

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Брянский государственный технический университет»

На правах рукописи



Кондратенко Сергей Викторович

**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЦВЕТОВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ
В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ**

Специальность 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

Заслуженный деятель науки РФ,

доктор технических наук, профессор

Аверченков В.И.

Брянск – 2017

Оглавление

Введение	5
1. Методологические основы использования цветовых предпочтений при управлении социальными и экономическими системами	15
1.1. Анализ проблем и перспектив качественной оценки показателей исследуемых объектов в управлении социальными и экономическими системами.....	15
1.2. Обзор зарубежных и отечественных исследований, связанных с учетом человеческого фактора при анализе цветовых предпочтений	27
1.3. Возможности применения цветовых оценок при управлении в социальных и экономических системах	36
1.4. Общие требования к планированию и проведению опросных исследований на основе цветовых предпочтений экспертов	47
1.5. Постановка целей и задач исследования	54
1.6. Выводы к первой главе	55
2. Разработка методов и моделей организации и проведения экспериментов на основе цветовых предпочтений	57
2.1. Общая модель проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений.....	57
2.2. Математическое моделирование при построении шкалы индивидуальных цветовых предпочтений респондентов	61
2.3. Апробация модели построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений.....	69
2.4. Математические модели обработки результатов тестирования.....	73
2.5. Выводы ко второй главе	81

3. Разработка автоматизированной системы проведения и обработки тестирования на основе цветовых предпочтений	83
3.1. Общая структура программного комплекса для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений респондента.	83
3.2. Алгоритм формирования эталонной шкалы индивидуальных цветовых предпочтений респондента.....	85
3.3. Разработка алгоритма обработки результатов тестирования	89
3.4. Разработка функциональной схемы программного комплекса.....	95
3.5. Разработка архитектуры программного комплекса.....	103
3.6. Анализ средств разработки и реализация программного комплекса для проведения экспертных исследований.....	113
3.7. Обзор web-приложения.	118
3.8. Выводы к третьей главе.....	122
4. Анализ возможностей применения метода оценки индивидуальных цветовых предпочтений при решении задач социально-экономического управления.....	125
4.1. Программный комплекс «TestColor» как инструмент организации и проведения экспертных опросов при управлении социальными и экономическими системами.....	125
4.2. Особенности использования цветовых ассоциаций при проектировании травмоопасных комплексов в машиностроении.....	128
4.3. Применение метода цветовых оценок при формировании и управлении проектными группами.	135
4.4. Применение системы «TestColor» при решении социально-экономических задач.....	146
4.5. Выводы к четвертой главе.....	157

Заключение	159
Список литературы	161
Приложение А. Акты внедрения результатов диссертационной работы.....	177
Приложение Б. Дипломы и сертификаты	179
Приложение В. Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.....	181
Приложение Г. Фрагменты исходного кода.....	183

Введение

Актуальность темы исследования. В современной теории управления социальными и экономическими системами значительная часть решений принимается на основе данных, полученных от экспертов. Но в том случае, если результаты экспертизы могут каким-то образом повлиять на эксперта, то высока вероятность того, что данные экспертного исследования могут быть искажены заведомо ложными ответами, которые эксперты дают либо с целью повлиять на конечные результаты исследования и принимаемые на их основе решения, либо под воздействием внешних факторов, таких как принятые в обществе стереотипы поведения, социальное одобрение, культурные особенности, боязнь того, что ответы могут повредить взаимоотношениям с окружением. В этих случаях эксперты стремятся оказать активное воздействие на результаты исследования. Вопросы повышения достоверности экспертных опросов за счет снижения воздействия внешних и внутренних факторов на ответы экспертов в рамках теории управления социальными и экономическими системами рассматриваются в разрезе механизмов активной экспертизы.

Традиционные опросные методики, основанные на количественных оценках, являются легко алгоритмизируемыми и позволяют проводить массовые опросы с автоматизированной обработкой результатов, но с точки зрения активной экспертизы они являются наиболее уязвимыми в связи с влиянием субъективных факторов на принимаемые экспертами решения.

Повышение достоверности опросов, снижение влияния внешних факторов на ответы респондентов, разработка неманипулируемых инструментов активной экспертизы являются важным направлением совершенствования существующих опросных методик. Одним из таких вариантов может стать применение метода цветовых оценок вместо традиционных балльных, так как рядом исследований доказано, что существует определенная взаимосвязь между выбором цвета и эмоциями, с которыми человек связывает этот цвет. Применение цветовых оценок

может быть положено в основу универсальной неманипулируемой методики проведения опросов экспертов, сочетающей простоту и удобство количественного подхода и учитывающей индивидуальные особенности респондентов наравне с качественными подходами.

Для успешного применения данной методики при реализации механизмов активной экспертизы в рамках управления социальными и экономическими системами необходимо разработать и реализовать новые модели и алгоритмы, позволяющие успешно проводить и обрабатывать автоматизированные опросные исследования.

Актуальность представленной диссертационной работы обусловлена необходимостью развития нового методологического аппарата, который бы позволил использовать цветовые оценки для проведения экспертных опросов при решении различных задач в сфере управления социальными и экономическими системами.

Степень разработанности темы.

Вопросам применения методов экспертных оценок в целом и механизма активной экспертизы в частности посвящен ряд работ таких ученых, как Бурков В.Н., Новиков Д.А., Губанов Д.А., Райков А.Н., Караваев А.П., Камаев В.А. Особенности восприятия цвета и цветовых предпочтений рассмотрены в трудах Бажина Е.Ф., Яньшина П.В., Измайлова Ч.А., Собчик Л.Н., Эткинда А.М., Lüscher M., Guilford J., Frieling H. Вопросы организационно-экономического моделирования были рассмотрены в работах Орлова А.И., Кубланова М.С., Thurstone L., Torgerson N. Однако, в работах указанных авторов не в полной мере уделено внимание интерпретации цветовых оценок в количественные значения.

Целью диссертационной работы являлась разработка моделей, методов и алгоритмов создания автоматизированных систем и технологий неманипулируемых инструментов активной экспертизы при оценке отношения агентов к эмоционально значимым объектам на основе индивидуальных цветовых предпочтений экспертов.

Для достижения обозначенной цели в работе были поставлены следующие **задачи:**

– Разработать и исследовать методологию применения индивидуальных цветовых оценок в качестве альтернативы традиционным количественным оценкам при проведении опросных исследований и ее применение при решении задач управления социально-экономическими системами.

– Рассмотреть особенности и предложить алгоритм построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондента.

– Разработать методику определения эмоционального отношения респондента к исследуемому объекту и адаптировать ее для применения при решении управленческих задач.

– Разработать математическую модель и алгоритм формирования малых проектных групп с учетом компетенций членов команды и межличностных отношений на основе индивидуальных цветовых предпочтений.

– Разработать программный комплекс, реализующий подготовку и проведение опросных исследований на основе индивидуальных цветовых предпочтений, а также их последующую обработку.

– Осуществить внедрение разработанных моделей и программного комплекса в практику решения отдельных социально-экономических задач.

Объектом исследования является процесс применения метода индивидуальных цветовых предпочтений при принятии управленческих решений в социально-экономических системах.

Предметом исследования является использование закономерностей цветосприятия при создании моделей, методов и алгоритмов оценки отношения экспертов к исследуемым объектам.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Работа соответствует паспорту специальности 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах» по следующим пунктам:

- п. 5 – разработка специального математического и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в социальных и экономических системах;
- п.10 – разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в экономических и социальных системах;
- п.12 – разработка новых информационных технологий в решении задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах.

Научная новизна. В работе получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

1. Предложен новый подход к автоматизации проведения экспертных опросов в различных областях с использованием индивидуальных цветовых оценок в качестве одного из инструментов механизмов активной экспертизы. Исследованный подход основан на сопоставлении и анализе ответов экспертов, данных в формате цветовых выборов, с их индивидуальной шкалой цветовых предпочтений.

2. Разработана методика идентификации предпочтений как отдельного респондента, так и опрашиваемой группы в целом посредством сопоставления цветовых предпочтений респондента с данными им ответами, отвечающая требованиям оперативности и простоты диалога оператора и ЭВМ.

3. Осуществлены организация и планирование экспериментального применения метода цветовых оценок при решении задач социально-экономического характера, оценены возможности этого метода по уменьшению влияния артефактов на результаты исследования.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии методических подходов к оценке эмоционально-значимых объектов на основе цветовых предпочтений в рамках механизма активной экспертизы. Разработанные теоретические и прикладные положения позволяют численно выразить эмоциональное отношение эксперта к оцениваемому объекту.

Практическая значимость работы:

1. Разработан и программно-реализован универсальный алгоритм, позволяющий на основе метода цветowych оценок определить численно выраженное отношение эксперта к объекту исследования. Рассмотрены возможности его использования при решении прикладных задач.

2. Разработана методика проведения онлайн-опросов с применением цветowych оценок, позволяющая значительно снизить воздействие артефактов на ответы респондентов.

3. Разработан программный комплекс, позволяющий проводить опросы на основе индивидуальных цветowych предпочтений среди большого числа респондентов, с целью выявления их отношения к исследуемому вопросу.

4. Предложена методика использования цветowych ассоциаций при проектировании травмоопасных комплексов. Данная методика прошла апробацию и внедрена в АО «УК БМЗ» (Эргономическая проработка цеха тележек с учетом влияния цветowych стимулов на работников).

5. Разработанная методика применения цветowych оценок и программный комплекс апробированы в образовательном процессе на кафедрах «Инженерная педагогика и психология» и «Экономика и менеджмент» БГТУ при комплектовании малых проектных групп и проведении маркетинговых исследований при выполнении дипломных и курсовых проектов.

Методы исследования. При проведении исследования и обработке результатов опросов использовались методы системного анализа, теории графов, методы статистического анализа, факторный и корреляционно-регрессионный анализ, комбинаторный анализ; при построении индивидуальной шкалы цветowych предпочтений была применена методика парных сравнений. При разработке опросной методики были использованы психосемантические тесты и экспертные оценки.

При создании программного комплекса использовались основные положения теории реляционных баз данных и методы объектно-ориентированного проектирования и программирования.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Методика и алгоритм построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений.
2. Модели и алгоритмы обработки результатов опросов с использованием цветовых предпочтений.
3. Концептуальная модель проведения массовых опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений респондентов.
4. Архитектура разработанного программного комплекса и принципы его построения: отказоустойчивость и гибкость при масштабировании.
5. Результаты практического применения рассмотренных методов при формировании малых проектных групп, оценке травмоопасности машиностроительных комплексов, оценке качества рекламных материалов при коррекции маркетинговых стратегий предоставления образовательных услуг.

Апробация работы. Основные научные и практические результаты работы докладывались на научных конференциях:

- Fundamental science and technology – promising developments VIII (North Charleston, USA, 2016).
- IV международная научно-практическая конференция «Информационные технологии в образовании и науке» (ИТОН – 2015) (Казань, 2015).
- Международная научно-практическая конференция «Закономерности взаимодействия технических устройств и человека в технических и антропогенно-измененных системах» (Брянск, 2016).
- Международная научно-практическая конференция «Роль интеграции науки, инновации и технологии в экономическом развитии стран» (Душанбе, Таджикистан, 2016).
- Международной научно-практической конференции «Инновации в профессиональном образовании и научных исследованиях ВУЗа» (Брянск, 2014).

Основные положения диссертации опубликованы в 11 печатных работах, включая 3 публикации в центральных рецензируемых научных изданиях из пе-

речня ВАК РФ и 1 статья опубликована в издании, индексируемом в международной библиографической базе данных Scopus.

Достоверность выносимых на защиту результатов подтверждается непротиворечивостью известным методам и принципам построения математических моделей и проведения опросов на основе валидных и надежных методик анализа цветовых предпочтений. Достоверность теоретических допущений подтверждена проведенными экспериментами с применением цветовых оценок на основе статистической верификации выдвинутых гипотез.

Реализация и внедрение результатов. Разработанный программный комплекс для проведения опросов на основе анализа индивидуальных цветовых предпочтений был использован при проведении маркетинговых исследований и внедрен в учебный процесс ряда кафедр ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» в рамках комплектования проектных групп для выполнения совместных проектов. Была проведена эргономическая проработка цеха тележек ЗАО «УК БМЗ» с учетом влияния цветовых стимулов на работников. О чем имеются акты соответствующих организаций.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 151 наименование. Основная часть работы изложена на 176 страницах машинописного текста, содержит 42 рисунка и 20 таблиц.

В первой главе рассмотрены основные особенности, связанные с учетом человеческого фактора при анализе цветовых предпочтений, возможности применения метода цветовых выборов в качестве инструмента экспертных оценок, как части системы поддержки принятия управленческих решений.

Возрастающая сложность управления социально-экономическими системами требует тщательного анализа целей и задач, реализуемых в процессе деятельности конкретной организации, путей и средств их достижения, оценки влияния различных факторов на повышение эффективности и качества работы.

Метод экспертных оценок, как способ получения информации уже долгие годы используется при выработке решений. Экспертные оценки традиционно даются в формате ранжированной шкалы. С одной стороны, это позволяет значительно упростить обработку результатов исследования, но с другой, повышает вероятность того, что эксперты могут давать заведомо ложные ответы под воздействием различных факторов.

В рамках первой главы была предложена общая концепция методики проведения опросных исследований с учетом индивидуальных цветовых предпочтений. Предлагаемая методика проведения опросных исследований состоит из четырех основных этапов: 1) предварительное тестирование, на данном этапе проводится построение индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондента; 2) основное тестирование, респонденты отвечают на вопросы по теме исследования; 3) формирование отчетов по результатам исследования; 4) анализ сформированных отчетов экспертом-аналитиком.

Во второй главе был рассмотрен математический аппарат для проведения и обработки опросных исследований на основе индивидуальных цветовых предпочтений. Выработан порядок проведения опросного исследования, определен метод построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондента. Представлена математическая модель и расчеты на ее основе. Проработан метод последующей обработки результатов тестирования.

Экспертная шкала может быть построена в результате процедуры экспертного оценивания альтернатив, проведенного с применением метода парного сравнения, построения матрицы парных сравнений элементов. Именно этот метод был положен в основу методики построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений с использованием метода шкалирования Л. Терстоуна.

Полученная в результате шкала индивидуальных предпочтений респондента служит эталоном, с которым сопоставляются результаты основного тестирования при формировании отчетов по результатам опроса. Обработка результатов опроса в целом сводится к определению эмоционального отношения респондентов к ис-

следуемому объекту. Для этого сопоставляются ответы респондента на вопрос цветовым выбором и его индивидуальная шкала цветовых предпочтений.

Третья глава посвящена разработке алгоритмов на основе математических моделей, рассмотренных в рамках второй главы, и программной реализации. В первой части главы разработаны алгоритмы построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондента и автоматизированной обработки полученных результатов.

Вторая часть посвящена разработке информационного обеспечения и программного комплекса для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений респондентов. Были рассмотрены архитектурные решения, положенные в основу разработанного программного комплекса.

Программный комплекс состоит из ряда модулей, отвечающих за определенный этап исследования: подготовка опроса (на данном этапе в систему вводятся вопросы, задается их порядок), модуль проведения опросов (отвечает за сам процесс опроса), модуль обработки опросов (отвечает за обработку ответов, формирование отчетов).

При выборе средств и инструментов для реализации программного комплекса определяющими факторами были такие параметры как, свободное использование средств разработки, наличие актуальной сопроводительной документации, соответствие решаемым задачам. В результате был выбран формат веб-приложения. В качестве серверного языка выбран PHP. Системой управления базами данных является MySQL, в качестве балансировщика нагрузки используется Nginx. В качестве вспомогательных инструментов были использованы такие языки как JavaScript, HTML, CSS, AJAX.

В четвертой главе показаны области применения опросных методик на основе индивидуальных цветовых предпочтений, приведены конкретные примеры их использования.

В процессе выполнения работы был определен ряд перспективных областей для применения, разработанных в рамках диссертационной работы опросных методик на основе цветовых предпочтений:

1. Решение задач разработки эргономического обеспечения и эксплуатации человеко-машинных комплексов. Разобран пример использования цветовых предпочтений при эргономической проработке цеха тележек на ЗАО «УК БМЗ». В результате проведенного исследования были определены зоны травмоопасности с учетом степени риска, даны рекомендации по цветовой окраске травмоопасных объектов.

2. Программный комплекс и метод цветовых оценок так же был применен при решении задач, связанных с комплектованием и управлением малыми проектными группами. Процесс формирования проектных групп носит крайне важный характер. Зачастую, от того насколько совместимы между собой члены группы зависит конечный успех задач, решаемых этой группой.

3. Программный комплекс может быть использован прежде всего в тех случаях, когда дается качественная оценка исследуемого объекта, когда определяется отношение респондентов к этому объекту. В рамках выполнения исследования была проведена оценка маркетинговой стратегии кафедры «Экономика и менеджмент» БГТУ и даны рекомендации по повышению ее эффективности.

4. Метод цветовых оценок может быть широко задействован в процессе управления персоналом для оценки удовлетворенности коллективом, руководством, своей деятельностью. В рамках диссертационного исследования для экспериментального подтверждения выбранной нами методики был проведен ряд опросов со студенческой аудиторией.

Представленные в 4 главе результаты апробации говорят об эффективности использования предложенной методики при оценке экспертами эмоционально-значимых объектов.

1. Методологические основы использования цветовых предпочтений при управлении социальными и экономическими системами

1.1. Анализ проблем и перспектив качественной оценки показателей исследуемых объектов в управлении социальными и экономическими системами

В современной теории управления в социальных и экономических системах значительная часть управленческих решений применяется на основе данных, полученных в результате экспертных опросов. Метод экспертных опросов позволяет получать достаточно полную информацию на основе мнений экспертов и на ее основе производить выбор оптимального решения. В большинстве случаев оценки даются в формате балльных оценок с применением метода ранжирования. Но такой подход применим далеко не во всех случаях. Не на все вопросы нельзя ответить однозначно тем или иным баллом и ответ можно дать только в качественном формате. Методы качественного анализа данных экспертных опросов становятся все более распространенными инструментами проведения опросных исследований. Если раньше область применения качественных оценок ограничивалась психологическими и этнографическими тематиками, то в последние годы существует устойчивая тенденция применения качественных оценок при решении прикладных задач в сфере бизнеса, рекламы, СМИ. Все это ведет к поиску решений по операционализации и стандартизации процедур качественного исследования.

Операционализация в области применения качественных оценок в области экспертных оценок подразумевает создание четких методик и алгоритмов, следуя которым можно будет в дальнейшем проводить исследования с целью принятия управленческих решений. Таким образом, результаты анализа качественных экспертных оценок приобретают форму объективных научных выводов, обеспечи-

вающих необходимые показатели норм надежности и валидности. Операционализация качественного анализа экспертных опросов позволяет применять специально разработанные компьютерные программы, облегчающие процедурную часть работы [70; 72].

Как показано в работах [64; 65] Д.А. Новикова с точки зрения системного анализа любая социально-экономическая система (СЭС) определяется ее составом, структурой и функциями. Так социально-экономическая система задается моделью, определяющей следующие компоненты:

- состав СЭС (люди, группы, коллективы, входящие в СЭС, т.е. участники этой системы, ее элементы) [61];
- структура СЭС (совокупность информационных, управляющих, технологических и других связей, существующих между участниками СЭС);
- множество допустимых стратегий (ограничений и норм деятельности) участников СЭС, отражающих институциональные, технологические и прочие ограничения и нормы их совместной деятельности;
- предпочтения участников СЭС;
- информированность – информация о параметрах которой, известно участникам СЭС на момент принятия решения;
- порядок функционирования социально-экономической системы (последовательность получения информации и выбора стратегий участниками СЭС).

Применение качественных оценок с использованием методик на основе индивидуальных цветовых предпочтений затрагивает такую составную часть любой социально-экономической системы, как предпочтения участников этой самой СЭС.

Результаты исследований, проведенных с применением качественных оценок, в дальнейшем будут задействованы при осуществлении функции управления СЭС. В работах [64; 65] выделяют следующие механизмы управления социально-экономическими системами:

- управление составом участников СЭС [37; 66; 67];

- управление структурой и взаимодействиями между участниками СЭС [63];
- институциональное управление (управление ограничениями и нормами деятельности) [68];
- мотивационное управление [67] (управление предпочтениями и интересами);
- информационное управление (управление информацией, которой обладают участники СЭС на момент принятия решений) [65];
- управление порядком функционирования (управление последовательностью получения информации и выбора стратегий участниками СЭС) [64].

Предлагаемые в данной диссертационной работе подходы к проведению опросных исследований на основе индивидуальных цветовых предпочтений могут быть задействованы при реализации сразу нескольких механизмов управления социально-экономическими системами. Рассмотрим кратко возможности их применения при реализации различных методов управления СЭС:

1. Управление составом. Данная функция управления охватывает ряд вопросов, определяющих кто будет членом исследуемой СЭС, кого необходимо исключить, кого, наоборот, привлечь. Так же, как правило, к управлению составом можно отнести задачи обучения и развития персонала. Метод цветовых оценок может быть задействован с целью определения отношения респондентов к своим коллегам и принятия на основании этой информации по составу СЭС.

2. Управление структурой. Данная задача обычно решается совместно с задачами по управлению составом группы и позволяет определить роли членов СЭС, структуру их подчинения. При применении метода цветовых оценок можно будет построить социограммы, основываясь на которых можно выявить лидеров, скомплектовать малые группы.

3. Мотивационное управление основывается на принятии управленческих решений на основании предпочтений членов социально-экономической системы. Мотивационное управление может проявляться как в подстройке системы под

предпочтения агентов, так и через целенаправленное изменение предпочтений агентов, посредством прямого или опосредованного воздействия на них. С помощью опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений можно выявить истинные предпочтения опрашиваемых лиц в отношении предмета исследования.

В таблице 1 приведены основные функции и механизмы мотивационного управления [65].

Таблица 1. Функции и механизмы мотивационного управления

Функции управления	Механизмы мотивационного управления
Планирование	механизмы распределения ресурса механизмы активной экспертизы механизмы внутренних цен конкурсные механизмы механизмы обмена
Организация (как процесс)	механизмы смешанного финансирования противозатратные механизмы механизмы «затраты - эффект» механизмы самокупаемости механизмы страхования механизмы оптимизации производственного цикла механизмы назначения
Стимулирование	механизмы стимулирования за индивидуальные результаты механизмы стимулирования за результаты коллективной деятельности механизмы унифицированного стимулирования механизмы «бригадной» оплаты труда механизмы стимулирования в матричных структурах управления
Контроль	механизмы комплексного оценивания механизмы согласия многоканальные механизмы механизмы дополнительных соглашений

Рассматриваемая в рамках диссертационной работы методика проведения опросных исследований на основе индивидуальных цветовых предпочтений является частью такой функции управления, как планирование и относится к механизмам активной экспертизы, представленным в таблице 1.

Перед руководителем всегда встает множество задач при решении которых требуется множество входящей информации о взаимоотношениях в коллективе,

отношении сотрудников к компании, предпочтениях клиентов и т.п. Но чем больше компания, тем более ограничены возможности руководства по самостоятельному получению информации, без посредников. Неизбежно возникает необходимость в получении входящих данных от остальных элементов социально-экономической системы и внешней среды [62]. В теории управления социальными и экономическими системами важная роль в реализации процесса получения информации для принятия управленческих решений отводится механизмам экспертной оценки [21]. На сегодня разработано множество механизмов проведения опросов экспертов и обработки их мнений в зависимости от специфики исследуемого вопроса [21, 146].

В процессе проведения экспертных опросов, исследователь зачастую сталкивается с таким фактором как возможность искажения информации респондентами. Данный фактор отрицательно отражается на конечной достоверности опросного исследования.

Искажения информации экспертами может быть вызвано целым рядом факторов, которые обобщенно можно разделить на две группы. Внешние и внутренние факторы воздействия. К внешним прежде всего стоит отнести социальные и культурные нормы, обычаи, когда по сложившимся в обществе правилам принято поступать по заранее установленным нормам. Так же существует фактор целенаправленного внешнего воздействия, как воздействие на эксперта с целью с целью дальнейшего искажения им результатов опроса. К внутренним факторам прежде всего относятся такие мотивы для искажения информации, когда эксперт осознанно дает искаженные ответы с целью дальнейшего получения личных выгод по результатам опроса. Когда принимаемое руководством по результатам исследования решение непосредственно влияет на интересы опрашиваемых экспертов то, существует существенный риск, что каждый эксперт даст такие ответы, которые будут способствовать принятию наиболее выгодного для него решения. В ряде работ рассмотрены подробно рассмотрены особенности проведения исследований в рамках механизмов активной экспертизы [21; 64; 65].

В случае если эксперты искажают ответы в соответствии с собственными интересами, то такое их поведение принято называть активным, на основании этого было введено понятие активной экспертизы, подробно рассмотренное в трудах Д.А. Новикова [64; 65]. На рисунке 1 приведена общая схема функций и методов управления организационными системами и отмечены те разделы, которые охватывает предлагаемая в рамках данной работы методика проведения опросных исследований.



Рисунок 1. Общая схема функций и методов управления организационными системами

Как видно из рисунка, метод цветowych оценок может быть задействован при реализации функции планирования механизма активной экспертизы.

Рассмотрим один из самых популярных вариантов проявления активного воздействия экспертов на результаты опросного исследования. Для того что бы принимать эффективные управленческие решения руководитель должен владеть максимально полной информацией. В большинстве случаев руководителю практически невозможно самостоятельно получать информацию о бизнес-процессах, положении дел в отдельных подразделениях. Большая часть информации, кото-

рой руководствуется лицо, принимающее решения, получается посредством взаимных коммуникаций с подчиненными. В таких случаях в теории управления социально-экономическими системами, важное значение отводится механизмам экспертизы, иными словами – это механизмы получения и обработки информации от участников исследования - экспертов.

У любого экспертного исследования есть как свои достоинства, так и недостатки. Если к первым относится относительная дешевизна и высокая скорость получения необходимых результатов, то наиболее явным недостатком является возможность искажения экспертами ответов на вопросы исследования.

Рассмотрим пример возникновения необходимости применения механизмов активной экспертизы. Например, руководитель хочет получить информацию о производственных возможностях своих работников. Логично, что самим работникам известна своя производительность. А значит часть из них или весь коллектив может выступать в качестве экспертов. Если принимаемое руководителем на основе исследования решение непосредственно касается интересов работников (а принимается оно на основе полученной от них же информации), то очень велика вероятность того, что каждый опрашиваемый эксперт-исполнитель изложит такие данные, на основе которых руководитель примет не оптимальное решение, а наиболее выгодное для того или иного эксперта. Распространенный пример – когда руководитель интересуется у сотрудников – какое количество финансовых ресурсов может потребоваться для выполнения такого-то задания. В большинстве случаев опрашиваемые эксперты будут стараться максимально подстроиться под вопросы исследования, и, следовательно, получить максимально возможное количество ресурсов. Как видим, эксперты могут как преднамеренно, так и на подсознательном уровне исказить информацию (манипулировать данными) с целью максимального удовлетворения их собственных интересов. Такой тип поведения экспертов принято называть активным., отсюда название этого раздела - активная экспертиза.

Для того что бы получать максимально приближенные к действительности результаты опроса экспертов необходимо непрерывно развивать инструменты и технологии проведения опросов экспертов в рамках механизма активной экспертизы. Применение метода цветовых оценок в качестве альтернативы традиционным балльным оценкам при проведении опросных исследований является одним из вариантов совершенствования современных механизмов активной экспертизы.

Методы проведения экспертных исследований в работах М.С. Кубланова и А.И. Орлова [52; 72] классифицируются по следующим критериям, представленным в таблице 2.

Таблица 2. Классификация типов экспертных исследований

Критерий классификации		Тип экспертного исследования
Количество задействованных экспертов		Индивидуальные
		Коллективные
Метод опроса		Индивидуальный
		Очный
		Открытый
		Закрытый
		Прямой
		Косвенный
Уровень информированности экспертов		С заданным множеством объектов оценки
		С неопределенным множеством объектов
Тип организации процедуры		Простая (однокомпонентная)
		Сложная (многокомпонентная)
Тип оценки		Количественная
		Качественная
Тип шкалы	Количественная	Абсолютная шкала
		Шкала интервалов
		Шкала отношений
		Шкала разностей
	Качественная	Бальная шкала
		Номинальная шкала
		Порядковая шкала

Как видно из таблицы 2 исследования могут классифицироваться по разным критериям. При классификации по методу опроса в рамках одного экспертного исследования может использоваться как какой-то конкретный метод, так и их со-

четание:

- индивидуальный;
- очный (интервью) с обратной связью или без нее;
- открытый (ответ в произвольной форме);
- закрытый (ответ типа да/нет или выбор ответа из предложенного набора);
- прямой (до экспертов доводится цель экспертизы);
- косвенный (до экспертов не доводится цель экспертизы).

При проведении опроса, эксперт оперирует той или иной шкалой. В нашем случае это шкала цветовых оценок.

При проведении экспертных опросов одной из задач является применить такую методику проведения исследования, при применении которой все респонденты говорили бы правду. Именно совершенствование механизмов активной экспертизы является одной из основных задач, решаемых в рамках данной работы.

В теории экспертных оценок есть сформировавшийся ряд общепризнанных шкал:

- абсолютная шкала (измерения проводятся в принятых единицах) – абсолютная шкала помогает формировать самую точную количественную оценку;
- шкала интервалов (в заранее определенных единицах измерения выбирается интервал, в котором находится оцениваемый параметр) – данная шкала позволяет выставлять относительно "мягкую" количественную оценку;
- шкала отношений (показатели "во сколько раз") – данная шкала формирует относительную количественную оценку;
- шкала разностей (измерение в предварительно принятых единицах "на сколько" оцениваемый объект больше или меньше) -позволяет давать разностную количественную оценку;
- шкала порядка (с использованием шкалы проводится распределение по порядку, рангу в рамках которой не учитывается кратность предпочтений) – данный тип шкалы дает качественную оценку;

– номинальная шкала (в рамках этой шкалы проводится разбиение на классы эквивалентности) – номинальная шкала дает качественную оценку;

– балльная шкала (оценка выставляется в баллах с учетом предварительно принятой размерности: непрерывно - от 0 до 1, или дискретно - целые от 0 до 5, или 10, или 100).

Как можно заметить, все рассмотренные типы шкал носят либо числовой характер, либо легко в него переводятся, но предлагаемая в рамках данной работы шкала цветовых оценок, не является таковой. Цветовая шкала является уникальным инструментом, позволяющим исследовать предпочтения экспертов на более глубоком уровне, включающем бессознательные мотивы.

Применение цветовых оценок позволяет заменить понятную традиционную балльную или лингвистическую шкалу на цветовую, в которой отношение респондента к исследуемому вопросу выражается через выбор того или иного цвета. Цветовая шкала не является столь однозначной и прозрачной для эксперта, что значительно затрудняет дальнейшее искажение ответов.

Предлагаемые для дальнейшего применения методы цветовых оценок безусловно относятся к качественным исследованиям. Расширение областей применения качественных методов исследования можно объяснить следующими основными причинами:

1. Качественный анализ, используемый, как один из этапов количественного исследования повышает конечную надежность опроса. Оба подхода можно использовать одновременно, как средства перекрестной валидации [55; 70].

2. Применение качественного подхода позволяет раскрыть такие аспекты исследуемого вопроса, как понимание его сути с точки зрения опрашиваемых. При применении количественных методов исследования эти аспекты сложно анализируемы [139].

3. Качественный анализ позволяет устранить дискретность информации, которая получается при количественных подходах. [107].

Для современных качественных исследований характерны высокие требо-

вания к объективности получаемых результатов. Именно поэтому для данного типа исследований введены такие характеристики как валидность и надежность результатов исследования.

При анализе результатов качественных исследований прежде всего делается акцент на субъективный смысл рассматриваемых вопросов, взгляд на них со стороны опрашиваемого. На основе вышесказанного были приняты следующие характеристики норм объективности [136]. Рассмотрим кратко эти характеристики.

Качественные исследования носят неоднородный характер. Так же, как и традиционные с однозначно определенной шкалой оценок они делятся на множество разнообразных видов.

Криппендорф предлагает следующую модель классификации качественных методов исследования [132]. Методы классифицируют по трем основным критериям: (1) невключенность или «ненавязчивость» (unobtrusiveness) метода; (2) неструктурированность метода; (3) чувствительность к контексту. На рисунке 2 представлена модель классификации методов проведения качественных исследований с учетом их специфики оцененной по названным выше критериям.

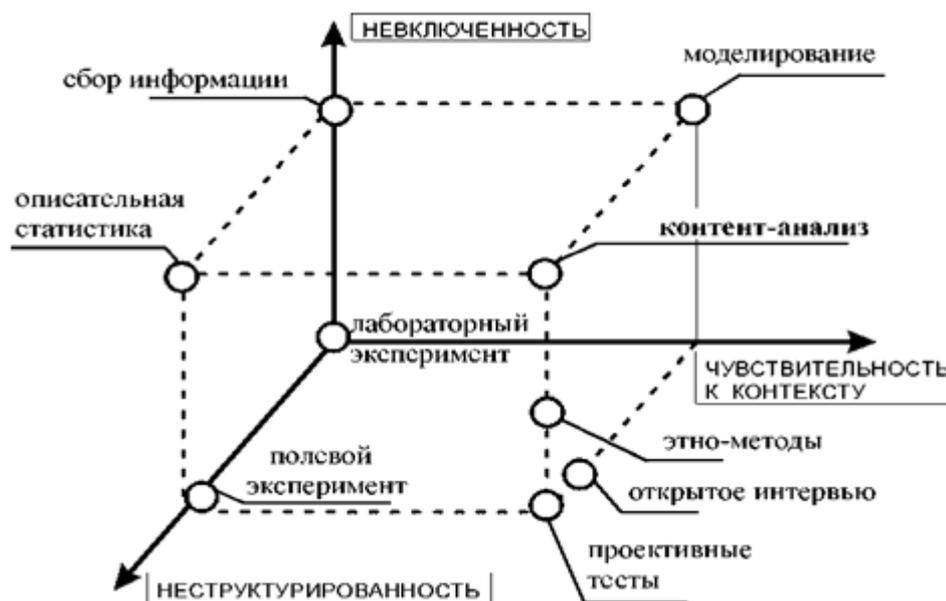


Рисунок 2. Пространственная модель классификации качественных методов [132]

Предлагаемый в рамках данной работы подход к проведению опросных исследований относится к проективным методикам.

Определяя специфику проективного подхода, Л. Франк [14] утверждает, что данный прием исследования личности, позволяет помещать исследуемого в ситуацию, реакция на которую у него осуществляется в зависимости от сформировавшегося значения для него этой ситуации, его мыслей и чувств. Также Л. Франк подчеркивает, что стимулы в проективных методиках не могут быть строго определенными, а, следовательно, стимулам допускается различная интерпретация. В таком случае стимул приобретает смысл не просто в силу своего объективного содержания, но и прежде всего, в связи с личностным значением, которое придает ему испытуемый.

Для проективных методик были определены следующие общие для всех признаки:

- неопределенность, иными словами, неоднозначность используемых стимулов;
- отсутствие каких-либо ограничений при выборе ответа;
- отсутствие как таковой оценки ответов испытуемых как "правильные" и "ошибочные" [14].

Л. Франк [14] была предложена следующая классификация проективных методик: 1) конститутивные; 2) конструктивные; 3) интерпретативные; 4) катартические; 5) рефрактивные; 6) экспрессивные; 7) импрессивные; 8) аддитивные. Метод цветовых оценок относится к импрессивным проективным методикам. В основе этих методик лежит изучение результатов выбора стимулов испытуемым из ряда предложенных. Респондент выбирает наиболее желательный, предпочитаемый им стимул, наиболее известным примером такой методики является цветовой тест Люшера [58].

В настоящее время проективные методики занимают ведущие позиции в изучении ведущих мотивов человека, что подтверждает большое число специализированных научных институтов и международных сообществ, посвященных ис-

ключительно проективным методикам. Проективные методики, в меньшей степени подвержены фальсификации со стороны респондента, нежели стандартные опросники. Такое преимущество проективных методов обусловлено тем, что испытуемому сложно предсказать способы интерпретации таких исследований и как следствие, ему гораздо сложнее в процессе исследования прибегать к маскировке и искажению [70].

Исходя из достоинств проективных методик, была поставлена задача изучить и разработать механизм применения цветовых оценок, как инструмента проективных методов исследования при проведении экспертных опросов для решения задач управления социальными и экономическими системами.

При проведении исследований в рамках активной экспертизы очень часто респондентам необходимо отвечать на вопросы, выражая свое эмоциональное отношение к предмету исследования. В этом случае, велик соблазн в зависимости от тех или иных факторов скрыть свое истинное отношение. Предлагаемая методика проведения экспертных опросов с применением цветовых оценок позволяет усовершенствовать механизм активной экспертизы в рамках теории управления организационными системами в том случае, когда по результатам экспертного опроса выявляется отношение респондентов к тому или иному вопросу.

1.2. Обзор зарубежных и отечественных исследований, связанных с учетом человеческого фактора при анализе цветовых предпочтений

Цветовые предпочтения – это одно из центральных понятий в психофизике цвета. Эмоционально подкрепленное отношение человека к цвету является предметом изучения самых разных ученых. К любому цветовому оттенку человек относится оценочно, так как любой цвет будет вызывать у человека чувство симпатии или антипатии, выраженное в той или иной мере, особенно этот факт, проявляется, когда человек оценивает цвета из предложенного ряда. Резюмируя, цвета вызывают эмоции, а эмоция обязательно содержит оценочный компонент. Ниже,

в таблице 3 отражено изменение эмоционального состояния человека при восприятии цвета зрительного образа.

Таблица 3. Изменение эмоционального состояния человека при восприятии цвета зрительного образа

Цвет	Длина волны, нм	Частота колебаний в сек, млрд	Эмоциональное состояние
Красный	625—740	400-470	Напряжение, возбуждение
Оранжевый	590—625	470-520	Радость
Желтый	565—590	520-590	Веселье
Зеленый	500—565	590-650	Спокойствие
Голубой	485—500	650-700	Апатия, грусть
Синий	440—485	700-760	Угнетение
Фиолетовый	380—440	760-800	Торможение

Восприятие того или иного цвета носит многофакторный характер. Во-первых, человек различает цвета по их оттенкам, так же по их яркости и насыщенности. В зависимости от сочетания названных выше характеристик цвета формируется эмоциональное отношение к конкретному цвету, он либо нравится, либо нет [123; 129].

Распределение цветов по степени их предпочтительности для опрашиваемого является одной из самых распространенных экспериментальных моделей в рамках изучения цветовой семантики [149]. В процессе интерпретации цветовых предпочтений выявляется взаимосвязь между их содержанием и шкалой цветовых предпочтений. Цвет представляет собой световую волну, характеризующуюся прежде всего длиной [5]. Причем человек видит лишь малую часть спектра, инфракрасный и ультрафиолетовые части спектра человеческий глаз не в силах распознать [81]. Ниже, на рисунке 3 представлена видимая часть спектра, с разложением основных цветов в RGB-канал, используемый при передаче цвета в ЭВМ [113; 119].

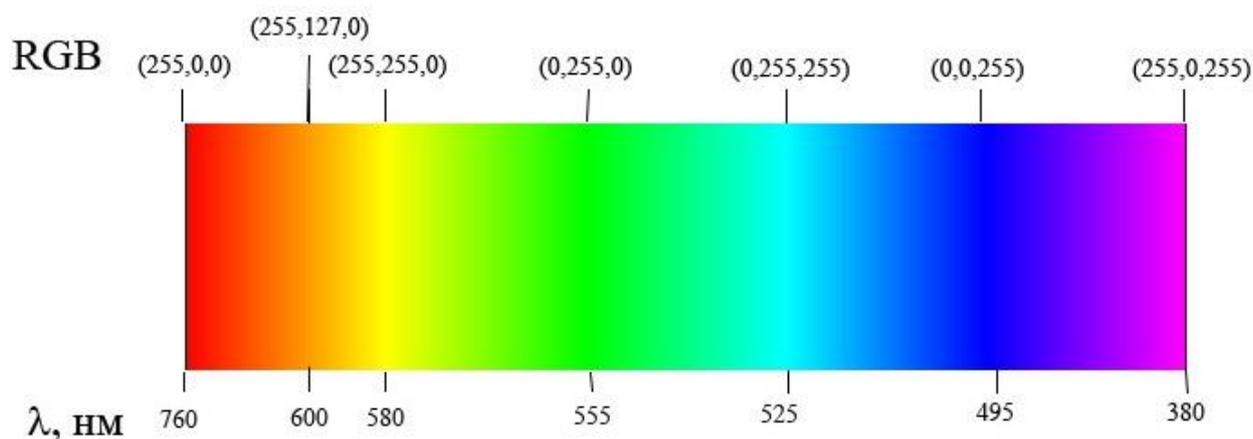


Рисунок 3. Видимая для человека часть спектра

В процессе изучения семантики цвета рядом зарубежных ученых (Р. Франсэ, М. Сент-Джордж, В. Уолтон и др.) была выявлена зависимость между предпочтением цветов и возрастом опрашиваемого [110; 126; 127; 138; 150]. Например, у детей до года вне независимости от расы и места рождения были обнаружены схожие цветовые предпочтения: красный, оранжевый и желтый для них предпочтительнее зеленого, голубого и фиолетового. У взрослых в своей массе наблюдаются следующие предпочтения: голубой, зеленый, красный, желтый, оранжевый, фиолетовый, белый [6;9]. Факторов, которые оказывают влияние на формирование тех или иных цветовых предпочтений человека достаточно много: часть связана с индивидуальными особенностями человека, какие-то из них формируются под воздействием культурных обычаев и традиций [101; 103]. Но эти факторы не единственные в ходе исследований было выявлено и множество других факторов, от которых зависят индивидуальные цветовые предпочтения человека. Не исключено выделение и другого рода подобных факторов. Урванцев Л. П. выделяет пять факторов, влияющих на предпочтение цвета отдельным испытуемым: утомление и адаптация; размеры цветового образца; принцип аффективного контраста; фон, на котором предъявляется цветовой образец; насыщенность и яркость [97]. Стоит отметить, что в данной классификации выделяется ряд факторов, основывающихся на энергетических свойствах цвета.

А. Н. Румянцевой [77] был проведен многомерный анализ цветовых предпочтений репрезентативной выборки респондентов, по результатам которого было выделено две группы факторов: энергетические и информационные.

Ч. Осгуд провел ряд исследований, в которых им была рассмотрена роль цвета в рекламной продукции и художественных произведениях [73]. Эмоциональное отношение к цвету у человека формируется как совокупная оценка по факторам силы (Р) и активности (А). В результате исследования было сделано заключение, что цветовой ряд, построенный на основе оценки цвета по фактору "А", в большинстве случаев близок к последовательности этих цветов в спектре, цвета из красно-желтой части спектра оценивались наиболее высоко по фактору "А", а из сине-зеленой получили наиболее низкие оценки.

Значительный вклад в развитие методологии применения цветовых оценок был внесен В. Вундтом [110]. Им были описаны различные цветовые характеристики, соответствующие различным эмоциональным состояниям. В целом, с точки зрения психофизики, применение цветовых методик как инструмента для изучения эмоциональной сферы человека открывает гораздо более широкие возможности, чем методики, основанные на звуковысотных стимулах.

В ходе своих исследований Л. А. Шварц [105] выявила корреляцию между цветовой чувствительностью (порогами цветоразличения) и эмоциональным состоянием человека. Например, положительные эмоции, такие как радость, связаны с повышенной чувствительностью к таким цветам как красный и желтый и с понижением к оттенкам синего и зеленого. При отрицательных эмоциях, наоборот, наблюдается возрастание чувствительности к синему и зеленому и снижение к желтому и красному. Стоит отметить, что описанные закономерности наблюдаются как при переживании эмоций в текущий момент времени, но и когда испытуемый вспоминает о приятных или неприятных событиях в своей жизни. Таким образом, результаты исследований Л. А. Шварц подтверждают

выводы Вундта о существовании органической связи между ощущениями и эмоциями [105].

А. Е. Ольшанникова вывела следующую взаимосвязь: для респондентов с преобладающими эмоциями страха и гнева является преобладающим предпочтение фиолетового цвета и снижение чувствительности к зеленому, синему и коричневому цветам [71]. Испытуемые с испытывающие эмоции "радости" по сравнению с другими, по выводам И.А. Переверзевой [74; 108], отличаются предпочтением желтых и коричневых оттенков.

Г. Фрилинг и К. Ауэр [100] в ходе своих исследований изучали цветовые предпочтения человека в зависимости от его пола и возраста. Так наблюдается, что дети от 4-х до 10 лет предпочитают яркие цвета: красный, розовый, пурпурный и бирюзовый, а отклоняют черный, серый, темно-коричневый. Цветовые предпочтения исследователи связывают с индивидуальными особенностями детей. «Очень живой и несобранный ребенок проявляет определенный интерес к красному; ребенок, склонный к фантазии, мечтательности, с открытой душой, но еще неспособный к самостоятельным действиям из всех цветов использует при рисовании, главным образом, желтый» [100].

Цветовые предпочтения детей интересны тем, что при выборе того или иного цвета они не опираются на предметные ассоциации цвета и культурные традиции, а основываются на впечатлении, которое производит на них тот или иной цветовой стимул.

