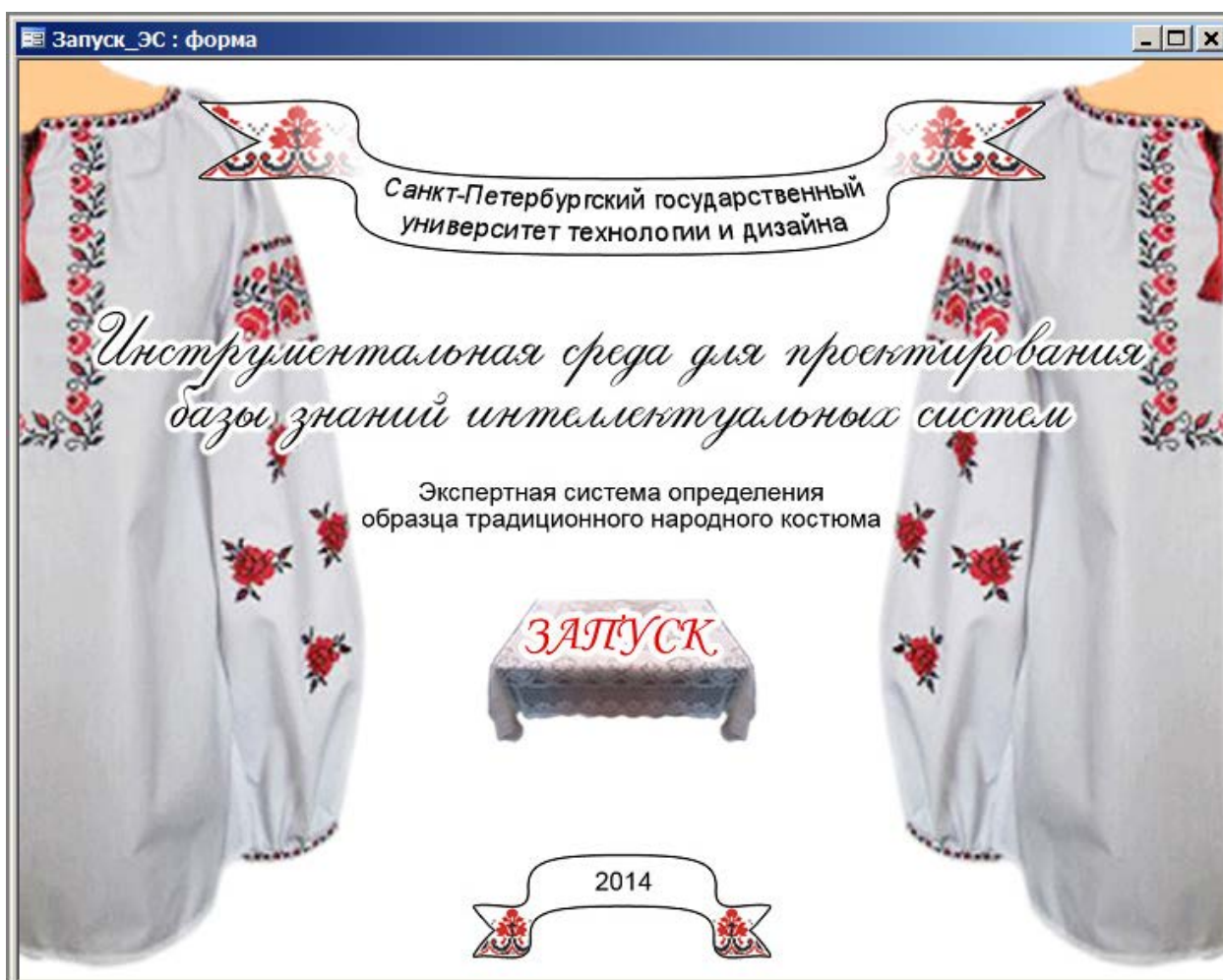


Рисунок В.1.1 – Стартовая форма программы построения базы знаний интеллектуальной поисковой системы