Если дети при выборе цвета ориентируются на энергетические характеристики цвета, то у взрослых не меньшая роль отводится информационной нагрузке, которую несет тот или иной цвет. Информационная составляющая при отношении к цвету формируется под воздействием общественно-культурных традиций, устоявшейся цветовой символики, моды и т.п. Цветовые предпочтения детей носят гораздо менее индивидуальный характер, нежели у взрослых, для

которых выявление общих шаблонов цветовых предпочтений весьма проблематично. Хотя с этой целью было проведено ни одно исследование [115].

Наиболее масштабное из таких исследований провели R.W. Bunham, R.M. Yanes и C.J. Bartleson [117]. В опросе участвовало 21060 респондентов различного пола и возраста. В итоге по частоте предпочтения цвета расположились в следующем порядке: голубой, красный, зеленый, фиолетовый, оранжевый и желтый.

Похожие результаты были получены А. Е. Ольшанниковой, В. В. Семеновым и Л.М. Смирновым в 1976 году [71]. При анализе цветовых выборов 386 респондентов. Наиболее часто испытуемые выбирали голубой цвет, далее белый, зеленый, красный, синий, желтый, серый, фиолетовый и черный.

Английский исследователь И. Скотт провел экспериментальное обследование выборки в 800 взрослых, 400 мужчин и 400 женщин [110; 111]. Из набранной базы ответов случайным образом были сформированы две выборки, по 50 респондентов. По результатам проведенного статистического анализа данных методом χ^2 ("хи-квадрат") был сделан вывод, что цветовые предпочтения двух случайных групп респондентов не имеют принципиальных различий. Цветовые предпочтения были распределены в следующем порядке: синий, зеленый, красный, желтый, серый, коричневый, фиолетовый и черный. Однако надо иметь в виду, что при этом процент предпочтения каждого цвета в группах отличался, т.е. индивидуальные цветовые предпочтения опрашиваемых являются уникальными.

Г. Фрилинг и К. Ауэр [100] в результате своих исследований сделали вывод, что с возрастом у людей растет предрасположенность к более темным и спокойным оттенкам: коричневый, оливковый, серый, черный, но наиболее часто выбираемыми остаются все так же красный, желтый, зеленый, синий. Так была выявлена закономерность в зависимости от пола респондента. Мужчины чаще выбирают красный и желтый, а женщины — синий.

А. М. Эткинд и Е.Ф. Бажин [8] в своих исследованиях получил следующие зависимости цветовых выборов. Респонденты юношеского возраста гораздо чаще предпочитают синий и черный цвета по сравнению с пожилыми, которые в свою очередь чаще предпочитают серый и коричневый. Мужчины чаще чем женщины предпочитали желтый. Так же им была интересная закономерность между цветовым предпочтением и уровнем образования опрашиваемые, имеющие высшее образование значительно реже предпочитают синий и фиолетовый цвета.

Похожий эксперимент был проведен Б.А. Базыма [9]: выборке из 400 человек, 230 женщин и 170 мужчин, было предложено пройти цветовой тест Люшера. В данном случае результаты носили характер во многом похожий на предыдущие исследования. Испытуемые молодого возраста предпочитали яркие и светлые цвета, пожилые - наоборот. Такая же тенденция присутствовала и при сравнении цветовых предпочтений мужчин и женщин. Однако среди респондентов старше 45 лет наблюдалась обратная тенденция. Женщины предпочитали яркие цвета в два раза чаще, нежели мужчины.

В целом, резюмируя рассмотренные выше исследования, несмотря на их неоднородность, можно сделать ряд общих для всех проведенных исследований выводов. Среди детей преобладает тенденция предпочтения ярких и светлых тонов (особенно оттенки красного и желтого). С взрослением человека предпочтения цветов значительно изменяются. На первые роли выходят цвета сине-зеленой части спектра, а цвета красного и желтого оттенков наоборот становятся все менее популярными [100].

Однако стоит различать усредненные групповые цветовые предпочтения и индивидуальные цветовые предпочтения. Человек как индивидуум при выборе того или иного цвета руководствуется не только социальными мотивами. Его цветовые предпочтения во много зависят от физиологического и психологического состояния организма на момент проведения опроса. Даже в течение одного дня отношение человека к одному и тому же цвету может претерпевать значительные изменения, что уж говорить о более длительных

сроках. Учитывая этот фактор, при организации опросных исследований на основе цветовых предпочтений, является крайне нежелательным применение в качестве эталонной шкалы некой унифицированной шкалы, на какой бы большой выборке она не была получена. Чтобы результаты опросов на основе цветовых предпочтений носили достоверный характер и соответствовали предпочтениям эксперта на момент проведения опроса, необходимо применять индивидуальную шкалу цветовых предпочтений.

Проективные методы помогают решить проблему преднамеренного мотивационного искажения результатов исследования со стороны испытуемого [82]. Эти методики во многом обезопасят респондента от воздействия факторов социальной желательности, которые прежде всего находят свое проявление в сокрытии порицаемых в обществе и демонстрации социально желательных мотивов. Проективные методики помогают скрыть от респондента истинные цели, задачи и механизмы исследования.

Одним из примеров проективной методики, основанной на индивидуальных цветовых предпочтениях эксперта является методика цветовых метафор, которая была представлена в 1996 И.Л. Соломиным [84; 85]. Смысл этой методики заключается в последовательном сопоставлении каждого понятия или тезиса из предварительно подготовленного опросника с одним из цветов восьмицветового набора М. Люшера. На следующем этапе опрашиваемый располагает эти цвета по степени их предпочтительности. К отличительным особенностям данной методики можно отнести то, что она не направлена на устоявшийся психологический смысл того или иного цвета. Метод цветовых метафор позволяет не только определять отношение опрашиваемого к себе, своему состоянию, другим людям или событиям, но и позволяет диагностировать отношение человека к различным видам деятельности и объектам. Основным принципом, положенным в основу методики, является то, что если респондент оценил какое-то понятие самым привлекательным цветом в ряду предпочтений, то это может говорить о позитивном отношении эксперта к этому понятию. И наоборот, к понятиям, оцененным наименее

приятным цветом, человек с большой долей вероятности относится негативно [53; 83].

Так как цветовые предпочтения человека являются уникальными и легко изменяющимися на относительно коротком временном отрезке, то эта особенность позволяет определять субъективные предпочтения экспертов с помощью цветового теста отношений. Выбор цвета во многом основан на бессознательных процессах, что позволяет определить отношение человека к чему-либо, без искажения результатов опроса различными социальными установками и другими внешними факторами.

При проведении большинства опросов в области психофизики и психосемантики цвета используется как правило «восьмицветовая панель» теста Люшера, представленная на рисунке 4. Такой цветовой набор был разработан ученым специально как вариант укороченной версия теста для проведения экспресс-диагностики [137].

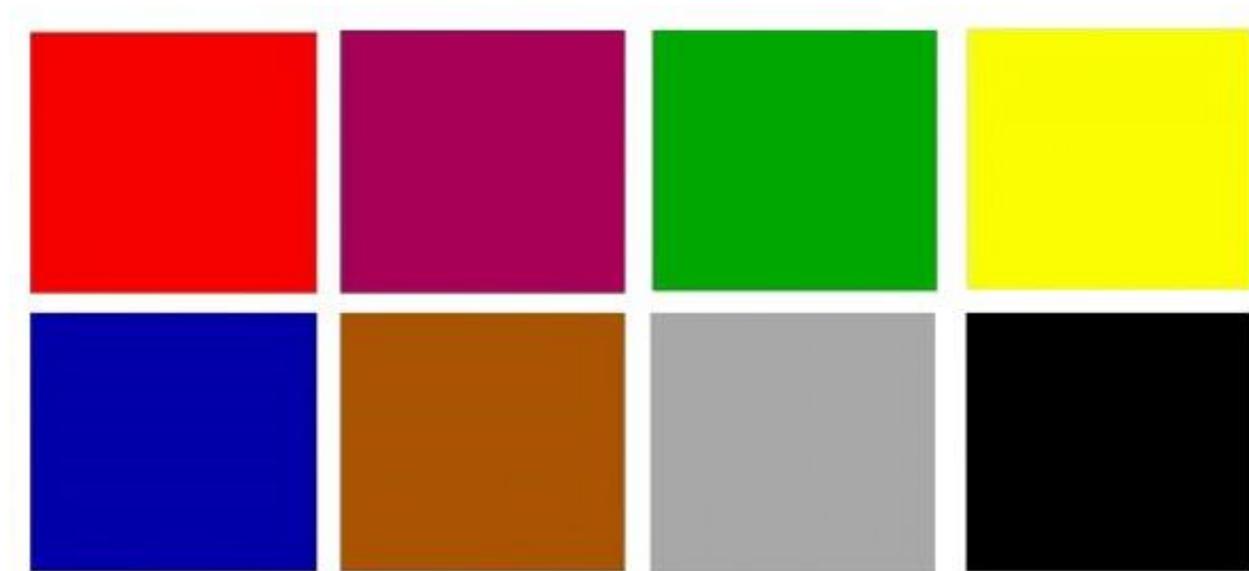


Рисунок 4. «Восьмицветовая панель» теста Люшера

В своей книге «Цветовой тест Люшера» Макс Люшер отдельно отмечает, что «каждый из восьми цветов панели был предварительно тщательно отобран вследствие своего особого психологического и физиологического значения – его «структуры». Данному значению сопутствует универсальная значимость и оно

также является единым продуктом, общим во всем мире, как для молодых, так и пожилых, как для мужчин, так и женщин, для людей высокообразованных – и людей с задержкой в развитии, для «цивилизованных» - и «нецивилизованных».

Отдельно М. Люшер в своей книге «Цветовой тест Люшера» отмечает, что «инстинктивная ответная реакция на цвет в рамках контраста – это именно тот весомый аргумент, который делает тест Люшера валидным инструментом даже в случаях нарушенного цветового зрения или действительной цветовой слепоты, так как восприимчивость к определенному цвету является соматически соотнесенной со степенью, с которой анаболизм или катаболизм необходим организму» [57].

1.3. Возможности применения цветовых оценок при управлении в социальных и экономических системах

Как было отмечено в предыдущем разделе, нельзя говорить однозначно о привлекательности того или иного цвета. При оценке цвета нельзя не учитывать индивидуальные различия между людьми, которые воспринимают тот или иной цвет. Однозначное применение психологической характеристики цвета при анализе цветового выбора эксперта при прохождении опроса на основе индивидуальных цветовых предпочтений приведет к возникновению ошибок, так как психологическая составляющая цвета для конкретного человека может значительно отличаться от общих значений.

В области психодиагностики большое развитие получили исследования по изучению связей между предпочтением того или иного цвета и индивидуальными особенностями респондента. Яркими примерами таких исследований являются цветовые тесты М. Люшера и Г. Фрилинга [100; 137]. В настоящее время наибольшее распространение получил 8-цветовой набор Люшера, что обусловлено его простотой и универсальностью.

Цвет в силу своих характеристик оказывает одновременное воздействие и на эмоциональное и на физическое состояние человека. Как говорилось уже в предыдущей главе, отношение человека к цвету зависит не только от его характера, индивидуальных характеристик, но и от культурных и социальных факторов. Многочисленные исследования доказывают, что цветовые предпочтения можно использовать в качестве уникального инструмента при изучении личности человека, его отношения к окружающей действительности [9].

Существующие у индивида формы отношения к тому или иному цвету могут быть использованы при изучении его индивидуальных и типологических качеств: характера, темперамента, социальной действительности, воздействующей на человека и его отношения к ней. Эти свойства цвета открывают широкие возможности для их применения при решении различных задач в рамках социальных и экономических систем, разработке интерфейсов, дизайне товаров, маркетинговых коммуникаций [122; 144].

Цвет можно использовать в качестве индикатора при анализе отношения человека к различным социальным явлениям, в том числе и не осознанных им. Исходя из этого, цвет можно применять в качестве одного из механизмов активной экспертизы при управлении социальными системами. Цветовые тесты можно использовать как инструмент для изучения установок человека в отношении разнообразных объектов и явлений социальной действительности.

В настоящее время уже разработано несколько методологических подходов, описывающих принципы использования цвета в области психологии и социологии. Основным инструментом для изучения цветового восприятия являются различные тестовые методики. Наиболее известными из них являются тест Люшера, метод цветовых выборов, методика цветовых порогов, тест цветных пирамид и т.д. С помощью этих цветовых методик можно получить данные о личностной тревожности респондента, его адаптационных способностях, уровне напряженности индивидов [33; 56; 80; 96]. Все эти методики используются прежде всего в области психологии, для решения задач в области управления социальными и эко-

номическими системами данные методики практически не применяются. Это объясняется прежде всего тем, что большинство этих цветовых методик прежде всего ориентированы на изучение психологических характеристик отдельных индивидов, и не используются при исследовании социальных групп. Второй ограничивающий фактор – это технология проведения этих исследований. Она требует от исследователя, обрабатывающего результаты тестирования, глубоких знаний в психологии цвета. Все это ограничивает применение названных выше цветовых методик.

Большой вклад в популяризацию цветовых методик был внесен Е.Ф. Бажиным и А.М. Эткингом [8; 106]. Ими был разработан свой вариант теста цветовых отношений. В методическую основу цветового теста отношения был положен цветоассоциативный эксперимент, который основывается на утверждении того, что через цветовые ассоциации человека выражаются существенные характеристики невербальных компонентов отношения человека к самому себе и другим значимым объектам. Цветовой тест отношений Е.Ф. Бажина и А.М. Эткинда относится самими авторами к проективным методикам, что объясняется тем, что полученные результаты позволяют выявлять неосознаваемые компоненты отношений, тем самым преодолевая так называемые механизмы психологической защиты, которые могут включаться экспертами при ответе на вопросы отношения с использованием традиционных методик. В качестве стимульного материала в данной методике были использованы восемь цветов из малого набора теста Люшера.

Традиционная методика проведения цветового теста отношений включает четыре этапа (рисунок 5):

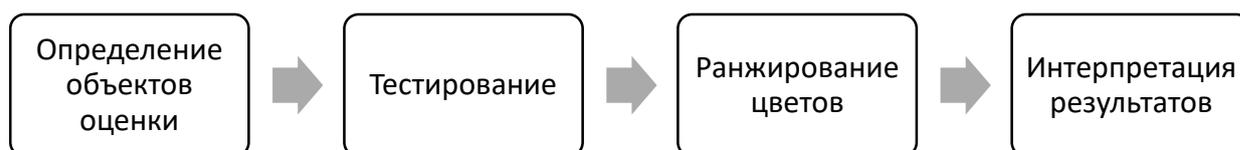


Рисунок 5. Этапы цветового теста отношений А.М. Эткинда

1) определение объектов оценки. Определяются объекты и вопросы, кото-

рые будет оценивать испытуемый с помощью цветовых выборов. Ограничений для объектов оценивания как таковых нет. Единственное необходимое условие, чтобы у испытуемого было представление об оцениваемом объекте или явлении;

2) тестирование. Перед опрашиваемым случайным образом на белом фоне раскладывают цветные карточки из 8-цветового набора Люшера, после чего его просят сопоставить зачитываемые ему понятия (люди, предметы, события) и соответствующие цвета. Причем выбираемые для оценки цвета могут повторяться;

3) ранжирование цветов. После того как испытуемый ответит на все вопросы второго этапа, ему предлагается расположить предложенные ему 8 цветовых карточек по степени их предпочтительности: от самого «красивого, приятного для глаза» и заканчивая «самым некрасивым, неприятным», причем респондент, должен ориентироваться на «предпочтительность» цвета именно в момент прохождения процедуры;

4) интерпретация результатов. На данном этапе исследователь проводит сопоставление ответов респондента на вопросы второго этапа с цветами, которые ассоциируются у испытуемого с определенными лицами, предметами или понятиями, а также с их ранговым значением в ряду индивидуальных цветовых предпочтений по Люшеру. В том случае, если выбранный цвет занимает одну из первых трех позиций в ряду цветовых предпочтений, то можно сделать вывод о том, что у испытуемого эмоционально положительное отношение к оцениваемому им объекту. Если выбранный цвет располагается на средних позициях (4—5 места), то у исследуемого нейтральное или равнодушное отношение к объекту. Если же объект оценен цветами с последних трех места, то это говорит о негативном, конфликтном отношении. Существенное значение имеют пересечения ассоциаций, при которых разные стимулы соотносятся с одним и тем же цветом.

Цветовой тест отношений прошел уже достаточно долгую экспериментальную апробацию. За последние три десятилетия с применением цветового теста отношений было проведено множество исследований, результаты которых подтверждают независимость полученных с его помощью оценок от осознанных

установок опрашиваемого, как правило они отражают неосознаваемую динамику значимых отношений. В ходе целого ряда исследований предпринимались попытки выяснить эмоциональный смысл цветовых ассоциаций. Большое количество исследований позволяют утверждать о валидности и надежности метода цветовых выборов, а также его пригодности для оценивания самых разных объектов [8], что может выступать доказательством обширных познавательных возможностей цветового теста отношений для социологии.

Цветовой тест отношений имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при проведении исследования и анализе данных, что бы результаты исследования носили достоверный характер. При выборе цвета человек принимает решение под воздействие целого ряда факторов – это возрастные, интеллектуальные, социальные, этнические и другие факторы, но кроме этого на выбор цвета могут влиять и освещенность комнаты, качество стимульного материала, мода на тот или иной цвет, эти факторы могут быть отнесены к недостаткам цветового теста отношений. Что бы нивелировать эти факторы, авторы рекомендуют проводить тестирование в комфортных спокойных условиях, которые предрасполагают к свободному выбору цвета.

Несмотря на эти факторы достоинства цветового теста делают его чрезвычайно полезным. Процедура проведения теста достаточно проста и практически не вызывает отвержения со стороны исследуемого и при этом дает достаточно полную и при этом свободную от сознательного контроля со стороны исследуемого характеристику его установок.

Еще к одному из достоинств тестов с применением цветовых оценок можно отнести ее интересность и открытость для респондентов. Это играет значимую роль в случае, если испытуемый изначально настроен негативно по отношению к исследованию и не хочет отвечать на вопросы исследования. Хотя нельзя утверждать, что негативизм к исследованию, если он есть устраняется, просто исследование приобретает игровой характер. К плюсам опросов с применением цветовых оценок так же можно отнести то, что они позволяют выявить не только осознава-

емый, но и бессознательный уровень отношения к исследуемому вопросу.

Применение цветовых оценок в процессе проведения исследований позволяет достичь минимальной зависимости результатов, от того как воспримет задаваемый вопрос исследуемый, сравнивать результаты исследования разновозрастных групп, нивелировать возможность преднамеренного искажения результатов. Так же качественные оценки снижают зависимость результатов от влияния культурных различий, минимизируют влияние сознательных мотивов при выражении эмоционального отношения к значимому объекту. Автоматизация цветового теста позволяет снизить временные затраты на его проведение и обработку. Ниже на рисунке 6 представлена концептуальная схема проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений с использованием ЭВМ.

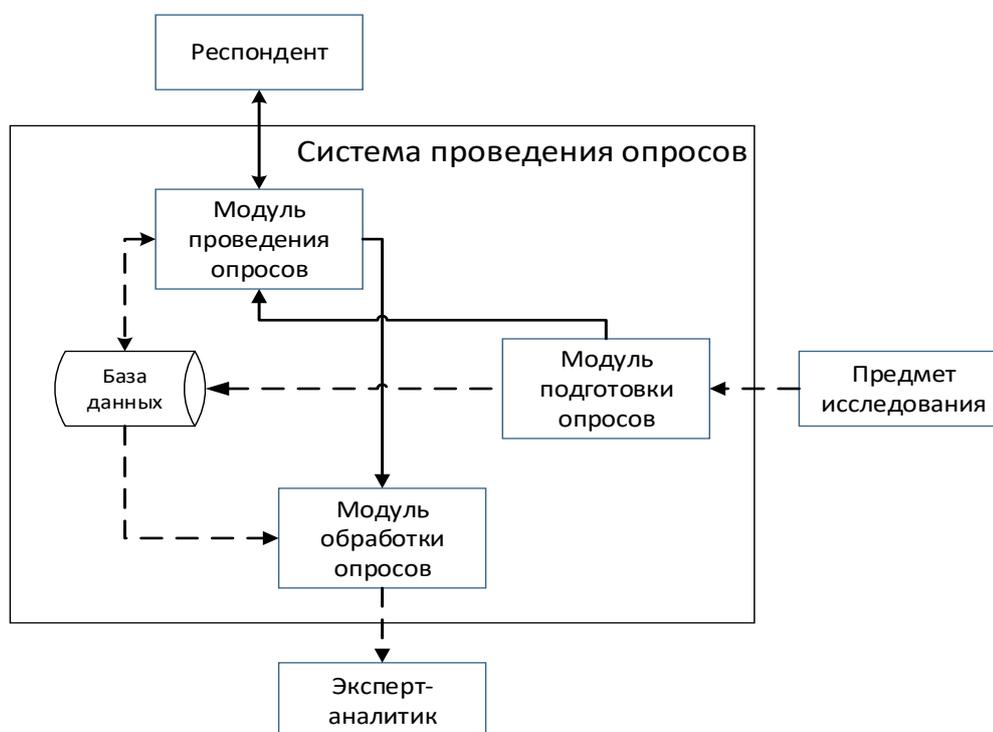


Рисунок 6. Концептуальная схема проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений

При применении цветового теста отношений при решении задач управления в социальных и экономических системах, необходимо учитывать, что он как методика первоначально был разработан и внедрен в психологии в качестве методики психодиагностики. В социальных и экономических системах метод цвето-

вых оценок может применяться не только для исследования взаимоотношений в малой группе или отношения к значимым лицам, но и для выявления значимых для респондентов вещей их отношения к самым разным объектам окружающих исследуемых: проводимым реформам, конкретным политическим лидерам, качеству оказываемых услуг и т.д. Вместо эмоционально значимых объектов оценивания в цветовом тесте выступают самые разные объекты, социальные явления, предметы потребления и процессы.

Наиболее подходящим и доступным способом использования цветовых оценок при проведении социально-экономических исследований является замена традиционной ранговой шкалы цветовыми оценками. Применение цветового теста для изучения социальных установок детей показало великолепные результаты, так как детям крайне сложно присваивать тот или иной балл оцениваемым явлениям и объектам.

Использование большинства популярных методов проведения экспертных опросов для изучения отношения экспертов к объекту исследования, заставляет респондента осмысливать свое отношение, такие ответы отражают прежде всего когнитивную составляющую социальных установок эксперта. В результате такие исследования получают рациональные, малоэмоциональные данные, зависящие от внешних факторов, воздействующих на респондента. Традиционные методики проведения экспертного опроса допускают возможность внесения респондентом изменений на уровне осознания и оценки им различных объектов и событий, что может привести к получению искаженных результатов исследования. Так же существует риск получить недействительную информацию от эксперта, который не желает открывать свои истинные предпочтения. Результаты цветового теста отражают информацию об аффективном компоненте эмоциональной установки респондента, передаваемую через различные чувства: любовь-ненависть, удовольствие-неудовольствие, симпатия-антипатия и т.п. Зачастую может случаться коллизия, когда респондент интерпретирует варианты ответов на опрос не так как это закладывал исследователь. Это порождает сложности понимания и дальнейшей

обработки результатов. Применение цветового теста отношений позволяет избежать этих сложности сложностей при проведении социально-экономических исследований, связанных с такими факторами как стереотипы, предпочтения, ценности, социальные установки, идентификации,

В рамках исследования возможностей применения цветового теста при оценке различных объектов был проведен в 2015 году опрос среди студентов кафедры «Экономика и менеджмент» БГТУ. Исследовалось отношение студентов к различным странам с помощью трех методов: цветового теста отношений и семантического дифференциала, а также был применен метод прямого ранжирования. Такое разнообразие методик было применено с целью оценки возможностей метода цветовых оценок, его эргономичности и удобства для обработки. Именно поэтому были взяты общепринятые методики и их результаты сравнивались с результатами цветового теста отношений. Традиционный цветовой тест отношений в результате проведения дает ранжированный ряд объектов по отношению к ним исследуемого, а также дает возможность типологической группировки этих объектов. Метод прямого ранжирования так же дает возможность построить ряд объектов по отношению к ним респондента. Метод же семантического дифференциала позволяет построить ряд объектов на семантическом пространстве, которые можно группировать по их расположению и расстоянию между объектами.

С помощью названных выше методов была получена информация по отношению студентов к следующим странам США, Великобритания, Германия, Франция, Италия, Индия, Бразилия, Китай, Япония, Белоруссия.

Данные страны были выбраны, т.к. у большинства людей есть четкое сформированное представление о них. Для всех исследований, целью которых стоит выяснить отношение объекта к тому или иному вопросу выдвигается существенное требование: объект должен иметь четкое представление об оцениваемом объекте, т.к. нельзя оценить то, чего не знаешь.

В опросе приняло участие 28 человек. Так как целью исследования было сравнение трех различных методик оценки, то не ставилась задача опроса макси-

мально репрезентативной выборки. Так же стоит обратить внимание на рекомендацию Ч.А. Измайлова, при проведении психосемантических опросов для того что бы делать содержательные выводы достаточно опроса небольшого числа респондентов (от 10-15 человек) [34].

По результатам опроса методом прямого ранжирования для каждой из стран были определены медианные значения, которые выступают в качестве среднего ранга отношения опрашиваемой группы к той или иной стране. По степени предпочтительности страны были расставлены респондентами в следующем порядке: Белоруссия, Китай, Бразилия, Индия, Италия, Франция, Германия, Япония, Великобритания, США.

С применением метода семантического дифференциала были получены не только данные по отношению респондентов к конкретным странам, но и их группировка по схожему эмоциональному отношению, т.е. было построено так называемое семантическое пространство. Если проанализировать расположение всех наций в данном пространстве, то можно сформировать 5 групп по степени предпочтительности: 1) Белоруссия, Китай; 2) Бразилия, Индия; 3) Италия, Франция, Германия; 4) Япония; 5) Великобритания, США.

По результатам опроса этой же выборки с применением цветового теста отношений, оцениваемые государства также были сгруппированы по степени их предпочтительности.

Ранжированный ряд стран, по степени их предпочтительности был составлен с помощью сопоставления рангового значения того или иного цвета по шкале предпочтений Люшера и оценки государства тем или иным цветом. Для получения среднего ранга для каждой из стран были вычислены медиана и мода для совокупности индивидуальных рангов. В результате чего страны в ряду предпочтительности были расположены в следующем порядке: 1) Белоруссия, 2) Китай 3) Бразилия, 4) Индия 5) Франция, 6) Германия, 7) Италия, 8) Великобритания, 9) Япония, 10) США.

Если сравнить их с результатами, полученными при использовании других

методов, то явно прослеживается относительное совпадение результатов. Причем стоит отметить следующую особенность: результаты совпадают в начале и конце ранжированных рядов и отличаются в их середине. Это различие объясняется особенностью человеческой психики. Ответы человека носят неустойчивый характер в том случае, когда эмоции в отношении оцениваемого объекта не являются ярко выраженными.

Так же при оценке цветом были получены типологические группы на основе частотного распределения цветов по отношению к оцениваемым странам. Анализ этих данных показал, что США и Великобритания ассоциируются с синим цветом, Япония с желтым, Италия и Германия с серым, Франция ассоциируются с фиолетовыми тонами, Индия и Бразилия с Зеленым, Белоруссия и Китай оценивались преимущественно в красной цветовой гамме.

Сформированные на основе обработки цветовых оценок группы стран практически полностью пересекаются с этими же группами, полученными с применением метода семантического дифференциала.

Результаты проведенного эксперимента доказывают, что данные полученные с применением цветового теста отношений, в достаточной мере соответствуют результатам полученным с применением традиционных методов исследования предпочтений.

Иначе говоря, результаты прямого ранжирования стран по отношению к ним экспертов, а также группы, сформированные с использованием метода семантического дифференциала, совпадают с результатами, которые достигаются с помощью цветового теста отношений. Но у цветового теста отношений есть ряд преимуществ: во-первых, он более экономичен, так как на его проведение и интерпретацию, необходимо относительно немного времени. Вместо двух традиционных методик: прямого ранжирования и семантического дифференциала, использование которого достаточно затруднено, можно использовать только методику проведения опросов на основе цветовых предпочтений, которая значительно в меньшей степени сложна в применении и анализе. Применение цветовых оценок

при проведении опросных исследований открывает большие возможности для его использования при проведении экспресс-опросов при решении задач массового опроса, профотбора и т.п. Так же, как отмечалось выше, цветовой тест отношений значительно реже вызывает реакции отказа у респондентов, по сравнению с традиционными методиками. Опрашиваемые гораздо меньше устают при проведении опроса и гораздо легче дают информацию, касающуюся вопросов отношения.

Разработка легко алгоритмизируемой автоматизированной методики проведения экспертных опросов с применением цветowych оценок открывает широкие возможности для ее применения в области социально-экономических исследований.

Особенности применения цветowych оценок позволяют обойти ряд трудностей, с которыми зачастую сталкиваются исследователи, при проведении сензитивных исследований. Исследование установок и отношения экспертов к исследуемому вопросу с применением цветowych оценок дает более точные результаты. Стоит отметить, что такие исследования могут быть построены как полностью на цветowych предпочтениях респондентов, так и носить гибридный характер, когда цветowe оценки дополняют традиционные методики исследования. В случае успешного решения задачи по разработке автоматизированной методики проведения социально-экономических исследований на основе индивидуальных цветowych предпочтений респондентов она может занять достойное место среди прикладных методик проведения экспертных опросов при решении управленческих задач в области социально-экономических исследований.

В силу легкости применения и открытости для респондентов метод цветowych оценок может применяться для решения таких задач, как комплектование производственных коллективов, малых проектных групп, подбор персонала, управление отношениями внутри коллектива, изучение социальных установок респондентов, в исследованиях в области рекламы, маркетинга, средств массовых коммуникаций. Область применения цветowych оценок при проведении опросных исследований не ограничивается названными областями. Рассматриваемая ме-

тодика достаточно точно позволяет определять ценностные предпочтения респондентов и их социальные установки на бессознательном уровне.

1.4. Общие требования к планированию и проведению опросных исследований на основе цветовых предпочтений экспертов

Рассматриваемый в рамках диссертационного исследования подход к проведению опросных исследований на основе цветовых предпочтений можно отнести к группе методов экспертных оценок. Как сложилось, методам экспертных оценок отводится в планировании эксперимента особое место, благодаря их универсальности. Экспертные оценки могут применяться на любой стадии проводимого исследования и охватывать широкий спектр решаемых задач.

Метод экспертных оценок может применяться в следующих случаях:

- 1) определение и постановка целей и задач исследования;
- 2) определение наиболее важных для эксперта факторов [15];
- 3) определения отношения экспертов к объектам исследования;
- 4) структурирование данных и объектов в сложных системах;
- 5) ранжирование критериев и целей деятельности отдельных элементов сложных систем [23].

Данный перечень охватывает лишь самые распространенные области применения, но на самом деле, область применения экспертных оценок эти не ограничивается и является гораздо шире.

При проведении опросного исследования порой важнейшую роль играет качество выборки. Насколько компетентны эксперты в вопросе исследования, охватывают ли они все социальные группы, являющиеся аудиторией опроса, или лишь частично. Группы экспертов формируются по предварительно разработанным методикам, которые учитывают целый ряд факторов: их квалификацию, социальный статус и т.п.

Основное требование, предъявляемое в рамках метода экспертных оценок к разрабатываемым вопросам – это строгое формулирование вопросов экспертного исследования, вопросы должны быть единообразно понимаемыми и содержать в рамках опроса единичные (не распространенные или комплексные) темы [28].

В процессе экспертного исследования проводится оценка имеющихся объектов по качественным или количественным характеристикам, в зависимости от специфики используемых методов.

Экспертное исследование подразумевает решение следующих задач:

- построение множества объектов (составление списка);
- оценивание объектов исследования с применением количественных или качественных оценок;
- построение множества объектов и их последующее оценивание.

Процесс экспертного исследования состоит из следующего ряда этапов, подробно отображенных на рисунке 7.

1. Формирование набора оцениваемых объектов	<ul style="list-style-type: none"> • формулируются цели и задачи исследования, проводится постановка вопросов для их последующей оценки экспертами
2. Формирование экспертной комиссии	<ul style="list-style-type: none"> • проводится отбор экспертов для их последующего участия в исследовании
3. Выбор метода проведения экспертного исследования	<ul style="list-style-type: none"> • проводится анализ всех доступных методик проведения исследования и выбор наиболее подходящий для конкретных условий
4. Обработка результатов исследования	<ul style="list-style-type: none"> • проводится обработка результатов проведенного экспертного исследования
5. Анализ	<ul style="list-style-type: none"> • анализ полученных результатов и принятие управленческих решений

Рисунок 7. Этапы организации и проведения экспертного исследования

Опрашиваемая группа экспертов должна отвечать соответствующим требованиям, предъявляемым к участникам экспертного опроса. Эксперты должны быть компетентны в теме исследования, охватывать людей разных групп и про-

фессий, причастных к теме исследования. Отдельно стоит отметить, что при числе экспертов менее 7 полученная информация не может считаться достаточно полной, оптимальным числом задействованных экспертов является 10-30 человек [147].

Экспертные исследования могут проводиться целым рядом разнообразных методов, как легко формализуемыми, и пригодными для автоматизированной обработки, так и порой не предусматривающими машинную обработку результатов исследования. Анкетирование и интервьюирование – один из самых распространенных методов проведения экспертных исследований. Данный метод позволяет вовлечь в исследование большое число экспертов и может проводиться как в устной форме, так и в письменной, дистанционно.

Ниже, на рисунке 8 представлена общая классификация методов экспертных оценок. Однако, стоит учитывать, что данная классификация носит обобщающий характер, т.к. в настоящее время в силу постоянно изменяющихся подходов к организации и проведению экспертных опросов не существует научно обоснованной классификации методов экспертных оценок (А.И. Орлов). [72]

Перечисленные методы не обязательно используются по отдельности, при необходимости их можно комбинировать в различных сочетаниях для получения данных необходимого качества. Так как одно из основных требований к получаемой информации — это ее достоверность, а, следовательно, подтверждаемость, то очень часто различные методы экспертных исследований сочетаются друг с другом в рамках одной задачи. Рассматриваемый в рамках данной работы метод цветных оценок можно отнести к одной из разновидностей метода анкетирования и интервьюирования, когда исследование проводится в форме экспертного опроса.



Рисунок 8. Обобщенная классификация методов экспертных оценок

После того как определен метод проведения экспертного исследования и само исследование проведено встает вопрос с обработкой полученных результатов. В общем виде обработка полученной информации состоит из ряда этапов, рассмотрим их далее.

1. На первом этапе вычисляются показатели обобщенного мнения рассмотрим их более подробно.

Средняя балльная оценка. В случае если эксперты отвечают на вопросы в формате балльных оценок, то может быть вычислена средняя балльная оценка по формуле (1):

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^{m_j} C_{ij}, \quad (1)$$

где m_j - количество экспертов, которые оценили j -й вопрос, C_{ij} - оценка вопроса по балльной шкале $0 \leq C \leq B$ (где B – это наивысшее значение балльной оценки на принятой шкале), данная i -ым экспертом по j -ому вопросу ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$).

Следующий показатель частота оценки, позволяет определить наиболее частый ответ, среди всех ответов экспертов, рассчитывается по формуле (2):

$$K_j^k = \frac{m_j^k}{m_j}, \quad (2)$$

где m_j^k - число экспертов оценивших k -ой оценкой j -й вопрос.

Сумма рангов j -го вопроса, данный критерий позволяет определить суммарную оценку респондентов того или иного опроса и рассчитывается как суммарное значение всех накопленных данных по этому вопросу (3):

$$S_j = \sum_{i=1}^{m_j} R_{ij}, \quad (3)$$

где R_{ij} - ранг.

2. При обработке результатов исследования качество полученных данных зависит от показателей степени согласованности экспертов [75]. Рассмотрим далее основные, показатели для оценки качества результатов экспертизы.

Коэффициент вариации мнений по j -му вопросу (4) показывает, на сколько процентов среднеквадратичное отклонение в оценках показателя меньше среднего значения показателя.

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j}, \quad (4)$$

где $\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^{m_j} (C_{ij} - M_j)^2}$; согласованность тем выше, чем меньше V_j . Макси-

мально допустимым значением для коэффициента вариации согласованности экс-

пертов считается величина, равная 30%. При больших значениях этого коэффициента полученную от экспертов информацию следует уточнить [17].

Успешность проводимого экспертного опроса во многом зависит от качества опрашиваемой группы ее компетентности, которая оценивается с помощью следующих критериев [128].

Самооценка экспертом своей компетентности. Эксперт может самостоятельно оценивать по балльной или шкальной системе такие объективные показатели, как уровень знаний, опыт по вопросам исследования, смежным областям. Самооценка производится по специальным таблицам, стандартизирующим процесс оценки и задающим каждому уровню фактора свою балльную оценку, например, по балльной шкале таблицы 4 с вычислением коэффициента осведомленности $K_{oc} = B / 10$.

Таблица 4. Критерии оценки расчета коэффициента осведомленности

Градация	Балл
вообще не знаком с вопросом	0
плохо знаком с вопросом, но он входит в сферу знаний или деятельности	1,2,3
удовлетворительно знаком, тесно связан со смежной узкой специализацией	4,5,6
хорошо знаком с вопросом, принимает практическое участие	7,8,9
вопрос входит в узкую специализацию эксперта	10

Самообъективная оценка представляет собой сумму оценок степени влияния всех типов источников информации по шкале таблицы 5 (максимальное значение суммы оценок не может превышать 1).

Коэффициент компетентности i -го эксперта ($i = 1, 2, \dots, m$) по j -ому вопросу ($j = 1, 2, \dots, n$) может быть вычислен по формуле (5):

$$k_{ij} = \frac{\sum_{v=1}^S \theta_{vi} R_{vj}}{\sum_{v=1}^S R_{vj}}. \quad (5)$$

Таблица 5. Критерии самооценки эксперта

Источники информации	Степень влияния источника		
	высокая	средняя	низкая
Производственный опыт	0,5	0,4	0,2
Проведенный теоретический анализ	0,3	0,2	0,1
Обобщение отечественной литературы	0,05	0,04	0,03
Обобщение зарубежной литературы	0,05	0,04	0,03
Личное осведомленность о состоянии вопроса в мире	0,05	0,04	0,03
Интуиция	0,05	0,04	0,03

Исходные данные для расчета коэффициента компетентности определяются следующим образом. Предварительно определенным образом (руководителем, или каждым участником исследования для себя, или друг другу) для каждого i -го эксперта определяются следующие уровни осведомленности $0 < \theta_{vi} < 10$ (целые числа) по каждой v -ой из s общепринятых направлений (дисциплин, сфер деятельности), по темам исследования. Каждый j -й вопрос экспертизы получит оценку R_{vj} ($0 < R_{vj} < 2$), характеризующую по уровню важности для этого вопроса каждой v -ой специализации с помощью двухбалльной непрерывной шкалы (таблица 6).

Таблица 6. Уровни важности специализации для вопроса

Уровень важности специализации для вопроса	Оценка
Весьма существенно	2
Полезно	1
Несущественно	0

Выше рассмотрены основные критерии для оценки качества проводимого экспертного исследования. Данные показатели могут применяться как все вместе, так и по отдельности по усмотрению организатора экспертизы, так как одновременный расчет и анализ всех показателей значительно усложнит процесс подготовки и проведения исследования.

При разработке программного комплекса для проведения опросных исследований на основе индивидуальных цветовых предпочтений были задействованы следующие показатели: средняя бальная оценка, коэффициенты вариации и кон-

кордации для оценки согласованности мнений экспертов. Подбор же экспертов может осуществляться различными методами, в зависимости от особенностей конкретного исследования.

1.5. Постановка целей и задач исследования

Целью диссертационной работы является разработка моделей, методов и алгоритмов создания автоматизированных систем и технологий неманипулируемых инструментов активной экспертизы при оценке отношения агентов к эмоционально значимым объектам на основе индивидуальных цветовых предпочтений экспертов.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Разработать и исследовать методологию применения индивидуальных цветовых оценок в качестве альтернативы традиционным количественным оценкам при проведении опросных исследований и ее применение при решении задач управления социально-экономическими системами. Для решения этой задачи необходимо провести анализ существующих наработок в этой области. Провести ряд экспериментов с применением цветовых оценок и традиционных балльных, чтобы подтвердить возможность использования цветовых оценок при проведении экспертных опросов.

2. Рассмотреть особенности и предложить алгоритм построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондента. Необходимо провести анализ возможных методов построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений и выбрать наиболее подходящий.

3. Разработать методику определения эмоционального отношения респондента к исследуемому объекту и адаптировать ее для применения при решении управленческих задач. Интерпретация цветовых оценок в традиционные количественные является одним из ключевых вопросов, так как для массового приме-

ния данного подхода необходимо что бы результаты исследования выводились в удобном для анализа и сравнения виде.

4. Межличностные отношения являются наиболее очевидной сферой применения цветовых оценок, так как в отношении людей друг к другу очень большую роль играет субъективный фактор. Отсюда вытекает четвертая задача: разработать математическую модель и алгоритм формирования малых проектных групп с учетом компетенций членов команды и межличностных отношений на основе индивидуальных цветовых предпочтений.

5. Проведение опросных исследований на основе индивидуальных цветовых предпочтений экспертов, подразумевает достаточно много вычислительных действий. Для практического применения метода цветовых оценок при проведении экспертных опросов необходимо разработать программный комплекс, реализующий подготовку и проведение опросных исследований на основе индивидуальных цветовых предпочтений, а также их последующую обработку.

6. Для практической апробации результатов диссертационного исследования необходимо осуществить внедрение разработанных моделей и программного комплекса в практику решения отдельных социально-экономических задач. В качестве объектов апробации были выбраны одно промышленное предприятие (АО «УК «БМЗ» и одно образовательное (ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»).

1.6. Выводы к первой главе

1. В рамках первой главы был проведен анализ проблем и перспектив качественной оценки показателей исследуемого объекта в управлении социальными и экономическими системами. В современной теории управления в социальных и экономических системах значительная часть управленческих решений применяется на основе данных, полученных в результате экспертных опросов.

2. Применение качественных оценок с использованием методик на основе индивидуальных цветовых предпочтений затрагивает такую составную часть любой социально-экономической системы, как предпочтения участников этой самой СЭС.

3. К любому цветовому оттенку человек относится оценочно, так как любой цвет будет вызывать у человека чувство симпатии или антипатии, выраженное в той или иной мере, особенно этот факт, проявляется, когда человек оценивает цвета из предложенного ряда. Цвета вызывают эмоции, а эмоция обязательно содержит оценочный компонент.

4. Цвет можно использовать в качестве индикатора при анализе отношения человека к различным объектам и явлениям, в том числе и не осознанных им. Исходя из этого, цвет можно применять в качестве одного из механизмов активной экспертизы при управлении социальными и экономическими системами.

5. Рассматриваемый в рамках диссертационного исследования подход к проведению опросных исследований на основе цветовых предпочтений можно отнести к группе методов экспертных оценок.

6. Применение цветовых оценок при проведении опросных исследований оправдано в тех случаях, когда испытуемый выражает качественное отношение к предмету исследования. Применение цветового теста для изучения социальных установок детей показало великолепные результаты, так как детям крайне сложно присваивать тот или иной балл оцениваемым явлениям и объектам.

7. Целью диссертационной работы является разработка моделей, методов и алгоритмов проведения опросов на основе индивидуальных цветовых оценок, их применение при решении управленческих задач в социальных и экономических системах для повышения достоверности данных, получаемых в результате опросов.

2. Разработка методов и моделей организации и проведения экспериментов на основе цветовых предпочтений

2.1. Общая модель проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений

При проведении опросных исследований на основе цветовых предпочтений процесс опроса, как правило состоит из ряда общих этапов, которые являются обязательными: 1) формирование эталонной шкалы цветовых предпочтений, 2) ответ на вопросы исследования методом цветовых выборов, 3) сопоставление ответов с эталонной шкалой цветовых предпочтений, 4) анализ результатов [3;94;99;143]. Ниже на рисунке 9 представлена общая схема опросного исследования на основе цветовых предпочтений.

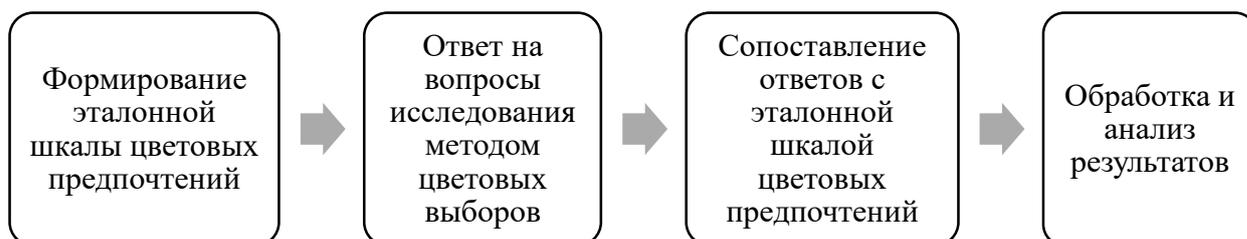


Рисунок 9. Общая схема опросного исследования на основе цветовых оценок

Далее в рамках текущей главы диссертационного исследования будут более подробно рассмотрены представленные выше этапы проведения опросного исследования.

При проведении опросных исследований на основе цветовых предпочтений экспертов, когда опрашиваемые отвечают на вопросы не с помощью традиционных шкал, а цветовыми выборами встает вопрос интерпретации этих цветовых оценок. Существует два подхода к интерпретации цветовых оценок. Первый основывается на психосемантических качествах цвета, когда цветовые оценки объясняются с точки зрения психологической нагрузки, которую несет тот или иной

цвет. Этот подход наиболее распространен в психологических исследованиях. К его несомненным плюсам стоит отнести очень высокую индивидуальность получаемых ответов. Данные получаемые в результате такой обработки несут достаточно высокую личностную идентификацию, что позволяет раскрывать в полной мере скрытую психологическую составляющую при ответе на вопросы. К минусам данного подхода можно отнести достаточно слабую алгоритмизацию и как следствие высокую зависимость качества получаемых данных от квалификации исследователя, достаточно высокие требования к нему, как к психологу.

Второй подход основывается на исследованиях А.М. Эткинды, Е.Ф. Бажина [8], которые связывают цветовые ассоциации с положением цвета в ряду предпочтений. Авторами утверждается, что объекты с положительным эмоциональным отношением ассоциируются у опрашиваемых с наиболее предпочтительными цветами и, соответственно наоборот, объекты с отрицательным эмоциональным отношением с наименее предпочтительными цветами. Иными словами, производится сопоставление цветовой оценки объекта со шкалой цветовых предпочтений, которая в свою очередь является разновидностью порядковой шкалы. Плюсом этого подхода является его простота и алгоритмизация к недостаткам же стоит отнести тот факт, что психосемантическая составляющая цвета при таком походе уходит на второй план или же вообще не рассматривается.

В рамках этой работы, как более универсальный и позволяющий проводить массовые исследования был выбран второй подход к проведению опросных исследований на основе цветовых предпочтений.

Опросы на основе цветовых выборов могут использовать 2 типа эталонной шкалы цветовых предпочтений. Опросы с применением общей шкалой цветовых предпочтений и с индивидуальной шкалой цветовых предпочтений [142; 150]. В первом случае общая шкала цветовых предпочтений формируется или для конкретной опрашиваемой группы или же используются сформированные в результате проводимых ранее экспериментов наиболее часто встречающиеся предпочтения цветов. Данный подход значительно упрощает процесс исследования, т.к.

нет необходимости формировать индивидуальную шкалу цветовых предпочтений для каждого эксперта, но в то же время такой подход не учитывает индивидуальные особенности в отношении к цветовым стимулам. Как уже отмечалось выше, цветовые предпочтения человека могут меняться не только с изменением возраста, но и даже в рамках одного дня. Таким образом, применяя универсальную шкалу цветовых предпочтений мы заранее рискуем получить искаженные результаты. Ниже на рисунке 10 представлена общая классификация подходов к проведению исследований на основе цветовых выборов.

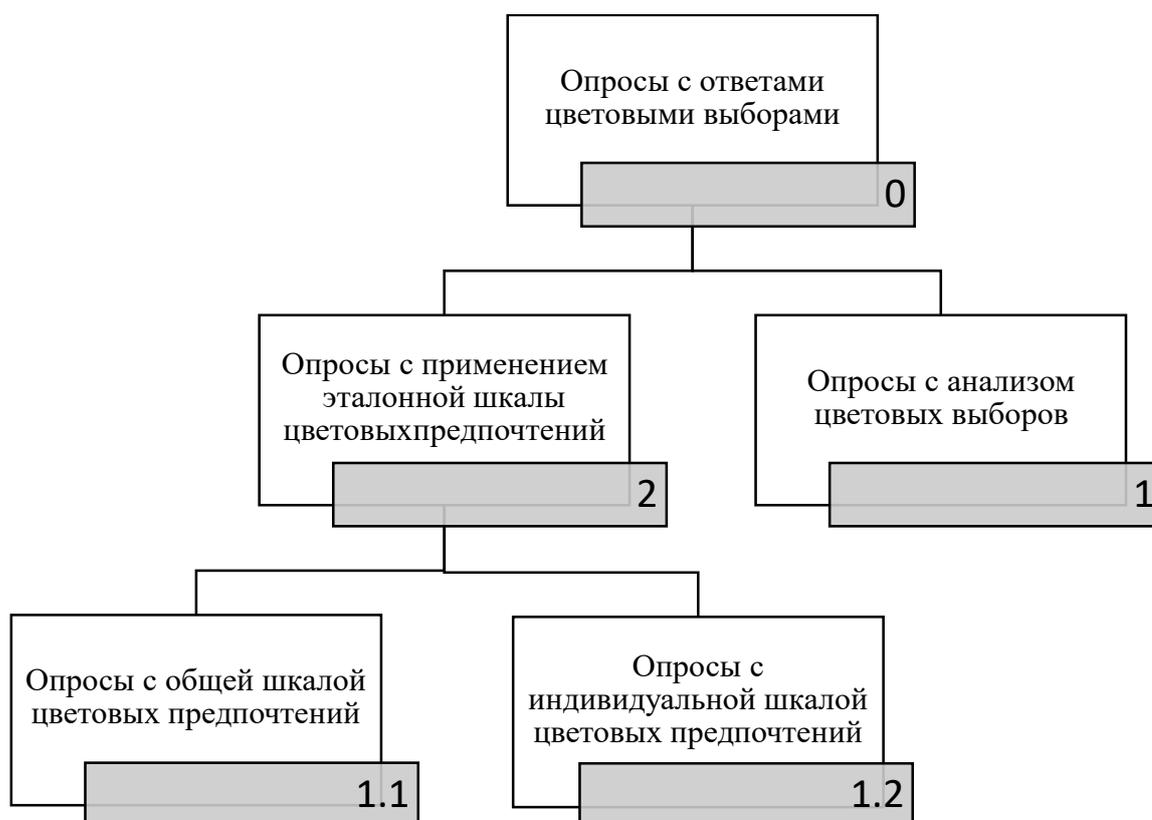


Рисунок 10. Схема подходов к проведению исследований на основе цветовых выборов

Применение индивидуальной шкалы цветовых предпочтений, которая формируется непосредственно при проведении опросного исследования позволяет получать значительно более точные результаты, учитывающие индивидуальные особенности эксперта. Единственным недостатком такого подхода является его возрастающая сложность, т.к. необходимо не только формировать шкалу цвето-

вых предпочтений для каждого отдельного респондента, но и в процессе обработки результатов сопоставлять ответы с индивидуальной шкалой предпочтений.

Нивелировать этот недостаток позволяет применение в процессе исследований современных программных средств, позволяющих автоматизировать процесс проведения и обработки опросных исследований с применением индивидуальной шкалы цветовых предпочтений. Ниже на рисунке 11 представлена процедура прохождения автоматизированного опроса на основе индивидуальных цветовых предпочтений.

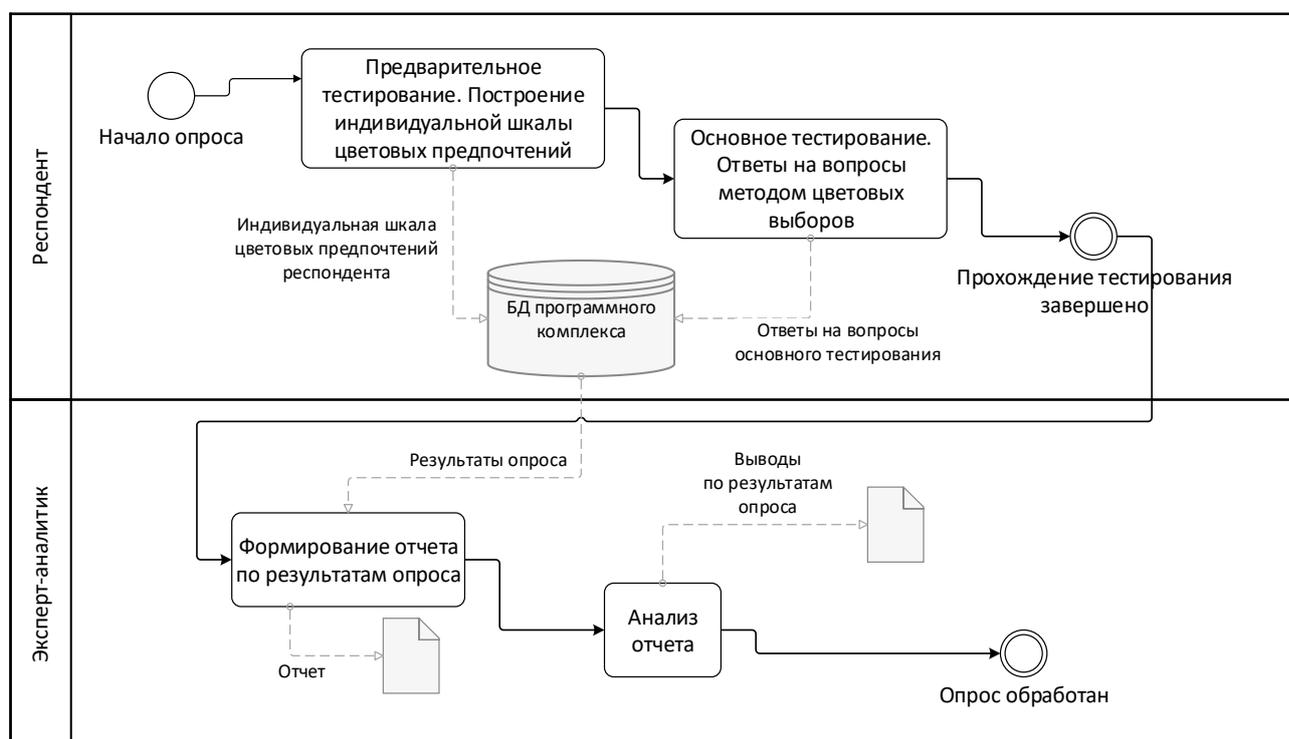


Рисунок 11. Процедура прохождения автоматизированного опроса на основе индивидуальных цветовых предпочтений

Математическая модель процесса построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондентов подробно рассмотрен в рамках параграфа 2.2 данной диссертационной работы.

После того как сформирована индивидуальная шкалы цветовых предпочтений и опрашиваемый ответил на вопросы исследования необходимо обработать полученные ответы, привести их к понятному для исследователя виду, пригодному для анализа и дальнейшего принятия управленческих решений. Вопрос опре-

деления математической модели процесса обработки результатов тестирования подробно рассмотрен в параграфе 2.4 данной работы.

2.2. Математическое моделирование при построении шкалы индивидуальных цветовых предпочтений респондентов

Опросные исследования на основе индивидуальных цветовых предпочтений являются одним из вариантов применения экспертных оценок. В методологии экспертных исследований существует множество подходов к построению шкалы экспертных оценок, которой в рассматриваемом случае будет являться шкала индивидуальных цветовых предпочтений. Экспертная шкала может быть построена в результате процедуры экспертного оценивания альтернатив.

Процедура оценивания экспертами альтернатив в виде различных цветов может проводиться с применением следующих способов:

- ранжирование (в рамках этого подхода наиболее предпочтительную оценку имеет ранг равный единице, остальные – большие чем единица целые значения. В этом случае ранжирование проводится в формате последовательного присваивания номеров предлагаемым стимулам в порядке уменьшения их предпочтительности) [29];

- парное сравнение (заключается в построении матрицы парных сравнений объектов α_i :

$$a_{ij} = \begin{cases} 0 - \text{при } \alpha_i < \alpha_j, \\ 1 - \text{при } \alpha_i \approx \alpha_j, \\ 2 - \text{при } \alpha_i > \alpha_j \end{cases}$$

где α_i – значение для эксперта сравнимого признака i -го элемента) [93];

- метод фон Неймана-Моргенштерна (в рамках данного метода значения элементов матрицы парных сравнений непрерывны на интервале $0 < \alpha_i < 1$);

- метод непосредственной оценки (дается балльная оценка каждому объекту в ряду оценки, для эквивалентности результатов используется одна шкала);

– метод Чёрчмена-Акофа - последовательное сравнение объектов по рекуррентному алгоритму. Порядок оценки в рамках данного метода следующий:

- 1) ранжирование альтернатив;
- 2) присвоение "1" первой альтернативе, остальные оцениваются меньше 1;
- 3) сравнение предпочтительности первого объекта и суммы оценок всех остальных и при необходимости увеличение (или уменьшение) оценки первого объекта до значения, большего суммы оценок остальных объектов;
- 4) повторение операции сравнения для второго и последующих объектов [124].

Простые методы ранжирования стимулов не в полной мере подходят для построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений в рамках выполняемого в рамках диссертационной работы исследования, т.к. необходимо избегать в процессе опроса прямых ассоциаций цветовой шкалы с традиционной балльной шкалой. Для этих целей более подходящим будет метод парных сравнений. Это достаточно простой в реализации, не требующий специальной подготовки от респондента, хорошо алгоритмизируемый, подходящий для машинной реализации метод [1].

Учитывая тот фактор, что нами проводится шкалирование цветовых стимулов, перечень методов построения шкалы ограничивается методами шкалирования субъективных характеристик стимулов, которые не имеют прямых физически обоснованных коррелятов. Для реализации модели построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений эксперта была взята за основу модель шкалирования Терстоуна [93], включающая последовательное выполнение ряда следующих действий.

1. Имеющееся множество цветовых стимулов упорядочивается в ряд по привлекательности того или иного цвета для респондента, причем этот критерий, по которому осуществляется упорядочивание не обязательно несет под собой какую-то физическую меру. Обозначим оцениваемый ряд стимулов как $\{1, \dots, i, \dots, n\}$.

2. Все значимые цвета вызывают у человека только один, свой собственный процесс различения (обозначим его буквой G). Процессы различения цветов можно представить в виде множества ($R_1 \dots R_i \dots R_n$). Однако, следует учитывать, что человек при оценке цветов принимает решение под влиянием многих факторов, как следствие, один и тот же цветовой стимул может формировать не только свой процесс различения, но и влиять на какие-то другие, как правило, соседние. Как результат, если один и тот же цвет предъявлять одному и тому же эксперту большое число раз, то на множестве различений ему не будет соответствовать какая-то определенная точка. Это будет некоторое распределение для процессов различения одного цвета на множестве различений. При этом, в практике применения закона Терстоуна предполагается, что это распределение имеет нормальный характер.

3. В качестве значения i -го цвет на психофизиологической шкале предпочтений принимается среднее (G_i) распределение процессов различения, а дисперсия распределения рассматривается в этом случае как дисперсия различения (g_i).

4. Одновременное предъявление эксперту пары стимулов соответственно вызывает два процесса различения r_i и r_j . Разность ($r_j - r_i$), соответственно можно принять как различительную разность.

На рисунке 12 представлен пример распределения процессов различения стимулов R_i и R_j на психологическом континууме: заштрихованная область указывает частоту суждения: стимул j предпочтительнее больше чем стимул i , а незаштрихованная, наоборот, стимул j менее предпочтителен; $r_{i,j}$ - различие шкальных значений стимулов i и j , измеренное в единицах стандартного отклонения данного распределения — $\sigma(r_i - r_j)$ [22].

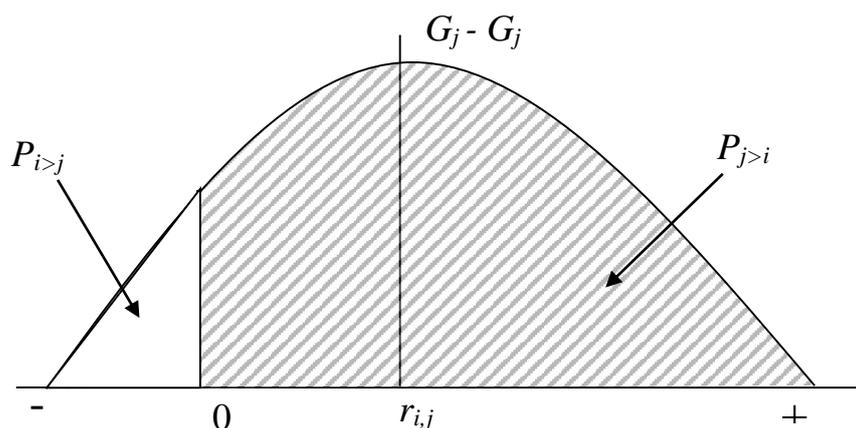


Рисунок 12. Пример распределения процессов различения стимулов G_i и G_j на психологическом континууме

Как уже было отмечено выше при большом количестве предъявлений одному и тому же респонденту одной пары цветных карточек различительные разности этих стимулов формируют свой набор нормального распределения на множестве различений. Из этого следует, что среднее распределение разностей различения ($r_j - r_i$) будет равно разности средних распределений самих процессов различения — ($G_j - G_i$). В таком случае дисперсию распределения различительных разностей можно считать равной

$$g(r_j - r_i) = \sqrt{(g_j^2 + g_i - 2k_{i,j}g_i g_j)}, \quad (6)$$

где g_i и g_j — дисперсии процессов различения i -го и j -го стимулов, соответственно, а $k_{i,j}$ является корреляцией между однократными результатами процессов различения стимулов i и j .

Рассмотрим теперь пример решения задачи. Пусть наблюдателю предъявляются пары цветов i и j и от него требуется выбрать из предлагаемой пары более предпочтительный для него цветовой стимул.

Допустим, что если различительный процесс для цвета j окажется на множестве различений выше, чем для стимула i , то в таком случае различительная разность ($r_j - r_i$) > 0 , это говорит о том, что респонденту цвет j более предпочти-

телен, чем цвет i . Это же суждение будет носить обратный характер, если различительная разность будет меньше 0 - $(r_j - r_i) < 0$ [22].

Ниже рассмотрим процесс различения множества пар цветовых стимулов, в рамках, изложенных выше допущений. В результате выбора того или иного цвета из предлагаемых пар формируется матрица цветовых выборов F , она показывает сколько раз в каждой паре цветов цвет i был выбран более предпочтительным к цвету j . Число независимых элементов в матрице F равно $n(n-1)/2$, где n — это число предъявленных эксперту цветовых стимулов. В таком случае закон сравнительных оценок будет иметь для n предъявленных цветовых стимулов и n неизвестных шкальных значений, n неизвестных дисперсий различительных процессов и $n(n-1)/2$ неизвестных корреляций. Очевидно, что при таких условиях, когда число уравнений равно $n(n-1)/2$, а число неизвестных равно $2n+n(n-1)/2$, решить данную систему уравнений невозможно, т.к. она является недоопределенной [35]. Поэтому необходимо ввести условия, упрощающие структуру выражения.

Л. Терстоун было рассмотрено 5 вариантов применения своего закона [93]. При этом наибольшее применение нашел пятый вариант закона сравнительных оценок Терстоуна – это обусловлено простотой его формы. В основу этого варианта положены допущения нулевой корреляции между двумя процессами различения ($k = 0$) и равенства различительных дисперсий этих процессов ($g_j = g_i = g$). Тогда выражение (6) преобразуется в

$$G_j - G_i = z_{j,i}c, \quad (7)$$

где $z_{j,i}$ – это различие восприятия между рассматриваемыми стимулами на множестве различений.

В пятом варианте закона Терстоуна, представленном в общем виде (формула (7)), единицы измерения шкальных значений всегда можно подобрать так, чтобы константа «с» была равна «1». Тогда:

$$G_j - G_i = z_{j,i}. \quad (8)$$

В случае отсутствия случайных ошибок при оценке предлагаемых эксперту цветовых стимулов z , искомое различие будет равно наблюдаемому (обозначим его $z'_{j,i}$). Однако в результате неизбежных ошибок между $z'_{j,i}$ и $z_{j,i}$, т.к. пары цветов предъявляются неоднократно, будет иметь место некоторое расхождение a . Что бы снизить влияние этого расхождения необходимо получить такое множество оценок предъявленных стимулов, для которых сумма квадратов всех расхождений будет стремиться к минимуму. Таким образом, необходимо минимизировать величину

$$a_{i,j} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (z'_{i,j} - z_{i,j})^2. \quad (9)$$

Подставив в данное выражение вместо $z_{i,j}$ шкальные значения, получим:

$$a_{i,j} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (z'_{i,j} - G_i + G_j)^2. \quad (10)$$

В таком случае все $a_{i,j}$ для всех $z_{i,j}$ из матрицы $[Z]$ дадут искомую матрицу ошибок $[A]$. Для минимизации каждого из элементов $a_{i,j}$, необходимо взять частные производные от $a_{i,j}$ по G_i и G_j . Каждое частное значение G_i в матрице ошибок $[A]$ имеет место только в i -ой строке и i -ом столбце. Однако так как матрица ошибок является кососимметричной ($a_{i,j} = -a_{j,i}$ и $a_{j,j}=0$), как и матрица $[Z]$, то для каждой G_i частная производная касается только i -го столбца. В результате дифференцирования элементов каждого столбца по G_i , получаем:

$$\frac{da_{i,j}}{dG_{i,j}} = - \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n (z'_{i,j} - G_i + G_j)^2, \quad (11)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$.

Приравняем частную производную нулю и после выполнения переноса $-G_i$ получим:

$$\sum_{j=1}^n z_{j,i} + \sum_{j=1}^n G_j = \sum_{j=1}^n G_i. \quad (12)$$

Разделим полученное выражение (12) на n и возьмем начальное значение шкалы, равным $(1/n) \sum_{j=1}^n G_j$. В результате нами будет получено количественно выраженное отношение респондента к стимулу G_i :

$$G_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_{i,j}, \quad (13)$$

где $i=1, 2, \dots, n$.

Таким образом получается, что для минимизации ошибки необходимо просто взять среднее арифметическое значение по каждому из столбцов матрицы $[Z]$ - в таком случае нами будет получено оптимальное значение шкальной величины G_i .

Рассмотренная выше процедура позволяет для каждого цвета G_i получить его значение на шкале индивидуальных цветовых предпочтений респондента.

Выше была рассмотрена классическая матрица частот выборов, которая в условиях реального эксперимента является встречается крайне редко. Чаще всего при проведении исследования с применением метода парных выборов можно столкнуться с таким артефактом как абсолютное предпочтение одного цвета другому. В результате чего в матрице вероятностей появляются нули и единицы. В рамках классической модели Терстоуна они не несут в себе сравнительной информации о различии стимулов, а, следовательно, их нельзя использовать при расчете их шкальных значений [114].

Для неполных матриц с нулями и единицами были разработаны особые алгоритмы анализа и обработки. Наибольшее распространение получил алгоритм, подробно описанный в работе В. Торгерсона [147].

Суть этого алгоритма заключается в том, что из выражения (8) для цветового стимула j следует, что стимул $j+l$ может быть описан следующим равенством:

$$G_{j+l} - G_j = z_{j,l} + e. \quad (14)$$

Вычтя из уравнения (14) уравнение (8), будет получено значение $r_{i,j+e}$, которое показывает сравнительное различие для рассматриваемого цветового стимула косвенным образом. Таким образом в рамках минимизированной ошибки данная величина может быть получена следующим образом:

$$r_{i,j+e} = G_{j+e} - G_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} (z_{i,j+e} + z_{i,j}), \quad (15)$$

где суммирование осуществляется по индексу « i ».

Для удобства обработки данных матрицу $[Z]$ целесообразно перестроить следующим образом: столбцы матрицы $[Z]$ упорядочены по величине сумм по столбцам. Для получившейся в результате упорядоченной матрицы $[Z']$ различие « $G_{j+e} - G_j$ » может быть вычислено непосредственно из выражения (15). Если шкальное значение первого стимула (G_j) приравнять к нулю, то шкальное значение любого другого стимула будет равно сумме шкального значения стимула и расстоянием между этим стимулом и предшествующим:

$$G_1 = 0; G_2 = r_{1,2}, G_3 = G_2 + r_{2,3}, G_n = G_{n-1} + r_{n-1,n}. \quad (16)$$

В результате ряда последовательных повторных предъявлений респонденту цветовых пар может быть сформирована индивидуальная шкала цветовых предпочтений респондента, которая представляет собой шкалу весов, на которой представлены рассматриваемые цвета $\{G\} \in [0; N]$, где N – это весовое значение в рамках данной шкалы максимально привлекательного для респондента цвета.

Предложенная модель построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений является не только легко алгоритмизируемой, но и удобной для респондента, т.к. ему необходимо в процессе построения шкалы, осуществлять выбор всего лишь из пары цветов.

2.3. Апробация модели построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений

Рассмотрим практический пример решения задачи для пятого варианта закона сравнительных оценок по Терстоуну с использованием метода наименьших квадратов. Общая схема построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений на основе метода парных выборов представлена ниже на рисунке 13.

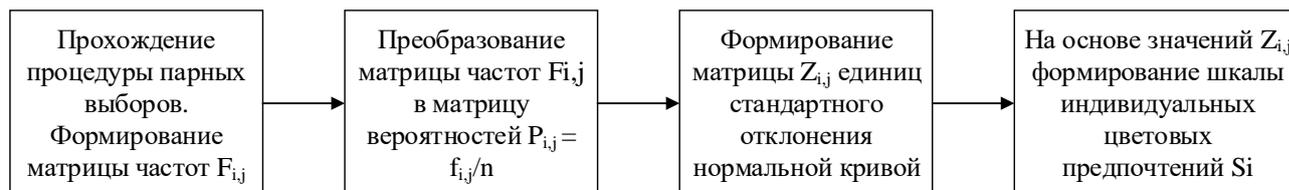


Рисунок 13. Схема построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений на основе метода парных выборов

Респонденту случайным образом выводятся пары из 8 цветов малого набора теста Люшера [58] и он должен в каждой паре выбрать предпочтительный цвет. Все пары предъявляются по 6 раз, каждая цветная карточка предъявляется 3 раза слева 3 раза справа. Таким образом, общее количество предъявлений пар карточек составляет 168. Типичная длительность предъявления всех пар карточек в таком эксперименте составляет 5 минут. При этом уровень освещенности в помещении обеспечивает нормальное цветоразличение. Стоит отметить, что в предлагаемой методике построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений есть существенное достоинство, она не требовательна к особенностям цветопередачи конкретных устройств вывода цветовых стимулов. Единственное требование, чтобы цветные карточки, предъявляемые при построении индивидуальной шкалы цветовых предпочтений и при ответах на вопросы основного тестирования, предъявлялись в одинаковом виде, т.е. что бы эксперт в рамках одного исследования видел одни и те же цветные стимулы, одного тона, яркости и насыщенности.

В итоге после прохождения опроса с целью построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений для одного из испытуемых, студента второго курса с нормальным цветовосприятием без признаков дальтонизма, была получена

следующая матрица $[F]$, соответствующая количествам предпочтений цветов в парах $f_{i,j}$ (таблица 7).

Таблица 7. Матрица количеств предпочтений $[F]$

Цвета, $f_{i,j}$	Серый	Синий	Зеленый	Красный	Желтый	Фиолетовый	Коричневый	Черный
Серый	-	2	1	3	4	3	6	2
Синий	4	-	4	4	3	1	2	2
Зеленый	5	2	-	5	3	2	1	3
Красный	3	2	1	-	2	0	3	1
Желтый	2	3	3	4	-	2	5	6
Фиолетовый	3	5	4	6	4	-	3	4
Коричневый	0	4	5	3	1	3	-	1
Черный	4	4	1	5	0	2	5	-

Элементами этой матрицы ($f_{i,j}$) является число количества раз, когда в паре цветов j, i стимул i оценивался как более предпочтительный, чем стимул j .

Полученная матрица $[F]$ преобразуется в матрицу $[P]$, содержащую вероятности выбора стимула i в паре i, j делением числа выбора стимула i в паре $f_{i,j}$ на число предъявлений этой самой пары (в нашем случае $N=6$).

Таблица 8. Матрица вероятностей, $[P]$

Цвета, p_{ij}	Серый	Синий	Зеленый	Красный	Желтый	Фиолетовый	Коричневый	Черный
Серый	-	0,33	0,17	0,50	0,67	0,50	1,00	0,33
Синий	0,66	-	0,67	0,67	0,50	0,17	0,33	0,33
Зеленый	0,83	0,33	-	0,83	0,50	0,33	0,17	0,50
Красный	0,5	0,33	0,17	-	0,33	0,00	0,50	0,17
Желтый	0,33	0,50	0,50	0,67	-	0,33	0,83	1,00
Фиолетовый	0,5	0,83	0,67	1,00	0,67	-	0,50	0,67
Коричневый	0	0,67	0,83	0,50	0,17	0,50	-	0,17
Черный	0,66	0,67	0,17	0,83	0,00	0,33	0,83	-
$\sum P_{ij}$	3,5	3,66	3,16	5	2,83	2,16	4,16	3,16

Элементом матрицы $p_{i,j}$ является вероятность, с которой стимул i в паре j, i оценивался как более предпочтительный, чем стимул j .

Каждое значение вероятности $p_{i,j}$ из матрицы $[P]$ переводится далее с помощью таблиц нормального распределения в единицы стандартного отклонения нормальной кривой — $z_{i,j}$, представляющие собой нормированные по стандартно-

му отклонению расстояния от стимульных точек до медианы, по которым и вычисляются шкальные значения G_i каждого стимула.

Таблица 9. Матрица Z_{ij} – оценок цветовых предпочтений

Цвета, z_{ij}	Серый	Синий	Зеленый	Красный	Желтый	Фиолетовый	Коричневый	Черный
Серый	0,00	-0,44	-0,95	0,00	0,44	0,00	-	-0,44
Синий	0,44	0,00	0,44	0,44	0,00	-0,95	-0,44	-0,44
Зеленый	0,95	-0,44	0,00	0,95	0,00	-0,44	-0,95	0,00
Красный	0,00	-0,44	-0,95	0,00	-0,44	-	0,00	-0,95
Желтый	-0,44	0,00	0,00	0,44	0,00	-0,44	0,95	-
Фиолетовый	0,00	0,95	0,44	-	0,44	0,00	0,00	0,44
Коричневый	-	0,44	0,95	0,00	-0,95	0,00	0,00	-0,95
Черный	0,44	0,44	-0,95	0,95	-	-0,44	0,95	0,00
$\sum Z_{ij}$	1,39	0,51	-1,02	2,78	-0,51	-2,27	0,51	-2,34

Элементом матрицы z'_{ji} (таблица 9) является вероятность p'_{ij} , преобразованная в единицы стандартного отклонения. Далее необходимо переставить столбцы в матрице $[Z]$ таким образом, чтобы сумма элементов первого столбца имела наименьшее значение, а последнего – наибольшее.

Таблица 10. Матрица Z'_i – оценок цветовых предпочтений

Стимулы, z'_{ij}	Черный (8)	Фиолетовый (6)	Зеленый (3)	Желтый (5)	Синий (2)	Коричневый (7)	Серый (1)	Красный (4)
Серый	-0,44	0,00	-0,95	0,44	-0,44	-	0,00	0,00
Синий	-0,44	-0,95	0,44	0,00	0,00	-0,44	0,44	0,44
Зеленый	0,00	-0,44	0,00	0,00	-0,44	-0,95	0,95	0,95
Красный	-0,95	-	-0,95	-0,44	-0,44	0,00	0,00	0,00
Желтый	-	-0,44	0,00	0,00	0,00	0,95	-0,44	0,44
Фиолетовый	0,44	0,00	0,44	0,44	0,95	0,00	0,00	-
Коричневый	-0,95	0,00	0,95	-0,95	0,44	0,00	-	0,00
Черный	0,00	-0,44	-0,95	-	0,44	0,95	0,44	0,95
$\sum Z'_{ij}$	-2,34	-2,27	-1,02	-0,51	0,51	0,51	1,39	2,78

Из матрицы $[Z]$ необходимо сформировать матрицу различий между соседними парами столбцов, для этого необходимо их вычитать поэлементно один из другого. В каждой j -ой строке элемент этой матрицы будет равен $z'_{j,j+1} - z'_{j,i}$.

Таблица 11. Матрица разностей между столбцами

$Gt/r_{i,j}$	Фиолетовый (6)	Зеленый (3)	Желтый (5)	Синий (2)	Коричневый (7)	Серый (1)	Красный (4)
Серый	0,44	-0,95	1,39	-0,88	0,44	0,00	0,00
Синий	-0,51	1,39	-0,44	0,00	-0,44	0,88	0,00
Зеленый	-0,44	0,44	0,00	-0,44	-0,51	1,90	0,00
Красный	0,95	-0,95	0,51	0,00	0,44	0,00	0,00
Желтый	-0,44	0,44	0,00	0,00	0,95	-1,39	0,00
Фиолетовый	-0,44	0,44	0,00	0,51	-0,95	0,00	0,00
Коричневый	0,95	0,95	1,90	1,39	-0,44	0,00	0,00
Черный	-0,44	-0,51	0,95	0,44	0,51	-0,51	0,51
Σ	0,07	1,25	4,31	1,02	0,00	0,88	0,51
Число элементов	8,00	8,00	5,00	5,00	8,00	4,00	7,00
1/n	0,0087	0,1562	0,862	0,204	0	0,22	0,0728

Пользуясь выражением (11), вычисляем из полученных различий шкальные значения стимулов, приняв, что $G_8 = 0$, т.к. у черного цвета значение z в матрице $[Z]$ минимальное.

$$G_8 = 0; \quad G_6 = 0 + 0,0087 = 0,0087; \quad G_3 = 0,0087 + 0,1562 = 0,165,$$

$$G_5 = 0,165 + 0,862 = 1,027; \quad G_2 = 1,027 + 0,204 = 1,231;$$

$$G_7 = 1,231 + 0 = 1,231; \quad G_1 = 1,231 + 0,22 = 1,451;$$

$$G_4 = 1,451 + 0,0728 = 1,523.$$

Получается следующая шкала индивидуальных цветовых предпочтений исследуемого респондента, представленная в таблице 12.

Таблица 12. Шкала индивидуальных цветовых предпочтений респондента

Черный	Фиолетовый	Зеленый	Желтый	Синий	Коричневый	Серый	Красный
0	0,0087	0,165	1,027	1,231	1,231	1,451	1,523

Полученная шкала индивидуальных цветовых предпочтений в дальнейшем может использоваться в качестве эталонной шкалы для данного эксперта при прохождении им цветового теста отношений. Однако, стоит учитывать, что цветовые предпочтения человека могут изменяться под влиянием различных факторов в течении дня, поэтому формировать индивидуальную шкалу цветовых пред-

почтений необходимо непосредственно в процессе прохождения им цветового теста отношений.

2.4. Математические модели обработки результатов тестирования

Применение цветового теста при определении отношения респондентов к исследуемому вопросу

Основываясь на рассмотренных выше методиках и учитывая взаимосвязь цвета и эмоций, нами было принято решение спроецировать усовершенствованную методику цветовых метафор [84] на маркетинговые исследования. Только в отличие от этой методики мы отталкиваемся от утверждения, что выбор цвета человеком носит бессознательный характер. И как следствие с помощью цветовых выборов можно выявлять истинные мотивы, которыми руководствуется респондент. Как и приведенные выше методики наш подход основывается на сопоставлении индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондента с его ответами на вопросы основного тестирования. Только в нашем случае индивидуальная шкала цветовых предпочтений строится не явным способом, путем расстановки цветов в порядке их привлекательности, а с помощью серии парных выборов, по результатам которой и получаем индивидуальную шкалу цветовых предпочтений, эталон, с которым будут сравниваться ответы на вопросы основного тестирования. В шкале имеется 8 позиций, которым соответствуют следующие баллы {4,3,2,1,0,-1,-2,-3}, 4 положительные оценки, одна нейтральная и 3 отрицательных. Респондент отвечает на вопросы выбором соответствующего цвета, а уже в отчете, который формируется для эксперта приводятся не только ответы на вопрос цветом, но и соответствующий балл.

У каждого ответа цветом есть та или иная степень значимости для респондента, причем она не всегда несет одинаковую эмоциональную выраженность, поэтому у каждого цвета есть свой вес, определяемый по шкале индивидуальных

цветовых предпочтений (пример шкалы представлен в таблице 12) относительно других в индивидуальном ряду цветовых предпочтений респондента [4; 11; 16]. А т.к. в большинстве социологических исследований важно не индивидуальное мнение, а данные по всей группе, то необходимо каким-то образом приводить все ответы респондентов к единой шкале. Ниже на рисунке 14 представлена общая модель обработки результатов опросного исследования с применением цветовых оценок.

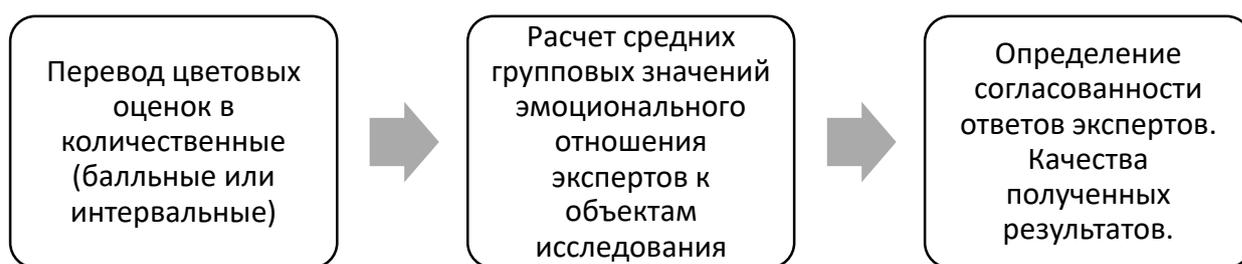


Рисунок 14. Общая модель обработки результатов опросного исследования с применением цветовых оценок

Необходимость в определении обобщенной оценки объекта оценивания для всей опрошенной группы на основе индивидуальных оценок экспертов всегда возникает, когда используется групповое экспертное оценивание. Независимо от того, были ли это цветовые оценки или какие-то другие.

В том случае, если экспертами проводилась оценка объектов с использованием количественной шкалы, то задача выведения совокупной оценки группы сводится к определению среднего значения или среднего медианного полученных оценок. В том случае, если используется порядковая шкала методом ранжирования или парного сравнения, то конечной целью обработки полученных индивидуальных оценок экспертов есть формирование обобщенного упорядочения множества объектов с использованием общего осреднения оценок экспертов.

После обработки результатов экспертного оценивания можно определить существующие зависимости между оценками разных экспертов. Определение данных зависимостей позволит установить степень согласованности мнений экспертов. Отдельно стоит отметить определение в процессе анализа зависимостей

между оценками, выставленными объектам, построенным по различным показателям сравнения. Это даст возможность выделить связанные между собой показатели сравнения и сгруппировать их по степени взаимосвязи [78; 96].

В процессе решения большинства задач будет недостаточным просто упорядочить объекты по одному, либо по группе показателей. Для эффективной обработки необходимо применить метод непосредственной оценки. Но стоит иметь в виду, что эту же задачу при соблюдении определенных условий можно успешно решить путем обработки результатов ранжировок или обработки метода парных сравнений, проведенного в рамках этой группы.

Выставленные объектам оценки, которые были получены после предварительной обработки, по сути, являются случайными величинами, поэтому, для того что бы полученные результаты являлись статистически значимыми необходимо определить их достоверность, т.е. надежность результатов экспертизы.

Методы решения перечисленных задач были подробно рассмотрены в соответствующих изданиях [12; 32; 51; 131; 133].

Обработка результатов экспертного исследования вручную связана с очень большими временными затратами (даже в случае решения простых задач упорядочения), поэтому целесообразно автоматизировать процесс обработки и проводить его с применением вычислительной техники. Применение при обработке результатов исследования ЭВМ сопровождается необходимостью разработки соответствующих программных решений, реализующих соответствующие алгоритмы обработки результатов экспертного исследования. При организации обработки результатов опроса следует проводить анализ трудоемкости решения задач с учетом необходимости разработки соответствующего математического и программного обеспечения для ЭВМ.

В том случае, если в исследовании участвовал один эксперт, то процесс обработки заключается в сопоставлении цветовых ответов на вопросы основного исследования, с индивидуальной шкалой цветовых предпочтений. Такое исследование является крайне простым в обработке. Но в управлении социальными и

экономическими системами данный тип исследований является малозначимым. Гораздо больший интерес представляет мнение группы респондентов, основываясь на котором уже можно принимать управленческие решения. В этом случае появляется необходимость в выведении некой интегральной оценки, отражающей обобщенное мнение всей опрашиваемой группы.

Самый распространенный случай в экспертных опросах, когда респонденты выражают свое мнение с помощью порядковой шкалы, в таком случае опрашиваемый может утвердительно ответить, что объект a предпочтительнее для него чем объект b , но он не может утверждать, во сколько раз или на сколько более предпочтителен. В таком случае экспертов ранжируют вынесенные на рассмотрение объекты, т.е. располагают их в порядке усиления, интересующей исследователя характеристики.

Ранжировка может проводиться как непосредственно путем расставления рангов, так и с помощью оценки по бальной шкале. Ранги выражаются числами $\{1, 2, 3, \dots, n\}$, но следует понимать, что с этими числами неверно совершать обычные арифметические действия. Самый простой пример: для объекта, с рангом 3, интенсивность рассматриваемого критерия не равна сумме интенсивностей объектов с рангами 1 и 2.

Анализом подобных данных, качественного характера занимается теория измерений. На сегодняшний день получили широкое распространение такие виды опросов как экспертные, маркетинговые, социологические, квалиметрические [25; 118; 125]. Чаще всего в этих опросах применяются балльные оценки, когда опрашиваемые респонденты выставляют на свое усмотрение баллы различным объектам, изделиям, компаниям, технологическим процессам, людям, проектам, политическим силам и т.п. На этапе обработки результатов рассчитываются средние баллы, в дальнейшем их используют в качестве интегральных оценок, выставленных оцениваемым объектам группой респондентов.

Рассмотрим далее методику расчета весовых коэффициентов цветового теста отношений и применение этих коэффициентов при оценке совокупного отношения группы людей к эмоционально значимым объектам.

Опросное исследование на основе индивидуальных цветовых предпочтений может обрабатываться двумя путями [24; 140; 141]. На основе индивидуальной шкалы цветовых предпочтений и на основе групповой шкалы цветовых предпочтений. В первом случае ответы каждого эксперта сопоставляются с его индивидуальной шкалой цветовых предпочтений. Во втором, на основе индивидуальных шкал, строится единая групповая шкала предпочтительности цветов и цветовые выборы сопоставляются с ней. Более точные результаты безусловно будут получены при использовании индивидуальной шкалы цветовых предпочтений. Именно на ней и был остановлен выбор в процессе выполнения данной работы. Рассмотрим далее математическую модель построения групповой оценки эмоционального отношения респондентов к объекту исследования на основе индивидуальной шкалы цветовых предпочтений.

Эмоциональное отношение экспертов определимся выражать с помощью коэффициента цветоэмоционального отношения ($K_{эо}$), выражающего совокупное отношение опрашиваемой группы экспертов к эмоционально-значимому объекту или вопросу. Коэффициент цветоэмоционального отношения может быть определен исходя из полученных весовых коэффициентов цветов на индивидуальной шкале цветовых предпочтений у i -го эксперта - a_i .

$$K_{эо} = \frac{M}{N} \cdot \sum_{i=1}^8 a_{ij} , \quad (17)$$

где a_{ij} – весовое значение цвета, выбранного i -м экспертом при ответе на j -й вопрос; N – общее число цветовых ответов в опрашиваемой группе; M – масштабный коэффициент.

Для повышения удобства использования и последующей интерпретации результатов опроса целесообразно нормировать весовые коэффициенты. В резуль-

тате получаем нормированные весовые $\beta_i^{(x)}$ коэффициенты с положительной и отрицательной оценкой.

$$\beta_i^{(+)} = \frac{a_i^{(+)}}{\sum_{i=1}^8 a_i^{(+)}}, \quad \beta_i^{(-)} = \frac{a_i^{(-)}}{\sum_{i=1}^8 a_i^{(-)}}. \quad (18)$$

При использовании нормированных весовых коэффициентов коэффициент цветоэмоционального отношения ($K_{\text{эо}}$) определится как

$$K_{\text{эо}} = \frac{M}{N} \cdot \left(\sum_{i=1}^8 \beta_i^{(+)} \cdot n_i^{(+)} + \sum_{i=1}^8 \beta_i^{(-)} \cdot n_i^{(-)} \right), \quad (19)$$

С целью унификации представления величины коэффициента цветоэмоционального отношения, рассчитанного по формуле (19), он может быть отцентрирован, т.е. представлен в пределах $|K'_{\text{эо}}| \leq M$, где M – масштабный коэффициент, определяющий размерность используемой шкалы. При $M=1$ значение величины $K'_{\text{эо}}$ находится соответственно в пределах от -1 до $+1$. Тогда

$$K'_{\text{эо}} = 2 \cdot M \cdot \left(\frac{K_{\text{эо}} + |\beta_i^{(-)}|_{\max}}{\beta_i^{(+)}_{\max} + |\beta_i^{(-)}|_{\max}} - 0,5 \right). \quad (20)$$

Таким образом коэффициент цветоэмоционального отношения $K'_{\text{эо}}$ можно определить как:

- 1) $K'_{\text{эо}} = 1$ – высшая положительная эмоциональная оценка данного объекта;
- 2) $K'_{\text{эо}} = -1$ – высшая негативная эмоциональная оценка данного объекта;
- 3) Значение

$$K'_{\text{эо}} = K_0 = \frac{|\beta_i^{(-)}|_{\max}}{\beta_i^{(+)}_{\max} + |\beta_i^{(-)}|_{\max}} - 0,5, \quad (21)$$

соответствует в целом нейтральному совокупному отношению опрашиваемой группы респондентов к объекту оценивания. Учитывая что, как говорилось выше, эмоциональные отношения выраженные с помощью цвета не являются конкретной точкой в континууме, а выражаются определенным интервалом, то следует вывод, что и нейтральные отношения K_0 распределяются в некотором интервале.