Интерпретация : форма

Интерпретация объекта

Выбраны характеристики:

Характеристика	Значение
▶ Наименование ткани верха	Холст домотканый
Цвет ткани верха	Пестрядинный («пестрядь»)
Рисунок ткани верха	Набивной рисунок
Фактура ткани верха	Матовая
Наименование ткани низа	Холст домотканый
Цвет ткани низа	Бело-серый (естественный)
*	

Запись: 1 из 6

Объект принадлежит классу №:

Глубина рассмотренного пространства признаков (шт):

Количество образцов для выбранного кластера: экз. %

Типовые значения выбранных характеристик класса:

Характеристика	Значение
▶ Наименование ткани верха	Холст домотканый
Цвет ткани верха	Пестрядинный («пестрядь»)
Рисунок ткани верха	Набивной рисунок
Фактура ткани верха	Матовая
Наименование ткани низа	Холст домотканый
Цвет ткани низа	Бело-серый (естественный)
*	

Запись: 1 из 6

[← Далее →](#)

Интерpretation_3 : форма

Интерпретация объекта

Другие характеристики выбранного класса:

Характеристика	Значение
▶ Наименование ткани верха	Другие виды ткани (кружево, «газ»)
Цвет ткани верха	Другие цвета
Рисунок ткани верха	Жаккардовый
Фактура ткани верха	Глянцевая, блестящая
Наименование ткани низа	Холст домотканый
Цвет ткани низа	Бело-серый (естественный)
*	

Запись: 1 из 6

[← Назад →](#) [← Закрыть →](#)

Рисунок В.1.2 – Формы «Интерпретация объекта»