Обозначим зону нейтральных значений коэффициента эмоционального отношения как

$$K'_0 = K_0 + \delta, \quad (22)$$

где

$$\delta = \frac{a_{zp}}{\beta_i^{(+)} \max + |\beta_i^{(-)}| \max}. \quad (23)$$

Принимаем граничное значение $a_{zp} = 0,2$ [25], что будет означать отличие между вероятностями положительной и отрицательной оценки i -го цвета не меньше чем в 1,5 раза при соблюдении достоверности их различий не менее 0,995 ($p < 0,005$).

Из вышеизложенного следует, что в том случае если $-1 \leq K_{zo} \leq 1$, то при $K_0 + \delta \leq K'_{zo} \leq 1$ у опрашиваемой группы экспертов в совокупности положительное отношение к объекту оценки; при $-1 \leq K'_{zo} \leq -(K_0 + \delta)$ – в целом отрицательное отношение к рассматриваемому объекту.

Очень часто при проведении опросных исследований предлагаемые вопросы имеют различные весовые значения. Ответ по одному вопросу более важен, по другому менее, в таком случае, к вопросам следует применять весовые коэффициенты, т.е. учитывать при обработке ответов весовое значение конкретного вопроса. В таком случае формула для расчета коэффициента эмоционального отношения приобретает следующий вид:

$$K_{zo} = \frac{M}{N} \cdot \sum_{j=1}^S \left(\sum_{i=1}^8 \beta_i^{(+)} \cdot n_i^{(+)} \cdot x_j + \sum_{i=1}^8 \beta_i^{(-)} \cdot n_i^{(-)} \cdot x_j \right), \quad (24)$$

где x_j – весовое значение j -го вопроса; $x_j = 1$, если весовые коэффициенты у всех вопросов равнозначны, т.е. как таковые не применяются.

В случае, когда оценивается коэффициент цветоэмоционального отношения экспертов в рамках одного отдельно взятого вопроса формула расчета коэффициента приобретает следующий вид:

$$\bar{K}_{\varepsilon o} = \sum_{n=1}^8 R^{(n)} \cdot \beta^{(n)} = 8\beta^{(1)} + 7\beta^{(2)} + 6\beta^{(3)} + 5\beta^{(4)} + 4\beta^{(5)} + 3\beta^{(6)} + 2\beta^{(7)} + 1\beta^{(8)}, \quad (25)$$

где $R=1,2 \dots 8$ – ранговое значение цвета в индивидуальной шкале цветовых предпочтений, высший ранг соответствует первой позиции, низший – последней; $\beta^{(n)}$ – весовое значение цвета на индивидуальной шкале цветовых предпочтений, находящегося в n -ной позиции шкалы.

В таком случае нормированное значение $\bar{K}_{\varepsilon o n}$ определяется следующим образом:

$$\bar{K}_{\varepsilon o n} = \frac{\bar{K}_{\varepsilon o} - \bar{K}_{\varepsilon o \min}}{\bar{K}_{\varepsilon o \max} - \bar{K}_{\varepsilon o \min}}. \quad (26)$$

Рассмотренная выше методика легко поддается алгоритмизации и реализации в программном виде. Использование при обработке результатов ЭВМ позволит быстро обрабатывать результаты исследования и получать значение коэффициента цветоэмоционального экспертов к оцениваемому объекту.

Что бы удовлетворить требованиям достоверности исследования, необходимо при обработке результатов исследования задействовать еще одну методику, основанную на индивидуальных цветовых предпочтениях эксперта.

В таком случае ответ каждого респондента на вопрос исследования сопоставляется с его индивидуальной шкалой цветовых предпочтений, т.е. ответу присваивается балл, соответствующий выбранному цвету. В дальнейшем по каждому вопросу исследования вычисляются средние групповые значения, которые говорят об отношении к предмету исследования в рамках изучаемой группы.

Вопрос применения той или иной средней величины является одним из основных при обработке экспертных опросов. Как известно существует большое количество средних величин, каждая из которых получила свое распространение. Необходимо определиться, какую методику расчета средней величины использовать при оценке отношения экспертов к объектам исследования [72; 130; 134].

Самой распространенной средней величиной является среднее арифметическое. Но учитывая, что баллы обычно измеряются в форме порядковой шкалы,

наиболее подходящим будет использование в качестве средних баллов медианных значений. Все же полностью отказываться от использования среднего арифметического в силу его привычности и распространенности не совсем удачное решение. Поэтому наиболее разумным будет одновременное использование двух методов, метода средних арифметических баллов, и метода медианных значений. Такой подход вписывается в общенаучную концепцию устойчивости, которая рекомендует использовать сразу несколько методов при обработке и анализе данных.

Таким образом использование средних величин при принятия управленческих решений позволяет заменить совокупность ответов респондентов одним числом, что позволяет в дальнейшем сравнивать совокупности на основании средних величин.

Пусть, например, Y_1, Y_2, \dots, Y_n - совокупность оценок экспертов, «выставленных» одному объекту экспертизы (например, одной политической партии), Z_1, Z_2, \dots, Z_n - второму (другая партия). Провести сравнение этих совокупностей на основании средних значений – самый простой и доступный способ анализа. Для анализа берется среднее медианное значение балльной оценки по оцениваемому критерию. К достоинствам данного подхода можно отнести простоту анализа и обработки данных, а к недостаткам строго равноинтервальную балльную шкалу, не учитывающую различие в отношениях между цветовыми стимулами у отдельного респондента.

2.5. Выводы ко второй главе

1. При проведении опросных исследований на основе цветовых предпочтений процесс опроса, как правило состоит из ряда общих этапов, которые являются обязательными: 1) формирование эталонной шкалы цветовых предпочтений; 2) ответ на вопросы исследования методом цветовых выборов; 3) сопоставление ответов с эталонной шкалой цветовых предпочтений; 4) анализ результатов.

2. Применение индивидуальной шкалы цветовых предпочтений, которая формируется непосредственно при проведении опросного исследования позволяет получать значительно более точные результаты, учитывающие индивидуальные особенности эксперта.

3. Простые методы ранжирования стимулов не в полной мере подходят для построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений в рамках выполняемого в рамках диссертационной работы исследования, т.к. необходимо избегать в процессе опроса прямых ассоциаций цветовой шкалы с традиционной балльной шкалой. Для этих целей более подходящим будет метод парных сравнений. Стоит учитывать, что цветовые предпочтения человека могут изменяться под влиянием различных факторов в течении дня, поэтому формировать индивидуальную шкалу цветовых предпочтений необходимо непосредственно в процессе прохождения им опроса на основе цветовых предпочтений.

4. Разработанная модель обработки результатов опроса на основе цветовых предпочтений включает ряд обобщенных этапов: 1) перевод цветовых оценок в количественные (балльные или интервальные); 2) расчет средних групповых значений эмоционального отношения экспертов к объектам исследования; 3) определение согласованности ответов экспертов. Качества полученных результатов.

5. Использование средних величин при принятия управленческих решений позволяет заменить совокупность ответов респондентов одним числом, что позволяет в дальнейшем сравнивать совокупности на основании средних величин. В модели обработки результатов исследования задействованы среднее арифметическое и среднее медианное значения.

6. Для учета различий в отношениях между цветовыми стимулами у отдельного респондента был введен коэффициент цветоэмоционального отношения, учитывающий весовые значения цветов на шкале индивидуальных цветовых предпочтений. Этот коэффициент дает оценку совокупного отношения группы людей к эмоционально значимым объектам.

3. Разработка автоматизированной системы проведения и обработки тестирования на основе цветовых предпочтений

3.1. Общая структура программного комплекса для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений респондента

Программный комплекс для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений респондентов, исходя из рассмотренных в предыдущей главе моделей должен охватывать ряд обязательных этапов организации и проведения исследования:

- 1) Создание списка вопросов для проведения исследования, их внесение в систему.
- 2) Формирование индивидуальной шкалы цветовых предпочтений.
- 3) Проведение процесса опроса с применением цветовых оценок.
- 4) Сопоставление индивидуальной шкалы цветовых предпочтений и цветовых оценок на вопросы основного исследования.
- 5) Обработка полученных результатов. Формирование удобных для восприятия и анализа отчетов с количественной характеристикой отношения опрашиваемых экспертов к объекту исследования.

В основу разработанного программного комплекса были положены алгоритмы, разработанные исходя из предложенных в предыдущей главе математических моделей. Ниже на рисунке 15 представлена общая схема программного комплекса. Как видим он носит модульный характер. В совокупности эти модули охватывают весь процесс опросного исследования: от подготовки тестирования и его прохождения респондентами, до обработки и формирования отчетов. На представленном ниже рисунке отмечены модули, в которых задействованы разработанные ранее модели. Это модуль предварительного тестирования, для которого необходимо разработать алгоритм формирования индивидуальной шкалы цветовых предпочтений и модуль обработки результатов исследования. Для которого

необходимо разработать алгоритм обработки результатов на основе математической модели, рассмотренной в параграфе 2.4 данной работы.

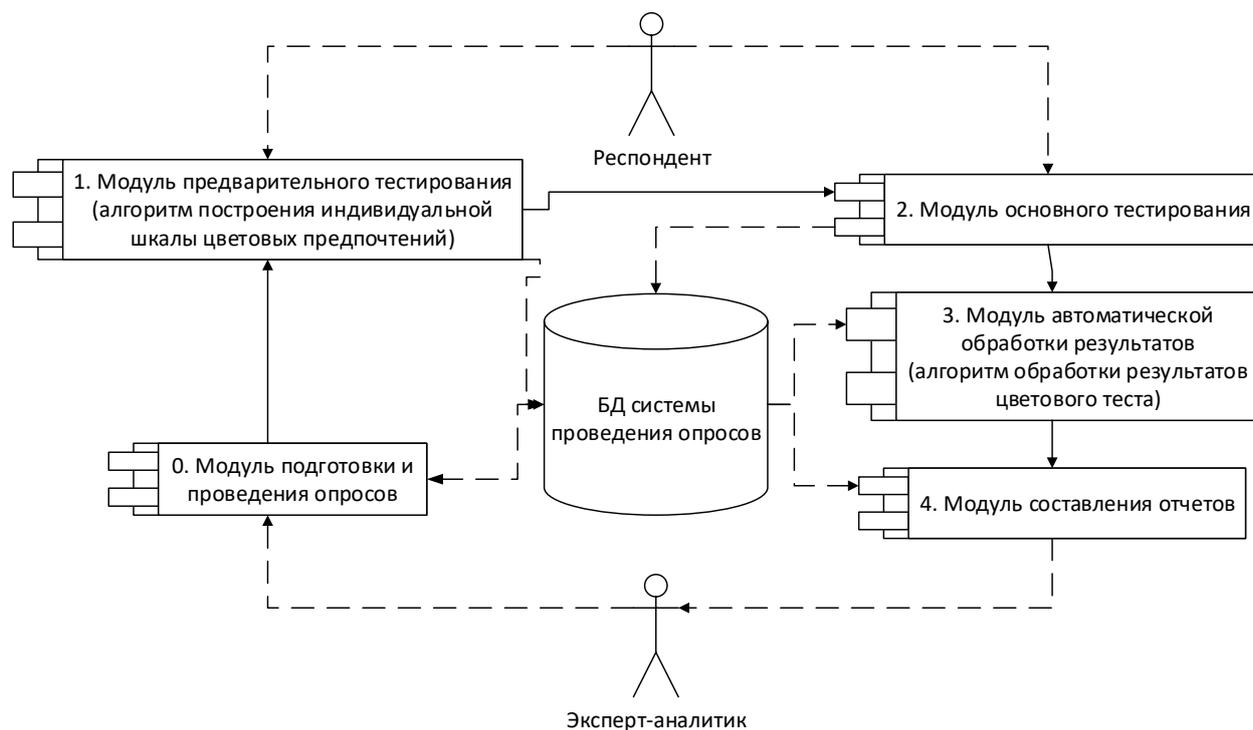


Рисунок 15. Общая структура программного комплекса

Как видно из схемы, в процессе проведения опросного исследования задействовано как минимум две роли пользователей респондент и эксперт-аналитик, т.е. исследователь.

В рамках текущей главы будут разработаны соответствующие алгоритмы и архитектура программного комплекса. Проведен анализ технологий для реализации программного комплекса. В силу того, что программный продукт нацелен прежде всего на проведение массовых опросов, то необходимо при разработке прежде всего рассматривать технологии, которые могут обеспечить максимально простой доступ к системе для большого числа опрашиваемых. На сегодняшний день этому требованию отвечают прежде всего web-технологии. Они могут обеспечить одновременный доступ к системе большого числа пользователей с разных мест и устройств. Так же разработанный в формате web-приложения сервис проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений не требует установки дистрибутивов, что значительно упрощает его распространение.

3.2. Алгоритм формирования эталонной шкалы индивидуальных цветовых предпочтений респондента

Для построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений был взят за основу метод парных выборов Л.Терстоуна [93]. На основе пятого варианта закона сравнительных оценок Л. Терстоуна с использованием метода наименьших квадратов был разработан следующий алгоритм построения шкалы предпочтительности цветов.

Респонденту случайным образом выводят пары из 8 цветов малого набора теста Люшера [137], и он должен в каждой из пар выбрать более предпочтительный для себя цвет. Каждая пара цветов предъявляется по 6 раз.

В итоге была получена следующая матрица $[F] = \begin{vmatrix} f_{1,1} & \dots & f_{1,j} \\ f_{2,1} & \dots & f_{2,j} \\ f_{i1} & \dots & f_{ij} \end{vmatrix}$, соответствующая

количествам предпочтений цветов в парах $f_{i,j}$.

Элементами этой матрицы ($f_{i,j}$) являются количества раз, когда в паре цветов j, i стимул i оценивался как более предпочтительный, чем стимул j . Иными словами эта матрица является матрицей частот, т.к. отражает количество предпочтений того или иного цвета.

Полученная матрица $[F]$ преобразуется в матрицу $[P] = \begin{vmatrix} p_{1,1} & \dots & p_{1,j} \\ p_{2,1} & \dots & p_{2,j} \\ p_{i1} & \dots & p_{ij} \end{vmatrix}$, содержащую

вероятности выбора стимула i в паре i, j делением числа выбора стимула i в паре $f_{i,j}$ на число предъявлений этой пары (в нашем случае $N=6$).

Элементом матрицы $p_{i,j}$ является вероятность, с которой стимул i в паре j, i оценивался как более предпочтительный, чем стимул j .

Каждое значение вероятности $p_{i,j}$ из матрицы $[P]$ переводится далее с помощью таблиц нормального распределения (таблица 13) в единицы стандартного отклонения нормальной кривой — $z_{i,j}$. Они представляют собой нормированные по

стандартному отклонению расстояния от «стимульных точек» до медианы. По этим расстояниям и вычисляются шкальные значения G_i каждого стимула.

Таблица 13. Таблица для перевода значений p в значения z [22]

p	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
Z	-2,33	-2,05	-1,88	-1,75	-1,64	-1,55	-1,48	-1,41	-1,34	-1,28
p	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
Z	-1,23	-1,18	-1,13	-1,08	-1,04	-0,99	-0,95	-0,92	-0,88	-0,84
p	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
Z	-0,81	-0,77	-0,74	-0,71	-0,67	-0,64	-0,61	-0,58	-0,55	-0,52
p	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40
Z	-0,50	-0,47	-0,44	-0,41	-0,39	-0,36	-0,33	-0,31	-0,28	-0,25
p	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
Z	-0,23	-0,20	-0,18	-0,15	-0,13	-0,10	-0,08	-0,05	-0,03	-0,00
p	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
Z	+0,03	+0,05	+0,08	+0,10	+0,13	+0,15	+0,18	+0,20	+0,23	+0,25
p	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70
Z	+0,28	+0,31	+0,33	+0,36	+0,39	+0,41	+0,44	+0,47	+0,50	+0,52
p	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80
Z	+0,55	+0,58	+0,61	+0,64	+0,67	+0,71	+0,74	+0,77	+0,81	+0,84
p	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
Z	+0,88	+0,92	+0,95	+0,99	+1,04	+1,08	+1,13	+1,18	+1,23	+1,28
p	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,995
Z	+1,34	+1,41	+1,48	+1,55	+1,64	+1,75	+1,88	+2,05	+2,33	+2,58

Элементом матрицы z'_{ij} является вероятность p'_{ij} , преобразованная в единицы стандартного отклонения [22]. Расставим столбцы в матрице $[Z]$ таким образом, чтобы сумма элементов первого столбца имела наименьшее значение, а последнего — наибольшее.

Из матрицы $[Z]$ необходимо получить матрицу различий между соседними парами столбцов, для этого необходимо вычесть их поэлементно друг из друга. В каждой j -ой строке элемент этой матрицы будет равен $z'_{j;j+1} - z'_{j;i}$.

На основе выражения (16), вычисляем из полученных различий шкальные значения стимулов, приняв, что $G_8 = 0$, т.к. у черного цвета значение z в матрице $[Z]$ минимальное. Получается индивидуальная ШЦП респондента.

Блок-схема алгоритма построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений представлена на рисунке 16. При построении алгоритма был взят за основу метод парных выборов и модель Терстоуна, адаптированные под условия тестирования на основе цветовых оценок. Подробно данный метод был описан во второй главе этой работы.

Описанный выше алгоритм построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений был выбран для создания модуля предварительного опроса в системе тестирования на основе цветовых предпочтений респондентов.

Процесс предварительного опроса выглядит следующим образом: в окне программы респонденту предъявляются парами цветные прямоугольники, его задача заключается в том, чтобы ответить, какой из двух предъявленных цветов ему более предпочтителен. Как только опрашиваемый даст ответ, на экран выводится следующая пара цветов. Всего выводится 144 пары стимулов, т.е. все цвета выводятся друг с другом по 6 раз. Три раза каждый из цветов выводится слева, три раза отображается справа. Чередуя местоположение цветов в рамках одной и той же пары, тем самым снижается влияние на выбор опрашиваемого такого фактора как местоположение цветовой карточки. В верхнем правом углу экрана каждый раз высвечивается порядковый номер цветовой пары, для того чтобы респондент мог понимать на каком этапе тестирования он находится в данный момент, что будет снижать его возможную негативную установку в отношении опроса.

В целом, весь процесс построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений в рамках рассмотренного выше алгоритма занимает у неподготовленного пользователя порядка 10-15 минут, после чего он сразу же может приступить к прохождению основного тестирования.

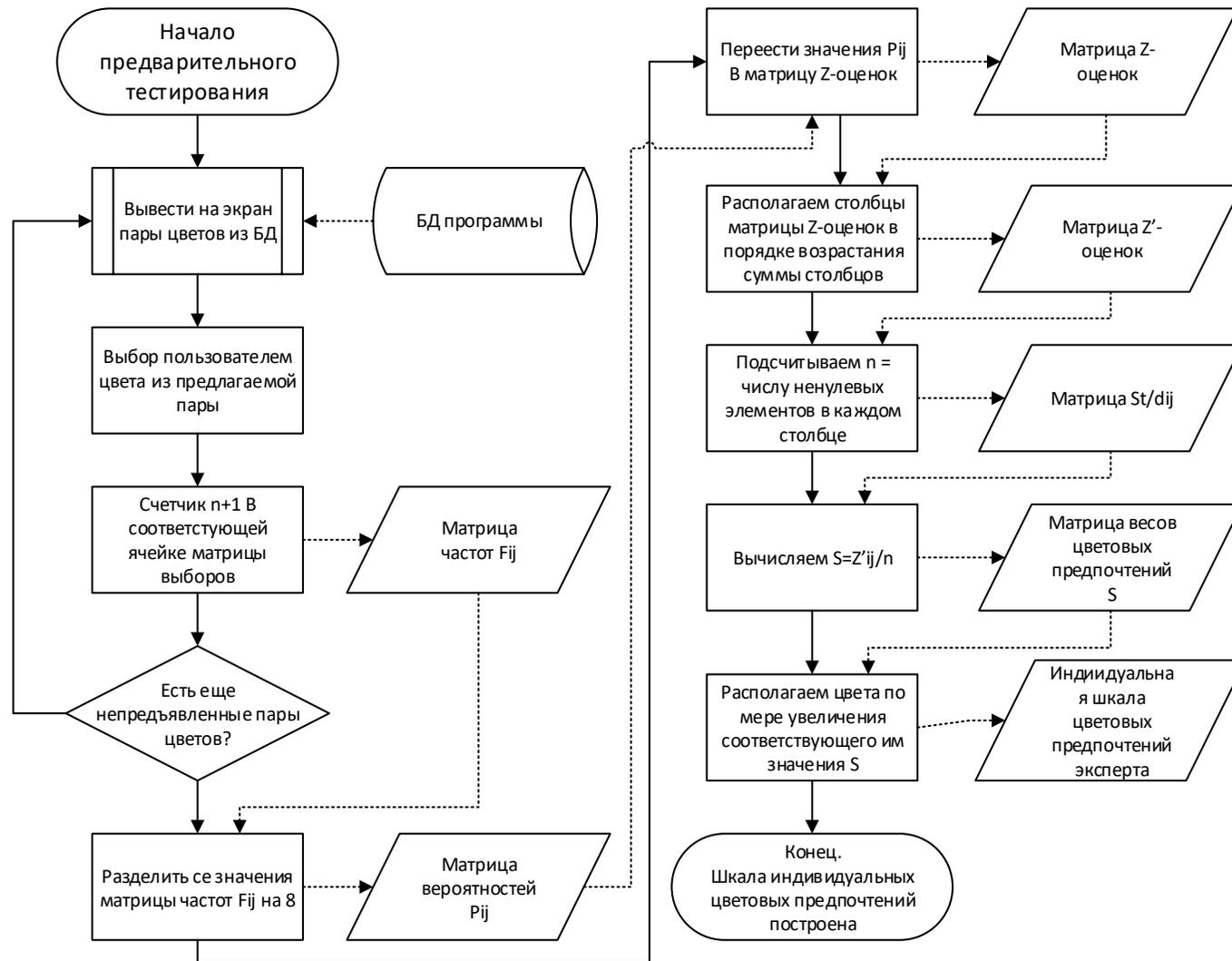


Рисунок 16. Блок схема алгоритма построения шкалы индивидуальных цветовых предпочтений

3.3. Разработка алгоритма обработки результатов тестирования

В предлагаемой в рамках данной работы методике проведения экспертных опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений отличительной особенностью является реализация механизма опроса. Респондент дает ответы на вопросы основного тестирования посредством выбора того или иного цвета. На этапе основного тестирования респондент отвечает на вопросы, подготовленные и введенные в систему для конкретного тестирования. Рассмотрим алгоритм прохождения такого тестирования (рис. 17).

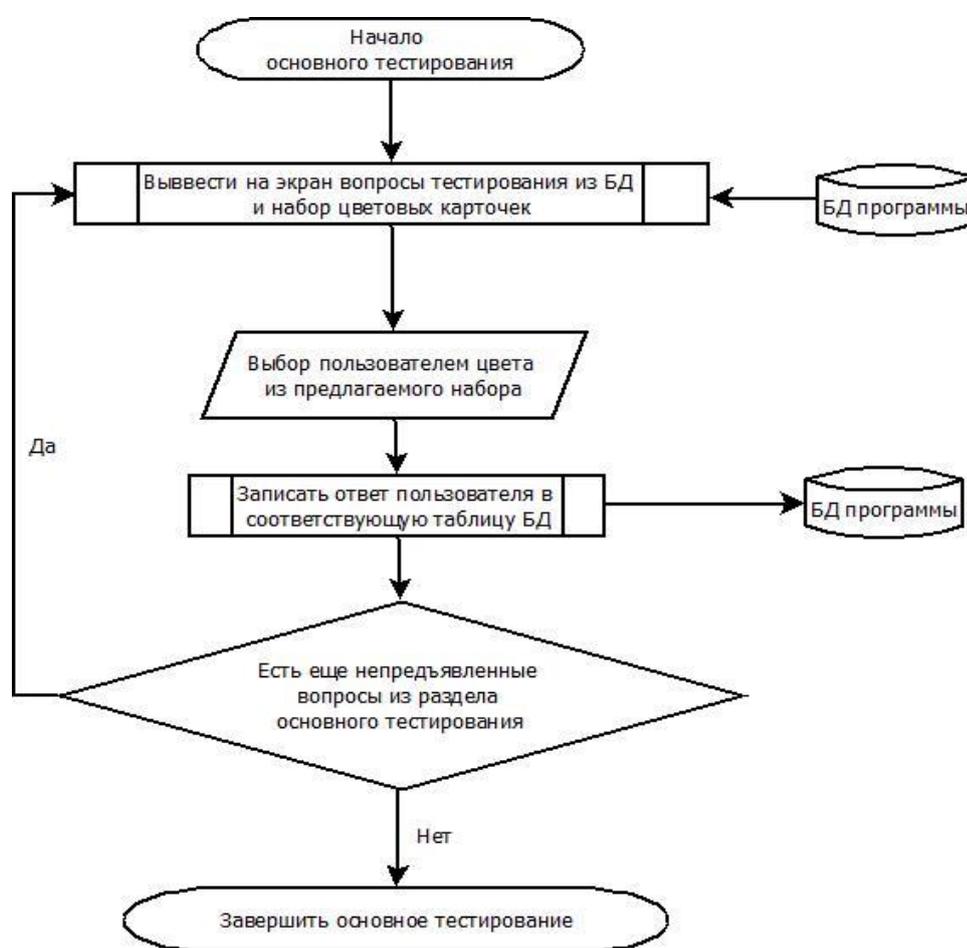


Рисунок 17. Блок схема алгоритма проведения основного тестирования

В результате прохождения второго этапа тестирования мы получаем полностью заполненные таблицы базы данных, с ответами пользователя, эти данные полностью готовы для обработки на последующих этапах.

Ниже представлен алгоритм обработки результатов тестирования, разработанный на основе метода, рассмотренного во второй главе работы.

На первом этапе рассчитывается нормированное значение коэффициента цветоэмоциональной рефлексии $K_{\text{эо}}$. Расчет выполняется по формуле

$$K_{\text{эо}} = \frac{M}{N} \cdot \sum_{i=1}^8 a_{ij}, \quad (27)$$

где a_{ij} – весовое значение i -того цвета в индивидуальной шкале цветовых предпочтений j -го респондента. N – общее число экспертов в опрашиваемой группе: $N = \sum_{i=1}^8 n_i$; M – масштабный коэффициент.

Весовые коэффициенты берутся из индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондента, построенной с применением метода парных выборов, масштабный коэффициент M принимаем равным единице ($M = 1$). Таким образом, если обобщить вышесказанное, то на первоначальном этапе обработки результатов исследования вычисляется среднее арифметическое ответов всех респондентов на вопрос исследования. На следующем этапе обработки результатов при выполнении дальнейшего расчета согласно формуле (17) вычисляется *центрированное* значение коэффициента цветоэмоционального $K'_{\text{эо}}$, находящееся в пределах от -1 до $+1$. Такое центрирование коэффициента цветоэмоционального отношения позволяет представлять его в удобном для анализа виде, т.к. чем больше значение коэффициента тем более положительное мнение у экспертов по данному вопросу и наоборот, чем меньше значение, тем более отрицательные чувства у респондентов к оцениваемому объекту или явлению.

Отдельно стоит обратить внимание на то, что кроме положительного или отрицательного отношения, у экспертов может быть нейтральное отношение к оцениваемому объекту. Применяя формулу (13), проверяем, не попадает ли полученное значение $K'_{\text{эо}}$ в зону «нейтральных отношений». Так как нейтральное отношение не есть точка на континууме отношений, а представляет собой некий отрезок на континууме, для которого характерны нейтральное отношение к предме-

ту исследования. Для этого по формуле (23) определяется величина возможной погрешности («разброса»).

Из вышесказанного следует, что границы «нейтральных отношений» находятся в интервале от $K_0 - \delta$ до $K_0 + \delta$, то есть составляют интервал $(-k; +k)$. Рассчитанный ранее коэффициент $K'_{эо}$ может находиться как вне указанного интервала, так и в его пределах, в зоне нейтральных значений. Для удобства обработки данных полученное значение $K'_{эо}$ можно отцентрировать, принимая за верхнюю границу значение коэффициента, равное 1, а за нижнее -1.

$$\bar{K}_{эон} = \frac{\bar{K}_{эо} - \bar{K}_{эо\min}}{\bar{K}_{эо\max} - \bar{K}_{эо\min}}. \quad (28)$$

Полученное в результате нормированное значение коэффициента цветоэмоционального отношения показывает уровень эмоций опрашиваемой группы в отношении объекта исследования. Что бы разработанная в рамках программного комплекса методика соответствовала требованиям достоверности. Результаты опросного исследования должны обрабатываться несколькими способами. Кроме расчета коэффициента цветоэмоционального отношения вычисляется среднее медианное значение цветовых оценок, интерпретированных в балльные оценки, относительно вопроса исследования. Если результаты исследования, полученные с помощью балльных оценок и коэффициент цветоэмоционального отношения, показывают близкие результаты, то полученные данные можно считать достоверными. Методика определения отношения экспертов к объекту исследования на основе индивидуальных цветовых предпочтений успешно решает задачу применения цветовых тестов при проведении экспертных исследований в социальных и экономических системах.

Данный алгоритм определения отношения респондентов к исследуемому объекту был положен в основу программного комплекса, для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений. Общая блок-схема алгоритма обработки экспертного исследования на основе индивидуальных цветовых предпочтений представлена на рисунке 18.

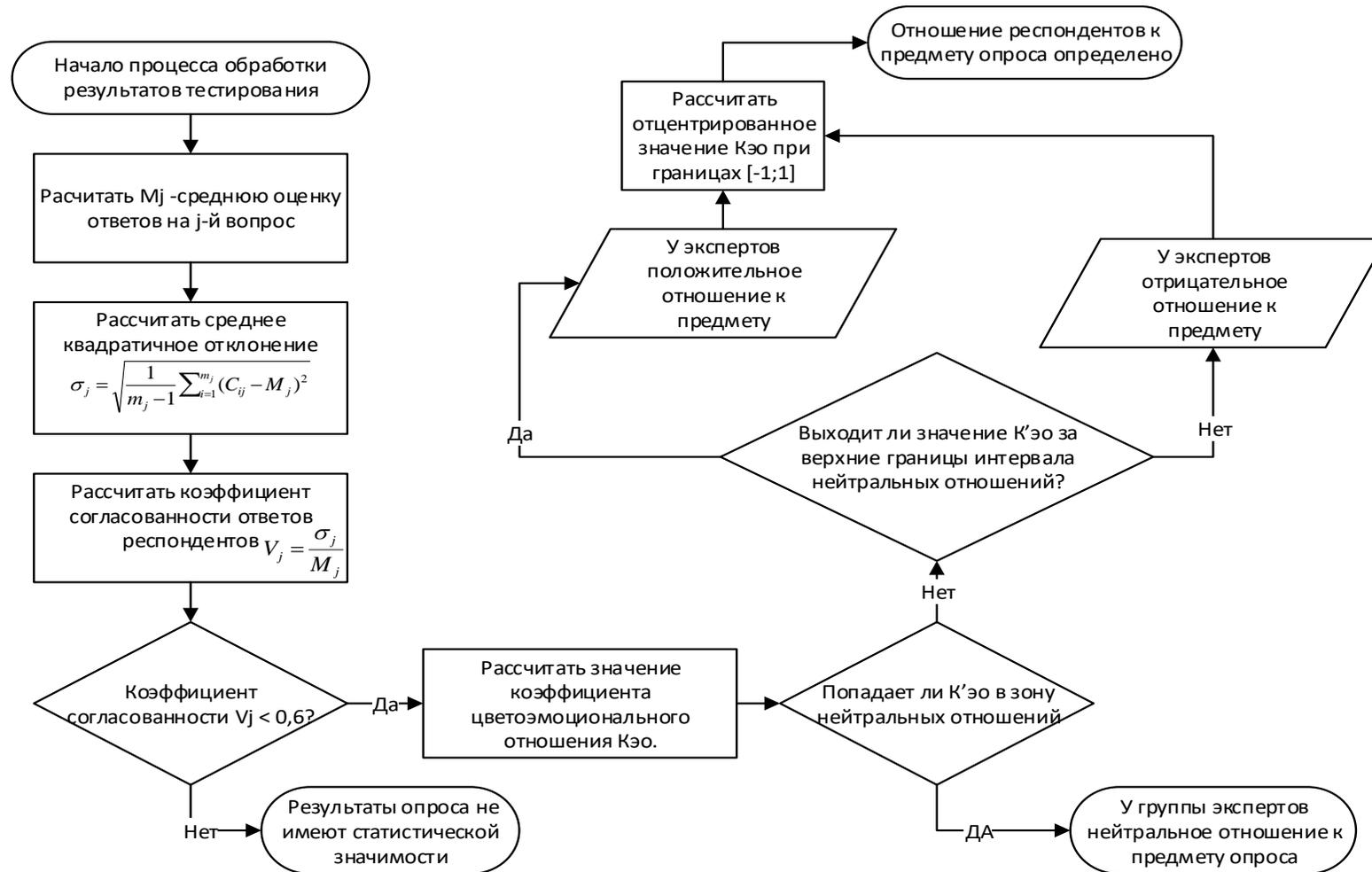


Рисунок 18. Блок схема алгоритма обработки результатов тестирования

Алгоритм для расчета значений коэффициента цветоэмоционального отношения и последующей оценки совокупного отношения исследуемой группы к эмоционально значимым объектам на основе этого коэффициента достаточно прост в реализации расчетной части на ЭВМ. Программная реализация данного алгоритма позволит в короткие сроки обрабатывать результаты цветоассоциативного теста для расчета коэффициента цветоэмоционального отношения.

Обработка результатов такого тестирования хоть и формализована достаточно глубоко, но все равно не может обойтись без участия эксперта-аналитика, который способен сделать далеко идущие выводы на основе полученных результатов, ведь важно не просто сказать насколько положительно или отрицательно относятся респонденты к вопросу, но и спрогнозировать на что может повлиять такое отношение в дальнейшем.

Так как основная цель тестирования на основе цветовых предпочтений является выявление истинного отношения респондентов по тому или иному вопросу, то это подразумевает, что эти вопросы должны быть быстро добавляемы в информационную систему.

Необходимо предусмотреть возможность быстрого добавления и редактирования вопросов в системе. Здесь есть два варианта реализации: либо добавлять вопросы сразу напрямую в базу данных, либо создать некую оболочку, через которую можно будет добавлять вопросы в базу данных. Первый вариант крайне нежелателен с точки зрения безопасности, т.к. придется работать непосредственно с СУБД, и неподготовленный пользователь может допустить целый ряд ошибок. Поэтому будем реализовывать второй вариант управления тестами.

Ниже, на рисунке 19 представлен алгоритм процесса добавления и редактирования вопросов тестов. В программе будет предусмотрено деление на тесты, которые в свою очередь состоят из вопросов. Можно будет создавать новые тесты и добавлять туда вопросы, редактировать существующие.

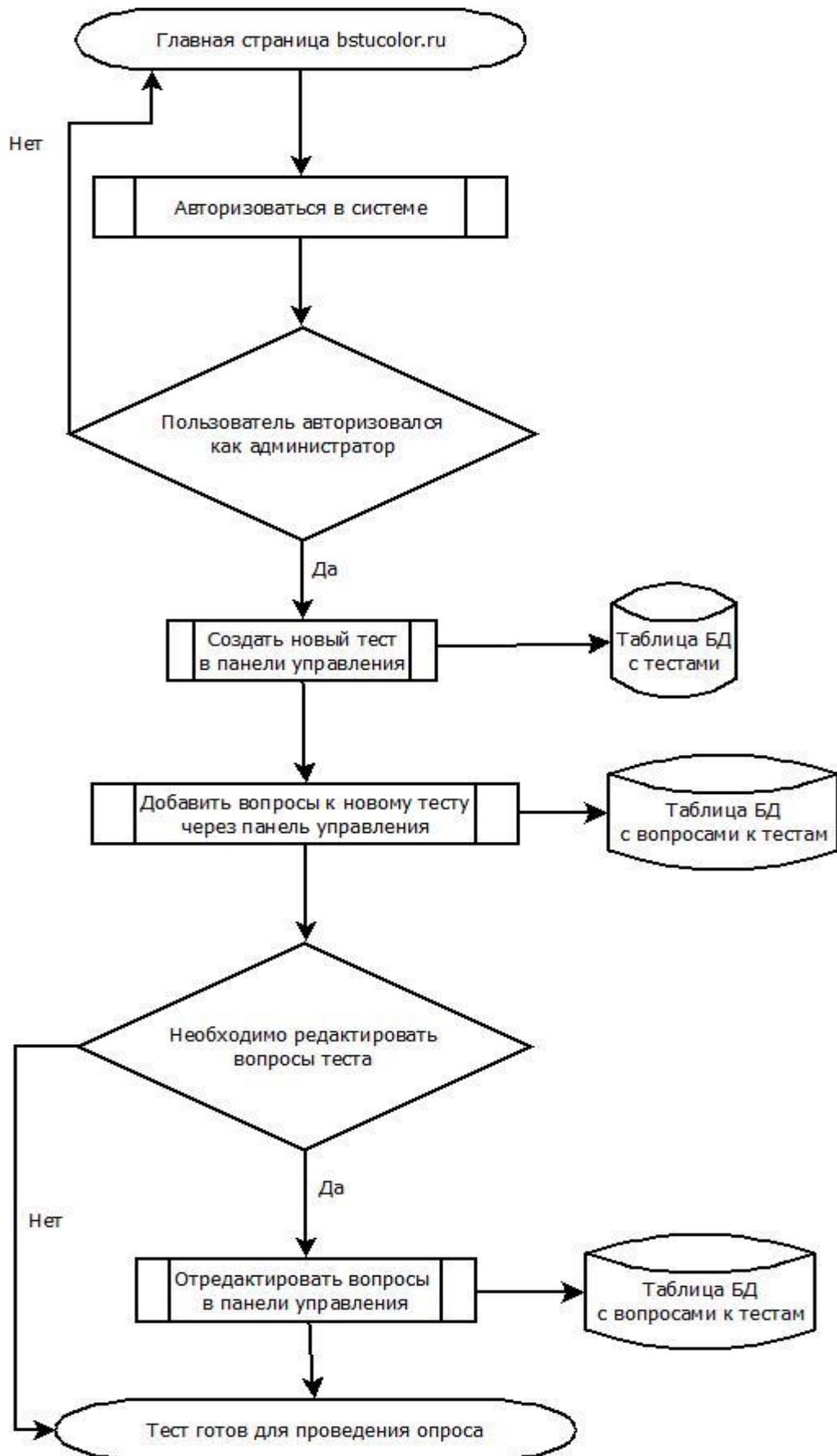


Рисунок 19. Блок схема алгоритма управления тестами

3.4. Разработка функциональной схемы программного комплекса

При проектировании структуры программного комплекса для проведения опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений необходимо определить категории конечных пользователей продукта. Всех пользователей можно разделить на три категории, представленные на рисунке 20.

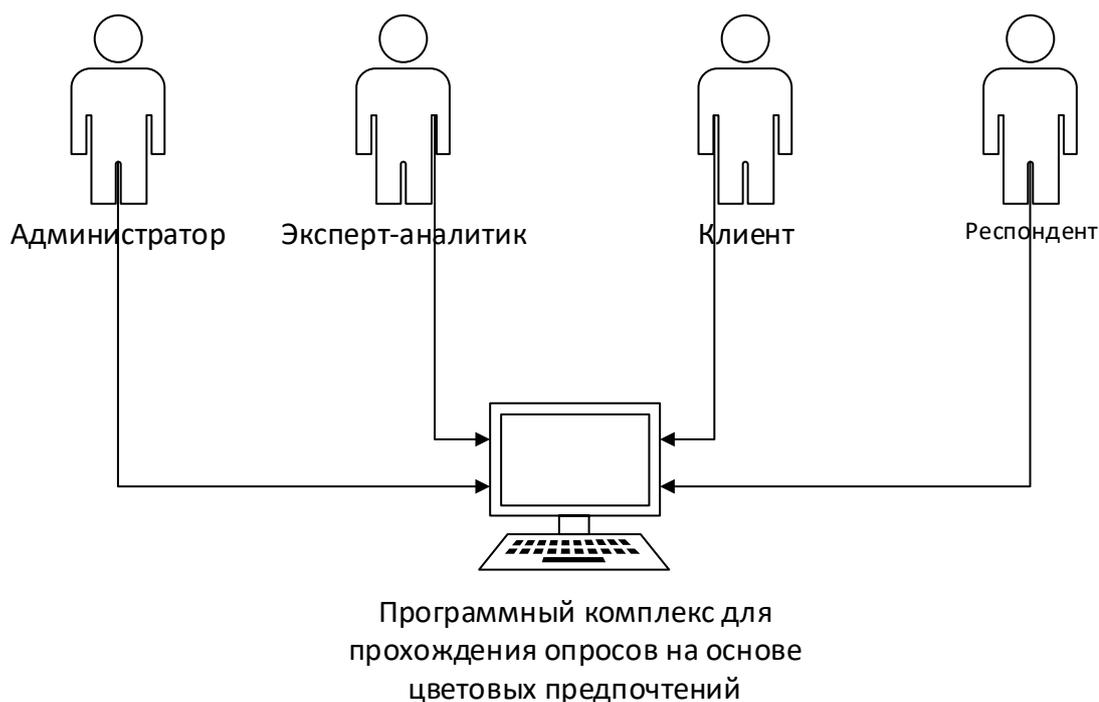


Рисунок 20. Типы пользователей программного комплекса для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений

Администраторы системы следят за ее работоспособностью, могут создавать и управлять опросами. Эксперт-аналитик принимает участие в разработке опроса и обработке его результатов. Респонденты, непосредственные участники опросов. Клиенты дополнительная роль, которую следует ввести при распространении программного продукта в формате web-приложения.

Все, вышеназванные группы пользователей по роду основной своей деятельности зачастую не связаны с программированием и разработкой. Соответственно, при разработке системы необходимо обеспечить как можно более низкий порог вхождения для неподготовленных пользователей. Интерфейс программного

решения должен быть максимально понятным, все необходимые данные должны выводиться посредством заполнения соответствующих форм в режиме диалога.

Программный комплекс для определения отношения респондентов к исследуемым объектам может использоваться в самых разных областях. Социологические и маркетинговые исследования, проведение опросов, в целях повышения качества управления персоналом. При незначительных доработках опросных материалов программный комплекс может применяться в самых разных областях.

В целом, являясь вспомогательным инструментом в рамках осуществления функций стратегического управления, большая роль в популяризации рассматриваемого в данной работе подхода к проведению опросов отводится снижению издержек при использовании программного продукта [104].

В процессе диссертационного исследования был проведен анализ существующих систем для проведения опросных исследований [36; 79; 121; 145; 148]. На сегодняшний день одним из наиболее популярных направлений при снижении издержек, связанных в первую очередь с распространением и тиражированием ПО, является использование сервисов, вынесенных в облако, которые позволяют использовать весь функционал актуальной версии конечного продукта без дополнительных временных и денежных затрат на обновление и поддержку подходящего компьютерного обеспечения, а также на содержание в штате определенных сотрудников, выполняющих задачи по поддержке и обеспечению работоспособности программных решений.

Исходя из сказанного выше, было выделено одно из важных требований к архитектуре разрабатываемого программного комплекса – предоставление услуг платформы для разработки и проведения опросов на основе цветовых предпочтений в формате облачного решения. Это позволит минимизировать аппаратные ограничения и использовать практически любые устройства, имеющие выход к сети Интернет. Такой подход к разработке и распространению программного обеспечения носит название «программное обеспечение как услуга» (Software as a Service, SaaS) [151].

SaaS-решения на сегодняшний день получили широкое распространение и представлены практически во всех вариантах программных разработок, связанных с предоставлением той или иной услуги, за исключением сфер, связанных непосредственно с работой программно-аппаратного обеспечения ЭВМ, например, антивирусное ПО.

Подавляющее большинство проектов, ориентированных на проведение опросов так же работают по модели SaaS. Для конечного пользователя SaaS-решение выглядит обычным веб-сайтом, который доступен с любого браузера (в том числе и мобильных устройств). При современном уровне развития Интернет-технологий, их доступности, практически отсутствуют какие-то ограничения со стороны аппаратно-технического обеспечения. Главное требование — это актуальная версия браузера и достаточная скорость доступа к Интернет. Все это делает формат распространения ПО Saas простым и предпочтительным в использовании [120].

Разрабатываемый программный комплекс предоставляет услуги по проведению опросов и анализу данных различным пользователям, цели и задачи которых скорее всего будут разными. У большинства заказчиков тематики исследований и, соответственно вопросы, абсолютно разные. Соответственно, каждый отдельно взятый пользователь сервиса должен иметь возможность вносить свои собственные настройки тестирования вводить свои собственные вопросы, по результатам тестирования, просматривать ответы и формировать на их основе отчеты. Так как разрабатываемая система является многопользовательской, то выше-названные требования формируют необходимость в обеспечении аутентификации пользователей, для каждого из которых требуется сохранять введенные ими данные, проведенные опросы, результаты этих опросов и предоставлять доступ к этой информации.

В то же время необходимо обеспечить конфиденциальность в рамках системы: данные одного пользователя должны быть недоступны для других.

Наиболее распространенным и отвечающим всем вышеописанным требованиям является метод обеспечения многопользовательского доступа к интернет-сервису является реализация в веб-проекте регистрации нового пользователя, обязательно включающая в себя закрытые данные (пароль), а также уникальный идентификатор пользователя, по которому он будет осуществлять вход в систему («логин»). При выполнении авторизации пользователь вводит свой логин и пароль, который должен быть известен только ему и который он указывает при регистрации.

Аутентифицированный пользователь может получить доступ к своему личному кабинету, набор функциональных возможностей которого зависит от типа его учетной записи. Если для респондента весь доступный функционал сводится к прохождению тестирования, то набор возможностей администратора гораздо шире. Однако, учитывая, новые подходы и методы, применяемые в программном комплексе следует сопровождать работу с системой подробными инструкциями.

После того как получен запрос от клиента на проведение тестирования у него есть два варианта дальнейшей работы с системой:

- 1) Самостоятельная подготовка и анализ результатов тестирования;
- 2) Работа по подготовке и проведению исследования совместно с экспертами-аналитиками.

В системе для проведения массовых опросов на основе цветовых предпочтений самым важным моментом, от которого зависит дальнейшая успешность исследования является качество опросного материала. Насколько выверено составлены вопросы, их порядок, корректна ли и понятна их формулировка для конечного респондента. Ведь именно от того насколько правильно будут восприняты им вопросы, он сможет ответить на них.

В личном кабинете клиента доступны следующие разделы:

- 1) Управление опросами. В данном разделе доступен функционал создания опросов, ввод и редактирование самих вопросов. Есть возможность добавления новых опросов.

- 2) Управление профилем. В данном разделе пользователь может редактировать личные данные, управлять тарифными планами.
- 3) Управление пользователями. Раздел предусматривает добавление или удаление пользователей, например, экспертов, занимающихся проведением и обработкой результатов опроса.
- 4) Результаты опросов. Функционал раздела позволяет просматривать результаты опросов, выгружать их или формировать готовые отчеты, для дальнейшей работы.

Соответственно, в интерфейсе эксперта будут реализован только функционал по работе с опросами их созданием и обработкой.

Описанные в этом разделе роли пользователей и их функционал по работе с системой изображены в виде диаграммы вариантов использования на рисунке 21.

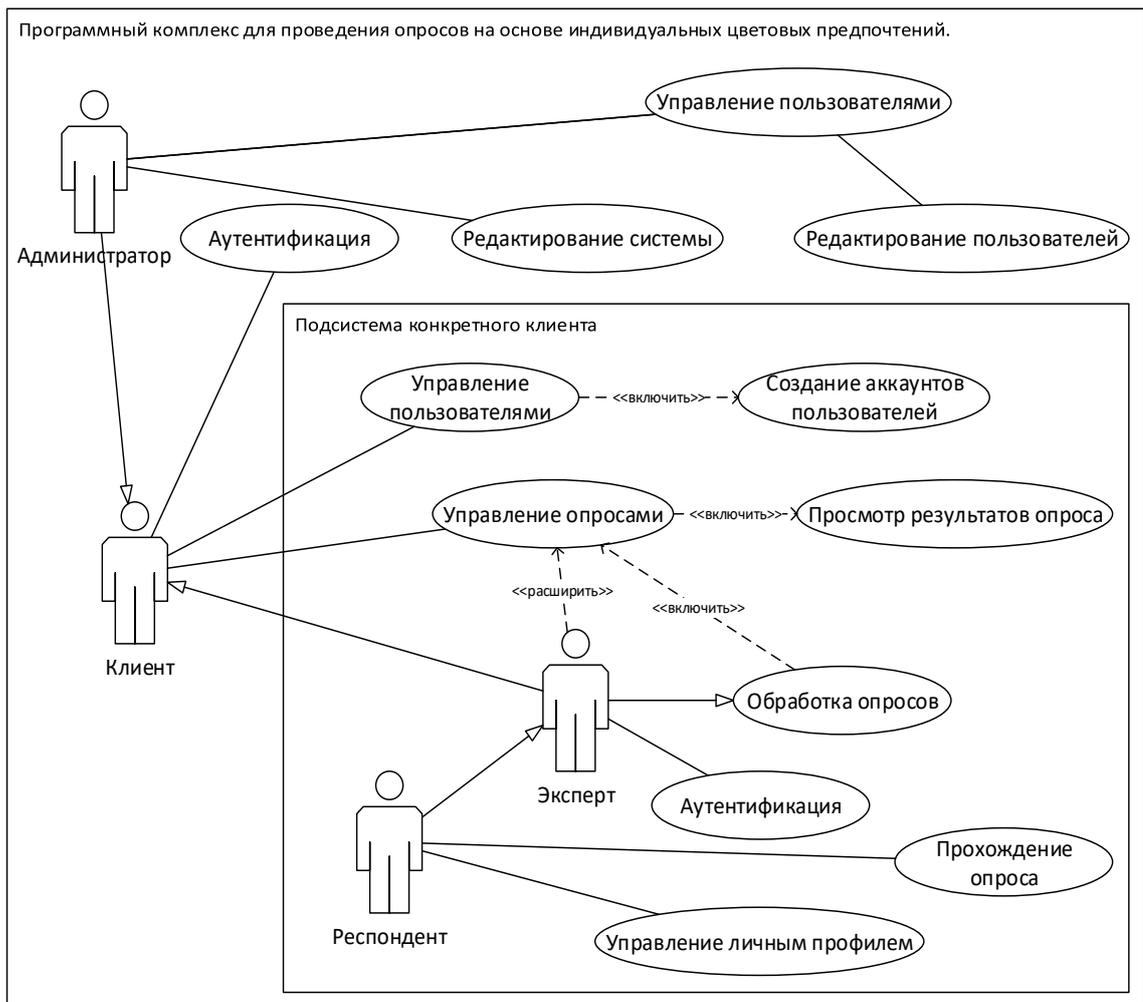


Рисунок 21. Диаграмма вариантов использования системы

Резюмируя вышеизложенный процесс работы с программным комплексом по проведению опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений, можно выделить следующие роли пользователей и их операции.

1) Клиент:

- регистрация в системе;
- аутентификация (вход в систему);
- управление пользователями;
- просмотр результатов опросов;
- управление опросами.

2) Эксперт-аналитик:

- аутентификация (вход в систему);
- создание и редактирование опросов;
- просмотр результатов опросов;
- формирование отчетов.

3) Администратор:

- аутентификация (вход в систему);
- создание и редактирование служебных пользователей;
- редактирование служебных параметров системы.

4) Респондент:

- аутентификация (вход в систему);
- прохождение доступных тестов и опросов;
- редактирование данных личного профиля.

Отдельно стоит отметить, что в списке указан не рассмотренный выше тип пользователя – администратор системы. Это тип пользователя системы, который обеспечивает бесперебойную работу сервиса, его доработку и наполнение. Это служебная роль, предназначенная для изменения технических параметров программного комплекса и управления другими типами пользователей.

Как итог, представленный список содержит четыре пользовательских роли. При небольшом количестве проводимых опросов, или достаточной квалификации

пользователя функционал таких ролей как клиент и эксперт могут выполняться одним человеком, при возрастающей же сложности проводимых исследований структура пользователей неизменно будет сегментироваться, как со стороны клиента, так и со стороны разработчиков сервиса. Так из задач администратора могут быть выделены роли редактора, администратора и разработчика.

На рисунке 22 представлена диаграмма последовательности, на которой во временном разрезе отображены основные этапы работы программного комплекса, от регистрации в системе до формирования отчетов.

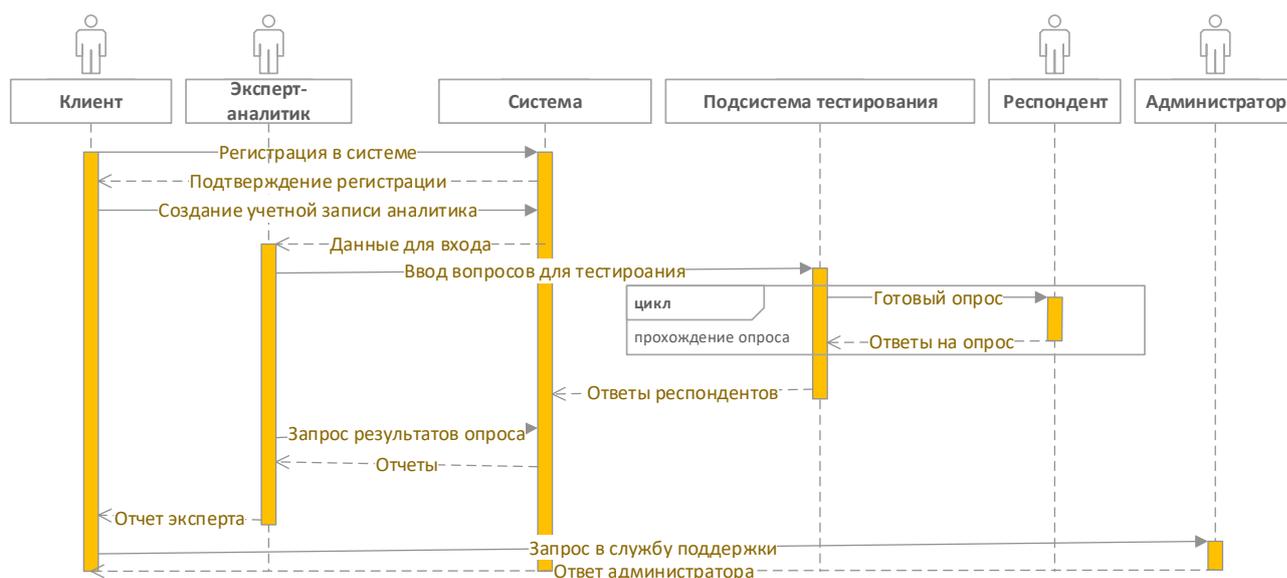


Рисунок 22. Диаграмма последовательности использования системы

Из представленных диаграмм можно сделать вывод, что перечень действий конечного клиента (заказчика) сосредоточен в начале, регистрация в системе, и в завершении, получение результатов опроса, взаимодействие с администрацией сервиса.

Все технические задачи, связанные с подготовкой и проведением тестирования, анализом его результатов проводятся либо в автоматическом режиме, либо экспертом-аналитиком, человеком, обладающим навыками для подготовки и проведения опросов. Все действия выполняются с использованием функциональных возможностей системы.

Основываясь на представленные ранее операциях, можно сформировать перечень основных функциональных требований к разрабатываемому программному комплексу. Под основными следует понимать такие требования, без которых функционирование системы либо невозможно, либо теряет всякий смысл. Например, функции администрирования, управления пользователями, управления профилем не являются основными. Это безусловно полезные важные функции, которые значительно упрощают администрирование и работу с системой, повышающие ее стабильность, но они никаким образом не влияют на сам процесс проведения и обработки опросов на основе цветовых предпочтений пользователей. Учитывая этот фактор, можно сформулировать следующий список функциональных требований к разрабатываемому программному комплексу.

1) Общие функциональные требования:

- регистрация и аутентификация пользователей;
- просмотр результатов опросного исследования.

2) Функциональные требования по организации процесса тестирования

- создание новых опросов;
- ввод и редактирование вопросов;
- проведение предварительного тестирования с целью построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений;
- проведение основного тестирования;
- хранение результатов проведенных опросов.

3) Функциональные требования по обработке результатов проводимых опросов:

- просмотр результатов тестирования;
- формирование отчетов по результатам обработки в соответствии с доступными алгоритмами;
- выгрузка результатов опроса;
- выгрузка отчетов.

4) Административные функциональные требования:

- управление зарегистрированными пользователями;
- возможность изменения системных настроек программы.

На основе перечисленных функциональных требований далее разрабатывается архитектура программного комплекса для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений, предусматривающая отказоустойчивость и гибкость системы при последующем ее масштабировании. В соответствии с архитектурой и заявленными требованиями выбираются наиболее эффективные инструменты для их реализации (языки программирования, СУБД, библиотеки программных компонентов, среды разработки и другие технологии, применяемые при разработке программного обеспечения).

3.5. Разработка архитектуры программного комплекса

Как уже было определено в предыдущем разделе, разрабатываемый программный комплекс для проведения опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений, будет представлен в формате SaaS-приложения. Исходя из этого, необходимо при разработке приложения уделить особое внимание таким критериям, как высокий уровень доступности и производительности системы. Именно эти два требования являются основными при определении и разработке архитектуры программного комплекса. Оттого насколько тщательно будет проработана система на начальной стадии проектирования, зависит дальнейшая эффективность её работы, ошибки, допущенные при проектировании архитектуры программного комплекса на начальном этапе, в дальнейшем приведут к существенным издержкам, ошибкам в работе, что отразится на работе конечных пользователей. Так как система будет использоваться для проведения массовых опросов, то крайне важна, что бы прохождение респондентами теста было максимально комфортным.

Для обеспечения высокого уровня доступности разрабатываемой системы необходимо при разработке соблюдать протоколы интеграции и регулярно тестировать программный код с использованием современных автоматизированных

инструментов. Конечно, нельзя полностью исключить вероятность возникновения ошибок, поэтому возникающие проблемы можно и необходимо решать не только при проектировании программного комплекса, но и во время его эксплуатации. Стоит отметить, что в течении жизненного цикла программного комплекса, практически всегда возникает необходимость в доработке того или иного функционала, которые необходимо проводить при условии обязательного тестирования.

При разработке информационных систем, могут возникать не только проблемы, связанные с ошибками при программировании, но и возможны проблемы, связанные с аппаратно-техническим обеспечением. Для минимизации вероятности аппаратных ошибок к архитектуре аппаратного обеспечения разрабатываемого веб-сервиса выдвигается требование обеспечения возможности размещения модулей системы с использованием резервных серверов, которые могут переключить на себя запросы к сервису при возникновении проблем на основном сервере. Так же обязательно при размещении приложения на сервере необходимо предусмотреть возможность резервного копирования информации, благодаря чему, в случае выхода из строя основного сервера баз данных, можно будет оперативно восстановить данные и возобновить работу системы [102].

Названное ранее второе требование к разрабатываемой системе направлено прежде всего на обеспечение производительности системы на должном уровне даже при увеличении нагрузки во время массовой эксплуатации сервиса проведения опросов на основе цветовых предпочтений. При проведении массовых опросов необходимо длительно сохранять информацию о большом количестве опросов, ответы на эти опросы большого числа респондентов. Для этого необходимо обеспечить достаточно емкие сервера для хранения данных. Одним из вариантов решения этой задачи является размещение веб-приложения на серверах с повышенной плотностью хранения информации. Но у этого подхода есть свои недостатки: во-первых, хранение на серверах с высокой плотностью будет довольно существенным с финансовой точки зрения, а во-вторых, стоит учитывать вероятность того, что в процессе эксплуатации системы объем накопленных данных

может превысить купленный объем и потребуются его расширение. Так же, достаточно сложные вычисления при обработке результатов опросов, при развитии функциональных возможностей приложения и увеличении числа пользователей и опросов, могут в итоге привести к тому, что будет достигнут лимит доступных ресурсов сервера [112].

Рано или поздно встает вопрос совершенствования доступных вычислительных мощностей. Существует два основных подхода к масштабированию вычислительных систем:

1) Вертикальное масштабирование. Существующие мощности увеличивают путем их обновления до более современных, у данного подхода есть как плюсы (быстрая скорость разворачивания), так и недостатки (у любого обновления есть вполне понятный предел: нельзя подключить больше памяти, чем это физически сможет обрабатывать процессор, нельзя установить процессор, мощнее того, что есть на рынке).

2) Горизонтальное масштабирование. Существующие мощности увеличиваются путем добавления в существующую систему новых серверов, задачи между которыми перераспределяются. Данный подход делает процесс масштабирования более гибким и независимым от отдельных производителей и поставщиков услуг. Так же он значительно расширяет пределы масштабирования.

Учитывая преимущества горизонтального подхода к масштабированию современные облачные сервисы в большинстве случаев ориентируются на горизонтально масштабируемые, вычислительные системы, что позволяет увеличить доступные ресурсы путем добавления новых хостов.

На основе вышесказанного необходимо учитывать при проектировании архитектуры разрабатываемого программного комплекса специфические особенности горизонтального масштабирования. Так, например, в случае применения реляционной СУБД, при размещении отдельных баз данных или отдельных таблиц из одной базы) на разных физических серверах можно столкнуться со значительным уменьшением общей производительности системы. Это объясняется тем, что

операции выборки, обращающиеся к данным из распределенных таблиц (оператор JOIN), в случае если данные находятся на разных серверах, то они включают в себя помимо времени на выполнение самого запроса еще и задержки, связанные с передачей запрашиваемых данных по сети, в таком случае время выполнения одного и того же запроса увеличивается в несколько раз, по сравнению с его выполнением в рамках одного сервера [54; 116].

Еще одним примером применения горизонтального масштабирования может служить клиент-серверная архитектура. Рассмотрим пример, когда сервер обеспечивает хранение в памяти данных, к которым обращаются клиентские модули в режиме реального времени. В таком случае при одновременном использовании двух равноправных серверов, на каждом из которых работает независимый экземпляр приложения, обязательным требованием будет обеспечить жесткую привязку приложения к определенному серверу. Для обеспечения равномерного доступа к вычислительным мощностям необходимо реализовать балансировщик запросов. Для этих целей зачастую используют прокси-сервер, но, т.к. пространства памяти серверов независимы, то входящий запрос может поступить не к тому серверу, с которым первоначально взаимодействовал процесс. Все это может привести к возникновению ряда ошибок, например, обработчик приложения на сервере может не располагать необходимыми данными для обработки запроса.

Подводя итог, разработку архитектуры программного комплекса для проведения опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений необходимо проводить, положив в основу требования по обеспечению высокого уровня доступности и реализации горизонтальной масштабируемости. Разрабатываемая система включает четыре главных компонента:

- программное обеспечение подготовки опросов;
- пользовательский интерфейс;
- программное обеспечение обработки опросов;
- программное обеспечение проведения опросов.

На основе описанной конфигурации, программное обеспечение проведения опросов должно одновременно взаимодействовать с большим числом респондентов, помещая ответы респондентов в базу данных. Можно выделить первые два раздела системы: модуль проведения опросов и база данных ответов. Для обеспечения требований по отказоустойчивости приложения, модуль проведения опросов может быть развернут на двух, а при необходимости и большем числе физических серверов.

При запуске системы, когда нагрузки на модуль будут незначительными будет достаточно одного сервера, но при росте объемов данных можно будет увеличить вычислительные мощности.

Ниже, на рисунке 23 представлены основные элементы архитектуры программного комплекса.

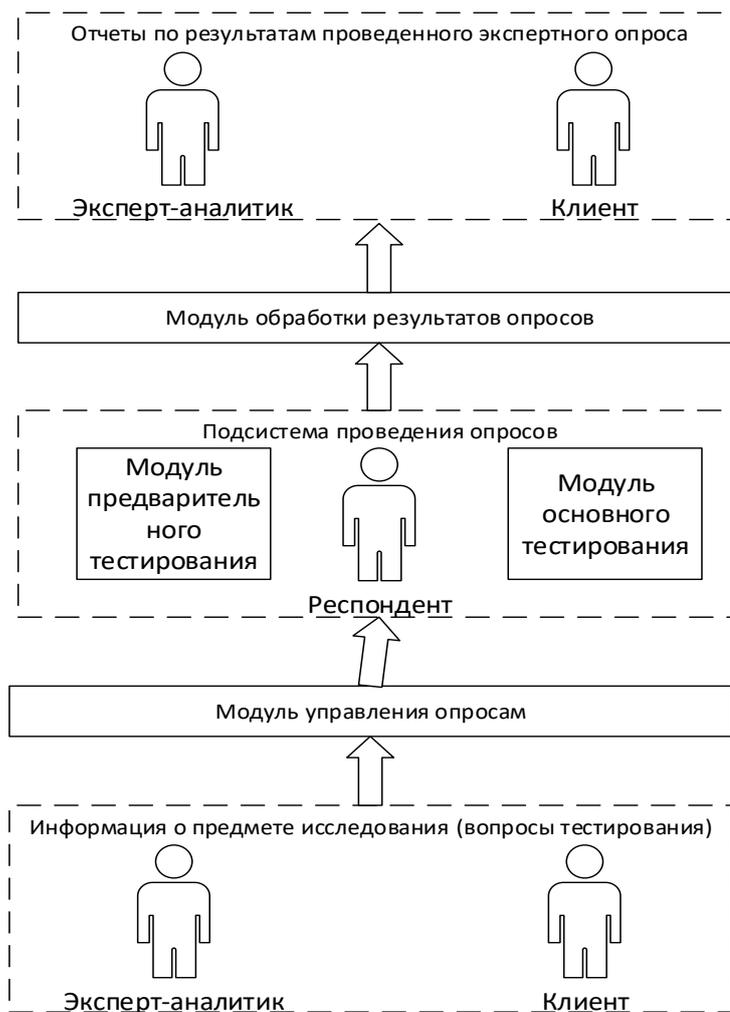


Рисунок 23. Основные элементы архитектуры программного комплекса

Исходя из требований отказоустойчивости, модуль проведения опросов, несмотря на то, что он представлен одним программным модулем, физически должен быть распределен минимум на два независимых сервера, каждый из которых может гарантированно подключиться к базе данных для сохранения данных по опросам.

База данных в которой будут храниться ответы респондентов должна быть горизонтально масштабируемой, т.к. объемы информации с результатами опросов будут постоянно возрастать. Беря во внимание необходимость при полномасштабном коммерческом использовании дублировать данные, необходимо для хранения базы данных ответов использовать не менее двух серверов, которые будут реплицировать данные между собой.

Интерфейс пользователей разрабатываемого веб-приложения состоит из двух частей. Клиентской, включающей исполняемые и выводимые в веб-браузере HTML/ CSS -разметку, JavaScript-код и серверной части, которая выполняет обработку запросов на получение файлов и другой информации, которая задействована в работе системы. Что бы обеспечить бесперебойную работу серверной части программного комплекса для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений стоит использовать не менее двух серверов, которые работают или в режиме «страховки», когда все запросы обрабатываются ведущим сервером, а в случае возникновения проблем в работе, подключается второй сервер или в режиме балансировки нагрузки, когда оба сервера работают одновременно. Данное требование является обязательным, так как в случае сбоя в модуле опросов останавливается работа всей системы, что приведет к значительным издержкам в случае коммерческого использования продукта.

На этапе разработки и тестового использования программного комплекса не обязательно может быть два независимых сервера, для этих целей хватит одной машины, но при разработке необходимо закладывать необходимый функционал для работы системы в режиме балансировки нагрузки, для отладки этого режима можно будет смоделировать на виртуальных серверах ситуацию, когда запросы

будут обрабатываться двумя независимыми серверами. Для реализации данного архитектурного решения требуется наличия прокси-сервера, который будет выполнять балансировку нагрузки на приложение. Для работы в обычном режиме необходим один прокси-сервер, но нужно понимать, что в случае его выхода из строя, вся система окажется неработоспособной, так как не будет получать входящие запросы. Именно поэтому, для обеспечения бесперебойной работы веб-приложения, необходимо использовать дублирование прокси-сервера еще одной машиной. Так же использование нескольких серверов позволит проводить балансировку нагрузки уже и между прокси-серверами. Это может понадобиться в случае резкого увеличения нагрузки до критических показателей на один сервер.

Для того что бы повысить скорость работы веб-приложения принято использовать технологии одностраничных приложений (Single Page Application, SPA), при использовании этого подхода HTML-страница с контентом и ссылками загружается вначале, а затем обмен данными с сервером осуществляется с использованием AJAX-запросов или веб-сокетов. В таком случае проходит обмен только теми данными, которые востребованы в данный момент, что положительно сказывается на скорости работы приложения. Пользователю не придется перезагружать страницу целиком для вывода нового вопроса или новой пары цветов [76; 59]. Вебсокеты будут использоваться для передачи информации клиенту со стороны сервера, без соответствующего запроса со стороны клиента, например, если истекает время ответа на вопрос.

Рассмотренная выше логика вывода данных и взаимодействия с клиентом может быть реализована с использованием технологий JavaScript, в таком случае вопросы касаемые вывода повторяющихся или требующих несложных вычислений данных выполняются браузером пользователя. Таким образом устраняется необходимость передачи повторяющихся данных, например, одинаковых блоков верстки, так же применение рассмотренных технологий снижает нагрузку на сервера, что значительно повышает эффективность функционирования программного комплекса.

Учитывая специфику работы веб-приложений стоит иметь ввиду, что многие элементы верстки, такие как изображения, шрифты и т.п., а также другие относительно постоянные файлы, такие как скрипты, тоже должны загружаться с сервера. Так как эти файлы, как правило, изменяются достаточно редко, то современные обозреватели кешируют эти данные.

Что бы минимизировать объемы закешированных данных и снизить нагрузку на сервер при передаче этих данных в современных технологиях разработки предусмотрены следующие приемы: 1) сжатие и оптимизация файлов 2) внедрение в архитектуру системы выделенных серверов, которые отвечают только за загрузку таких данных. Последний способ реализации загрузки данных называется сетью доставки контента – CDN (Content Delivery Network). Применение технологий CDN позволяет значительно снизить время получения файлов и тем самым существенно увеличить быстродействие системы. Быстродействие интерфейса и проработанность с точки зрения понятности для пользователя являются одними из основных критериев эргономической оценки пользовательских интерфейсов. Исходя из всего вышесказанного в архитектуру разрабатываемого программного комплекса было принято решение заложить возможность использования двух и более серверов для загрузки данных, не требующих постоянного обновления.

Приняв описанные выше подходы к архитектуре, необходимо обеспечить работоспособность приложения в условиях разделенного пространства в оперативной памяти между процессами, расположенными на различных серверах. Для этих целей необходимо ввести в архитектуру еще два сервера для работы с данными, зависящими от работы приложения (Runtime Data). На этих серверах будет работать специальное приложение для управления данными (Redis/Memcached) использующее специализированные приложения для хранения данных, такие как.

Для хранения данных об учетных записях клиентов, опросах, респондентах и т.п., используется сервер баз данных. Для организации работы баз данных было принято решение использовать реляционную СУБД, Плюсом реляционных СУБД является их высокая структурированность, которая обеспечивает высокую це-

лостность данных. Как и в предыдущих случаях, для обеспечения сохранности и непрерывной работы, стоит использовать два физических сервера – основной и резервный.

Резюмируя все вышеназванные требования к архитектуре разрабатываемого приложения, для обеспечения бесперебойной работы программного комплекса по проведению опросных исследований на основе цветовых предпочтений экспертов, при коммерческом использовании необходимо следующее аппаратное обеспечение:

- сервер для модуля проведения опросов;
- сервер SQL базы данных;
- сервер реляционной базы данных;
- сервер пользовательского приложения;
- сервер поддержки runtime-данных;
- backend-балансировщик для распределения нагрузки между модулями;
- frontend-балансировщик для распределения нагрузки между серверной частью пользовательского приложения;
- CDN-сервер для обработки запросов на получение статичных данных (JS/CSS/изображения).

Стоит учитывать, что при значительном масштабировании системы для того что бы обеспечить бесперебойное функционирование системы и обеспечение работы с большими объемами данных, общее число серверов может быть увеличено до необходимого количества.

При разработке архитектуры программного комплекса первоочередным требованием было обеспечение бесперебойной работы и только затем затраты на аппаратное обеспечение. Общая схема архитектуры программного комплекса проведения опросов на основе цветовых предпочтений представлена на рисунке 24.

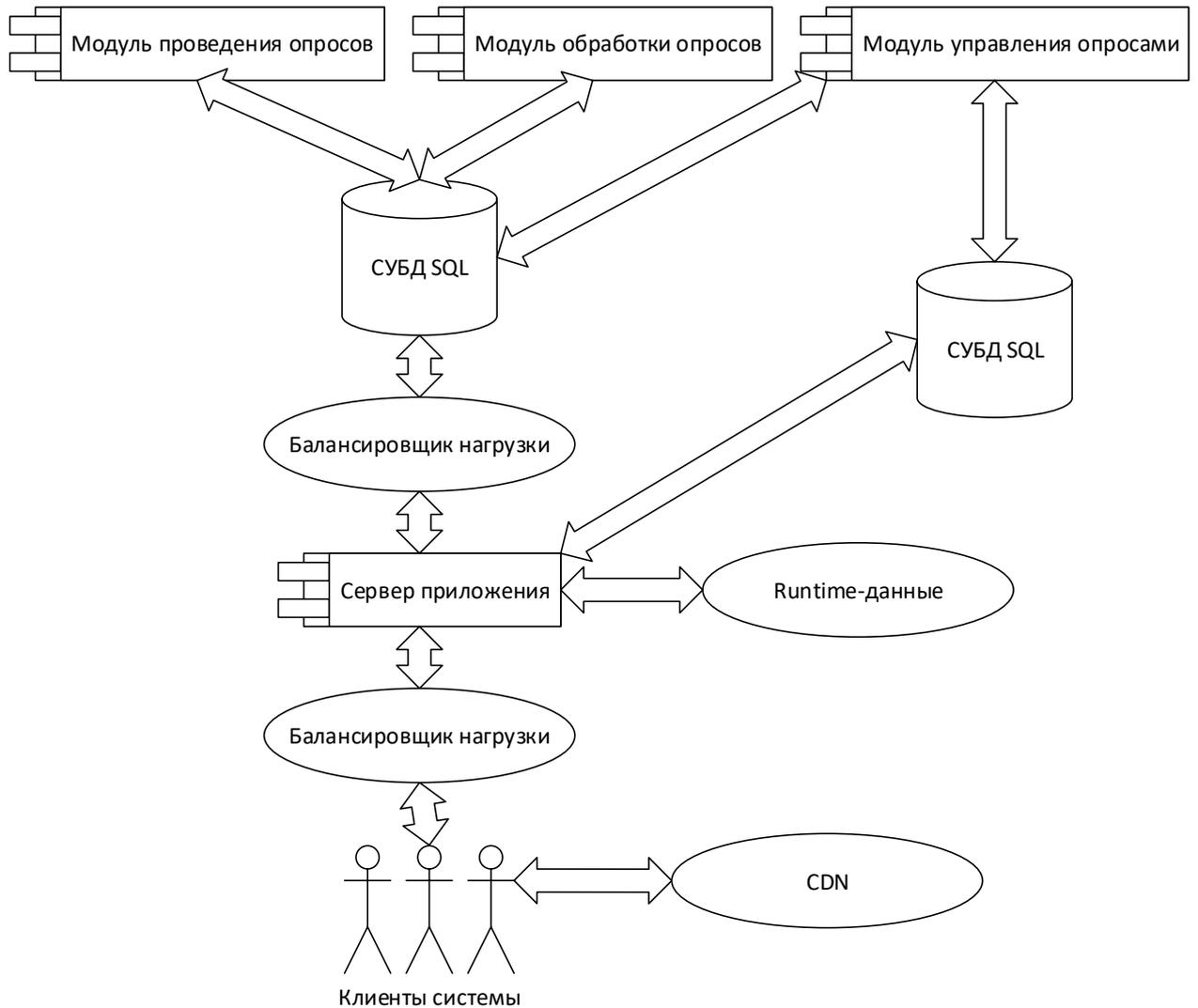


Рисунок 24. Общая схема архитектуры программного комплекса проведения опросов на основе цветowych предпочтений

На начальном этапе, как правило не требуются большие вычислительные мощности, поэтому развертывание полноценной архитектуры, представленной выше будет нецелесообразным и повлечет неоправданные затраты, так как ресурсы не будут использоваться в полной мере. Поэтому в данном случае будет целесообразным провести упрощение полноценной архитектуры, убрать дублирующие сервера, совместить между собой сервер приложений, приложений по отдаче статических файлов, ПО работы с runtime-данными, СУБД. Для обеспечения сохранности данных можно организовать регулярное создание бэкапов, с их хранением на отдельном физическом носителе.

Разумеется, на стадии локальной разработки и тестирования можно все указанные программные компоненты без видимых препятствий разместить в рамках одной физической машины. Если же исследования носят нерегулярный характер и нагрузка на сервер минимальна, то весь программный комплекс может быть развернут в рамках одной физической машины, но в этом случае стоит отдавать себе отчет в том, что вероятность полной потери данных или сбоев в работе при резком увеличении нагрузки существенно возрастает. Благодаря модульной структуре приложения, по мере роста нагрузок на приложение, можно будет переносить отдельные модули на независимого сервера, причем время на перенос будет минимально, необходимо будет только внести изменения в соответствующий конфигурационный файл.

Как итог, была разработана гибкая, быстро масштабируемая архитектура программного комплекса, обеспечивающая полноценное функционирование системы и хранение ее данных.

3.6. Анализ средств разработки и реализация программного комплекса для проведения экспертных исследований

В соответствии с поставленной в предыдущих разделах задачами необходимо разработать web-приложение для проведения опросных исследований на основе индивидуальных цветовых предпочтений. Современные технологии предлагают большой выбор инструментов для реализации подобных решений.

Для того что бы начать процесс разработки рассмотрим существующие технологии для разработки web-приложений.

Язык программирования PHP представляет собой работающий на стороне сервера встроенный язык web-сценариев, который позволяет быстро и эффективно создавать динамически работающие web-приложения.

На сегодня PHP – представляет собой кроссплатформенный набор средств, который размещается на сервере и предназначен для обработки программного ко-

да, встраиваемого в html-документы. Это позволяет реализовывать динамические web -страницы.

К преимуществам PHP можно отнести ряд следующих преимуществ:

- создание и отладка скриптов с применением PHP значительно удобнее и проще, чем с применением других языков;
- так как PHP-команды можно напрямую вставлять в html-файлы, то нет необходимости в применении различных IDE (интегрированных сред разработки);
- при решении специфических задач нет необходимости писать и отлаживать сопутствующие CGI-скрипты - это не только уменьшает время доступа к web-страницам, но и скорость разработки приложения в целом;
- PHP является доступным языком программирования с большим числом реализованных проектов.

База данных является неотъемлемой частью web-приложения. PHP имеет классы подключения к многим СУБД таким, как MSSQL, MySQL и другие.

Так как приложение будет работать с БД, которая должна будет хранить и предоставлять данные для работы, следует выбрать подходящую СУБД. Выбор СУБД MySQL обоснован тем, что используется связка Apache, PHP, MySQL, типичная для Unix систем является свободно распространяемой, т.е. это бесплатные инструменты, отвечающие всем предъявляемым требованиям при разработке системы проведения опросов. Благодаря своей доступности, скорости и безопасности MySQL является наиболее популярной СУБД, применяемой при разработке web-проектов [40].

Проанализировав существующие средства разработки, было решено использовать в качестве среды разработки в PHP с поддержкой баз данных MySQL библиотеку jQuery, отвечающую за взаимодействие JavaScript и HTML. Библиотека jQuery позволяет получить доступ к любому элементу DOM, обращаться к его атрибутам, манипулировать элементами. Также библиотека jQuery включает API для работы с Ajax, который позволяет разрабатывать интерактивные пользовательские интерфейсы web-приложений, обменивающиеся

в «фоновом» режиме данными с web-сервером. Это позволяет при обновлении данных, не перезагружать web-страницу полностью, что делает web-приложения значительно более быстрыми и удобными.

Процесс разработки web-приложения носит длительный характер и начинается с построения его общей схемы [39; 40; 135]. На рисунке 25 представлена принципиальная схема реализации такого комплекса. Как видим, обмен данными в системе происходит через веб-сервер. Администратор настраивает систему под условия тестирования, пользователь проходит опрос, аналитик проводит окончательную обработку результатов через индивидуальный web-интерфейс.



Рисунок 25. Схема реализации компьютерной системы диагностики отношения к предметам

На основе данной схемы можно разработать карту веб-приложения, отражающую основные переходы внутри приложения и взаимосвязи, существующие между основными типами пользователей. В разработанной в рамках данного диссертационного исследования системе существует 3 типа аккаунтов: 1) администратор, 2) аналитик, 3) пользователь. В зависимости от типа учетной записи отображается соответствующий функционал. Ниже на рисунке 26 представлена структура веб-приложения.

На главной странице пользователь может либо зарегистрироваться, либо авторизоваться, если ранее он уже регистрировался в системе.

Самыми широкими возможностями наделен пользователь-администратор. В панели администратора ему должен быть доступен следующий функционал:

- 1) Управление тестами (создание новых тестов, удаление, переименование существующих);
- 2) Управление вопросами (можно добавлять новые вопросы в тесты, редактировать уже введенные вопросы);
- 3) Управление пользователями (администратор может редактировать профили пользователей, удалять их, назначать им права доступа);
- 4) Управление отчетами (возможность просматривать и формировать отчеты).

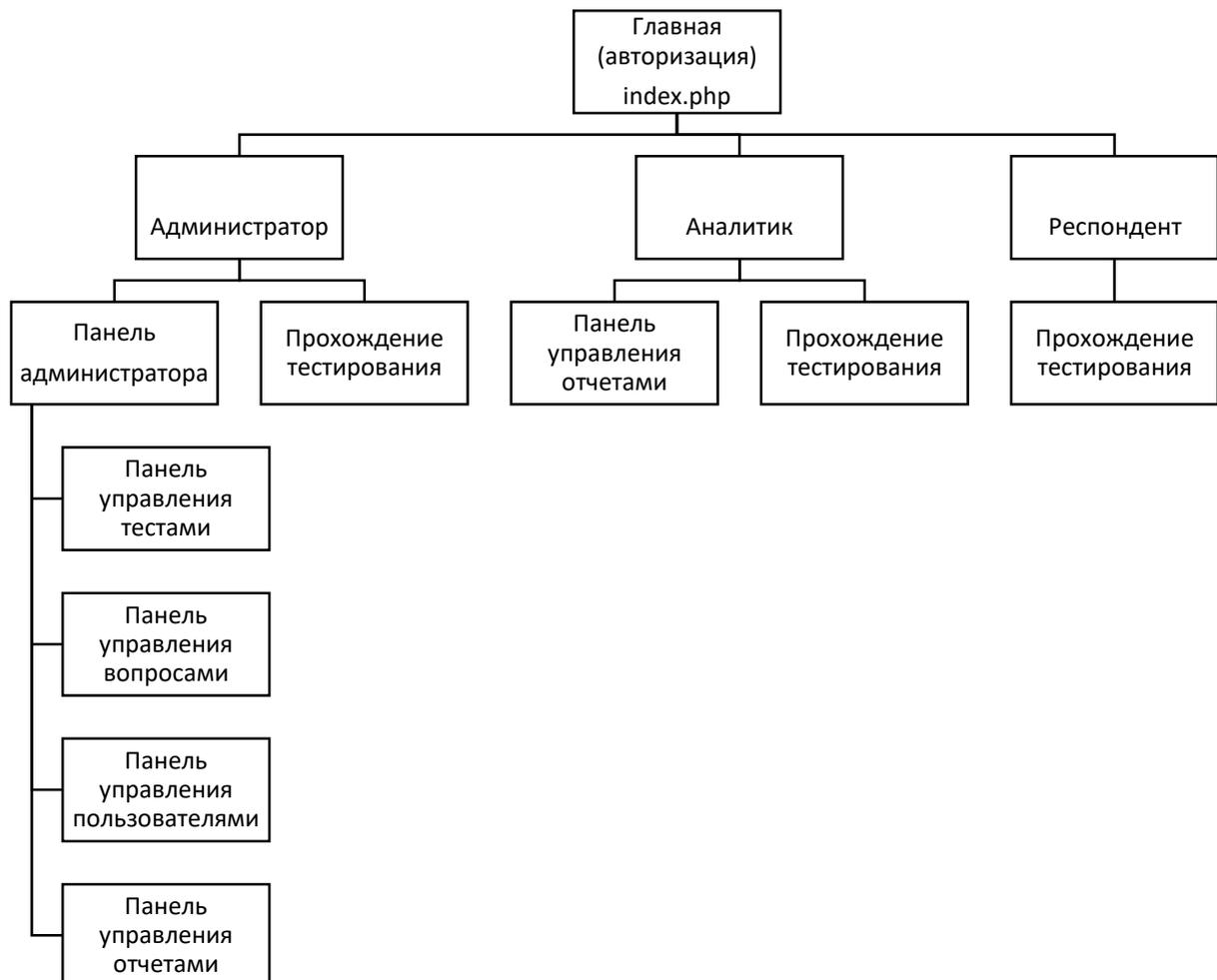


Рисунок 26. Карта веб-приложения для прохождения цветных тестов

Следующий тип пользователя – это аналитик. Он может, как и сам проходить тестирование, так и выполнять свои основные задачи, а именно формировать и обрабатывать отчеты.

Ну и самый распространенный тип пользователя — это респондент. Данному типу аккаунтов открыта только возможность прохождения тестирования.

Все данные о пользователях, тестированиях, вопросах и ответах респондентов хранятся в базе данных. При разработке веб-приложения была выбрана бесплатная СУБД MySQL. Возможности данной СУБД позволяют решать все поставленные задачи, а ее свободный характер распространения снимает вопросы с дополнительным финансированием проекта.

Ниже на рисунке 27 представлена структура базы данных для веб-сайта. База данных состоит из семи таблиц:

- 1) Color - в таблице хранятся названия цветowych карточек, предлагаемых респонденту.
- 2) Test – хранит названия тестов.
- 3) Tests – каждому тесту соответствует свой набор вопросов, которые хранятся в таблице tests.
- 4) Test1 – данная таблица хранит наборы цветowych пар, предъявляемых респонденту на первом этапе тестирования для построения его индивидуальной шкалы цветowych предпочтений.
- 5) Colortest – данная таблица хранит результаты тестирования на предварительном этапе.
- 6) Usertets – хранит результаты ответов респондентов на вопросы основного тестирования.
- 7) User – хранит всю информацию о пользователях системы.

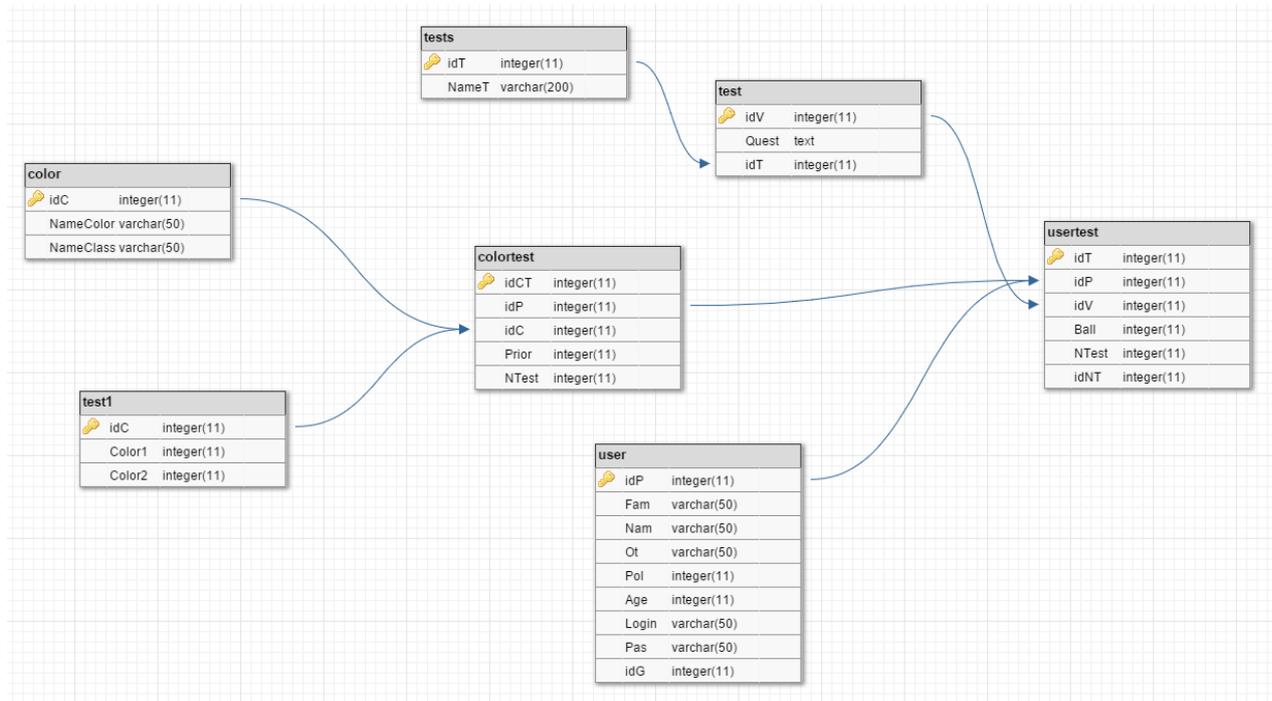


Рисунок 27. Схема БД веб-приложения

Основываясь на приведенной структуре и алгоритмах была разработана система автоматизированного тестирования респондентов на основе их цветовых предпочтений. В приложении приведен листинг кода приложения.

3.7. Обзор web-приложения

Рассмотрим более подробно приложение и его функционал. После того как были закончены работы по разработке, приложение было размещено в сети Интернет по адресу <http://bstucolor.ru/>

Главная страница отображается при входе на сайт. (рисунок 28). На ней пользователю предлагается авторизоваться или зарегистрироваться для дальнейшей работы.

Цветовой тест 1.0

Логин

Пароль

Тестирование цветом © 2015 Все права защищены

Рисунок 28. Страница авторизации в веб-приложении

Если пользователь авторизовался как администратор, то ему предлагается два варианта действий: перейти на панель управления или начать тестирование.

При входе в панель администратора пользователю предлагается весь функционал управления программой (рисунок 29).

Цветовой тест 1.0

Тесты

[Добавить](#)

[Редактировать](#)

[Удалить](#)

Вопросы

[Добавить](#)

[Редактировать](#)

[Удалить](#)

Пользователи

[Добавить](#)

[Редактировать](#)

[Удалить](#)

Отчет

[Просмотреть](#)

[Создать](#)

Добро пожаловать в панель администрирования

Тестирование цветом © 2015 Все права защищены

Рисунок 29. Панель управления администратора

При прохождении тестирования пользователю предлагается в системе пройти 2 этапа тестирования:

1) Предварительное тестирование – используется для построения шкалы индивидуальных цветовых предпочтений. На данном этапе пользователь выбирает более привлекательный цвет из пары представленных цветовых карточек (рисунок 30).