П.В.2 Интерфейс для сбора статистических данных в области веб-дизайна

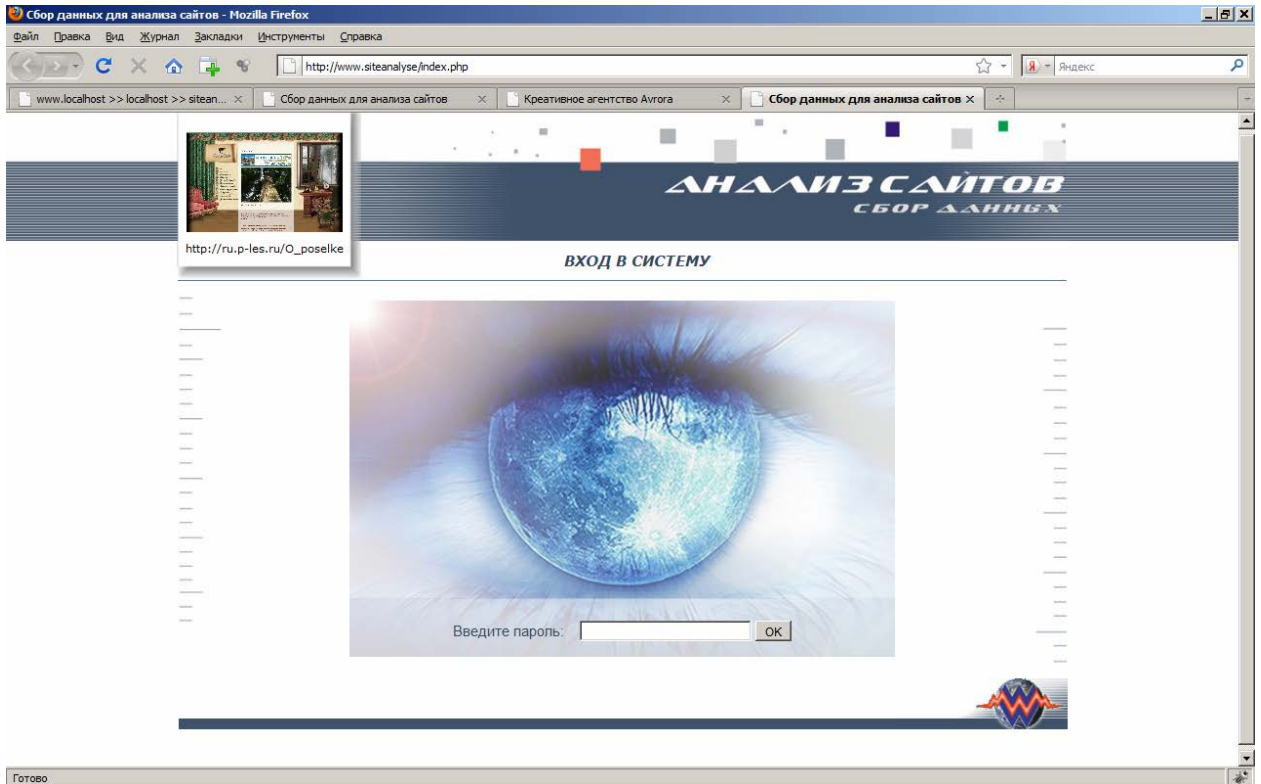


Рисунок В.2.1 – Окно входа в систему

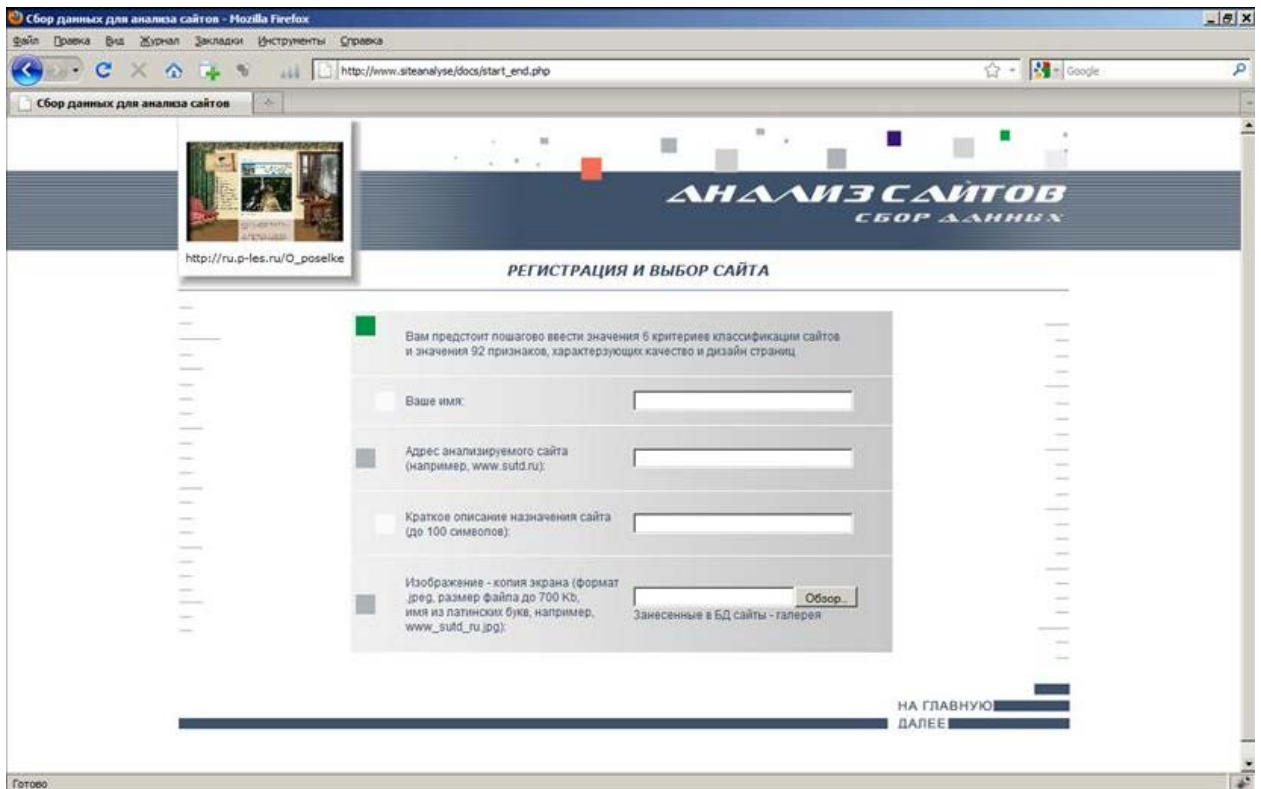


Рисунок В.2.2 – Форма регистрации и выбора анализируемого сайта