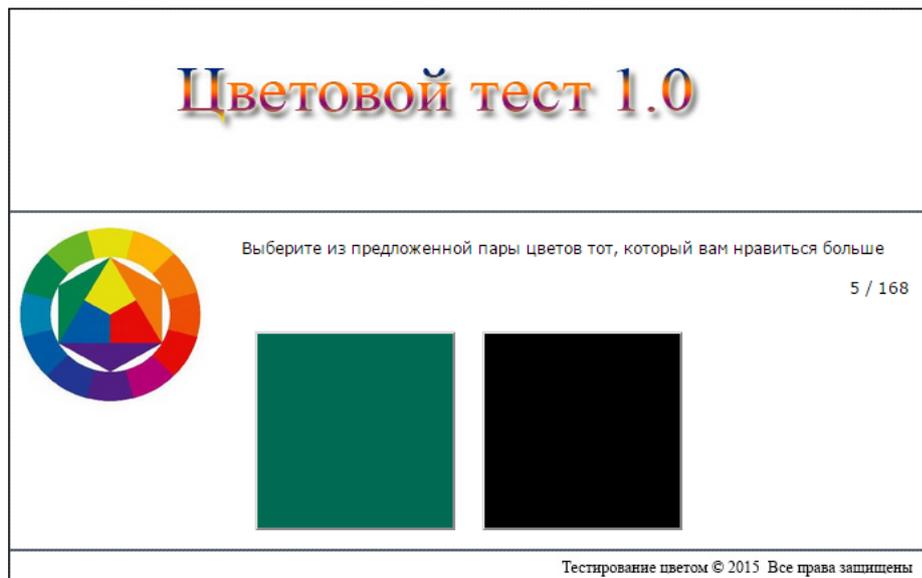


Рисунок 30. Предварительное тестирование

2) Основное тестирование. На данном этапе пользователь отвечает на вопросы выбором той или иной цветовой карточки (рисунок 31). Вопросы должны формулироваться таким образом, чтобы респондент мог выразить к нему свое эмоциональное отношение, т.к. цвет – это прежде всего, способ выражения эмоции, несущий в себе ярко выраженное отношение к задаваемому вопросу, предмету обсуждения. При ответе на вопрос пользователь может выбрать только одну цветовую карточку из предлагаемого набора.



Рисунок 31. Основное тестирование

После прохождения основного тестирования результаты ответов респондента хранятся в базе данных. Администратор системы может в любое время обратиться к базе данных и сформировать отчет. Отчет формируется как в html-формате, так и может быть проэкспортирован в xlsx-файл. Пример отчета, представленного в html-формате приведен на рисунке 32.

Цветовой тест 1.0		
<p>Тесты</p> <p>Добавить</p> <p>Редактировать</p> <p>Удалить</p> <p>Вопросы</p> <p>Добавить</p> <p>Редактировать</p> <p>Удалить</p> <p>Пользователи</p> <p>Добавить</p> <p>Редактировать</p> <p>Удалить</p> <p>Отчет</p> <p>Просмотреть</p> <p>Создать</p> <p><input type="button" value="Выход"/></p>	<p>Пользователь : Снытко Юлия Леонидовна Возраст : 18 Пол : Женский</p> <p>Результаты тестов. Ваши любимые цвета</p>	
	Тест 1	Тест 2
	{2} : 4 {4} : 3 {8} : 2 {6} : 1 {5} : 0 {3} : -1 {7} : -2 {1} : -3	{2} : 4 {4} : 3 {8} : 2 {6} : 1 {5} : 0 {3} : -1 {7} : -2 {1} : -3
	Результаты тестов.	
	Вопрос	Ответ Ответ цветом балом
	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как математика	{2} : 4 0 : 4
	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как физика	{5} : 0 -3 : 0
	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как геометрия	{4} : 3 -3 : 3
	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как Концепция современного естествознания	{3} : 2 -1 : -1
	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как философия	{2} : 4 2 : 4
	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как география	{6} : 1 0 : 1
	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как история	{5} : 0 0 : 0
	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как экономическая психология	{4} : 3 4 : 3

Рисунок 32. Отчет по результатам тестирования в html-формате

В целом реализации программного комплекса в формате веб-приложения оправдала себя и результаты получившийся продукт в процессе отладки и тестовых испытаний показал себя с лучшей стороны. Требования отказоустойчивости и масштабируемости были выполнены и программный комплекс «TestColor» готов к апробации при решении реальных практических задач.

3.8. Выводы к третьей главе

1. Программный комплекс для проведения опросных исследований на основе цветовых предпочтений респондентов, исходя из рассмотренных в предыдущей главе моделей должен охватывать ряд обязательных этапов организации и проведения исследования: 1) создание списка вопросов для проведения исследования,

их внесение в систему; 2) формирование индивидуальной шкалы цветовых предпочтений; 3) проведение процесса опроса с применением цветовых оценок; 4) сопоставление индивидуальной шкалы цветовых предпочтений и цветовых оценок на вопросы основного исследования; 5) обработка полученных результатов. Формирование удобных для восприятия и анализа отчетов с количественной характеристикой отношения опрашиваемых экспертов к объекту исследования.

2. В основу разработанного программного комплекса были положены алгоритмы, разработанные исходя из предложенных в предыдущей главе математических моделей.

3. Алгоритм для расчета значений коэффициента цветоэмоционального отношения и последующей оценки совокупного отношения исследуемой группы к эмоционально значимым объектам на основе этого коэффициента достаточно прост в реализации расчетной части на ЭВМ. Программная реализация данного алгоритма позволит в короткие сроки обрабатывать результаты цветоассоциативного теста для расчета коэффициента цветоэмоционального отношения.

4. Произведен выбор программного, технического и лингвистического обеспечения, используемого в разработке программного комплекса тестирования.

5. В системе для проведения массовых опросов на основе цветовых предпочтений самым важным моментом, от которого зависит дальнейшая успешность исследования является качество опросного материала. Насколько выверено составлены вопросы, их порядок, корректна ли и понятна их формулировка для конечного респондента.

6. Разработанный программный комплекс для проведения опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений является SaaS-приложением. Исходя из этого, при разработке приложения было уделено особое внимание таким критериям, как высокая доступность и производительность системы.

7. Программный комплекс «Test Color» состоит из четырех основных модулей: 1) модуль управления опросами, 2) модуль предварительного тестирования,

3) модуль основного тестирования, 4) модуль обработки результатов исследования.

8. Для разработки программного комплекса «Test Color» был выбран в качестве языка разработки PHP, СУБД MySQL, библиотека jQuery, отвечающая за взаимодействие JavaScript и HTML, интерактивные пользовательские интерфейсы реализованы с помощью AJAX.

4. Анализ возможностей применения метода оценки индивидуальных цветовых предпочтений при решении задач социально-экономического управления

4.1. Программный комплекс «TestColor» как инструмент организации и проведения экспертных опросов при управлении социальными и экономическими системами

При решении управленческих задач в социальных и экономических системах зачастую возникает необходимость в определении отношения экспертов к тому или иному вопросу. Разработанный в рамках данного диссертационного исследования программный комплекс «TestColor» может применяться в качестве как самостоятельного инструмента, так и как составной модуль при организации и проведении экспертных опросов при решении различных социально-экономических задач. К первому случаю можно отнести задачи, когда требуется просто выяснить отношение экспертов к объекту исследования, например, как относятся респонденты к новому продукту, который выводится на рынок, или выяснить отношение сотрудников к руководителю. В этом случае в результате проведенного исследования лица принимающие решения получают отчет отражающий отношение опрашиваемых к исследуемому объекту. Данные показатели выражаются посредством коэффициента цветоэмоционального отношения - $K_{цо}$ и показателей согласованности мнений экспертов. Ниже на рисунке 33 представлена схема такого исследования. Данный тип исследований является самым распространенным. При его проведении от пользователей не требуется глубокая подготовка. Достаточным будет обычных навыков в области подготовки и проведения опросных исследований, например, социологических или маркетинговых, и общих сведений о принципах проведения цветового теста отношений с применением программного комплекса «TestColor». Примеры решения социально-экономических задач подробно рассмотрены в параграфе 4.4 данной работы.

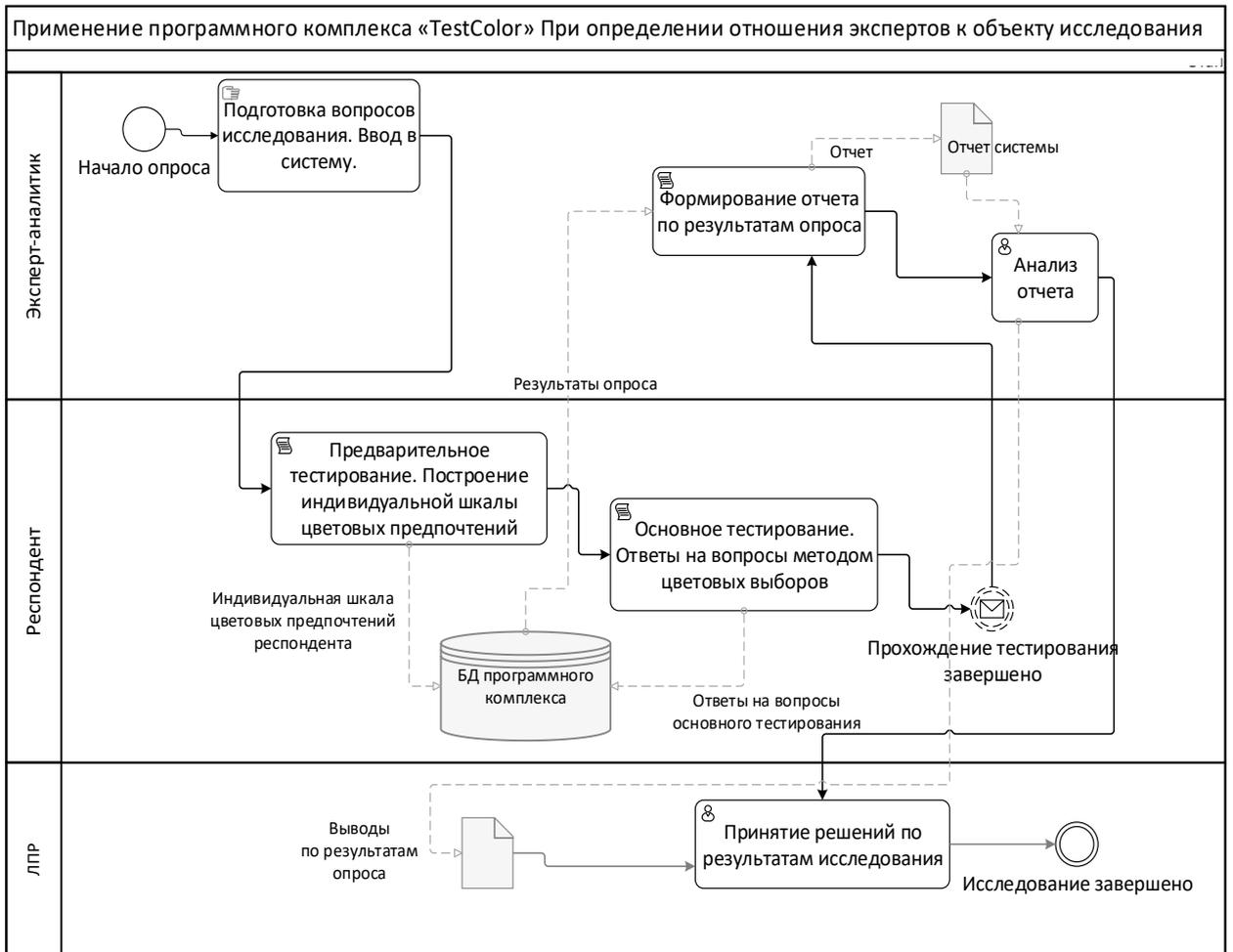


Рисунок 33. Схема применения программного комплекса «TestColor» при определении отношения экспертов к исследуемому объекту

Во втором случае программный комплекс «TestColor» применяется в качестве модуля, который дает оценку отношения респондентов к тому или иному объекту, но если в первом случае эти данные являются конечными и на их основе проводится анализ и принятие управленческих решений, то во втором случае, полученные данные являются входными для их последующей обработки при решении более узких задач. В рамках данной работы рассмотрены примеры применения программного комплекса «TestColor» при решении управленческих задач в машиностроении и комплектования малых проектных групп. В обоих случаях сервис «TestColor» выступает в качестве составной части более сложной системы. Подробно эти примеры рассмотрены в параграфах 4.2, 4.3 текущей главы. Случай применения решения «TestColor» в качестве программного модуля в рамках си-

стемы для решения частных управленческих задач в социальных и экономических системах представлен на рисунке 34.

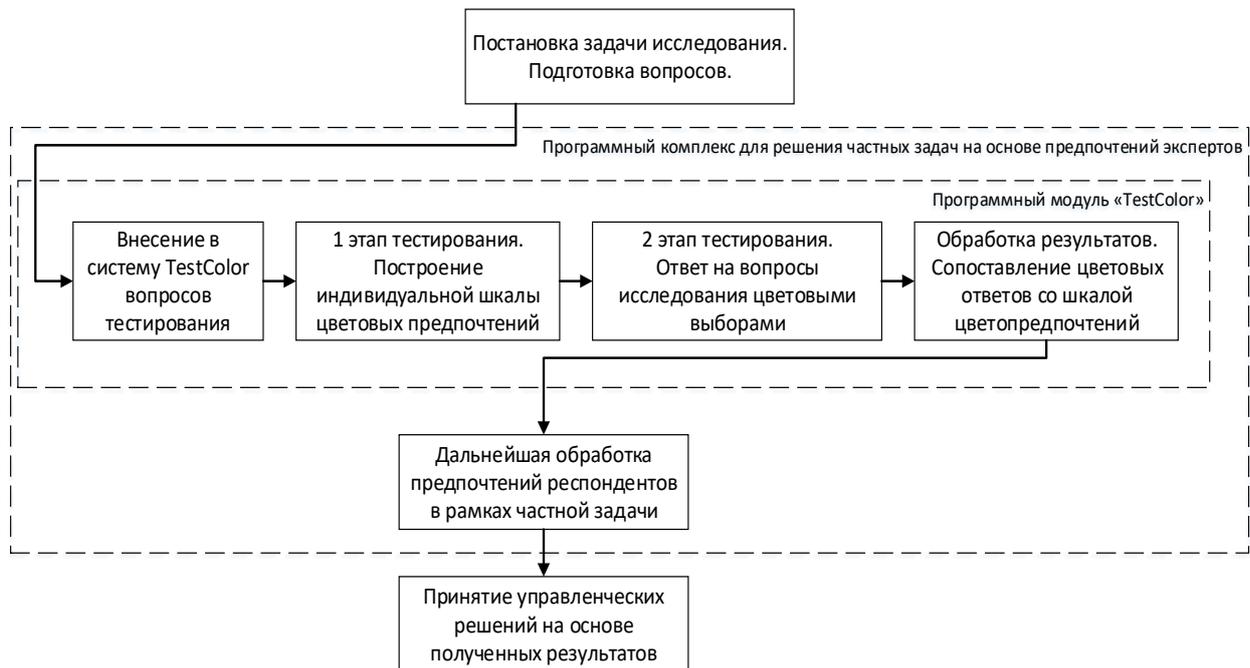


Рисунок 34. Схема применения программного модуля «TestColor» при решении частных задач на основе предпочтений экспертов

Разработанная в рамках диссертационного исследования система «TestColor» является по сути универсальным решением для определения эмоционального отношения экспертов к тому или иному объекту, а популярные технологии, которые использовались при разработке программного комплекса, а также его модульная структура позволяют его использовать как самостоятельно, так и с минимальными затратами интегрировать как составной модуль в более узкоспециализированных системах. Реализованный функционал позволяет проводить массовые опросные исследования с применением цветовых оценок. Благодаря своей доступности и универсальности сфера применения программного комплекса «TestColor» крайне широка. Данное решение охватывает практически весь спектр исследований, где необходимо выяснить эмоциональное отношение респондентов к тому или иному вопросу, причем получаемая оценка выражается в понятном для человека количественном формате, но несет в себе и достоинства качественных методик.

4.2. Особенности использования цветowych ассоциаций при проектировании травмоопасных комплексов в машиностроении

Программный комплекс, разработанный в рамках выполненной диссертационной работы, был применен для выполнения работ по эргономической проработке цеха тележек ЗАО «УК БМЗ». Он применялся для оценки экспертами травмоопасности объектов в цеху и выполняемых действий, так же с его помощью были определены цвета, которые у большинства респондентов характеризуются со степенью опасности. Общая схема использования цветowych ассоциаций при проектировании травмоопасных комплексов в машиностроении представлена на рисунке 35.

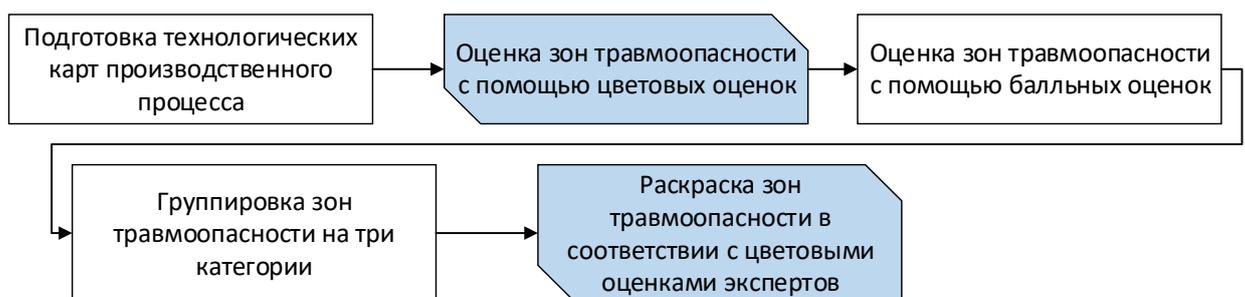


Рисунок 35. Общая схема использования цветowych ассоциаций при проектировании травмоопасных комплексов в машиностроении

Выполненная в рамках апробации программного комплекса «TestColor» задача по эргономическому обеспечению разработки и эксплуатации человеко-машинных комплексов в первую очередь связана с методами количественного описания и моделирования деятельности операторов. Их деятельность можно разделить на алгоритмические методы (стохастические, вариативные, эвристические), которые используются при эксплуатации систем, а также методы, которые основаны на экспертных оценках с использованием элементов аппарата теории нечетких множеств, данные методы применяются в первую очередь на ранних стадиях проектирования [27]. Именно этот метод экспертных оценок был задействован при эргономической проработке окраски зон травмоопасности при проектировании цеха тележек на АО «УК «БМЗ».

Как правило, вариативный алгоритм является нестационарным и выглядит как фактор-множество допустимых вариантов действий, но, если работник будет многократно повторять стандартные операции, то одни варианты будут реализовываться чаще, чем другие. Вероятность реализации того или иного варианта зависит от условий реализации алгоритма, и от конкретных знаний и навыков человека, исполняющего алгоритм. Из этого следует, что в итоге конечный вариативный алгоритм превратится в мультимножество вариантов, кратность которых подразумевает смысл частоты реализации того или иного варианта. Таким образом мы имеем дело со стохастическим алгоритмом [31].

Наиболее подходящий способ представления стохастического алгоритма является его формулирование, как вариативного алгоритма, возможные варианты которого реализуются с той или иной вероятностью, сумму этих вероятностей равна 100%. Во многих работах показано, что стохастический алгоритм можно задать распределением вероятностей возможных вариантов решения поставленной задачи [86; 89].

Все операции, выполняемые операторами на производстве, представляют собой алгоритм, состоящий из набора микродвижений. Рассмотрим простой пример. Токарю нужно переставить деталь с одного места на другое. Если описывать алгоритм решения этой задачи механистически, то он представляет собой цепочку простых действий: «взять – поднять – перенести – поставить – отпустить» (рис. 36, б,1). Но ситуация может быть такой, что первоначально намеченное место, куда была перенесена деталь, по какой-то причине не подходит и, как результат, деталь необходимо еще раз перенести на другое место. В этом случае алгоритм усложняется, действие «поставить» сочетается с оценочным действием «то ли место». Отсюда имеются две возможные оценки и варианта действия – «да», «место то», или «нет», «место не то». В том случае, если «место не то», то необходимо еще раз поднять объект, перенести его и поставить на новое место.

В таком случае, вместо алгоритма с двумя переносами (рис. 36,б,2) получается его реализация с тремя, четырьмя и т.д. переносами. Для наглядности представления алгоритма ограничимся двумя реализациями.

В случае объединения реализаций, они образуют единую логическую схему алгоритма, которая имеет широкое распространение как часть приложений алгоритмического подхода (рис. 36, а). Если же эти реализации взвесить с учетом их вероятностей и обобщить, то можно получить граф стохастического алгоритма, представленный на рисунке 36 (в).

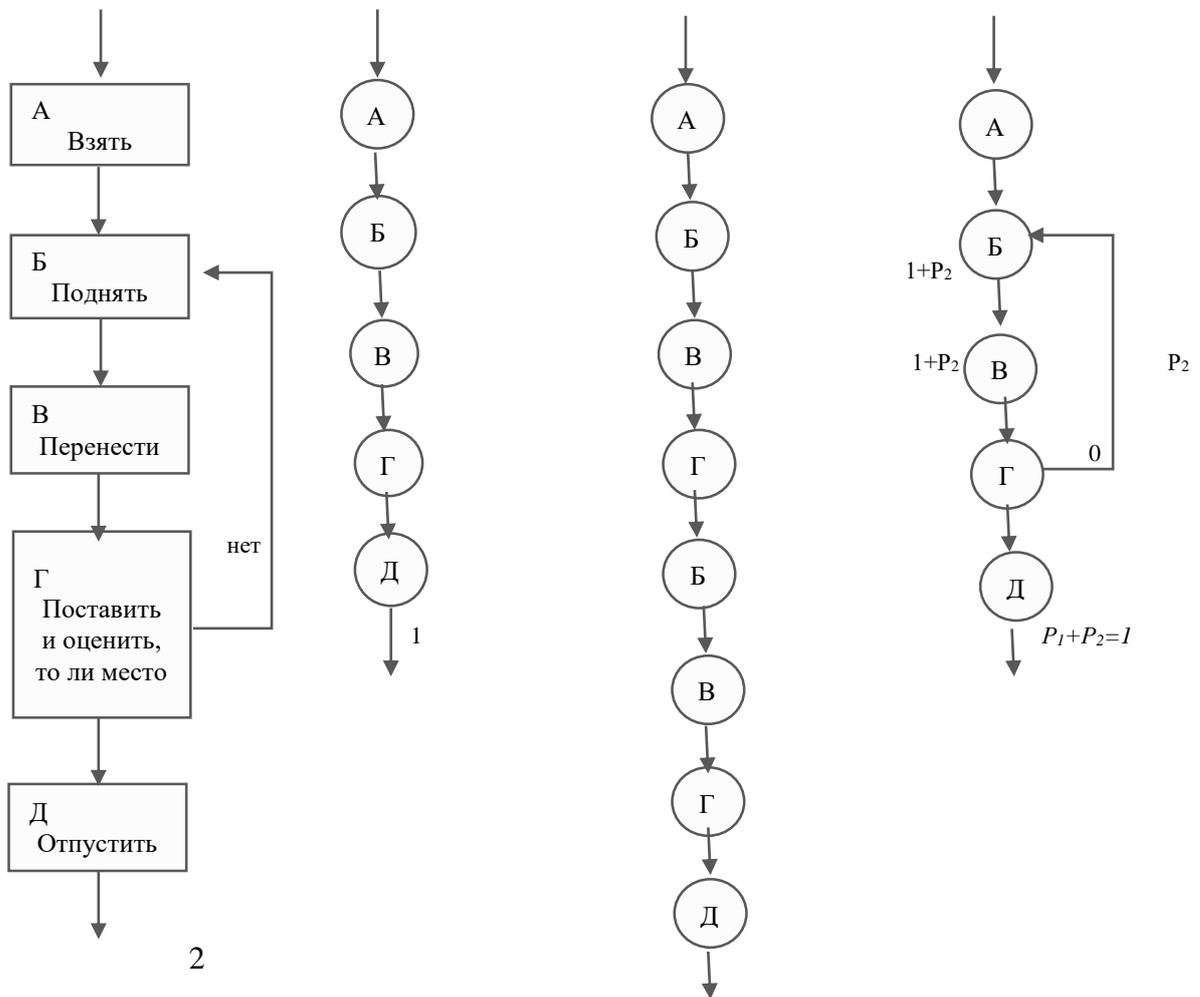


Рисунок 36. Графы алгоритмов: а – ЛСА (логическая схема вариативного алгоритма): А, Б, В, Г, Д – обозначения действий; б – две однозначные реализации вариативного алгоритма: 1 – без повторений, 2 – с однократным повторением; в – граф стохастического вариативного алгоритма, полученный обобщением взвешенных вероятностями P_1 и P_2 реализаций.

При составлении алгоритмов выполнения той или иной операции стоит учитывать, что алгоритмы бывают простыми и сложными. Их простота или сложность не являются абсолютными. Большая часть реальных задач на производстве требует выполнения операций, которые состоят из большого числа простых действий («поставить», «поднять», «выключить», «включить» и т.п.). Такие задачи, а тем более всю деятельность оператора на производстве нельзя описать одним единственным алгоритмом.

Для того что бы ограничить простые алгоритмы от сложных примем за условие, что простым будет считаться алгоритм, в котором число действий соответствует миллеровскому числу 7 ± 2 . Если число действий превышает это значение, то задачу необходимо разбить на подзадачи, которые можно будет решить с применением простых алгоритмов [50].

Оценка травмоопасности того или иного действия оценивалась по предварительно созданным технологическим картам. Рассмотрим далее алгоритм действий на примере разных типов технологических карт: маршрутные, индивидуальные, бригадные и сборочные карты ручного и машинного времени, операционные и т.п.

Основная цель разработки таких карт - систематизация информации, облегчение оценки ситуации и разработки мероприятий по усовершенствованию процесса трудовой деятельности, в которой преобладает ручной труд.

На индивидуальных технологических картах графически отображают каждый шаг трудового процесса работника. Технологические карты в таком случае помогают определить элементы процесса, которые нужно более детально изучить, и так же наглядно показать, как внесение изменений в один из этапов процесса в дальнейшем отразится на других этапах.

В практике построения индивидуальных технологических карт принято использовать определенные условные обозначения [18].

○ – операция – это один из главных этапов трудового процесса (обычно выполняется в одном месте). Примером операции являются следующие действия: включение напряжения сети, печатание на компьютере письма и т. д.

◻ – транспортировка – перемещение детали или инструмента, или специалиста. На технологических картах принято обозначать способ транспортировки с помощью буквы внутри кружка: электрокар, подъемник и т. п.). Примеры транспортировки: перемещение средств производства, перемещение сотрудников.

∇ – складирование и простой. Складирование принято считать постоянным, в том случае, если для получения детали или материала нужен отдельный документ. Например, авиационный механик ожидает воздухозаправщик, документы в это время лежат неподписанными.

□ – технический контроль. Он может осуществляться как в качественном (например, проверка исправности инструмента), так и количественным (измерение, взвешивание, подсчет). В качестве примера технического контроля можно привести снятие показаний с датчиков, проверка нормативных показателей.

В ряде случаев в карту ручного и машинного времени стоит дополнительно внести данные об изучаемом процессе (таблица 14) [44].

Таблица 14. Сводные данные о процессе контроля человекомашинного комплекса

Затраты времени, мин	Человек	Машина
Время простоя	2,5	1,5
Рабочее время	1,5	2,5
Время всего цикла	4,0	4,0
Использование времени, %	37,5	62,5

Обладая необходимыми навыками становится возможным разделить любой трудовой процесс на совокупность движений, данная операция развивает способность мысленного представления себе всех этих движений.

На картах микродвижений также принято изображать элементы движений, выполняемые правой и левой рукой. Такие карты делят производственный процесс на еще большее число этапов, нежели технологические. Для ускорения рабо-

ты зачастую процесс разделяют на стандартные элементы движений. Впервые универсальную систему микродвижений предложил Ф. Гилбрет в 1912 году [49].

Для анализа травмоопасности движений были приняты следующие «универсальные» элементы движений: выбор, поиск, схватывание, движение с нагрузкой, движение без нагрузки, держание, расположение, расслабление, установка, наблюдение, разборка, сборка, использование, устранимая задержка, ожидание, отдых, планирование.

Приведенные выше элементы движений были использованы при составлении специализированных карт. На сегодняшний день общепринятых форм для составления карт микродвижений нет. В процессе составления таких карт могут быть задействованы различные варианты обозначений элементов движений, в таблице 16 приведены обозначения микродвижений и соответствующие их травмоопасности цветовое обозначение, учитывающее согласованность экспертных оценок на основе трехзонной системы оценки травмоопасности (ГОСТ Р ЕН 614-1-2003. Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Дата введения 01.01.2005). В рамках стандарта ГОСТ Р ЕН 614-1-2003 предлагается разбивать производственный процесс на три уровня эргономической опасности (красный, желтый, зеленый).

Для определения степени травмоопасности и соответствующего ей цветового обозначения были отобраны 12 экспертов (ученые и сотрудники производственного предприятия), которым предложили сопоставить микродвижение и соответствующий ему один из трех уровней эргономической опасности. Уровни эргономической опасности определялись с учетом следующих критериев эргономичности: 1) точность и своевременность выполнения микродвижений; 2) качество выполнения работы (с точки зрения заказчика); 3) Травмоопасность, этот критерий был разделен на три соответствующих уровня: низкая, средняя, высокая. Исходя из полученных от экспертов ответов был рассчитан для соответствующих типов микродвижений коэффициент конкордации W .

$$W = \frac{n}{m^2 * (n^3 - n)} \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m r_{ij} - \frac{m(n-1)}{2}) \wedge 2, \quad (29)$$

где n – число респондентов(экспертов), m – число параметров, по которым производилась оценка.

Оценка статистической значимости коэффициента конкордации W проводилась с помощью показателя обратной односторонней вероятности распределения – $X^2_{факт} = m*(n-1)*W$. Расчетный показатель X^2 был получен с применением табличного редактора MS Excel с помощью функции ХИ2ОБР. По результатам расчетов фактический показатель везде превосходит расчетный, следовательно, коэффициент конкордации является статистически значим и связь между признаками трехцветной модели оценки эргономической опасности A , B и C можно считать достаточно высокой. Результаты расчета приведены в таблице 15.

Таблица 15. Обозначения элементов микродвижений и их цветового кодирования с учетом согласованности экспертных оценок на основе ГОСТ Р ЕН 614-1-2003.

Название элемента движения	Объяснение символов	Цвет	Коэффициент конкордации
Поиск	Скошенный в сторону зрачок, как бы в поисках чего-либо.	Зеленый	0,78
Выбор	Протянуть руку к предмету	Желтый	0,67
Схватывание	Рука в положении удобном для охвата предмета	Красный	0,87
Движение без нагрузки	Рука без предмета	Зеленый	0,97
Движение с нагрузкой	Рука с предметом	Желтый	0,78
Держание	Магнит, удерживающий железную пластинку	Зеленый	0,67
Расслабление	Отпустить предмет	Красный	0,87
Расположение	Предмет, установленный вручную	Желтый	0,78
Установка	Кегля, поставленная на поле для игры	Зеленый	0,67
Наблюдение	Лупа	Зеленый	0,97
Сборка	Несколько предметов, собранных вместе.	Желтый	0,78
Разборка	Одна часть соединения снята	Желтый	0,78
Использование	Начальная буква английского слова «Use»	Зеленый	0,67
Неизбежная задержка	Человек, ненамеренно разбивший себе нос	Красный	1
Устранимая задержка	Человек самовольно отдыхающий во время работы	Красный	0,87
Планирование	Человек с пальцем у лба, думает	Желтый	0,67
Отдых	Человек сидящий в положении отдыхающего	Зеленый	0,97

Аналогичные расчеты степени травмоопасности были выполнены для всех основных технологических операций, проводимых в цехе тележек АО «УК «БМЗ». С помощью технологических карт и оценки микродвижений была оценена опасность работы, за рабочими местами цеха. Как результат этой оценки были сформированы рекомендации по окраске рабочих зон работников в зависимости от их эргономической опасности. Выбор цветов окраски так же проводился с учетом мнения, опрошенных экспертов, им предлагалось ряд опасных движений и ситуаций, разной степени эргономической опасности. Эксперты оценивали ситуацию с помощью того или иного цвета, как результат были отобраны три наиболее часто встречающиеся цвета: красный, желтый, зеленый. В дальнейшем эти цвета были использованы соответствующих зон опасности. К достоинствам такой трехзонной системы оценки эргономических рисков можно отнести то, что отобранные цвета являются интуитивно понятными, и как следствие смысл окраски сможет понять практически любой человек, а не только прошедший специальный инструктаж.

4.3. Применение метода цветовых оценок при формировании и управлении проектными группами

Процесс формирования проектных групп носит крайне важный характер. Зачастую, от того насколько совместимы между собой члены группы зависит конечный успех задач, решаемых этой группой. Как правило, все группы можно разделить на формальные и неформальные. Неформальной называется группа, не входящая в состав формальной организационной структуры. Их могут возглавлять люди, вообще не имеющие формальной власти, однако влияние этих групп на достижение целей организации может быть очень велико.

В рамках более крупной формальной группы могут формироваться небольшие неформальные группы.

В настоящее время подбор и комплектование групп, в процессе обучения осуществляется, как правило, только с учетом внешних квалификационных характеристик студентов. Учет влияния социально-психологических факторов на эффективность совместной проектной и учебной деятельности или вообще не производится, или осуществляется интуитивно на качественном уровне. Это приводит к необходимости рассмотрения проблемы формирования малых групп как разномасштабной задачи оптимизации в многофакторном пространстве с неравнозначными критериями. В основу решения предлагаемой оптимизационной задачи положен социометрический опрос, который проводился по варианту непараметрической процедуры без ограничения числа выборов. Такой подход позволяет вскрыть многообразие взаимоотношений в группе и определить такие индексы, как социометрическая когерентность и коэффициент социометрической напряженности. В качестве социометрических критериев использовались следующие вопросы: с кем бы вы хотели выполнять совместную работу? К кому бы вы обратились за советом и помощью в трудную минуту?

Степень влияния одного социометрического критерия на другой была определена по коэффициенту причинности, который вычислялся по формуле (30):

$$P_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{AB}^{(i)}}{\sum_{i=1}^n x_A^{(i)}}, \quad (30)$$

где P_{AB} — вероятность влияния ответов по критерию A на ответы по критерию B ; $x_A^{(i)}$ — число выбранных лиц, названных i -м испытуемым по критерию A ; $x_{AB}^{(i)}$ — число выбранных лиц, названных i -м испытуемым, одновременно по критерию A и B .

В наших исследованиях значение коэффициента причинности лежит в пределах $0,78 \leq P_{AB} \leq 0,98$, что позволяет сделать вывод о малой вероятности получения случайного выбора. В качестве количественной меры оценки каждого из членов учебной группы были использованы пять градаций индивидуального предпочтения, которое выражается с помощью цветового теста: +2 — обратился бы, без-

условно; +1 — обратился бы; 0 — безразлично; —1 — не обратился бы; — 2 — не обратился бы ни в коем случае.

Ответы, полученные на заданные вопросы, сводятся в матрицы взаимных оценок C размером $N''*N'$, где N' — общее число учащихся в группе. Диагональные элементы в этих матрицах отсутствуют, поскольку суждения каждого респондента о самом себе не учитываются. Общее число таких матриц равно числу вопросов анкеты. Поскольку элементами C , этих матриц являются оценки, которые дал i -й оператор j -му, то, следовательно, каждый столбец матрицы есть не что иное, как набор оценок, данных j -м оператором всем остальным, а строка — набор оценок, которые получил i -й оператор от всех остальных. В качестве взаимной психологической совместимости j -го и i -го операторов по каждому вопросу анкеты необходимо взять оценку $(C_{ij}+C_{ji})$ [7].

В случае если вопросы имеют различную значимость, то степень взаимной психологической совместимости i -го и j -го студентов должна быть определена с учетом «веса» каждого вопроса:

$$C_{ij}^{\Sigma} = \frac{1}{K} \sum_{l=1}^K W_l (C_{ij}^l + C_{ji}^l), \quad (31)$$

где K — число вопросов; $C_{ij}^l + C_{ji}^l$ — степень взаимной психологической совместимости i -го и j -го студентов по l -му вопросу анкеты.

Эта процедура позволяет перейти от K прямоугольных матриц, содержащих всего $KN(N-1)$ элементов, к треугольной матрице взаимных психологических связей C^l , содержащей $KN(N-1)/2$ элементов C_{ij}^{Σ} .

Так как общее число взаимных психологических связей равно числу элементов матрицы C^{Σ} и каждый элемент C_{ij}^{Σ} характеризует психологическую совместимость i -го студента с j -м, то в качестве меры психологической совместимости предлагается использовать два показателя: I_{cp} — индекс социометрической когерентности и H — коэффициент социометрической напряженности [19; 91]:

$$I_{cp} = 2 \sum_{i,j}^{0.5N(N-1)} C_{ij}^{\Sigma} / \alpha N(N-1), \quad (32)$$

$$H = 2(\sum \Pi_{++} - \sum \Pi_{--}) / N(N-1), \quad (33)$$

где Π_{++} — общее количество взаимоприемлемых пар; Π_{--} — общее количество конфликтных пар; Π_{++} и Π_{--} в нашем случае равны соответственно количеству положительных и отрицательных элементов матрицы C^Σ ; α — нормирующий множитель, зависящий от масштаба оценки.

Величина I_{cp} представляет собой не что иное, как усредненное значение одной взаимной психологической связи, умноженное на нормирующий множитель α . Из выбранных показателей ясно, что психологическая совместимость будет лучше в той группе операторов, в которой значения I_{cp} и H выше.

С учетом этого поставленную задачу можно сформулировать следующим образом.

Из группы студентов, состоящей из N человек, сформировать n групп, состоящих из m_1, m_2, \dots, m_n человек каждая, таких, $m_1 = m_2 = \dots = m_n = N/n$.

$$I_{cp} = \max 2 \sum_{i,j \in m_1}^{m_1(m_1-1)/2} C_{ij}^\Sigma / \alpha m_1(m_1-1); \quad H_1 = \max 2 \frac{\sum \Pi_{++} - \sum \Pi_{--}}{m_1(m_1-1)}; \quad (34)$$

$$I_{cp} = \max 2 \sum_{i,j \in m_n}^{m_n(m_n-1)/2} C_{ij}^\Sigma / \alpha m_n(m_n-1); \quad H_n = \max 2 \frac{\sum \Pi_{++} - \sum \Pi_{--}}{m_n(m_n-1)}; \quad (35)$$

$$I_{cp_1} \approx I_{cp_2} \approx \dots \approx I_{cp_n}; \quad H_1 \approx H_2 \approx \dots \approx H_n. \quad (36)$$

Очевидно, что решение задачи в такой постановке связано с определением оптимальной стратегии поиска, $(i,j)' \in m_2, \dots, (i,j)'' \in m_n$, при которых достигают максимума, $I_{cp_1} \dots, I_{cp_n}$; H_1, \dots, H_n ; в противном случае потребуется количество вычислений, которое практически сделать невозможно, даже с применением ЭВМ.

В соответствии с принципом оптимальной стратегии поиска экстремума [98] необходимо использовать такой алгоритм, который на каждом шаге приносит максимальное приращение целевой функции.

Для данного случая в качестве целевой функции удобно взять соотношение

$$I_{cp^\Sigma} = (I_{cp_1} + I_{cp_2} + \dots + I_{cp_n}) / n. \quad (37)$$

Из выражения (34) видно, что с учетом принятых ограничений одновременно должно достигаться максимальное значение индекса социометрической когерентности всей учебной группы в целом и каждой проектной группы в отдельности.

Таким образом, в данном случае оптимальным будет такой алгоритм отыскания $(i, j)' \in m_1, \dots, (i, j)'' \in m_n$, при котором на каждом шаге целевая функция принимает максимальное значение, т. е. на первом шаге

$$I_{cp\Sigma}^1 = \max(C_{(i,j)_1}^\Sigma + C_{(i,j)_2}^\Sigma + \dots + C_{(i,j)_n}^\Sigma) / \alpha n; \quad (38)$$

на втором

$$I_{cp\Sigma}^2 = \max(\sum_{(i,j)_1}^3 C_{(i,j)_1}^\Sigma + \dots + \sum_{(i,j)_n}^3 C_{(i,j)_n}^\Sigma) / 3\alpha n; \quad (39)$$

на n -м

$$I_{cp\Sigma}^n = I_{cp\Sigma} = \max \frac{2n}{\alpha N(N-n)} \left(\sum_{(i,j)_1}^{m_1(m_1-1)/2} C_{(i,j)_1}^\Sigma + \dots + \sum_{(i,j)_n}^{m_n(m_n-1)/2} C_{(i,j)_n}^\Sigma \right). \quad (40)$$

Таким образом, количество шагов должно быть N/n .

Соответствие формальной и неформальной подструктур общения в сформированных группах, определяющее их ценностно-ориентационное единство, оценивалось с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена:

$$p = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d^2}{N(N^2 - 1)}, \quad (41)$$

где N — количество операторов в n -й группе; d — значение ранга разности между официальным и неофициальным статусом эксперта.

Это предопределяет необходимость содержательного анализа как процесса общения, так и межличностных отношений, складывающихся между экспертами в ходе совместной деятельности [109]. Вскрывая структуру межличностных отношений в сформированных группах, необходимо помнить, что все взаимодействия обусловлены ее целями и задачами.

Ниже на рисунке 37 представлен алгоритм формирования малой проектной группы на основе метода цветовых оценок.

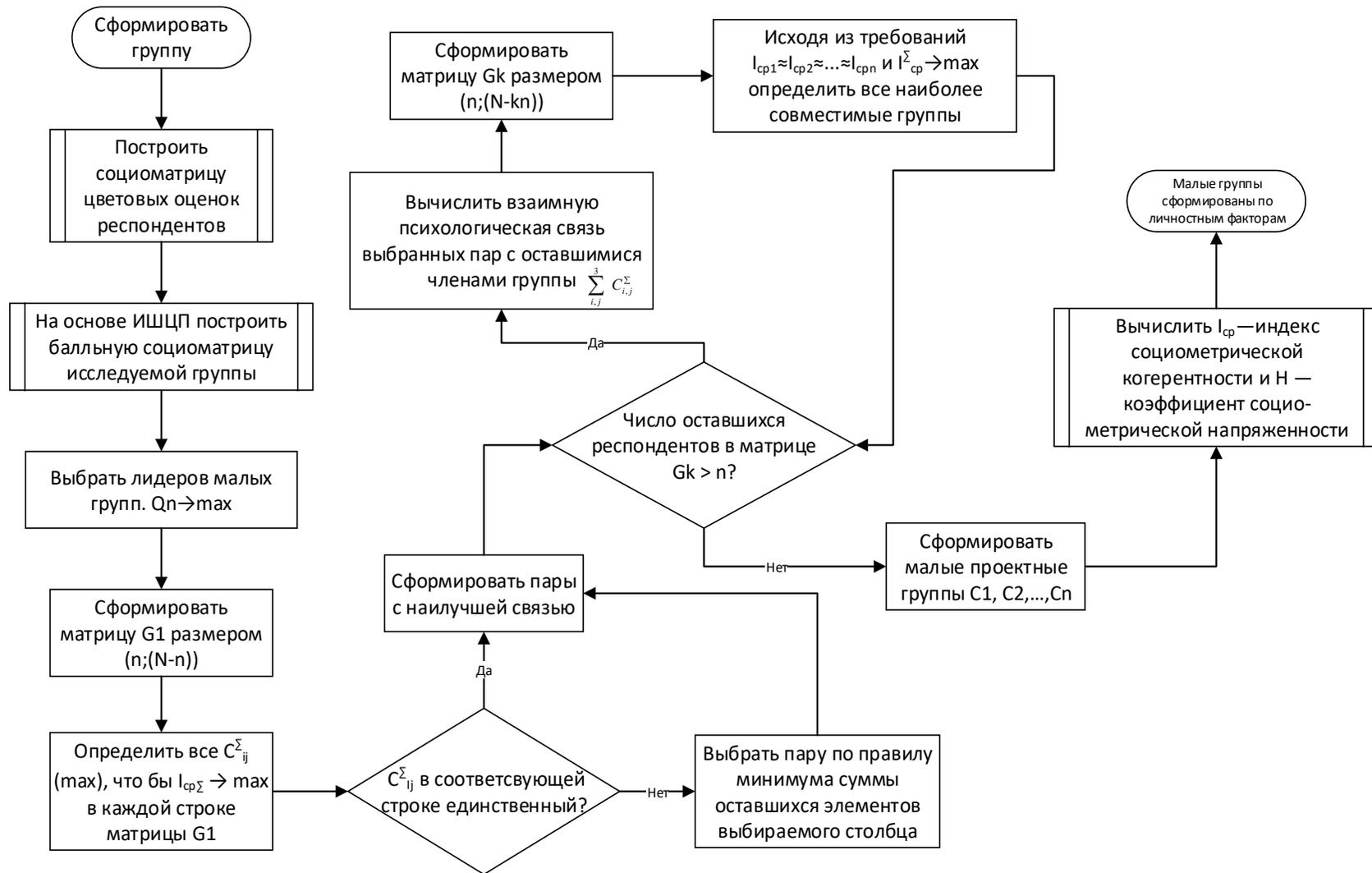


Рисунок 37. Алгоритм комплектования малых проектных групп с применением метода цветowych оценок

Далее разберем практический пример комплектования проектных групп на основе индивидуальных цветовых оценок. Исследование проводилось среди студентов кафедры «Инженерная педагогика и психология» Брянского государственного технического университета. Ниже на рисунке 38 представлена общая схема процесса комплектования малых проектных групп с применением программного комплекса «TestColor»

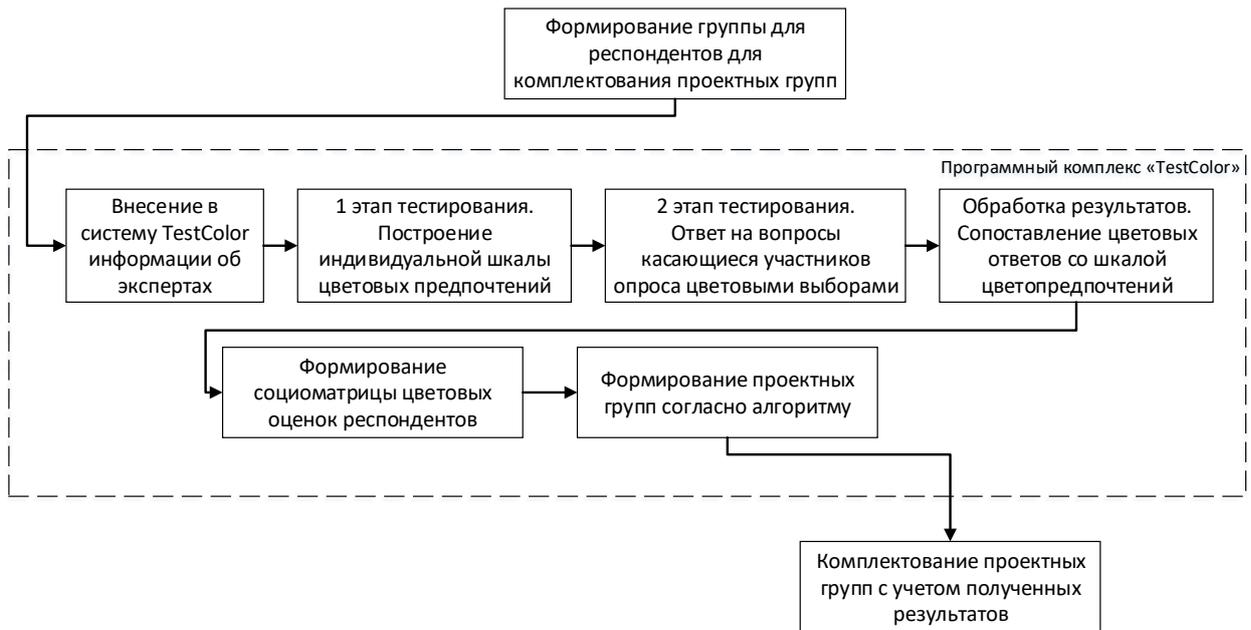


Рисунок 38. Общая схема процесса комплектования малых проектных групп с применением программного комплекса «TestColor»

Рассмотрим матрицу C . Сумма элементов столбца этой матрицы до пересечения с диагональю и далее элементов строки есть не что иное как степень психологической совместимости i -го оператора со всеми остальными операторами в группе. Подсчитанные таким образом столбцы и строки матрицы C^s дадут N сумм Q_1, Q_2, \dots, Q_n . Очевидно, что лучшая степень психологической связи с коллективом будет у тех операторов, у которых Q_n больше. Этих операторов по признаку психологической связи с коллективом можно считать лидерами. Выберем p лидеров (по количеству групп, которые необходимо формировать) и из элементов $C^{\Sigma_{ij}}$ принадлежащих их номерам в матрице C^1 , сформируем прямоугольную матрицу G_1 , размером $n(N-n)$, так как столбцы с номерами, принадлежащими лиде-

рам, из дальнейшего рассмотрения исключаются (ибо лидеры в одну группу попасть не могут) [7].

Таблица 16. Матрица [С] взаимных оценок экспертов

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	X	-1	1	1	1	0	1	-2	-1	0	0	-2	2	3	1	-1	3
2		X	1	2	4	1	1	2	0	0	0	2	2	3	2	0	19
3			X	2	0	2	2	2	1	0	0	2	1	1	2	2	1
4				X	1	2	2	3	2	2	1	2	3	4	2	3	32
5					X	2	1	4	1	2	0	2	0	3	1	3	25
6						X	-2	-3	-1	1	0	-2	0	1	1	4	6
7							X	3	0	2	1	1	3	2	1	2	20
8								X	2	2	0	2	4	3	0	3	25
9									X	0	0	1	4	3	2	2	16
10										X	0	1	0	0	0	2	12
11											X	0	0	0	0	0	2
12												X	1	-1	-2	0	7
13													X	4	1	3	28
14														X	1	2	29
15															X	2	14
16																X	27

Например, из матрицы C^Σ (9) для $N=16$ и $n=4$ выбираются $Q_4, Q_{13}, Q_{14}, Q_{16}$ и формируется матрица G_I :

Таблица 17. Матрица [G_I] лидеров малых проектных групп

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	1	2	2	X	1	2	2	3	2	2	1	2	X	X	2	X
13	2	2	2	X	0	0	3	4	4	0	0	1	X	X	1	X
14	3	3	1	X	3	1	2	3	3	0	0	-1	X	X	1	X
16	-1	0	2	X	3	4	4	2	3	2	2	0	X	X	2	X

Знаком X обозначены элементы C_{ij}^Σ , которые исключаются из дальнейшего рассмотрения, так как респонденты № 4, 13, 14, 16 выбраны в качестве лидеров по максимальному Q_i и в одной группе быть не могут.

Из каждой строки матрицы G_I необходимо выбрать только один элемент, так, чтобы: а) сумма выбранных элементов была максимальной; б) в одном столбце не могло быть выбрано два и более элементов, принадлежащих разным строкам.

Эта процедура позволит определить n наилучших пар с точки зрения социометрической напряженности и одновременно достичь максимума $I_{cp\Sigma}$ на пер-

вом шаге, так как сумма числителя уравнения (б) по условию (а) должна быть максимальной.

Для выбора максимальных элементов из матрицы G_l с учетом условий (а) и (б) предлагается следующий алгоритм:

Определяются все C_{ij}^Σ (max) в каждой строке матрицы G . В нашем случае это будут элементы: в первой строке $C_{4,8}^\Sigma=3$; во второй — $C_{13,8}^\Sigma = 4$, $C_{13,9}^\Sigma = 4$; в третьей— $C_{14,1}^\Sigma = 3$, $C_{14,2}^\Sigma = 3$, $C_{14,5}^\Sigma = 3$, $C_{14,8}^\Sigma = 3$, $C_{14,9}^\Sigma=3$; в четвертой — $C_{16,6}^\Sigma=4$, $C_{16,7}^\Sigma = 4$.

2. Определяются пары студентов с наилучшей психологической связью, такие, чтобы $I_{cp\Sigma}$ приняло максимальное значение. В нашем случае это пары: (4,8) — $C_{4,8}^\Sigma = 3$; (14,1) — $C_{14,1}^\Sigma = 3$; (13,9) — $C_{13,9}^\Sigma = 4$; (16,6) — $C_{16,6}^\Sigma = 4$.

Выбор пар (4,8) и (13,9) ясен, поскольку в первой строке содержится только один максимальный элемент, $C_{4,8}$, а во второй после вычеркивания восьмого столбца тоже остается только один максимальный элемент, $C_{13,9}$. Выбор пар для $i=14$ и $i=16$ должен производиться по правилу минимума суммы оставшихся элементов выбираемого столбца, т. е. в нашем случае для $i = 14$ (третья строка матрицы G) и $i = 16$ (четвертая строка матрицы G) вычисляются:

$$\left. \begin{aligned} C_{4,1}^\Sigma + C_{13,1}^\Sigma + C_{16,1}^\Sigma &= 1 + 2 - 1 = 2 \\ C_{4,2}^\Sigma + C_{13,2}^\Sigma + C_{16,2}^\Sigma &= 2 + 2 + 0 = 4 \\ C_{4,5}^\Sigma + C_{13,5}^\Sigma + C_{16,1}^\Sigma &= 1 + 0 + 3 = 4 \end{aligned} \right\} i = 14$$

$$\left. \begin{aligned} C_{4,5}^\Sigma + C_{13,5}^\Sigma + C_{14,6}^\Sigma &= 2 + 0 + 1 = 3 \\ C_{4,7}^\Sigma + C_{13,7}^\Sigma + C_{14,7}^\Sigma &= 2 + 3 + 2 = 7 \end{aligned} \right\} i = 16$$

Таким образом, поскольку сумма оставшихся элементов столбца $i=1$ для $i=14$ минимальна, то образуется пара (14,1), у которой $C_{14,1}^\Sigma = 4$.

Минимум суммы оставшихся элементов выбранного столбца говорит о том, что психологическая связь респондента под номером j с респондентом, с которым он образует пару, максимальна, а с тремя другими минимальна.

3. Столбцы 1, 6, 8, 9 из дальнейшего рассмотрения исключаются. Вычисляется взаимная психологическая связь выбранных пар с оставшимися членами

группы $\sum_{i,j}^3 C_{i,j}^{\Sigma}$, и формируется матрица G_2 , содержащая $(N-2n)$ столбцов и n строк.

При этом используются элементы матрицы C^{Σ} . В нашем случае взаимная психологическая связь пары (4,8) со студентом под номером $j=2$ будет равна:

$$C_{4,8}^{\Sigma} + C_{4,2}^{\Sigma} + C_{8,2}^{\Sigma} = 3 + 2 + 2 = 7.$$

Аналогично проводится расчет для всех остальных пар и для всех j . В результате матрица G будет иметь вид:

Таблица 18. Матрица $[G_n]$ взаимных оценок экспертов

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4,8	X	7	7	X	8	X	8	X	X	5	4	7	X	X	5	X
13,9	X	5	6	X	5	X	7	X	X	4	4	6	X	X	4	X
14,1	X	5	5	X	7	X	6	X	X	3	3	0	X	X	5	X
16,6	X	5	8	X	9	X	4	X	X	7	4	2	X	X	7	X

Строки матрицы G_2 (13,9) и (14,1) имеют только по одному максимальному элементу, каждый из которых равен семи и меньше максимальных элементов строк (4,8) и (16,6). Следовательно, исходя из требований $I_{cp1} \approx I_{cp2} \approx \dots \approx I_{cpn}$ и $I_{\Sigma cp} \rightarrow \max$, определяются следующие тройки: (4,8,12), (13,9,7), (14,1,5), (16,6,3). Процедура формирования троек. в этом случае следующая:

1) определяются позиции максимальных и близких к ним элементов-- в каждой строке;

2) строкам, имеющим единственный максимальный элемент, меньший по сравнению с максимальными элементами других строк, отдается предпочтение (т. е. образуются тройки (13,9,7) и (14,1,5));

3) две другие тройки образуются с учетом правила минимальной суммы оставшихся элементов выбранного столбца (т. е. образуются тройки (4,8,12) и (16,6,3).

4) используя описанную методику, перейдем к матрице C , и в результате получим следующие группы по четыре человека в каждой: (4,8,12,10); (13,9,7,11); (14,1,5,2); (16,6,3,15).

При этом получены следующие значения индексов социометрической когерентности и коэффициентов социометрической, напряженности:

$$I_{cp1}=0,48, H = 1; I_{cp2}= 0,34, H_2 = 0,51; I_{cp3}= 0,54; I_{cp4} = 0,53$$

$$H= 0,67; I_{cp4} = 0,55, H_4 = 1.$$

В любой группе выделяются две подструктуры взаимоотношений: официальная и неофициальная [91]. Таким образом, возникает необходимость выявления как неофициальной подсистемы общения, так и официальной, в каждой из которых респондент имеет свой статус. Статус может быть положительным или отрицательным и измеряет потенциальную способность каждого студента к лидерству. Неофициальный статус S_i определяется при помощи, изложенной выше социометрической процедуры. Официальный статус C_i , характеризует личностное отношение к общему предмету деятельности в системе деловых взаимоотношений исследования для определения C , было использовано пять системообразующих критериев: общественная активность, отношение к учебным обязанностям, настойчивость и трудолюбие, успехи в научной работе, успеваемость. Для нахождения C , использовались экспертные оценки.

Соответствие формальной и неформальной подструктур общения в сформированных группах, определяющее их ценностно-ориентационное единство, оценивалось с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена:

$$p = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d^2}{N(N^2 - 1)},$$

где N — количество операторов в n -й группе; d — значение ранга разности между официальным и неофициальным статусом студента.

Полученные значения соответственно составили: $p_1 = 0,4$; $p_2 = 0,8$; $p_3 = 0,6$; $p_4=1$.

Вскрывая структуру межличностных отношений в сформированных группах, необходимо помнить, что все взаимодействия и взаимоотношения опосредованы целями, задачами и ценностями совместной деятельности, т. е. ее реальным

предметным содержанием. Поэтому, говоря о совместимости студентов, нельзя забывать специфику учебной деятельности, вопросы срабатываемости групп в интересах достижения максимальной групповой эффективности при выполнении игровых и учебных задач.

4.4. Применение системы «TestColor» при решении социально-экономических задач

Основным направлением применения цветового теста в процессе управления социальными и экономическими системами является использование цветовых оценок при определении отношения экспертов к объекту исследования. Это прежде всего различные маркетинговые исследования [47; 48], HR-исследования, направленные на определение отношения сотрудников к руководству, компании, коллегам. Опросы в сфере образования для определения отношения учеников к преподавателям, изучаемым дисциплинам.

Ниже на рисунке 39 представлена общая схема проведения исследования при оценке отношения экспертов к объекту исследования.

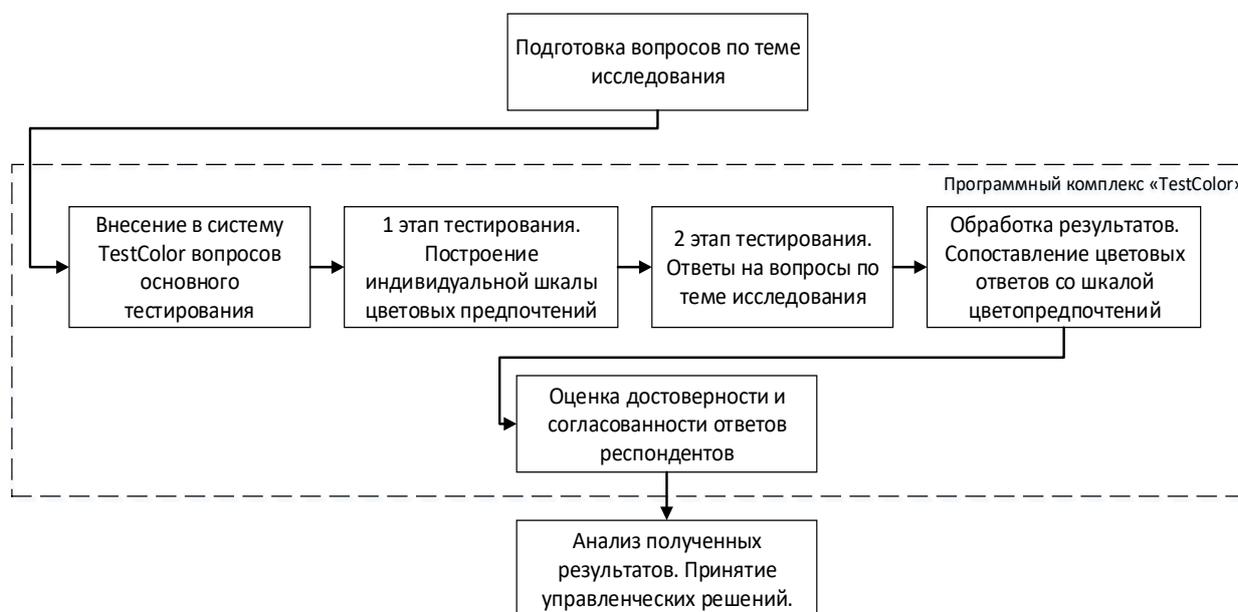


Рисунок 39. Общая схема проведения исследования при оценке отношения экспертов к объекту исследования

Как видно из схемы большая часть процесса исследования реализуется посредством программного комплекса «TestColor».

Рассмотрим далее конкретные примеры использования системы «TestColor» при определении отношения респондентов к тому или иному вопросу.

Проведение маркетинговых исследований. Оценка качества рекламной продукции

В современных условиях маркетинговые исследования при продвижении продукта или услуги на рынке играют значительную роль. В связи с этим рынок рекламных услуг уже длительное время находится на подъеме. В основе любой успешной рекламной кампании лежит глубокий анализ и проработка маркетинговых коммуникаций между организациями, клиентами всеми участниками рынка.

Как показано в ряде исследований, маркетинговая коммуникация – это прежде всего целенаправленная, проводимая в интересах источника рекламы деятельность, направленная на информирование конечного клиента о компании, ее продукте или услуге [46, 92].

Качественная составляющая выстроенной маркетинговой коммуникации должна соответствовать актуальным предпочтениям потребителей. Необходимо выделять новые опорные критерии, которые способны заинтересовать и привлечь внимание потенциальных клиентов на эмоциональном уровне, чтобы уже при первом знакомстве у клиента было ощущение, что этот продукт подходит ему полностью [10].

Цветовые оценки могут найти широкое применение при проведении маркетинговых исследований, с помощью цветовых оценок, так как они позволяют более широко раскрыть отношение опрашиваемых экспертов к оцениваемому объекту по сравнению с традиционными балльными оценками или качественной порядковой шкалой. Широкое применение цветовые оценки могут найти при оценке качеств товаров или услуг. Например, дегустация продуктов непрофессиональными экспертами, давать оценку оцениваемому продукту им крайне сложно, описать все вкусовые аспекты так же крайне сложно, а если им дается на сравнение

сразу несколько продуктов со схожими характеристиками, то процесс выбора и вообще становится крайне сложным. Цветовые оценки в данном случае являются тем инструментом, которые позволят выявить предпочтения обыкновенных потребителей продукта или услуги, т.к. очень часто бывают такие ситуации, когда мнение профессиональных экспертов не совпадает с мнением обычных потребителей. Так же цветовые оценки позволяют выявлять из ряда мотивов, которыми руководствуются потребители наиболее важные [84]. Исследование раскрывающее основные мотивы, которыми руководствуются абитуриенты при выборе ВУЗа было проведено в рамках выполнения диссертационной работы на базе кафедры «Экономика и менеджмент» БГТУ.

В 2012-2013 году в рамках исследования «Организационно-методическое обеспечение системы управления конкурентоспособностью университета на базе кафедры «Экономика и менеджмент» БГТУ проводилось тестирование, в котором приняли участие студенты трех крупнейших вузов г. Брянска. Всего в рамках исследования приняли участие 120 человек. Результаты данного тестирования выявили, что студентам сложно назвать конкретные преимущества или недостатки того или иного вуза, определить наиболее важные для себя критерии. Как итог, окончательное решение о выборе того или иного ВУЗа формируется как правило спонтанно, в 80% случаев в последний год обучения в школе или вообще после ее окончания [90].

Исходя из этого было проведено маркетинговое исследование, цель которого была разработать рекомендации по улучшению рекламных материалов, которые использовались в рамках маркетинговой коммуникации ВУЗа, на основе применения метода цветовых оценок.

Объектом исследования являются студенты ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», предметом исследования является предпочтений абитуриентов.

Маркетинговое исследование проводилось в формате опроса с использованием программного комплекса «TestColor» - это позволило охватить большую выборку и получить информацию с минимальными затратами [2].

В опросе приняли участие 24 студента 1-го курса набора 2014 года и столько же студентов первого курса набора 2015 года. Состав опрашиваемой группы по своим характеристикам наиболее близок к целевой аудитории – абитуриентам. Перед началом исследования был проведен анализ преимуществ, на которые делался упор в рекламных материалах ВУЗа, а также получившийся список был дополнен рядом категорий, которые были отобраны после опроса студентов. Респонденты с помощью программного комплекса выставляли цветовые оценки предлагаемым им терминам, которые включали понятия из различных сфер деятельности (процессы учебы, потребности, жизненные ценности, эмоции, чувства, персоны). Для этого был проведен ассоциативный тест среди 24 студентов 4 курса БГТУ. Им были даны листы, в которых были указаны 4 понятия: учеба, профессия, БГТУ, студенчество. Каждый опрашиваемый дописал 3 ассоциации к этим понятиям. В результате были выбраны ассоциации, которые чаще всего встречаются у студентов. Это следующие термины: работа, молодость, каникулы, творчество, опыт, престиж, труд, перспектива, отдых, комфорт, диссертация, инновация.

После исследования рекламных материалов к этому списку были добавлены термины, которые наиболее часто встречаются в ней: экзамен, волонтерство, компьютер, концерт, школьник, библиотека, преподаватель, университет, аудитория, спорт, благотворительность, мастерская, профессор, кафе, лаборатория, директор, общежитие, практика, соперничество.

В итоге в опрос было введено 73 понятия, которые сгруппировали на 8 категорий: процесс учебы, будущая профессия, жизнь, БГТУ, молодежный центр, общение и студенчество, статус, персоналии.

Опрашиваемым экспертам предлагались поочередно все эти понятия, которые они оценивали тем или иным цветом. Так как число понятий больше, чем цветов, то ограничений по использованию цветовых оценок не накладывалось.

Полученные цветовые оценки обрабатывались на основе индивидуальной шкалы цветовых предпочтений отвечавших студентов.

В результате были получены следующие результаты, студентов больше интересует студенческая жизнь, соответствующие этой группе понятия, а также конечный результат обучения в ВУЗе, в отличие от непосредственного процесса учебы. Полученные результаты представлены в таблице 19. Все понятия сгруппированы по уровню отношения к ним экспертов.

Таблица 19. Перечень понятий, вошедших в зоны положительного, нейтрального и отрицательного отношения студентов набора 2014-2015 года

Положительное отношение	Нейтральное отношение	Отрицательное отношение
Увлечения	Компьютер	Волонтерство
Отдых	Информация	Труд
Престиж	Проект	Директор
Перспектива	Экзамен	Библиотека
Образование	Бакалавриат	Преподаватель
Концерт	Профессия	Учебники
Общение	Квалификация	Лекции
Успех	Специальность	Аудитория
Профессия	Диссертация	Профессор
Семья	Творчество	Мастерская
Карьера	Инновация	Сессия
Диплом		Магистратура
Выбор		Практика
Опыт		
Аспирантура		
Благотворительность		
Кафе		

Далее понятия из таблицы 19 сопоставлялись с терминами, отобранными как наиболее популярные в рекламных материалах БГТУ (таблица 20). В настоя-

щее время в рекламных материалах БГТУ основной упор делается на понятия, характеризующие процесс учебы и конкретные персоналии.

Таблица 20. Частота появлений понятийных категорий в печатных изданиях БГТУ

Категория	Частота появления в печатных изданиях, раз
Процесс учебы	58
Жизнь	22
Будущая профессия	6
Студенческое самоуправление	34
Общение и студенчество	24
БГТУ	30
Персоналии	104

Как результат были выявлены понятия, которые наиболее часто встречаются в рекламных материалах, но абитуриентами они скорее воспринимаются негативно: преподаватель, аудитория, учеба, профессор, волонтерство, аспирантура, ректор.

В результате проведенного маркетингового исследования с применением метода цветовых оценок, было установлено, что такие группы понятий, как учебный процесс и личности, наименее предпочтительны для использования в рекламных материалах вуза, потому что они связаны у потенциальных студентов с отрицательными эмоциями на подсознательном уровне. Рекламные материалы, построенные прежде всего на этих понятиях, не располагают к формированию позитивного информационного поля вокруг потенциального потребителя, соответственно подобные материалы не влияют на выбор университета.

На основе проведенного маркетингового исследования были даны следующие рекомендации по доработке рекламных материалов БГТУ:

1) уменьшить число изображений процесса учебы и, наоборот, увеличить число изображений студенческой жизни;

2) в рекламных материалах необходимо наглядно демонстрировать, как проходит процесс обучения с неформальной точки зрения (появление новых друзей, процесс общения и обмена мнениями, совместный досуг т.д.);

3) рекламные материалы должны содержать больше информации о студентах, которые закончили вуз и добились успехов в карьере;

4) необходимо давать больше материалов о профессии, чтобы абитуриенты наглядно могли увидеть, кем могут стать после завершения ВУЗа;

5) сместить акцент с материалов о волонтерстве в сторону благотворительности;

6) так как технологии не стоят на месте и все больше времени люди проводят в сети Интернет, целесообразно развивать этот канал коммуникаций, расширять взаимодействие в соцсетях, сделать сайт более дружелюбным и понятным;

7) добавить новые понятия в рекламные материалы, которых сейчас нет, но они вызывают у абитуриентов положительные чувства: диплом, престиж, увлечения, каникулы и т.п.;

8) отображать больше фотографий различных творческих коллективов, тематических кружков, возможностей студенческого самоуправления;

9) более подробно описать спортивную жизнь студентов, показать спортивные секции, работающие при ВУЗе;

10) аспирантов в рекламных материалах гораздо эффективнее представлять в связке с обычными студентами в рамках совместных проектов, достижений.

По результатам исследования можно сделать вывод, что текущие рекламные материалы во многом малоэффективны, т.к. не отвечают основным интересам абитуриентов. Полученные результаты могут быть учтены при разработке новых рекламных коммуникаций БГТУ.

Апробация разработанного программного комплекса «TestColor» позволила сформировать новые подходы к изучению потребительских предпочтений.

Данные, полученные в результате проведенного исследования могут быть использованы не только при разработке рекламных материалов, но и в целом для улучшения качества взаимодействия со студентами в процессе обучения в ВУЗе.

В результате проведенных экспериментов установлено, что использование метода цветовых оценок при выявлении клиентских предпочтений, является действенным инструментом маркетинговых исследований. При использовании программного комплекса «TestColor» вероятность искажения данных экспертом минимизируется в следствии неочевидной определенности. Программный комплекс «TestColor» и метод цветовых оценок может использоваться не только для разработки рекламных материалов, но и для других исследований, построенных на опросе экспертов, совершенствования различных товаров и услуг.

Применение цветового теста при оценке студентами образовательного процесса

Для экспериментального подтверждения выбранной нами методики был проведен ряд экспериментов со студенческой аудиторией. Студентам предлагалось отвечать на различные группы вопросов с помощью разработанного программного комплекса для тестирования. Вопросы касались отношения студентов к изучаемым дисциплинам, преподавателям, одногруппникам, родственникам, оценки происходящих общественных событий.

Ниже более подробно будут рассмотрены результаты тестирования студентов кафедры «Экономика и менеджмент» БГТУ.

Рассматриваемой группе было предложено ответить на вопросы об изучаемых дисциплинах с целью выяснить их интерес к преподаваемым предметам. Ниже приведен перечень задаваемых вопросов.

- 1) Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как математика.
- 2) Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как физика.

- 3) Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как геометрия.
- 4) Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как Концепция современного естествознания.
- 5) Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как философия.
- 6) Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как география.
- 7) Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как история.
- 8) Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как экономическая психология.

Данные вопросы были введены в программный комплекс через панель управления администратора (рис. 40).

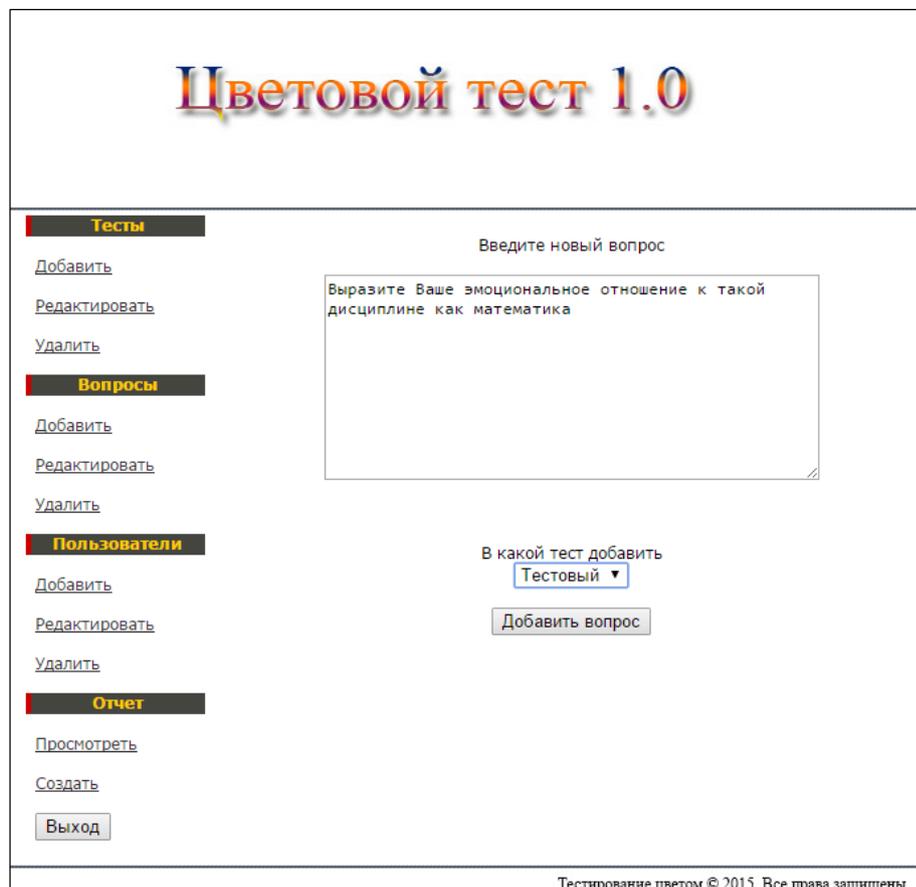


Рисунок 40. Создание теста через административный интерфейс

После того как тест был составлен, и студенты были ознакомлены с целью и процессом прохождения тестирования, им было предложено ответить на приведенные выше вопросы. В опросе принимало участие 45 респондентов, 28 девушек и 17 юношей. Возраст респондентов 17-19 лет. Все они являлись студентами 2 курса.

Все респонденты успешно справились с тестированием. Результаты тестирования представлены в отчете, сформированном с помощью панели управления администратора (рис. 41).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
					Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как математика	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как физика	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как геометрия	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как философия	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как география	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как история	
1	ФИО	Возраст	Пол	Цветовая шкала							
2	Степина Виктория Сергеевна	18	Женский	{3}: 4 {7}: 3 {2}: 2 {5}: 1 {4}: 0 {1}: -1 {8}: -2 {6}: -3	{ Синий } : 2	{ Зеленый } : 4	{ Серый } : -1	{ Коричневый } : 3	{ Коричневый } : 3	{ Синий } : 2	{ Серый } : 2
3	Быстрова Юлия Вячеславовна	18	Женский	{3}: 4 {7}: 3 {5}: 2 {2}: 1 {4}: 0 {1}: -1 {8}: -2 {6}: -3	3	1	-1	2	2	3	2
4	Хозяенок Олеся Владимировна	18	Женский	{7}: 4 {3}: 3 {4}: 2 {1}: 1 {8}: 0 {2}: 1 {5}: -2 {6}: -3	{ Красный } : 2	{ Синий } : -1	{ Фиолетовый } : -3	{ Серый } : 1	{ Зеленый } : 3	{ Зеленый } : 3	{ Коричневый } : 4
5	Клещеникова Виктория Викторовна	18	Женский	{7}: 4 {4}: 3 {1}: 2 {3}: 1 {2}: 0 {8}: -1 {6}: -2 {5}: -3	1	3	1	2	4	4	4
6	Снытко Юлия Леонидовна	18	Женский	{8}: 4 {2}: 3 {4}: 2 {3}: 1 {5}: 0 {1}: -1 {7}: -2 {6}: -3	{ Красный } : 2	{ Черный } : 4	{ Красный } : 2	{ Желтый } : 0	{ Коричневый } : -2	{ Зеленый } : 1	{ Черный } : -2
7	Гришутина Инна Владимировна	18	Женский	{2}: 4 {5}: 3 {3}: 2 {8}: 1 {4}: 0 {1}: -1 {7}: -2 {6}: -3	4	-3	4	4	0	2	-2
8	Лизан Юлия Николаевна	19	Женский	{1}: 4 {5}: 3 {3}: 2 {8}: 1 {4}: 0 {7}: -1 {2}: -2 {6}: -3	{ Серый } : 4	{ Зеленый } : 2	{ Желтый } : 3	{ Коричневый } : -1	{ Красный } : 0	{ Черный } : 1	{ Синий } : -3
9	Михалева Маргарита Сергеевна	19	Женский	{5}: 4 {1}: 3 {3}: 2 {4}: 1 {2}: 0 {8}: -1 {7}: -2 {6}: -3	-3	0	3	0	2	-2	-3
10	Карпухина Валерия Михайловна	18	Женский	{4}: 4 {2}: 3 {5}: 2 {6}: 1 {3}: 0 {1}: -1 {7}: -2 {8}: -3	{ Черный } : -3	{ Синий } : 3	{ Серый } : -1	{ Зеленый } : 0	{ Красный } : 4	{ Зеленый } : 0	{ Коричневый } : 0
11	Щерба Виктория Викторовна	18	Женский	{5}: 4 {4}: 3 {6}: 2 {2}: 1 {1}: 0 {3}: -1 {7}: -2 {8}: -3	4	3	4	4	4	0	0
12	Максимова Валерия Сергеевна	19	Женский	{3}: 4 {6}: 3 {5}: 2 {4}: 1 {2}: 0 {7}: -1 {8}: -2 {1}: -3	{ Зеленый } : 4	{ Черный } : -2	{ Коричневый } : -1	{ Черный } : -2	{ Серый } : -3	{ Зеленый } : 4	{ Черный } : 4
13	Абраменко Елизавета Игоревна	18	Женский	{6}: 4 {3}: 3 {4}: 2 {2}: 1 {5}: 0 {8}: -1 {7}: -2 {1}: -3	3	-3	-1	-1	0	1	0
14	Вайсера Ольга Алексеевна	17	Женский	{8}: 4 {2}: 3 {4}: 2 {6}: 1 {1}: 0 {5}: -1 {3}: -2 {7}: -3	{ Черный } : 4	{ Черный } : 4	{ Черный } : 4	{ Синий } : 3	{ Красный } : 2	{ Красный } : 2	{ Фиолетовый } : 4
15	Колмыкова Валерия Сергеевна	18	Женский	{8}: 4 {4}: 3 {2}: 2 {6}: 1 {1}: 0 {3}: -1 {5}: -2 {7}: -3	-2	0	-1	3	4	4	4
16	Шербина Виктория Сергеевна	19	Женский	{4}: 4 {5}: 3 {2}: 2 {3}: 1 {1}: 0 {8}: -1 {6}: -2 {7}: -3	{ Желтый } : 3	{ Синий } : 2	{ Желтый } : 3	{ Зеленый } : 1	{ Зеленый } : 1	{ Желтый } : 3	{ Красный } : 4
17	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{4}: 4 {5}: 3 {2}: 2 {3}: 1 {8}: 0 {1}: -1 {6}: -2 {7}: -3	4	4	4	4	4	4	4
18	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{5}: 4 {6}: 3 {2}: 2 {4}: 1 {8}: 0 {7}: -1 {1}: -2 {3}: -3	{ Черный } : 0	{ Серый } : -2	{ Черный } : 0	{ Синий } : 2	{ Красный } : 1	{ Зеленый } : -3	{ Серый } : 0
19	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{1}: 4 {2}: 3 {5}: 2 {4}: 1 {7}: 0 {6}: -1 {3}: -2 {8}: -3	-3	-3	-3	-3	3	0	0
20	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{6}: 4 {4}: 3 {8}: 2 {3}: 1 {2}: 0 {5}: -1 {7}: -2 {1}: -3	{ Черный } : 2	{ Черный } : 2	{ Черный } : 2	{ Черный } : 2	{ Красный } : 3	{ Зеленый } : 1	{ Красный } : 4
21	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{8}: 4 {4}: 3 {6}: 2 {2}: 1 {5}: 0 {3}: -1 {7}: -2 {1}: -3	-3	-3	-3	-3	4	4	4
22	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{4}: 4 {3}: 3 {6}: 2 {5}: 1 {2}: 0 {1}: -1 {7}: -2 {8}: -3	{ Черный } : -3	{ Серый } : -1	{ Серый } : -1	{ Синий } : 0	{ Желтый } : 1	{ Зеленый } : 3	{ Зеленый } : 4
23	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{4}: 4 {3}: 3 {5}: 2 {6}: 1 {2}: 0 {1}: -1 {8}: -2 {7}: -3	3	1	1	4	4	4	4
24	Щербина Виктория Сергеевна	19	Женский	{2}: 4 {4}: 3 {6}: 2 {3}: 1 {5}: 0 {8}: -1 {1}: -2 {7}: -3	{ Красный } : 3	{ Синий } : 4	{ Желтый } : 0	{ Синий } : 4	{ Фиолетовый } : 2	{ Зеленый } : 1	{ Красный } : 4
25	Щербина Виктория Сергеевна	19	Женский	{4}: 4 {8}: 3 {6}: 2 {2}: 1 {5}: 0 {3}: -1 {1}: -2 {7}: -3	0	1	3	4	4	4	4
26	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{2}: 4 {3}: 3 {6}: 2 {5}: 1 {4}: 0 {8}: -1 {7}: -2 {1}: -3	{ Красный } : 0	{ Синий } : 4	{ Желтый } : 1	{ Зеленый } : 3	{ Серый } : -3	{ Зеленый } : 3	{ Синий } : 4
27	Щербина Виктория Сергеевна	18	Женский	{2}: 4 {3}: 3 {6}: 2 {4}: 1 {1}: 0 {5}: -1 {8}: -2 {7}: -3	3	4	0	0	0	1	4
28	Щербина Виктория Сергеевна	17	Женский	{8}: 4 {2}: 3 {4}: 2 {6}: 1 {3}: 0 {5}: -1 {1}: -2 {7}: -3	{ Серый } : -2	{ Синий } : 3	{ Зеленый } : 0	{ Желтый } : -1	{ Фиолетовый } : 1	{ Синий } : 3	{ Красный } : 4
29	Щербина Виктория Сергеевна	17	Женский	{8}: 4 {2}: 3 {4}: 2 {6}: 1 {3}: 0 {1}: -1 {5}: -2 {7}: -3	3	2	1	-1	3	3	4

Рисунок 41. Фрагмент отчета по результатам тестирования

Так как респонденты отвечали на один и тот же вопрос как цветовым выбором, так и простой расстановкой балльных оценок, то нам представилось возможным сравнить эти результаты на их сходимость и достоверность. Обработка результатов, полученных двумя методами, показала их высокую сходимость ($r = 0,704$; $p < 0,001$).

На основе полученных ответов были рассчитаны коэффициенты цветоэмоциональной рефлексии. Причем они были рассчитаны отдельно для ответов, выраженных в цветовых предпочтениях и для ответов на основе стандартной системы балльных оценок. Таблица отчета представлена на рисунке 42.

	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как математика	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как физика	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как геометрия	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как концепция современного естествознания	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как философия	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как география	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как история	Выразите Ваше эмоциональное отношение к такой дисциплине как экономическая психология
Кэф1	-0,11	-0,03	0,13	0,22	0,12	0,45	0,38	0,75
Кэф2	-0,22	-0,05	0,07	0,28	0,18	0,52	0,34	0,81

Рисунок 42. Фрагмент отчета по результатам тестирования

На основании данного отчета можно сделать следующие выводы:

Респонденты относятся отрицательно к таким дисциплинам как математика и физика. Наиболее отрицательное отношение у них к математике. В целом это отношение не носит яркий эмоциональный окрас. Относительно максимальной отрицательной оценки (-1) это составляет всего 11%.

К таким дисциплинам как геометрия, концепции современного естествознания, философия, история, экономическая психология у студентов сформировано положительное эмоциональное отношение. Причем наименее ярко положительные эмоции выражены относительно геометрии (0,13), а наиболее положительные эмоции они относят к экономической психологии (0,75).

Полученные результаты в целом логичны и объясняются гуманитарным складом характера большинства студентов этих групп. Что не удивительно, т.к. они обучаются в настоящий момент на факультете экономики и управления.

Полученный коэффициент $K''_{цo}$ характеризует совокупное положительное эмоциональное отношение группы респондентов к преподаваемым дисциплинам. Приведены два варианта $K''_{цo}$: а) без учета цветовых оценок респондентов; б) с учетом цветовых оценок. Их сравнение показывает близость полученных результатов. Логично сделать вывод, что результаты, полученные с учетом цветовых предпочтений респондентов, более точно характеризуют совокупное эмоциональное отношение группы благодаря большей *индивидуализации* показателей респондентов.

Полученные результаты подтверждают возможность применения проективных методик, основанных на цветовых ассоциациях в рамках восьмицветового набора теста Люшера применительно к количественной оценке уровня отношения эксперта к различным эмоционально значимым объектам и событиям.

4.5. Выводы к четвертой главе

1. В рамках четвертой главы были рассмотрены основные области применения опросных исследований на основе цветовых предпочтений с применением разработанного программного комплекса «TestColor».
2. Реализованный функционал позволяет проводить массовые опросные исследования с применением цветовых оценок. Благодаря своей доступности и универсальности сфера применения программного комплекса «TestColor» крайне широка. Данное решение охватывает практически весь спектр исследований, где необходимо выяснить эмоциональное отношение респондентов к тому или иному вопросу, причем получаемая оценка выражается в понятном для человека количественном формате, но несет в себе и достоинства качественных методик.
3. Разработанный в рамках данного диссертационного исследования программный комплекс «TestColor» может применяться в качестве как самостоятельного инструмента, так и как составной модуль при организации и проведении экспертных опросов при решении различных социально-экономических задач.
4. Программный комплекс «TestColor» был применен для выполнения работ по эргономической проработке цеха тележек ЗАО «УК БМЗ». Он применялся для оценки экспертами травмоопасности объектов в цеху и выполняемых действий, так же с его помощью были определены цвета, которые у большинства респондентов характеризуются со степенью опасности.
5. Применение при комплектовании малых проектных групп цветовых оценок вместо традиционных балльных позволяет значительно снизить влияние внешних факторов на ответы экспертов, касаясь их отношений друг к другу. Программный комплекс «TestColor» выступал в качестве модуля для оценки экспертами отношения друг к другу в рамках системы комплектования малых проектных групп.
6. Основным направлением применения цветовых оценок в процессе управления социальными и экономическими системами является использование цвето-

вых оценок при определении отношения экспертов к объекту исследования. Это прежде всего различные маркетинговые исследования, HR-исследования, направленные на определение отношения сотрудников к руководству, компании, коллегам. Опросы в сфере образования для определения отношения учеников к преподавателям, изучаемым дисциплинам.

7. Полученные в рамках четвертой главы результаты подтверждают возможность применения проективных цветоассоциативных методик на основе восьмицветного набора теста Люшера, реализованных в программном комплексе «TestColor» для оценки отношения экспертов к разнообразным эмоционально значимым объектам и явлениям.

Заключение

В результате проведенных теоретических и практических исследований был разработан методический фундамент для проведения тестовых опросов на основе цветовых предпочтений, который был реализован в программном комплексе, что является достижением основной цели работы.

При выполнении работы были получены следующие основные выводы и результаты:

1. Разработана методика применения индивидуальных цветовых оценок при проведении опросных исследований для решения задач управления социально-экономическими системами. Показано, что применение цветовой шкалы оценок позволяет снизить влияние внешних артефактов на результаты исследований.
2. Разработана математическая модель и алгоритм автоматизированного построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений на основе метода Л. Терстоуна. Данная методика позволяет формировать индивидуальную шкалу цветовых предпочтений респондента посредством экспресс-теста. Полученная шкала в дальнейшем используется в качестве эталонной при обработке результатов исследования.
3. Разработана методика обработки опроса на основе цветовых предпочтений с целью выявления отношения респондентов к исследуемому объекту. В качестве количественного показателя использован коэффициент цветоэмоционального отношения, $K_{цo} \in [-1;1]$
4. Разработана математическая модель и алгоритм автоматизированного комплектования малых проектных групп с учетом межличностных и операциональных аспектов взаимодействия на основе цветовых предпочтений.
5. Разработан и зарегистрирован программный комплекс, автоматизирующий процесс подготовки и проведения опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений. Программный комплекс распространяется в формате веб-

сервиса (Software as a Service, SaaS). Программный комплекс задействован в образовательном процессе на кафедрах «Инженерная педагогика и психология» и «Экономика и менеджмент» БГТУ.

6. Выполнена экспериментальная апробация разработанных методик проведения и обработки опросов на основе индивидуальных цветовых предпочтений. Результаты проведенных опросов показали высокую сходимость с традиционными методиками ($r = 0,704$; $p < 0,001$). Что говорит о достоверности полученных результатов и возможности использования цветовых оценок в качестве альтернативы традиционным)
7. Выполнено прикладная апробация результатов исследования на промышленном предприятии. Проведена эргономическая проработка зон травмоопасности цеха тележек на ЗАО «УК БМЗ» с использованием цветовых предпочтений, что подтверждено актом о внедрении.

Результаты исследований, проводимых в рамках текущей диссертационной работы опубликованы в ряде изданий. Основные научные и практические результаты работы докладывались и обсуждались на международных научных конференциях.

Список литературы

1. Аверченков, В. И. Математическое моделирование процесса тестирования с использованием шкалы цветовых предпочтений / В. И. Аверченков, С. В. Кондратенко, В. В. Спасенников // Информационные системы и технологии. – 2016. – № 2 (94). – С. 5-13.
2. Аверченков, В. И. Мониторинг и прогнозирование региональной потребности в специалистах высшей научной квалификации / В. И. Аверченков, В. М. Кожухар, А. Г. Подвесовский, А. С. Сазонова // Монография. Брянский государственный технический университет. – Брянск. – 2010. – 163 с.
3. Аминев, Г. А. Инструкция по интерпретации восьмицветового теста на основе математической обработки // Математические методы инженерной психологии. – Уфа. – 1982. – С. 19-24.
4. Арестова, А. А. Цвет в науке, культуре и языке / А. А. Арестова, Е. В. Рябцева // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2006. – Т. 12. № 2. – С. 582-594.
5. Атлас стандартных образцов цвета АЦ-1000 (образцовая мера). – Л.: ВНИИ Метрологии им. Д.И. Менделеева. – 1982.
6. Аюрзанаев, О. И. Типы личности и их цветовые предпочтения / О. И. Аюрзанаев, Т. И. Сыренова // Менеджмент и кадры: психология управления, соционика и социология. – 2012. – № 11. – С. 56-60.
7. Багрецов, С. А. Социально-психологические аспекты и методы комплектования учебных групп вуза / С. А. Багрецов, К. М. Оганян, М. П. Филяев // Вестник Балтийской педагогической академии. – 2003. – Вып. 50. – С. 146-153.
8. Бажин, Е. Ф. Цветовой тест отношений: Метод, рекомендация / Е. Ф. Бажин, А. М. Эткинд. – Л. – 1985. – 19 с.
9. Базыма, Б. А. Порядковые отношения цветов и цветовые предпочтения // Вестник Харьковского университета, серия «Психология». – 2002. – № 550. – С. 13-15.

10. Бакеева, Д. А. Современная рекламная коммуникация и теория цвета: точки соприкосновения // Наука и современность. – 2010. – № 6-1. – С. 94-98.
11. Богуславец, Ю. С. Исследование влияния цвета на покупательскую способность товаров / Ю.С. Богуславец, И. Б. Чеботарьова // Вестник Харьковской государственной академии дизайна и искусств. – 2014. – № 4-5. – С. 4-12.
12. Бугаев, Ю. В. Обработка результатов групповой экспертизы в методе экстраполяции экспертных оценок / Ю. В. Бугаев, Б. Е. Никитин, М. С. Миронова, А. С. Чайковский // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2010. – № 2. – С. 73-75.
13. Бурков, В.Н. Как управлять проектами: Научно-практическое издание. / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. — М.: СИНТЕГ — ГЕО, 1997. — 188 с.
14. Войскунский, А. Е. Качественный анализ данных / А. Е. Войскунский, С. В. Скрипкин // Вестник московского университета. – 2001. – Сер. 14. Психология. – № 2 – С. 93-109.
15. Воробкалов, П. Н. Оценка качества электронных обучающих систем / П. Н. Воробкалов, В. А. Камаев // Управление большими системами: сборник трудов. – 2009. – № 24. – С. 99-111.
16. Гавриленко, О. Н. Параметры тревожности и цветопредпочтение. Проблема цвета в психологии / Отв. ред. А. А. Митькин, Н. Н. Корж. – М: Наука. – 1993. – С. 144-150.
17. Гапоненко, А. В. Методика обработки результатов тестирования с использованием методов экспертных оценок объектов нечисловой природы / А. В. Гапоненко, В. А. Гапоненко // Человеческий капитал. – 2011. – № 12 (36). – С. 110-115.
18. Герасимов, Б. М. Имитационная модель для оценки комплексного влияния инженерно-психологических факторов на эффективность эргатической системы / Б. М. Герасимов, Г. В. Ложкин, С. В. Скрыль, В. В. Спасенников // Кибернетика и вычислительная техника. – 1984. – № 61. – С. 88-93.

19. Герасимов, Б. М. Устройство для оценки профессиональной пригодности операторов автоматизированных систем управления / Б. М. Герасимов, Г. В. Ложкин, В. В. Спасенников, В. Н. Немтинов // Патент на изобретение RUS 1068975 29.10.1982.
20. ГОСТ Р 7.0.11–2011. Диссертация и автореферат диссертации. – Введ. 2012-09-01. – М.: Стандартиформ. – 2012.
21. Губанов, Д. А. Сетевая экспертиза / Д. А. Губанов, Н. А. Коргин, Д. А. Новиков, А. Н. Райков. – М.: Эгвес. – 2010. – 168 с.
22. Гусев, А. Н. Измерение в психологии. Общий психологический практикум / А. Н. Гусев, Ч. А. Измайлов, М. Б. Михалевская. – М: Смысл. – 1997. – 229 с.
23. Домрачев, В. Г. Формализация и обработка экспертных оценок качества образовательных информационных ресурсов. Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий / В. Г. Домрачев, Е. Г. Комаров, О. М. Полещук. – 2007. – № 1. – С. 317-319.
24. Дружилов, С. А. Индивидуальный ресурс человека как условие становления профессионализма: монография. – Воронеж: Научная книга. – 2010. – 260 с.
25. Дружилов, С. А. Методика расчета и применения весовых коэффициентов цветового теста отношений // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 2. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/02/31710>. Дата обращения: 09.03.2015.
26. Дюк, В. А. Компьютерная психодиагностика. – СПб.: Братство. – 1994. – 269 с.
27. Евенко, В. В. Многокритериальная модель оценки интеллектуального капитала будущих специалистов для промышленных предприятий / В. В. Евенко, А. Г. Подвесовский, Н. М. Белеванцева, В. В. Спасенников // Социология образования. – 2013. – № 1. – С. 036-043.
28. Егоров, А. В. Экспертные оценки качества автоматизированных систем обработки информации и управления / А. В. Егоров, А. С. Грищенко, Д. В. Лаушкин. // Наука и Мир. – 2016. – Т. 1. № 1 (29). – С. 51-53.
29. Ермолова, Т. К. Исследование градаций цвета в визуализации распределения

- числовых данных / Т. К. Ермолова, Ю. С. Ваганова, В. В. Лаптев // Графический дизайн: история и тенденции современного развития: материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 122-129.
30. Задорожнюк, И. Е. Пути оптимизации образовательных процессов: потенциал экономической психологии / И.Е. Задорожнюк, В.В. Спасенников // Социология образования. – 2012. – № 12. – С. 15-53.
31. Зараковский, Г.М. Экономическая эффективность эргономических исследований процессов оценки конкурентоспособной продукции предприятий / под ред. Г.В. Ложкина, В.В. Спасенникова // Экономико-психологические проблемы маркетинговых исследований, рекламы и PR. – Брянск: Ладомир. – 2007. – С. 309-314.
32. Землянская, А.Т. Демоскопическое интервью как эксперимент по выявлению реакций на цветовые предпочтения. – Двигатель. – 2011. – № 5. – С. 42-43.
33. Иванов, Л. Ж. Экспериментальное исследование цветовых ассоциаций / Л. Ж. Иванов, Л. П. Урванцев // Психологические проблемы рационализации деятельности. – Вып. 2. – Ярославль: ЯГУ. – 1978. – С. 55-64.
34. Измайлов, Ч. А. Семантическое пространство искусственных цветовых названий / Ч. А. Измайлов, Е. И. Соколов, Л. П. Сукретная, Л. М. Шехтер // Вестник МГУ. – Сер. 14. – Психология. – 1992. – № 1. – С. 3-14.
35. Измайлов, Ч. А. Психофизиология цветового зрения. / Ч.А. Измайлов, Е.Н. Соколов, А. М. Черноризов. – М.: МГУ. – 1989. – 206 с.
36. Камаев, В. А. Информационная система анкетирования «Апофаси» / В. А. Камаев, А. В. Меликов. // Программные продукты и системы. – 2014. – № 4. – С. 222-228.
37. Караваев, А. П. Модели и методы управления составом активных систем. – М.: ИПУ РАН. – 2003. – 151 с.
38. Кожановская, Т. В. Анализ цветопредпочтений и факторов социальной желательности в процессе формирования маркетинговой коммуникации образовательного учреждения / Т. В. Кожановская, С. В. Кондратенко, В. В. Спасенников // Экономическая психология: современные проблемы и перспективы развития

Пятнадцатая международная научно-практическая юбилейная конференция: материалы конференции под научной редакцией А.Е. Карлика, Э.Х. Локшиной. – 2015. – С. 144-155.

39. Кондратенко, С. В. Применение методов цветоаналитических оценок в информационных системах с целью диагностики отношения к предметам / С. В. Кондратенко // Инновации в профессиональном образовании и научных исследованиях ВУЗа: материалы международной научно-практической конференции. – Брянск. – 2014. – С. 176-179.

40. Кондратенко, С. В. Структура системы диагностики индивидуальных цвето-предпочтений для оценки отношений респондентов к визуальным объектам / С. В. Кондратенко // Психология труда, инженерная психология и эргономика - 2014 (Эрго 2014) под редакцией А. Н. Анохина, П. И. Падерно, С. Ф. Сергеева: труды международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 60-63.

41. Кондратенко, С. В. Институциональный маркетинг как инновационное направление экономико-психологических исследований / С. В. Кондратенко, В. В. Спасенников // Актуальные проблемы социально-гуманитарных исследований в экономике и управлении под ред. Е.И. Сорокиной, Е.А. Дергачевой: материалы I научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава факультета экономик управления, посвященной 85-летию БГТУ (25 ноября 2014, Брянск). – Брянск. – 2014. – С. 104-113.

42. Кондратенко, С. В. Методы анализа и моделирования деятельности операторов в процессе эргономического обеспечения разработки и эксплуатации человеко-машинных комплексов / С. В. Кондратенко, В. В. Спасенников // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2015. – № 1 (45). – С. 87-94.

43. Кондратенко, С. В. Формирование маркетинговой коммуникации образовательного учреждения с использованием проективных методик. // IV международная научно-практическая конференция «Информационные технологии в образовании и науке» (ИТОН – 2015). – Казань. – 2015. – С. 39-45.

44. Кондратенко, С. В. Методы анализа и моделирования деятельности операторов в процессе эргономического обеспечения разработки систем, изделий и технологий / С. В. Кондратенко, В. В. Спасенников // Научно-практический журнал вестник славянских ВУЗов. – 2015. – № 4. – С. 146-152.
45. Кондратенко, С. В. Математическая модель построения шкалы цветовых предпочтений респондентов и ее применение в опросных методиках // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2016. – № 1 (33). – С. 103-114.
46. Кондратенко, С. В. Экономико-психологические особенности измерения уровня интеллектуального капитала конкурирующих предприятий / С. В. Кондратенко, В. В. Спасенников // Экономическая психология: прошлое, настоящее, будущее. – 2016. – № 3-1. – С. 250-257.
47. Кондратенко, С. В. Шрифт, форма и цвет как основные эргономические факторы в проектировании логотипов компаний / С. В. Кондратенко // Закономерности взаимодействия технических устройств и человека в технических и антропогенно-измененных системах: материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 110-115.
48. Кондратенко, С. В. Проведение маркетинговых исследований с использованием индивидуальных цветовых предпочтений респондентов на примере вуза // Международная научно-практическая конференция «Роль интеграции науки, инновации и технологии в экономическом развитии стран». – Душанбе, Таджикистан. – 2016. – С. 241-248.
49. Кондратенко, С. В. Алгоритмические основы оценки деятельности операторов / С. В. Кондратенко, А. А. Кузьменко, В. В. Спасенников // Информационные технологии в эргономике и дизайне: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 27-41.
50. Кондратенко, С. В. Методология оценки деятельности операторов в человеко-машинных системах / С. В. Кондратенко, А. А. Кузьменко, В. В. Спасенников //

Вестник Брянского государственного технического университета. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 261-270.

51. Кочукова, Е. В. Автоматизация обработки информации интернет-системы экспертных оценок / Е. В. Кочукова, Ю. Б. Рафтопуло // Библиотека по естественным наукам РАН. Итоги и перспективы: сборник статей. – Москва. – 2008. – С. 129-136.

52. Кубланов, М. С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов. Часть II. Издание четвертое: учеб. пособие. – М.: МГТУ ГА. – 2013. – 124 с.

53. Купер, М. Язык цвета / М. Купер, А. Мэтьюз. – М.: ЭКСМО-Пресс. – 2001. – 144 с.

54. Курицына, В. В. Автоматизированная система обработки экспертных оценок при принятии технологических решений. Электротехнические и информационные комплексы и системы / В. В. Курицына, Д. Е. Косов, Д. Н. Курицын. – 2012. – Т. 8. – № 4. – С. 44-55.

55. Кэмпбелл, Д. Качественное знание в исследованиях действия // Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях. – М.: Прогресс. – 1980. – 324 с.

56. Лутошкин, А. Н. «Цветопись» как прием эмпирического изучения психологического климата коллектива // Социально-психологический климат коллектива: Теория и методы изучения. – М. – 1979. – С. 162-175.

57. Люшер, М. Сигналы личности. – Воронеж. – 1993. – 160 с.

58. Люшер, М. Цветовой тест Люшера / М. Люшер. — М.: АСТ. – 2005. – 192 с.

59. Макаров, А. А. Анализ данных на компьютере / А. А. Макаров, Я. Ю. Тюрин. – М.: Финансы и статистика. – 1995. – 384 с.

60. Мирошник, А. Р. Использование метода цветowych метафор при разработке конкурентоспособной рекламной коммуникации вуза / А. Р. Мирошник, Ю. А. Шевченко // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 2 (21). – С. 60.

61. Мирошников, В. В. Методы принятия решений в области стандартизации и управления качеством: монография / В. В. Мирошников, Н. М. Борбаць под ред. О.А. Горленко. – Брянск: БГТУ. – 2015. – 167 с.
62. Мирошников, В.В. Математическое моделирование менеджмента качества // Справочник. Инженерный журнал. – 2002. – № 6. – С. 34-37.
63. Мишин, С. П. Оптимальные иерархии управления в социально-экономических системах. – М.: ПМСОФТ. – 2004. – 207 с.
64. Новиков, Д.А. Структура теории управления социально-экономическими системами // Управление большими системами. – М.– 2009. – Вып. 24. – С. 216–257.
65. Новиков, Д. А. Теория управления организационными системами. – Изд. 3-е, испр. и дополн. – М.: Издательство физико-математической литературы. – 2012. – 604 с.
66. Новиков, Д. А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. – М.: Фонд «Проблемы управления». – 1999. – 150 с.
67. Новиков, Д. А. Стимулирование в организационных системах. – М.: Синтег. – 2003. – 312 с.
68. Новиков, Д. А. Институциональное управление организационными системами. – М.: ИПУ РА. – 2003. – 68 с.
69. Новиков, Д. А. Прикладные модели информационного управления / Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили. – М.: ИПУ РАН. – 2004. – 130 с.
70. Ньюман, Л. Неопросные методы исследования // Социологические исследования. – 1998. – №6.
71. Ольшанникова, А. Е. Оценка методик, диагностирующих эмоциональность (опыт использования статистических закономерностей распределения показателей / А. Е. Ольшанникова, В. В. Семенов, Л. М. Смирнов // Вопросы психологии. – 1976. – № 5. – С. 103-113.
72. Орлов, А. И. Организационно-экономическое моделирование: учебник. В 3 ч. Ч. 2. Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2011. – 486 с.

73. Осгуд, Ч. Приложение методики "СД" к исследованиям по эстетике и смежным проблемам / Ч. Осгуд, Дж. Суси, П. Таннебаум // Семиотика и искусствоведение. – М. – 1972. – С. 278-298.
74. Парачев, А. М. Цветоассоциативное измерение эмоциональных значений // VIII Всесоюзный симпозиум по психолингвистике и теории коммуникации. Тезисы докладов. – М.: Институт лингвистики АН СССР. – 1985. – С. 154-155.
75. Постников, В. М. Подход к увеличению уровня согласованности мнений экспертов при выборе варианта развития системы обработки информации / В. М. Постников, С. Б. Спиридонов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2013. – № 6 – С. 333-350.
76. Психологические тесты онлайн. – URL: <http://psytest.info/taxonomy/term/16/all>. Дата обращения 05.03.2017.
77. Румянцева, А. Н. Экспериментальная проверка методики исследования индивидуального предпочтения цвета // Вестник МГУ. – М. – 1986. – Серия 14. "Психология". – № 1. – С. 67-69.
78. Сафуанова, О. В. Формы репрезентации цвета в субъективном опыте: дис. канд. психол. наук: 19.00.01 / Сафуанова Ольга Владимировна. – М. – 1994. – 146 с.
79. Система поддержки принятий решений. – URL: http://trinidata.ru/decision_making_support.htm. Дата обращения 05.03.2017.
80. Собчик, Л. Н. Метод цветowych выборов: Модификация восьмицветового теста Люшера: практическое руководство. – СПб.: Речь. – 2006. – 128 с.
81. Соколов, Е. Н. Цветовое зрение / Е. Н. Соколов, Ч. А. Измайлов. – М.: МГУ. – 1989. – 175 с.
82. Соколова, Е. Т. Проективные методы исследования личности. – М.: МГУ. – 1987. – 107 с.
83. Соломин, И. Л. Современные методы психологической экспресс-диагностики и профессионального консультирования / И. Л. Соломин. – СПб.: Речь. – 2006. – 280 с.

84. Соломин, И. Л. О «цветовых метафорах», и не только о них // Психологическая газета. – 2001. – № 2. – С. 16-19.
85. Соломин, И. Л. Программы и тесты. – URL: <http://solomin.url.ph/tests.html>. Дата обращения 05.03.2017.
86. Спасенников, В. В. Междисциплинарные связи инженерной педагогики и инновационного менеджмента в развитии технического мышления студентов / В. В. Спасенников, Д. В. Якименко // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. – 2013. – Т. 19. – № 1. – С. 195-202.
87. Спасенников, В. В. Концептуальный подход к процессу обоснования структуры института экономической психологии и эргономики в техническом вузе // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. – 2013. – № 3 – С. 87-93.
88. Спасенников, В. В. Принципы и методика планирования эксперимента для оценки эффективности операторской деятельности // Избранные психологические труды: психология труда, экономическая психология, эргономика: авторский сборник. – Москва. – 2007. – С. 26-37.
89. Спасенников, В. В. Экономико-психологические проблемы создания и внедрения изобретений // Избранные психологические труды: психология труда, экономическая психология, эргономика: авторский сборник. – Москва. – 2007. – С. 38-47.
90. Спасенников, В. В. Методы педагогической психологии и эргономики в компьютерной дидактике и контроле знаний студентов / В. В. Спасенников // Закономерности взаимодействия технических устройств и человека в технических и антропогенно-измененных системах: материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 65-86.
91. Спасенников, В. В. Устройство для оценки психологической совместимости испытуемых / В. В. Спасенников, С. И. Торбин, С. Н. Федотов, Ю. И. Смирнов // Патент на изобретение RUS 1809455 07.09.1990.

92. Спасенников, В. В. Экономико-психологические принципы и методы маркетинговых исследований / В.В. Спасенников, Д.В. Ерохин // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2013. – № 1 (37). – С. 102-110.
93. Терстуон, Л. Л. Психофизический анализ / под ред. А. Г. Асмолова, М. Б. Михалевской // Проблемы и методы психофизики. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1974.
94. Тимофеев, В. И. Краткое руководство практическому психологу по использованию цветового теста М. Люшера / В. И. Тимофеев, Ю. И. Филимоненко. – Изд. 3-е, исправленное. – СПб.: Иматон, – 1995. – 29 с.
95. Тимофеев, В. И. К вопросу о валидности цветовой методики М. Люшера / В. И. Тимофеев, Ю. И. Филимоненко // Психологические проблемы индивидуальности. Вып. 3: Научные сообщения к семинару-совещанию молодых ученых. – М.: ЛГУ. – 1985. – С. 67-71.
96. Ткач, В. П. Цветовой тест отношений: возможности применения в социологии // Вестник РУДН, серия «Социология». – 2009. – № 3. – С. 26-34.
97. Урванцев, Л. П. Психология восприятия цвета. Методическое пособие. – Ярославль. – 1981. – 65 с.
98. Федотов, С. Н. Микропроцессорный комплекс для профессионального отбора операторов / С. Н. Федотов, В. В. Спасенников // Автоматизация эргономических исследований и разработок. – 1991. – С. 54-59.
99. Фирсова, В. А. "Все живое стремится к цвету". Использование методов цветовой диагностики // Открытый урок: сетевой журн. – 2012. – URL: <http://festival.1september.ru/articles/605232/>. Дата обращения 05.03.2017.
100. Фрилинг, Г. Человек – цвет – пространство / Г. Фрилинг, К. Ауэр. – М.: Стройиздат. – 1973. – 120 с.
101. Фрумкина, Р. М. Цвет, смысл, сходство. Аспекты психолингвистического анализа. – М.: Наука. – 1984. – 175 с.
102. Череватый, Р. С. Анализ предпочтительности цветовой модели в информационно - измерительном комплексе // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2011. – № 6. – С. 405-412.

103. Чечина, О. Н. Визуализация предметности, ожидания и контакта в свете физической теории цвета // Креативная экономика и социальные инновации. – 2015. – Т. 5. № 3 (12). – С. 154-183.
104. Шашкин, А. В. Онлайн исследования в России 2.0 / под ред. А. В. Шашкина, И. Ф. Девятко, С. Г. Давыдова. – М: РИЦ «Северо-Восток» – 2010. – 336 с.
105. Шварц, Л. А. Изменение цветоощущения в эмоциональных состояниях // Проблемы физиологической оптики. – 1946. – № 6. – С. 314-320.
106. Эткин, А. Цветовой тест отношений / под ред. А. А. Бодалева, В. В. Сталина // Общая психодиагностика: основы психодиагностики, немедицинской психотерапии и психологического консультирования. – М.: МГУ. – 1987. – С. 221-227.
107. Ядов, В. А. Стратегия и методы качественного анализа данных. // Социология: методология, методы, математические модели. – 1991. – № 1.
108. Яньшин, Я. В. Эмоциональный цвет. Эмоциональный компонент в психологической структуре цвета. – Самара: СамГПУ. – 1996. – 218 с.
109. Яньшин, Я. В. Цвето-социометрический тест как инструмент комплексного анализа эмоционального климата группы / Я. В. Яньшин // Психологическая наука: традиции, современное состояние и перспективы: материалы научной конференции института психологии (28-30 января 1997, Москва). – ИП А РАН. М. – 1997. – С. 45.
110. Яньшин, П. В. Психосемантика цвета. – СПб.: Речь. – 2006. – 368 с.
111. Яньшин, П. В. Связь предпочтения цвета с Я-концепцией / П. В. Яньшин, К. В. Андреева // Прикладная психология. – 1999. – № 6. – С. 45-57.
112. Arno, Scharl. Environmental Online Communication // Springer Science & Business Media. – 2013. – 298 p.
113. Averchenkov, V. I. Formation of the color palette for content based image retrieval automated systems / V. I. Averchenkov, V. K. Gulakov, V. V. Mirochnikov, I. A. Potapov, V. V. Spasennikov, A. O. Trubakov // World applied sciences journal. – 2013. – Т. 24. № 24. – С. 1-6.

114. Averchenkov, V. I. Kondratenko S V, Potapov L A, Spasennikov V V. A Mathematical Model of the Color Preference Scale Construction in Quality Management at the Machine-Building Enterprise / V. I. Averchenkov, S. V. Kondratenko, L. A. Potapov, V. V. Spasennikov / Published under license by IOP Publishing Ltd // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – Volume 803, Number 1. – URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/803/1/012010>.
115. Beke, L. Color preference of aged observers compared to young observers / L. Beke, G. Kutas, P. Bodrogi, Y. Kwak, G. Y. Sung, D. S. Park // Color Research and Application. – 2008. – T. 33. № 5. – P. 381-394.
116. Berners-Lee, T. The Semantic Web / T. Berners-Lee, J. Hendler, O. Lassila // Scientific American Magazine. – 2001. – Vol. 284. No. 5.
117. Bunham, R. W. Color: A guide to basic facts and concepts / R. W. Bunham, R. M. Hanes, C. J. Bartleson. – N. Y. – 1963. – 249 p.
118. Callegaro, K. C. Computing Metrics for Online Panels / K. C. Callegaro, C. DiSorga // Public Opinion Quarterly. – 2008. – Vol. 72. No. 5. – P. 1008-1032.
119. Chambah, M. Toward an automatic subjective image quality assessment system / M. Chambah, S. Ouni, M. Herbin, E. Zagrouba // Image Quality and System Performance VI 2009. C. 72420E-12.
120. Chang, Maiga. Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development / Maiga Chang, Rita Kuo, Kinshuk, Chen Gwo-Dong, Hirose Michitaka // 4th International Conference on E-learning, Edutainment 2009 (Banff, Canada, August 9-11, 2009). – Proceedings. – 579 p.
121. Consumer Color Preferences. – URL: <https://www.colorcom.com/research/consumer-color-preferences>. Дата обращения 05.03.2017.
122. Color Psychology in Web Design and Online Marketing. – URL: <http://jemully.com/color-psychology>. Дата обращения 05.03.2017.
123. Color Theory. – URL: <https://designschool.canva.com/color-theory>. Дата обращения 05.03.2017.

124. Dennis, J. Effects of Panel Attrition on Survey Estimates / J. Dennis, R. Li // Paper Presented at the Annual Conference of the American Association for Public Opinion Research. Nashville. – 2003. – P. 1-17.
125. Dillman, D. Response Rate and Measurement Differences in Mixed-mode Surveys Using Mail, Telephone, Interactive Voice Response (IVR) and the Internet / D. Dillman, G. Phelps, R. Tartar, K. Swift, J. Kohrell, J. Berck, B. Messer // Social Science Research. – 2009. – Vol. 38. No. 1. – P. 1-18.
126. Douglas, R. Fields. Why We Prefer Certain Colors. Colors influence object preference in many situations. – URL: <https://www.psychologytoday.com/blog/the-new-brain/201104/why-we-prefer-certain-colors>. Дата обращения 05.03.2017.
127. Eysenck, H. J. A Critical and Experimental Study of Colour Preferences // The American Journal of Psychology. – 1941. – Vol. 54, No. 3. – P. 385-394
128. Guilford, J. P. Psychometric Methods // N. Y., Toronto, London: Mc-Grow-Hill. – 1954.
129. Guilford, J. P. A System of Color-Preferences / J. P. Guilford, Patricia C. Smith // The American Journal of Psychology. – 1959. – Vol. 72, No. 4. – P. 487-502.
130. Jackson, M. O. Social and Economic Networks. – Princeton: Princeton University Press. – 2008. – 648 p.
131. Jong, H. K. Knowledge base verification of npp expert systems based on hierarchical enhanced colored petri net (hecpn) / H. K. Jong, H. S. Poong // Annals of Nuclear Energy. – 1999. – T. 26. № 11. – P. 1003-1019.
132. Krippendorff, K. Content analysis: An introduction to its methodology // Sage. – 1980.
133. Koh, C. C. Color preference, color naturalness, and annoyance of compressed and color scaled digital videos / C. C. Koh, S. K. Mitra, J. M. Foley // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. – 2007. – T. 6492.
134. Khoo, Ch. S. G. E-referencer: a prototype expert system web interface to online catalogs / Ch. S. G. Khoo, D. C. C. Poo, T. K. Toh, S. K. Liew, A. N. M. Goh // Lecture Notes in Computer Science. – 1998. – T. 1513. – P. 0315.

135. Kondratenko, S. V. Application of methods of color estimates in information systems for purpose of diagnostics of the attitude to objects / S. V. Kondratenko, V. I. Averchenkov, V. V. Spasennikov // *Fundamental science and technology-promising*. – 2016. – P. 61-63.
136. Lincoln, Y. Emerging Criteria For Qualitative And Interpretive Research // *Qualitative Inquiry*. – 1995. – V.1 № 3.
137. Luscher, M. The Luscher Color Test / M. Luscher, I. Scott // *Pocket Books*. – New York. – 1971.
138. Manav, B. Color-emotion associations and color preferences: a case study for residences // *Color Research and Application*. – 2007. – T. 32. № 2. – P. 144-150.
139. Myers, M. Qualitative Research in Information Systems // *MISQ Discovery*. – 1998 (<http://www.qual.auckland.ac.nz/>).
140. Nelson, G. G. Color preference and stimulation seeking / G. G. Nelson, M. T. Pel-ech, S. F. Foster // *Pers. & Motor Skills*. – 1984. – V. 59/39. – P. 913-914.
141. Nitzan, S. *Collective Preference and Choice* // Cambridge: Cambridge University Press. – 2010. – 274 p.
142. Palchikova, I. G. Calibration of measuring systems for the expert evaluation of color characteristics / I. G. Palchikova, E. S. Smirnov, A. F. Aleinikov, Y. V. Chugui // *12th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTH2015)*. – 2015. – P. 98.
143. Psychometric Expert. – URL: <http://www.psychometrica.ru/index.php/mod-additional/mod-colorassociation>. Дата обращения 05.03.2017.
144. Schloss, Karen B. Object color preferences / Karen B. Schloss, Eli D. Strauss, Stephen E. Palmer // *Color Research & Application* Version of Record online: 18 JUL 2012 | DOI: 10.1002/col.21756. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/col.21756/abstract>. Дата обращения 05.03.2017.
145. SurveyMonkey. Online survey service. – URL: <https://ru.surveymonkey.com>. Дата обращения 05.03.2017.

146. The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance (ed. by K. Ericsson). – Cambridge: Cambridge University Press. – 2006. – 918 p.
147. Torgerson, N.S. Theory and Method of scaling // N. Y.: John Wiley and Sons. – 1958.
148. The Color-Preference Personality Test. – URL: <http://www.viewzone.com/luscher.html>. Дата обращения 05.03.2017.
149. Ullmann, J. F. P. Tank color increases growth, and alters color preference and spectral sensitivity, in barramundi (*Lates calcarifer*) / J. F. P. Ullmann, T. Gallagher, N. S. Hart, S. P. Collin, S. E. Temple, A. C. Barnes, R. P. Smullen // *Aquaculture*. – 2011. – T. 322-323. – P. 235-240.
150. Voropayev, Y. Colour indexation of value orientations of the personality: results of experimental investigation // *Bulletin of the Odessa National University. Psychology*. – 2015. – Vol. 20. № 2-2 (36). – P. 27-34.
151. Wejnert, C. Web-based Network Sampling: Efficiency' and Efficacy of Respondent-driven Sampling for Online Research / C. Wejnert, D. Heckathorn // *Sociological Methods Research*. – 2008. – Vol. 37. – P. 105-134.

Приложение А. Акты внедрения результатов диссертационной работы



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ
«БРЯНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»
Россия, 241015, г. Брянск, ул. Ульянова, д. 26
Тел.: (4832) 68-79-28, факс: (4832) 68-79-62, http://www.ukbmz.ru, e-mail: odo@ukbmz.ru

Дата 29.03.2014 Иск. N 038/146
На N _____ от _____

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Кондратенко Сергея Викторовича

Комиссия в составе Зарубина И.Е., Борисова П.И., Кузина А.А. настоящим актом подтверждает, что результаты диссертационной работы Кондратенко Сергея Викторовича по теме «Модели и методы анализа цветовых предпочтений в системах поддержки принятия управленческих решений» были использованы в АО «Управляющая компания Брянский машиностроительный завод» в части основ использования цветовых ассоциаций при размещении травмоопасных комплексов в машиностроении.

1. Результаты диссертационного исследования используются в системе эргономического обеспечения, разработки и эксплуатации рабочих мест операторов с повышенной травмоопасностью.

2. На основе проведенных исследований разработана программа повышения квалификации инженерно-технических работников и службы охраны труда и проведены занятия по эргономике промышленных предприятий в объеме 72 часа.

Председатель комиссии:

Заместитель директора по эксплуатации
по охране труда АО«УК«БМЗ»

 Зарубин И.Е.

Члены комиссии:

Начальник КС АО«УК«БМЗ»

 Борисов П.И.

Начальник СОТП АО«УК«БМЗ»

 Кузин А.А.



Система менеджмента
сертифицирована на соответствие
требованиям IRIS, ISO 9001:2008,
ГОСТ ISO 9001-2011,
ГОСТ Р 56404-2015





МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
 Федеральное государственное
 бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Брянский государственный
 технический университет»
 (БГТУ)
 Бульвар 50 лет Октября, 7, Брянск, 241035
 Тел./факс: (4832) 56-09-05 / 56-29-39
 E-mail: rector@tu-bryansk.ru

УТВЕРЖДАЮ
 Ректор ФГБОУ ВО БГТУ



Д.т.н., профессор

О.Н. Федонин
 2017 г.

03.04.17 № 60
 На № _____ от _____

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Кондратенко Сергея Викторовича

Комиссия в составе Ерохина Д.В., Спасенникова В.В., Гарбузовой Г.В. настоящим актом подтверждает, что результаты диссертационной работы Кондратенко Сергея Викторовича по теме «Модели и методы анализа цветовых предпочтений в системах поддержки принятия управленческих решений» были внедрены в учебный процесс по кафедрам «Экономика и менеджмент» и «Инженерная педагогика и психология» в части **особенностей учета человеческого фактора при анализе цветовых предпочтений и применении программного комплекса «TestColor» при проведении и обработке экспертных опросов.**

1. Результаты диссертационного исследования используются в УМКД «Цветоведение и колористика» для студентов направления «Профессиональное обучение» (профиль графический дизайн) кафедры «Инженерная педагогика и психология».
2. Программный комплекс «TestColor» внедрен в фонд оценочных средств дисциплины «Управление интеллектуальной собственностью» для магистров по направлению «Инновационный менеджмент» кафедры «Экономика и менеджмент».

Председатель комиссии:

Заведующий кафедрой «ЭиМ»,
 кандидат экономических наук, профессор  Ерохин Д.В.

Члены комиссии:

Заведующий кафедрой «ИПиП»,
 доктор психологических наук, профессор  Спасенников В.В.
 кандидат технических наук, доцент  Гарбузова Г.В.

Приложение Б. Дипломы и сертификаты



ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
малых форм предприятий в научно-технической сфере

ДИПЛОМ

Победитель программы “Участник молодежного
научно-инновационного конкурса” (“УМНИК”)

Кондратьенко

Сергей

Викторович

Председатель
Наблюдательного совета

Генеральный директор
Фонда содействия развитию
малых форм предприятий
в научно-технической сфере



И.М. Бортиш

С.Г. Поляков



Администрация Курской области
Комитет по делам молодёжи и туризму Курской области
Совет молодых ученых и специалистов Курской области



СЕРТИФИКАТ

ВЫДАН

*Кондратенко
Сергею Викторовичу*

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Участнику выставки-презентации
инновационных разработок молодых ученых
Центрального федерального округа и
диалога с экспертами
«Корпорации и молодые инноваторы -
пути сотрудничества» в рамках
IV Среднерусского экономического форума

Председатель комитета
по делам молодёжи и туризму
Курской области



Чертова А. А.

Курск

Приложение В. Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2016619663

**Система определения отношения респондентов к
исследуемым вопросам «TestColor»**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «БГТУ»)* (RU)

Авторы: *Кондратенко Сергей Викторович (RU), Аверченков Владимир Иванович (RU), Спасенников Валерий Валентинович (RU)*

Заявка № **2016614985**
Дата поступления **17 мая 2016 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **25 августа 2016 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 **Г.П. Ильев**



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2016619661

"Программный модуль для построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений респондента"

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «БГТУ») (RU)*

Авторы: *Кондратенко Сергей Викторович (RU), Аверченков Владимир Иванович (RU), Спасенников Валерий Валентинович (RU)*

Заявка № **2016614983**

Дата поступления **17 мая 2016 г.**

Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **25 августа 2016 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев



Приложение Г. Фрагменты исходного кода

1. Процедура построения индивидуальной шкалы цветовых предпочтений

```

<?
include ("block/bd.php");
/*Соединяемся с базой*/

if (isset($_POST['idQ']))
{ $idQ = $_POST['idQ'];}

if (isset($_POST['idQT']))
{ $idQT = $_POST['idQT'];}

if (isset($_POST['color1']))
{ $color1 = $_POST['color1'];}
if (isset($_POST['color2']))
{ $color2 = $_POST['color2'];}

if (isset($_POST['send1']))
{ $send1 = $_POST['send1'];}
if (isset($_POST['send2']))
{ $send2 = $_POST['send2'];}

if (isset($_POST['idP']))
{ $idP = $_POST['idP'];}
if ($idP=='')
unset($idP);

if (isset($_POST['nom']))
{ $nom = $_POST['nom'];}
if ($nom=='')
unset($nom);
else
{
for ($i = 1; $i<=$nom; $i++)
    $p[$i] = $_POST['p_.$i'];
}

if ($idQ=='')
unset($idQ);

if ($color1=='')
unset($color1);
if ($send1=='')
unset($send1);
if ($color2=='')
unset($color2);
if ($send2=='')
unset($send2);
?>
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD
HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd"
>
<html>
<head>
<meta name="keywords"/>
<meta name="description" />
</head>
</html>
</body>
<table width="690" border="0"
align="center" class="main_border" >
<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td><? include ("block/header.php") ?></td>
</tr>
<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td>
<table width="690" border="0">
<tr>
<td width="150" valign="top"
><? include ("block/left.php") ?></td>
<td>
<?
if (isset($idQ))
{
//сохранить данные предыдущего
шага
if ($idQ != 1)
{
//внесение голоса в
таблицу
// echo
$idP."<br>".$color1."<br>".$color2."<b
r>";
if (isset($send1))
{
//если выбран 1-й
цвет
$result =
mysql_query("select idCT, Prior from
colortest where idP = $idP and idC =
$color1", $db);
if ($myrow =
mysql_fetch_array($result))
{
//Обновление таблицы если есть
запись
$prior =
$myrow['Prior'] + 1;
$idCT =
$myrow['idCT'];
$result =
mysql_query ("UPDATE colortest SET
Prior='$prior' WHERE idCT='$idCT'");
/* if ($result ==
'true') {echo "<p>Ваш цвет успешно
обновлен!</p>";}

```

```

else {echo
"<p>Ваш цвет не обновлен!</p>";}*/
}
else
{
//создание
записи если ее нету
$result
= mysql_query ("INSERT INTO colortest
(idP,idC,Prior,NTest) VALUES ('$idP',
'$color1','1','1')");
/*if ($result == 'true') {echo "<p>Ваш
цвет успешно добавлен!</p>";}
else {echo "<p>Ваш цвет не
добален!</p>";} */
}
else
if (isset($send2))
{
//если выбран 2-й цвет
$result =
mysql_query("select idCT, Prior from
colortest where idP = $idP and idC =
$color2", $db);
if ($myrow =
mysql_fetch_array($result))
{
$хprior =
$myrow['Prior'] + 1;
$хidCT =
$myrow['idCT'] ;
$result =
mysql_query ("UPDATE colortest SET
Prior='$хprior' WHERE idCT='$хidCT');
/*
if ($result ==
'true') {echo "<p>Ваш цвет успешно
обновлен!</p>";}
else {echo
"<p>Ваш цвет не обновлен!</p>";}*/
}
else
{
$result
= mysql_query ("INSERT INTO colortest
(idP,idC,Prior,NTest) VALUES ('$idP',
'$color2','1','1')");
/*if ($result == 'true') {echo "<p>Ваш
цвет успешно добавлен!</p>";}
else {echo
"<p>Ваш цвет не
добален!</p>";} */
}
}
}
else
{
$хidQT=$хidQ;
}
}
}
}

//получение количества вопросов в
тесте
$result1 = mysql_query("select
count(idQ) as nom from test1", $db);

$myrow1 = mysql_fetch_array($result1);
//если прошли один круг вопросов
if ($хidQ == $myrow1['nom'])
$хidQ = 1;
// echo $хidQ."<br>";

//перемешивание цветов для случайного
вывода
if ($хidQ==1)
{
for ($хi = 1;
$хi<=$myrow1['nom']; $хi++)
$хp[$хi]=$хi;
shuffle($хp);
}
/* echo $хidQ."<br>";
for ($хi = 1;
$хi<=$myrow1['nom']; $хi++)
echo $хp[$хi]."<br>";*/

//получить данные для текущего
шага
//получение номеров цветов
$result = mysql_query("select color1,
color2 from test1 where idQ =
$хp[$хidQ]", $db);
$хmyrow = mysql_fetch_array($result);

//если закончились вопросы
if ($хidQT == $хmyrow1['nom']*3)
{
print <<<HERE
<form name="form1" method="post"
action="test1.php">
<p><input name="idP" type="hidden"
value="$хidP"></p>
<input type="submit" name="send"
id="send" value="Перейти к следующему
тесту">
</p>
</form>
HERE;
exit(" ");
}

//получим имена классов
$хcolor=$хmyrow['color1'];
$result2 = mysql_query("select
nameClass from color where idC =
$хcolor", $db);
$хmyrow2 = mysql_fetch_array($result2);

$хcolor=$хmyrow['color2'];

```

```

$result3 = mysql_query("select
nameClass from color where idC =
$color", $db);
$myrow3 = mysql_fetch_array($result3);

printf("<p> Выберите из предложенной
пары цветов тот, который вам нравится
больше</p>
<p align='right'>%s / %s</p>

<form name=\"form1\"
method=\"post\" action=\"test.php\">
<p>
<input
name=\"idQ\" type=\"hidden\"
value='%s'>
<input
name=\"idQT\" type=\"hidden\"
value='%s'>
<input
name=\"color1\" type=\"hidden\"
value='%s'>
<input
name=\"color2\" type=\"hidden\"
value='%s'>
<input
name=\"idP\" type=\"hidden\"
value='%s'>
<input type=\"submit\"
name=\"send1\" id=\"send\"
class=\"%s\" value=' '>
<input
type=\"submit\" name=\"send2\"
id=\"send\" class='%s' value=' '>

\", $idQT, $myrow1['nom']*3, $idQ+1, $idQT+
1, $myrow['color1'], $myrow['color2'], $i
dP, $myrow2['nameClass'], $myrow3['nameC
lass']);

printf("<input name=\"nom\"
type=\"hidden\"
value='%s'>", $myrow1['nom']);
for ($i = 1;
$i<=$myrow1['nom']; $i++)
printf("<input
name=\"p_%s\" type=\"hidden\"
value='%s'>", $i, $p[$i]);

printf("</p></form>");
}
else
{
exit("Вы вошли на страницу
неверно");
}
?>

</td>
</tr>
</table></td>
</tr>

```

```

<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td><? include
("block/footer.php") ?></td>
</tr>
</table>
</body>
</html>

```

2. Вывод результатов опроса

```

<?
include ("block/bd.php");
/*Соединяемся с базой*/

if (isset($_POST['idP']))
{ $idP = $_POST['idP'];}

if ($idP=='')
unset($idP);

if (isset($_POST['idT']))
{ $idT = $_POST['idT'];}

if ($idT=='')
unset($idT);
?>

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD
HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.
dtd">
<html>
<head>
<meta name="keywords"/>
<meta name="description" />
<title>Результаты тестов
цветов</title>
<meta http-equiv="Content-Type"
content="text/html; charset=utf-
8">
<link href="style.css"
rel="stylesheet" type="text/css"
/>
</head>

<body>
<table width="690" border="0"
align="center" class="main_border"
>
<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td><? include
("block/header.php") ?></td>
</tr>
<tr bgcolor="#FFFFFF">
<td>
<table width="690" border="0">

```

```

        <tr>
            <td width="150"
valign="top" ><? include
("block/left.php") ?></td>
            <td align="center">
                <?
                    //echo $idP;
                    if (isset($idP) && is-
set($idT))
                        {
print <<<HERE
<br><br><form name="form1" meth-
od="post" action="index.php">
<input type="submit" name="send"
id="send" value="Выход">
</form><br>
HERE;
/*echo "Результаты те-
стов.<br><br>";
                printf("<table
width='690' border='0'>");

printf("<tr><td>Вопрос</td><td>
Ответ цветом </td><td> Ответ балом
</td></tr>");
//                echo "Тест 1.Тест
2<br>";
//                echo
$idT."<br>".$idP;
                    $result =
mysql_query("select Quest, idV
from test where idT = $idT", $db);

                    while ($myrow =
mysql_fetch_array($result))
                        {

                            printf("<tr><td>%s</td>", $myr
ow['Quest']);
                                $idV = $my-
row['idV'];
                                    $result1 =
mysql_query("select Ball from
usertest where idV=$idV and idP =
$idP and Ntest = '1' and idNT =
$idT", $db);
                                        $myrow1 =
mysql_fetch_array($result1);

                                            printf("<td>{%s}</td>", $myrow
1['Ball']);
                                                $result1 =
mysql_query("select Ball from
usertest where idV=$idV and idP =

```

```

$idP and Ntest = '2' and idNT =
$idT", $db);
                                $myrow1 =
mysql_fetch_array($result1);

                                    printf("<td>%s</td></tr>", $my
row1['Ball']);
                                        }

printf("</table><br><br>");*/
                                            }
                                                else
                                                    exit("Вы попали
на страницу неправильно");
                                                        ?>

                                                    </td>
                                                </tr>
                                            </table></td>
                                        </tr>
                                    <tr bgcolor="#FFFFFF">
                                        <td><? include
("block/footer.php") ?></td>
                                    </tr>
                                </table>
                            </body>
                        </html>

```