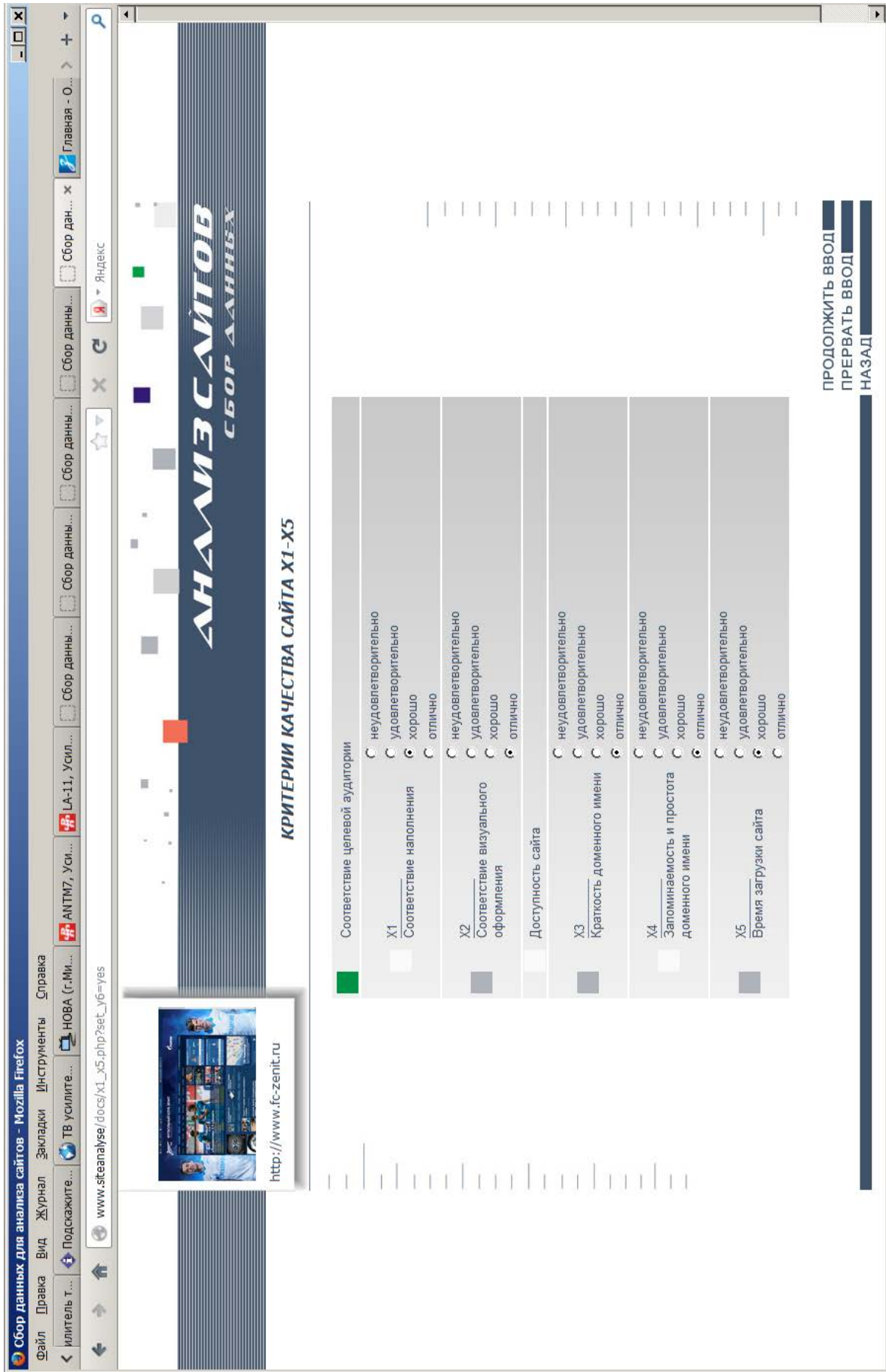


Рисунок В.2.3 – Форма выбора критериев качества сайта

Акты внедрения результатов диссертационной работы

Копии заключений о внедрении разработок

ООО «КОЖИНФОРМДИЗАЙН»

Адрес: Россия 190068

г. Санкт-Петербург

ул. Садовая 54 оф. 622

ИНН: 7838006691

АКТвнедрения результатов диссертационного исследования
Пименова Ильи Викторовича

Настоящий акт составлен о том, что результаты диссертационной работы Пименова И. В. внедрены и апробированы в ООО «КОЖИНФОРМДИЗАЙН» при проектировании мужских перчаток.

Предложенные методика анализа данных обмера кистей рук, методы отбора признаков и алгоритм построения решающих правил на основе модели пошаговой регрессии позволили повысить эффективность процесса проектирования путем повышения впорности изделий.

В частности, использование результатов диссертационного исследования при индивидуальном проектировании перчаток позволяет перейти от размерной к морфологической типологии, основанной на внутренних соотношениях между частями изделий, установить морфологический тип кисти и учесть анатомические особенности потребителей. При проектировании единичного изделия, после распознавания морфологического типа, найденные зависимости используются для определения индивидуальных значений размерных показателей.

При серийном производстве изделий, представленные в базе знаний зависимости позволяют повысить точность расчета среднетипичных размеров, за счет компенсации смещения оценок коэффициентов регрессии, чувствительных к расположению “периферийных” наблюдений для редких типов пользователей, и обеспечить хорошие прогностические свойства расчетных уравнений для всего диапазона размеров.

Генеральный директор
ООО «КОЖИНФОРМДИЗАЙН»
к.т.н., доцент



Яковлева Н.В.

04.10.2016 г.



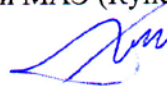
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
МУЗЕЙ АНТРОПОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ
ИМЕНИ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (КУНСТКАМЕРА)
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Университетская наб., д. 3, Санкт-Петербург, 199034
Тел.: (812) 328 0812, факс: (812) 328 0811
E-mail: museum@kunstkamera.ru, http://www.kunstkamera.ru

№ 14.110-14516/367

25 октября 2016

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий отделом этнографии
восточных славян и народов европейской
части России МАЭ (Кунсткамера) РАН,
к.и.н.  А.И.Терюков

АКТ

апробирования результатов диссертационного исследования
Пименова Ильи Викторовича

Настоящий акт составлен о том, что результаты диссертационной работы Пименова И. В. апробированы в отделе этнографии восточных славян и народов европейской части России Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН при разработке системы автоматизированного поиска музейного образца народного костюма.

В настоящее время учет предметов в музеях России осуществляется, в основном, с помощью словесного описания, что не способствует систематизации характеристик и эффективному процессу поиска образцов. При ограниченности доступа к музейным фондам актуальной является проблема представления объектов в едином цифровом формате.

Поскольку музейные образцы отличаются разнообразием характеристик, многомерностью и слабой формализованностью описания, для повышения эффективности их представления в электронной форме целесообразно применять поисковую систему, основанную на методах управления знаниями.


В работе Пименова И.В. предложена методика применения многомерных методов, направленная на извлечение закономерностей в описаниях музейных образцов и позволяющая находить решающие правила, разделяющие однородные классы объектов.

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, дают возможность:

- автоматизировать построение онтологии предметной области;
- автоматизировать процесс извлечения знаний из данных с описаниями объектов;
- автоматизировать построение решающих правил и базы знаний;
- выполнять интеллектуальный поиск образца без перебора значений всех признаков.

Практическое применение методики позволяет разрабатывать электронные каталоги, базы знаний и интеллектуальные системы по музейной тематике.

Главный специалист отдела этнографии восточных славян
и народов европейской части России, к.и.н.

 А.Е. Финченко

Подпись ректора Терюкова А.И.

Финченко А.Е.

Заверяю Лещинская

Зав. канцелярией Кунсткамера СР



Общество с ограниченной
ответственностью «Девега»
Адрес: Россия 191186,
г. Санкт-Петербург
ул. Большая Морская, д. 18
ИНН 7840491741

АКТ
внедрения результатов диссертационного исследования
Пименова Ильи Викторовича

Настоящий акт составлен о том, что результаты диссертационной работы Пименова И. В. внедрены и апробированы в малом инновационном предприятии ООО «Девега» при разработке интеллектуальной системы по выбору шаблона веб-сайта. Результаты работы использованы в виде:

- базы данных с описаниями сайтов, представляющих различные стилистические направления веб-дизайна;
- методики извлечения из данных закономерностей в области веб-дизайна, основанной на комбинировании методов многомерного анализа данных: кластеризации объектов и переменных, метода главных компонент, дискриминантного анализа, регрессионного анализа;
- программного комплекса для оценки показателей классификации, критериев качества и характеристик дизайна при анализе сайтов;
- интеллектуальной системы, осуществляющей построение логических решающих правил, которые описывают принадлежность сайтов к классам стилей.

Практическое применение предлагаемых разработок позволяют сократить затраты на построение базы знаний в области веб-дизайна. С помощью методики многомерного анализа отобраны наиболее значимые признаки для каждого стиля веб-дизайна. Разработанная интеллектуальная система позволяет по вводимым пользователем признакам целенаправленно извлекать заданный шаблон веб-страницы и повысить эффективность поиска за счет сокращения глубины запросов.

Генеральный директор
ООО «Девега»



Жуков Н. Н.

16.11.2016



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И ДИЗАЙНА»
(СПбГУПТД)

Б. Морская ул., д. 18, Санкт-Петербург, 191186
Тел. (812) 315-75-25 Факс (812) 571-95-84
E-mail: rector@sutd.ru http://www.sutd.ru

29.09.2016 № 38-03-65/03-37

на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
СПбГУПТД

Д. Г. Н., профессор

Макаров А. Г.

«29» сентября 2016 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в учебный процесс кафедры информационных технологий Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна **результатов кандидатской диссертации Пименова И. В.**

Комиссия в составе председателя – директора института информационных технологий и автоматизации, доктора технических наук, профессора Энтина В. Я. и членов комиссии – заведующего учебной частью кафедры доцента Кравец Т.А. и ответственного исполнителя доцента Туркиной Н.Р. составила настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы Пименова И. В., представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук:

- методика извлечения знаний из массива данных “объекты–свойства”, основанная на комплексном использовании многомерного анализа;
- метод двухэтапного отбора и ранжировки признаков объектов дизайна;
- метод построения в локальном пространстве системы решающих правил на основе модели множественной пошаговой регрессии;
- алгоритм формирования логического решающего правила по результатам кластерного и дискриминантного анализов;
- алгоритм логического вывода, основанный на обработке решающего правила;
- базы знаний в областях веб-дизайна и проектирования одежды

имеют теоретическую значимость и практическую ценность, обладают научной новизной.

Теоретические результаты диссертационной работы Пименова И. В. внедрены в учебный процесс кафедры информационных технологий СПбГУПТД в курсах “Методы и средства исследований”, “Информационное обеспечение дизайн-проектирования”, “Информационные системы в дизайне изделий легкой промышленности”, “Математическое моделирование”, “Интеллектуальные информационные системы”. Использование результатов диссертационной работы Пименова И. В. позволило ознакомить студентов-информатиков с последними достижениями в области представления и обработки знаний в интеллектуальных системах.

Методика многомерного анализа и преобразования данных при проектировании модели знаний интеллектуальной системы и практическое применение предлагаемых алгоритмов позволяют сократить затраты на разработку баз знаний и интеллектуальных систем в области дизайна, а будущим специалистам по прикладной информатике – приобрести опыт профессионального использования методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных.

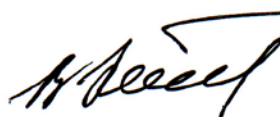
Председатель:


Директор института информационных технологий,
д.т.н., профессор


Члены комиссии:

Заведующий учебной частью кафедры информационных технологий,
к.т.н., доц.

Ответственный исполнитель
Секретарь кафедры информационных технологий, к.т.н.

 Энтин В.Я.

 Кравец Т.А.

 Туркина Н.Р.

Подписи членов комиссии заверяю,
начальник управления персоналом и документооборотом

Подписи Энтина В.Я., Кравец Т.А., Туркиной Н.Р.

заверяю

Ведущий инженер отдела сотрудников
Управления кадров



Оглуздяна Л.В.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
**«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д. 1
Тел.: (812) 316-2394, Факс: (812) 316-2409
E-mail: komdep@bstu.spb.su. www.voenmeh.ru
ИНН 7809003047

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по научной работе и
инновационно-коммуникационным
технологиям БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова

С.А. МАТВЕЕВ

_____ октября 2016 г.



№ _____
На № _____ от _____

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Пименова Игоря Викторовича

Комиссия в составе председателя – декана факультета «Информационные и управляющие системы» д.т.н., доцента Страхова С.Ю. и членов комиссии – профессора кафедры «Систем управления и компьютерных технологий» д.т.н. В.И. Мельника и профессора кафедры «Систем управления и компьютерных технологий» к.т.н. В.А. Керножицкого составила настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы И.В. Пименова:

- методика извлечения знаний из массива данных “объекты–свойства”;
- метод, автоматизирующий процесс построения в локальном пространстве системы решающих правил;
- алгоритмы формирования решающего правила и логического вывода;
- базы знаний и интеллектуальные системы в области проектирования объектов дизайна, имеют теоретическую значимость и практическую ценность, обладают научной новизной.

Вышеназванные результаты внедрены в учебном процессе кафедры И9 «Систем управления и компьютерных технологий» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова в рамках курсов направлений 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.02 «Информационные системы и технологии» – «Основы искусственного интеллекта», «Теория принятия решений», «Представление знаний в информационных системах», «Интеллектуальные системы и технологии: основы искусственного интеллекта».

Применение разработанных автором методов и алгоритмов при формализации знаний в процессе проектирования сложных объектов позволяет будущим специалистам существенно повысить свою профессиональную компетентность в области интеллектуальных информационных систем.

Данные результаты позволяют сократить затраты на обработку и систематизацию больших массивов данных в процессе проектирования интеллектуальных систем.

Председатель:

Декан факультета «Информационные и управляющие системы» д.т.н.

С.Ю. Страхов

Члены комиссии:

Профессор кафедры
«Систем управления и
компьютерных технологий» д.т.н.

В.И. Мельник

Профессор кафедры
«Систем управления и
компьютерных технологий» к.т.н.

В.А. Керножицкий

Копии свидетельств об интеллектуальной собственности

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2014618361

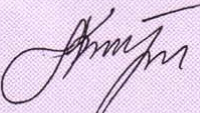
Оценка показателей классификации, критериев качества
и характеристик дизайна при анализе сайтов

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Санкт-Петербургский государственный
университет технологии и дизайна» (СПГУТД) (RU)*

Авторы: *Пименов Илья Викторович (RU),
Пименов Виктор Игоревич (RU)*

Заявка № **2014615932**
Дата поступления **20 июня 2014 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **18 августа 2014 г.**

*И.о. руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*


Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2014615514

**Инструментальная среда для проектирования базы знаний
интеллектуальных систем**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна» (СПГУТД) (RU)*

Авторы: *Пименов Илья Викторович (RU), Макаров Авинир Геннадьевич (RU), Шатковская Марина Леонидовна (RU), Пименов Виктор Игоревич (RU)*

Заявка № 2014613205

Дата поступления 11 апреля 2014 г.

Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 28 мая 2014 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов