ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

На правах рукописи

УДК 519

БОГДАНОВА Диана Радиковна

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭМОЦИОНАЛЬНО ОКРАШЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ КЛИЕНТОВ

Специальность 2.3.4 - Управление в организационных системах

Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук

Научный консультант:
доктор физико-математических наук, профессор
Угольницкий Г.А.

Ростов-на-Дону – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 6

ГЛАВА 1 Анализ проблем поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг и подходов к их решению на основе учёта эмоционально окрашенной информации клиентов 16

1.1 Анализ управления организационными системами, место предприятий сферы услуг в классификации организационных систем 16

1.2 Особенности функционирования организационных систем сферы услуг . 22

1.3 Анализ публикационной активности в области аффективных вычислений 25

1.4 Понятие «эмоционально окрашенная информация», основные подходы к типизации и зависимость от психотипа личности 41

1.5 Основные подходы к применению аффективных вычислений для поддержки принятия решений 45

Выводы по главе 1 52

ГЛАВА 2 Разработка концептуальных положений поддержки принятия решений в организационной системе сферы услуг при управлении процессом оказания услуг 53

2.1 Разработка ландшафта процессов предприятия сферы услуг 54

2.2 Разработка методологических основ поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации клиентов 57

2.3 Разработка схемы управления процессом оказания услуги на основе анализа эмоционально окрашенной информации в организации сферы услуг.. 62

2.4 Разработка системных моделей СППР на разных этапах жизненного цикла процесса оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации 79

2.5 Разработка информационного и алгоритмического обеспечения системы поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации 88

Выводы по главе 2 94
ГЛАВА 3 Применение разработанных концептуальных положений поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ на этапе планирования процесса оказания услуг 96
3.1 Разработка подхода к поддержке принятия решений на этапе формирования плана оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации 97
3.2 Модели и методы оперативного планирования процесса оказания услуг.. 98
3.3 Модели взаимодействия агентов при формировании графика оказания услуг 106
3.4 Алгоритмизация методов решения задачи планирования процесса оказания услуг 112
3.5 Разработка прототипа системы поддержки принятия решений на примере организации индустрии здоровья и красоты 119
3.6 Результаты анализа эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений 125
Выводы по главе 3 133
ГЛАВА 4 применение разработанных концептуальных положений поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ на этапе оперативного управления процессом потребления услуг 135
4.1 Разработка подхода к поддержке принятия решений на этапе оперативного управления процессом потребления услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации 136
4.2 Модели и методы анализа эмоционально окрашенной информации и поддержки принятия решений в процессе потребления услуг 141
4.3 Алгоритмизация методов решения задач оперативного управления процессом оказания услуг 146
4.4 Разработка прототипа системы поддержки принятия решений на примере дистанционного образования 148
4.5 Распознавание эмоционального состояния клиентов 156

4.6 Результаты анализа эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений 157
Выводы по главе 4 160
ГЛАВА 5 Применение разработанных концептуальных положений поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг при оценке эмоциональной тональности отзывов клиентов на этапе анализа обратной связи от клиентов 162
5.1 Разработка подхода к поддержке принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов на основе анализа эмоционально окрашенной информации 163
5.2 Модели, методы и алгоритмы классификации отзывов клиентов по тональности и эмоциональной окраске 171
5.3 Методы повышения точности классификации тональности 182
5.4 Распознавание эмоций клиентов из отзывов 184
Выводы по главе 5 192
ГЛАВА 6 Применение разработанных концептуальных положений поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг при аспектном анализе отзывов и оценке удовлетворённости клиентов на этапе анализа обратной связи 193
6.1 Модели и методы аспектного анализа отзывов клиентов 194
6.2 Исследование удовлетворённости клиентов 199
6.3 Разработка прототипа системы поддержки принятия решений на примере туристического комплекса 207
6.4 Результаты анализа эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений 217
Выводы по главе 6 240
ГЛАВА 7 Применение разработанных концептуальных положений поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг 241

7.1 Разработка подхода к поддержке принятия решений на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации 242
7.2 Модели и метод оценки эффективности процесса оказания услуг на основе эмоционально окрашенной информации 243
7.3 Методика оценки эффективности услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации 246
7.4 Алгоритмизация методов решения задачи оценки эффективности процесса оказания услуг 263
7.5 Разработка прототипа системы поддержки принятия решений на примере организации, оказывающей финансовые услуги оплаты 265
7.6 Результаты анализа эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений 271
Выводы по главе 7 282
Заключение 283
Список литературы 287
Приложение А 316
Приложение Б 338
Приложение В 346
Приложение Г 348
Приложение Д 351
Приложение Е 358

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Организационную систему можно рассматривать как целостную совокупность исполнительных и управленческих подразделений, объединяемую единством целей, взаимосвязью осуществляемых работ, совместным использованием ресурсов и наличием единого административного органа управления. Производственные организационные системы хорошо изучены, и существует множество подходов к выработке механизмов управления таким классом систем. В отличие от них, организационные системы сферы услуг оставались в тени за счёт малой капитализации и незначительного интереса исследователей. В сфере услуг главную роль играет клиент и уровень его удовлетворённости. Необходимость удержания существующих и привлечения новых клиентов побуждает к модернизации процесса оказания услуг с учётом индивидуальных и эмоциональных особенностей и предпочтений клиентов. Разработка механизмов управления на основе эмоционально окрашенной информации (ЭОИ) клиентов в организационных системах сферы услуг является актуальной проблемой, которая обусловливает необходимость создания методологических основ поддержки принятия решений (ППР) на основе анализа ЭОИ, учитывающих эмоциональные реакции клиентов для повышения эффективности процесса оказания услуг. Для решения указанной проблемы необходимы поиск и внедрение новых интеллектуальных технологий, таких как аффективные вычисления.

Теоретико-методологическая основа диссертационного исследования базируется на следующих научных направлениях: управление в организационных системах и, в частности, в сфере услуг представлено в работах В.Н. Буркова, Д.А. Новикова, Г.С. Поспелова, Д.А. Поспелова, А.О. Недосекина, Б.Г. Ильясова, Н.И. Юсуповой, Г.А. Угольницкого, L. Ciabattoni, N. Alajmi, Q. Zhou, А.А. Карпова, R. Bau, A. Hilbert, А.Ф. Антипина, Н.В. Егоршина, А. Флегонтова, В. Вилкова, А.К. Черных, С.В. Еремеева, С.В. Александровского, Ю.Н. Петренко, Е.В. Галушко, А.П. Мириленко, Н.Г. Серебряковой, А.И. Шакирина, Е.А. Макарова и др. Анализ исследований названных авторов позволил сделать

вывод о недостаточной проработанности учёта ЭОИ клиентов для поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг.

Исследованиями в области аффективных вычислений и учёта эмоций занимаются R.W. Picard, E. Vesterinen, А.Ф. Кудрявцев, G. Fowler, M.S. El-Nasr, Z. Li, S. Liu, T. Palmer, C. Becker-Asano, I. Greatbatch, A. Kleinsmith, D. Graham-Rowearchive, S. Richardson, S.S. Tomkins, P. Ekman, C. Strapparava, A. Balahur, R. Plutchik и др. Результаты анализа работ показали, что ведущие исследователи концентрируют своё внимание на изучении ЭОИ, не рассматривая возможности её применения в качестве дополнительного потока информации для повышения эффективности принятия решений.

Способы применения инструментов искусственного интеллекта в прикладных системах принятия решений описывают В.А. Виттих, П.О. Скобелев, В.А. Коровкин, M. Mohri, J.R. Bellegarda, J.R. Quinlan, W. Medat, C. Cortes, М. Болдырев, Н. Паклин, И.В. Солодовников, О.В. Шуруев, О.Н. Сметанина, В.А. Сучилин, М. Иванова, J. Han, S. Järvelä, S. Pengnate, F.J. Riggins, Н. Лукашевич, Д. Гаранин, Т.А. Гаврилова, Т.М. Леденёва, A. Agarwal, R.K. Bakshi, E. Kouloumpis, Z. Wang, А.В. Жовнерчук, C. Zucco, B. Calabrese и др. Результаты анализа современного состояния проблемы показывают недостаточное рассмотрение вопросов разработки моделей и методов качественной и количественной оценки уровня удовлетворённости клиентов на основе результатов анализа ЭОИ, и как следствие, организации поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг.

Вышесказанное обусловливает необходимость разработки методологических основ поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг с учётом ЭОИ с целью повышения его эффективности.

Концепция диссертационного исследования состоит в разработке новых механизмов поддержки принятия решений при управлении организационными системами сферы услуг, основанных на учёте особого вида информации, содержащей эмоциональные реакции клиентов, на каждом этапе жизненного цикла процесса оказания услуг.

Цель исследования: разработка моделей и методов поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг в организационной системе сферы услуг для повышения его эффективности на основе анализа ЭОИ клиентов.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи.**

1. Разработать концептуальные положения поддержки принятия решений в организационной системе сферы услуг при управлении процессом оказания услуг на всех этапах его жизненного цикла на основе анализа ЭОИ клиентов.

2. Разработать проблемно ориентированный комплекс моделей и методов поддержки принятия решений на каждом этапе жизненного цикла процесса оказания услуг в организационной системе сферы услуг на основе анализа ЭОИ клиентов:

- модели и методы оперативного планирования процесса оказания услуг;
- модели и методы оперативного управления процессом потребления услуг;
- модели и методы анализа обратной связи от клиентов;
- модели и методы оценки эффективности процесса оказания услуг.

3. Разработать алгоритмическое обеспечение систем поддержки принятия решений (СППР), позволяющее реализовать предложенные концептуальные положения поддержки принятия решений на основе анализа ЭОИ.

4. Разработать информационное обеспечение СППР с использованием онтологических моделей предметных областей, содержащих ЭОИ, для реализации баз знаний системы.

5. Разработать прототипы СППР для управления процессом оказания услуг и оценить эффективность данного процесса на примере различных организаций сферы услуг.

Объектом исследования являются процессы управления в организационных системах сферы услуг.

Предметом исследования являются процессы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг.

Теория и методы исследования. При проведении исследования были использованы методы системного анализа и общей теории систем, теории управления организационными системами и методологии системного моделирования, информационно-технические методы разработки и модернизации сложных систем, теории оптимизации и исследования операций, теории нечётких множеств, теории распознавания образов, многоагентный подход, нейросетевые технологии, методы обработки естественного языка, методы разработки программного обеспечения и инженерии знаний.

Содержание работы соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.3.4. Управление в организационных системах: п.3 Разработка методов и алгоритмов решения задач управления в организационных системах; п.4 Разработка информационного и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в организационных системах; п.9 Разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах.

Научная новизна исследования. В диссертации получены следующие результаты, отличающиеся научной новизной:

1. концептуальные положения поддержки принятия решений в организационных системах сферы услуг, отличающиеся новыми механизмами управления, которые базируются на включении в процесс принятия решений результатов анализа ЭОИ, и обеспечивающие решение задачи управления с учётом слабо формализуемой субъективной информации, а также позволяющие строить модели, которые отражают свойства реальных объектов.

2. проблемно-ориентированный комплекс моделей и методов поддержки принятия решений на основе анализа ЭОИ включает модели и методы решения задач принятия решений на всех этапах жизненного цикла процесса оказания услуг в новой постановке:

- модели и методы оперативного планирования процесса оказания услуг состоят из моделей и методов формирования пакета услуг и моделей и методов формирования графика оказания услуг, сформулированных в многоагентной

парадигме, отличающихся учётом формализованных технологических особенностей процесса оказания услуг, эмоциональных предпочтений клиентов, экономических ограничений, а также общих для всех участников процесса оказания услуг критериев эффективности оказания услуг и обеспечивающих повышение уровня удовлетворённости клиентов путём учёта их предпочтений;

- модели и методы оперативного управления процессом потребления услуг, отличающиеся мониторингом оценок эмоционального состояния клиентов в процессе потребления услуг, с помощью сочетания вербально-коммуникативных методов, нейросетевых технологий и адаптации процесса оказания услуг под индивидуальные особенности и эмоциональные состояния клиента процесса оказания услуг, обеспечивающие персонализированное оказание услуг и динамическую адаптацию процесса;
- модели и методы анализа данных обратной связи от клиентов, отличающиеся адаптацией моделей и методов обработки естественного неструктурированного языка и методов машинного обучения для обработки эмоций клиентов из текстовых данных, обеспечивающие как количественную, так и качественную оценку степени удовлетворённости клиентов разными аспектами процесса оказания услуг;
- модели и методы оценки эффективности процесса оказания услуг на основе анализа ЭОИ, отличающиеся универсальностью относительно структуры показателей эффективности управления, разработанные с применением аппарата нечёткой логики, обеспечивающие учёт как количественных, так и качественных показателей;

3. алгоритмическое обеспечение для интеллектуальных СППР включает:

- алгоритмы сбора и формализации ЭОИ, отличающиеся применением вербально-коммуникативных методов, нейросетевых технологий и методов анализа текста, позволяющие формализовать семантику эмоций участников процесса управления;
- алгоритмы классификации ЭОИ, отличающиеся применением нечёткой логики и машинного обучения, позволяющие оценивать степень принадлежности

источника ЭОИ к тому или иному классу для последующей выработки управленческих решений;

- алгоритмы поддержки принятия решений с учётом ЭОИ, отличающиеся совместным применением технологий искусственного интеллекта: нечёткой логики, многоагентного подхода, нейросетевых технологий, семантического анализа текста и онтологического моделирования предметных областей, позволяющие учитывать индивидуальные особенности объектов в виде ЭОИ при формировании управленческих решений;
- алгоритм оценки эффективности процесса оказания услуг на основе анализа ЭОИ, отличающийся использованием методов нечёткой логики, обеспечивающий проведение как количественного, так и качественного исследования степени удовлетворённости участников процесса управления;

4. информационное обеспечение СППР при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ, отличающееся использованием онтологического подхода для реализации хранения слабо формализуемой информации и семантических особенностей предметных областей, позволяющее моделировать последние и получать обоснованные управленческие решения.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическую и научную значимость имеют следующие результаты: комплекс моделей и методов поддержки принятия решений на основе анализа ЭОИ, который отражает свойства реальных объектов, а также позволяет повысить уровень удовлетворённости клиентов; алгоритмическое обеспечение, которое позволяет разработать программное обеспечение для решения задач управления процессом оказания услуг с учётом ЭОИ клиентов; онтологические модели предметных областей, которые составляют основу для реализации поддержки принятия решений в СППР.

Практическую значимость представляют разработанные прототипы СППР, базирующиеся на предложенных концептуальных положениях поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ и состоящие в реализации моделей и алгоритмов в виде взаимосвязанных

программных модулей, что позволяет повышать эффективность принятия решений путём учёта ЭОИ при выработке управленческих решений.

Зарегистрированы следующие программы для ЭВМ: «Автоматизированная система «Санаторно-курортное лечение», «Многоагентная система составления графика оказания услуг на основе онтологической базы знаний», «Классификация тональности текста с использованием машинного обучения», «Классификация клиентов предприятия на основе применения нечётких деревьев решений», «Модуль проведения транзакций в системе моментальных платежей», «Модуль идентификации ошибок и сбоев системы моментальных платежей», «Информационная система автоматизированного составления индивидуального модуля дистанционного обучения с учётом эмоционального состояния обучающегося», «Модуль оценки эффективности финансовых услуг с учётом эмоционально окрашенной информации клиентов», «Модуль автоматизированного составления комплексной услуги в организациях индустрии здоровья и красоты с учётом эмоционально окрашенной информации клиента».

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Концептуальные положения поддержки принятия решений в организационной системе сферы услуг при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ клиентов.

2. Проблемно ориентированный комплекс моделей и методов поддержки принятия решений на основе анализа ЭОИ на каждом этапе жизненного цикла процесса оказания услуг, включающий:

- модели и методы оперативного планирования процесса оказания услуг;
- модели и методы оперативного управления процессом потребления услуг;
- модели и методы анализа обратной связи от клиентов;
- модели и методы оценки эффективности процесса оказания услуг.

3. Алгоритмическое обеспечение систем поддержки принятия решений, позволяющее реализовать предложенные концептуальные положения ППР.

4. Информационное обеспечение системы поддержки принятия решений

(СППР) при управлении процессом оказания услуг в виде баз знаний, построенных на онтологических моделях предметных областей, содержащих ЭОИ клиентов.

5. Прототипы СППР для управления процессом оказания услуг и результаты экспериментальных исследований применимости предложенных концептуальных положений ППР для повышения эффективности данного процесса на примере рассматриваемых предметных областей.

Внедрение результатов работы. Результаты работы в виде математического, алгоритмического, информационного и программного обеспечения поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг внедрены в практику деятельности следующих организаций: АНО ПО «Юридический колледж», г. Уфа; ФГБОУ ВО «УУНиТ», г. Уфа; Университет г. Тренто, Италия; сети салонов красоты «Округ стиля», г. Уфа; Туристического агентства «Эдэм», г. Уфа; ООО «Эридан-сервис», г. Уфа. Методика и алгоритм оценки эффективности процесса оказания услуг внедрены в работу операционного офиса «Уфимский» филиала «Приволжский» ПАО «Промсвязьбанк».

Связь темы исследования с научными программами. Исследования в данном направлении выполнялись в период с 2007 г. по 2023 г. на кафедре вычислительной математики и кибернетики УГАТУ (затем УУНиТ), в частности, в рамках НИР «Исследование и разработка интеллектуальных технологий поддержки принятия решений и управления на основе инженерии знаний» в 2006-2008 гг.; «Система поддержки коммуникативных процессов при выполнении проектов фундаментальных исследований сложных систем на основе интеллектуальных мультиагентов» (РФФИ, 2006-2008); «Технологии распределённого искусственного интеллекта при поддержке принятия решений в задачах календарного планирования» (РФФИ, 2008-2010); «Информационная поддержка принятия решений в оперативном управлении услугами» (совместный грант МОН РФ и DAAD «Михаил Ломоносов» на 2010 г. в Институте бизнес-информатики Технического университета г. Дрезден, Германия); «Теоретические и методические основы разработки информационных систем, а также их применения в промышленности и в социально-экономической среде с учётом тенденции

развития информационных технологий» (грант Президента РФ № НШ-65497.2010.9); «Исследование интеллектуальных технологий поддержки принятия решений и управления для сложных социально-экономических объектов» (2009-2011); «Интеллектуальная поддержка принятия решений в задачах ситуационного управления сложными социально-экономическими системами (на примере управления образовательным маршрутом)» (РФФИ, 2013-2015); «Интеллектуальная поддержка принятия решений при управлении ресурсами сложных систем» (РФФИ, 2014-2016); «Инструменты расширения информационной базы для организации поддержки принятия решений в сложных социально-экономических системах» (РФФИ, 2019-2020); Государственного задания № FEUE-2020-007.

Апробация результатов. Основные положения диссертации обсуждались на Международных семинарах CSIT (2007-2012); Российско-немецком семинаре «Инновационные информационные технологии: теория и практика» (г. Уфа, 2009); V Междунар. конф. «Инфокоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании» (г. Ставрополь, 2012); II Всероссийской конф. «Методологические проблемы моделирования социально-экономических процессов» (г. Уфа, 2014); Междунар. конф. «Информационные технологии для интеллектуальной поддержки принятия решений» (г. Уфа, 2015, 2016, 2019); Междунар. конф. «Интеллектуальные технологии обработки информации и управления» (г. Уфа, 2015, 2016); Междунар. конф. «Информационные технологии и системы» (2016, 2019); семинаре Башкирского отделения Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта (г. Уфа, 2011-2021); II Всероссийской конф. «Фундаментальные проблемы информационной безопасности в условиях цифровой трансформации» (г. Ставрополь, 2020); XX Междунар. конф. IFAC – TECIS «Технология, культура и международная стабильность» (г. Москва, 2021); Междунар. конф. «Digital and Information Technologies in Economics and Management» (г. Душанбе, 2022); XX Нац. конф. по искусственному интеллекту с межд. уч. КИИ-2022 (г. Москва, 2022); Междунар. конф. CoMeSySo 2022 (г. Злин).

Публикации. По теме исследования опубликовано 76 работ, в том числе 11 статей в международных журналах, индексируемых базами WoS и Scopus, 4 статьи из списка, рекомендованного диссертационным советом ЮФУ, 17 статей в рецензируемых печатных изданиях, утверждённых ВАК, 8 зарегистрированных программ для ЭВМ, 2 депонированные рукописи, 2 монографии, 32 в прочих изданиях. В работах, опубликованных в соавторстве и приведённых в конце автореферата, лично соискателю принадлежат следующие результаты: [8,11,13,18,32,37,39] – постановка и исследование математических задач; [8-11,18,22-31,40,43] – системный анализ проблемы; [10] – проведение вычислительных расчётов; [4,7,15,31,36,42,45,47] – часть обзора, посвящённая тематике диссертации и анализ применимости рассмотренных методов; [6,9,14,40,41,44] – разработка системных моделей; [22-31,35] – разработка алгоритмов; [12,19,33,37,48] – построение и исследование моделей по теме диссертации; [1,2,5,16,19,21,38] – разработка методов ППР на разных этапах жизненного цикла процесса оказания услуг.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 367 страницу текста, включая 154 рисунка, 45 таблиц и список литературы из 227 наименований.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ И ПОДХОДОВ К ИХ РЕШЕНИЮ НА ОСНОВЕ УЧЁТА ЭМОЦИОНАЛЬНО ОКРАШЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ КЛИЕНТОВ

В первой главе раскрываются основные особенности управления организацией сферы услуг как организационной системой. Определяется место организации сферы услуг в классификации организационных систем. Раскрываются особенности процесса оказания услуг и специфика повышения его эффективности за счёт учёта эмоционально окрашенной информации клиентов. Приводится количественный и качественный анализ публикационной активности по основным ключевым словам области аффективных вычислений. Приводится семантический анализ основных релевантных публикаций, последовательно раскрывающий понятия, связанные с эмоционально окрашенной информацией с точки зрения информационных наук и обработки информации, а также психологии и социального эффекта. Анализируются существующие подходы к применению аффективных вычислений в СППР. Проведённый анализ существующих исследований позволил выделить основные применяемые методы и решаемые задачи в области аффективных вычислений, показывающие современное положение развития исследований в рассматриваемой области.

1.1 Анализ управления организационными системами, место предприятий сферы услуг в классификации организационных систем

Теория управления организационными системами (ТУОС) определяет организационные системы (ОС) как одно из значений слова «организация». Этот термин рассматривается авторами теории в самом широком смысле: в зависимости от масштаба и природы организацией может признаваться как конкретная семья, так и небольшая фирма, огромная корпорация, регион или даже целое государство.

Рассмотрим основные принципы организационных систем: по определению, данному академиком Д.А. Новиковым, организационная система – это «объединение людей, совместно реализующих некоторую программу или цель и

действующих на основе определенных процедур и правил» [78]. Ключевыми факторами организационных систем является наличие двух механизмов: функционирования и управления.

Механизмы функционирования учёным понимаются как «совокупность правил, законов и процедур, регламентирующих взаимодействие участников организационной системы». Совокупность же процедур принятия управленческих решений определяется Д.А. Новиковым как механизм управления (наличие этого механизма отличает организацию от группы или коллектива).

Помимо организационных, авторы теории выделяют и другие виды систем:

– экологические;
– социальные;
– технические.

В ходе взаимодействия с этими системами ОС могут образовывать системы междисциплинарной природы, которые объединяют в себе свойства нескольких классов систем (рис. 1.1).

Рис. 1.1. Классификация организационных систем

Таким образом, на стыке этих классов образуются несколько видов систем междисциплинарной природы:

- организационно-технические;
- социально-экономические;
- эколого-экономические;
- нормативно-ценностные и др. [31].

Согласно мнению авторов теории, области приложения ТУОС охватывают все системы междисциплинарной природы, что позволяет говорить о ведущей роли организационных систем в области управления многими социально-экономическими и прочими системами. К областям приложения ТУОС можно отнести:

- управление организационно-техническими системами;
- управление промышленными предприятиями;
- управление социальными системами;
- управление эколого-экономическими системами;
- управление образовательными системами;
- управление развитием науки и техники;
- управление проектами;
- региональное управление [32].

1.1.1 Анализ организаций сферы услуг как организационных систем

Сфера услуг в настоящее время является самым крупным и системообразующим сектором экономики развитых стран и сосредоточивает в себе до 70-80% ВВП и общей численности занятого населения. Именно поэтому разработка эффективных механизмов управления в сфере услуг видится одной из приоритетных задач, решение которой позволит значительно ускорить динамику развития нашей страны и усилить её позиции на международном рынке.

Сфера услуг весьма обширна и неоднородна как по составу входящих в неё организаций, так и по их природе, задачам и размерам. Можно выделить

следующие типы услуг: бытовые, консалтинговые, медицинские, финансовые, транспортные, образовательные и др. В данной работе принято решение рассматривать четыре предметные области, относящиеся к сфере услуг.

1. Здоровье и красота (санатории, курорты и профилактории, оздоровительные центры, салоны красоты и SPA, фитнес-клубы, тренажёрные залы и др.).
2. Туристический комплекс (базы и дома отдыха, гостиницы, отели и хостелы, кемпинги, санатории и профилактории, туроператоры и турагентства, сервисы проката снаряжения и транспорта, экскурсионные агентства).
3. Финансовые услуги (банки, брокеры, страховые компании, пенсионные и инвестиционные фонды, кредитные и микрофинансовые организации, рейтинговые агентства, потребительские и жилищные кооперативы).
4. Образовательная деятельность (детские сады, школы и интернаты, гимназии и лицеи, колледжи и техникумы, институты и университеты, образовательные и развивающие центры, кружки и др.).

Многие спорят – стоит ли образование относить к услугам. В данной работе образование относится к услугам в узкоэкономической интерпретации, для унификации подходов к управлению и разработке новых механизмов управления на основе учёта ЭОИ клиентов [39].

Исходя из определения организационных систем, данного в п. 1, обоснуем принадлежность к ним организаций сферы услуг:

– *Организации сферы услуг являются объединением людей* – в подавляющем большинстве случаев такие организации состоят из нескольких сотрудников, выполняющих определенные функции.
– *Сотрудники организаций сферы услуг реализуют определенные программы и цели* – как правило, основная цель любой организации – получение прибыли. Кроме того, сюда можно отнести стремление занять определенную долю рынка, повысить уровень жизни клиентов и другие цели.

– *Сотрудники организаций сферы услуг действуют на основе механизмов функционирования – определенных правил, законов и процедур, регламентирующих взаимодействие участников* – во всех организациях сферы услуг формируется комплекс организационно-правовых документов, определяющих все аспекты трудовых взаимоотношений (уставы, положения, договоры, инструкции, расписания, правила и др.).
– *В деятельности организаций сферы услуг применяются механизмы управления* – все процедуры принятия управленческих решений осуществляются руководством организаций.

В рамках систем междисциплинарной природы, определенных в п. 1, организации сферы услуг могут рассматриваться и как часть организационно-технической системы, а также как часть социально-экономической системы. В любом случае эти организации находятся в области приложения ТУОС, а потому являются организационными системами.

С точки зрения системного анализа любая система определяется её составом, структурой и функциями. Согласно положениям, сформулированным академиком Д.А. Новиковым, модель организационной системы определяется заданием состава, структуры, множеств допустимых стратегий участников ОС, предпочтений и информированности участников ОС, а также порядка функционирования. В общем виде все эти пункты укладываются в модель любой организации сферы услуг.

Таким образом, теория управления организационными системами позволяет однозначно причислить организации сферы услуг к организационным системам и потому использовать все методы и инструменты этой науки для решения поставленной задачи – разработки и обоснования механизма управления на основе эмоционально окрашенной информации.

1.1.2 Классификация организационных систем

На основании проведённого анализа построен фрагмент классификации организационных систем (с учётом принадлежности сферы услуг к ОС), схема представлена на рис. 1.2.

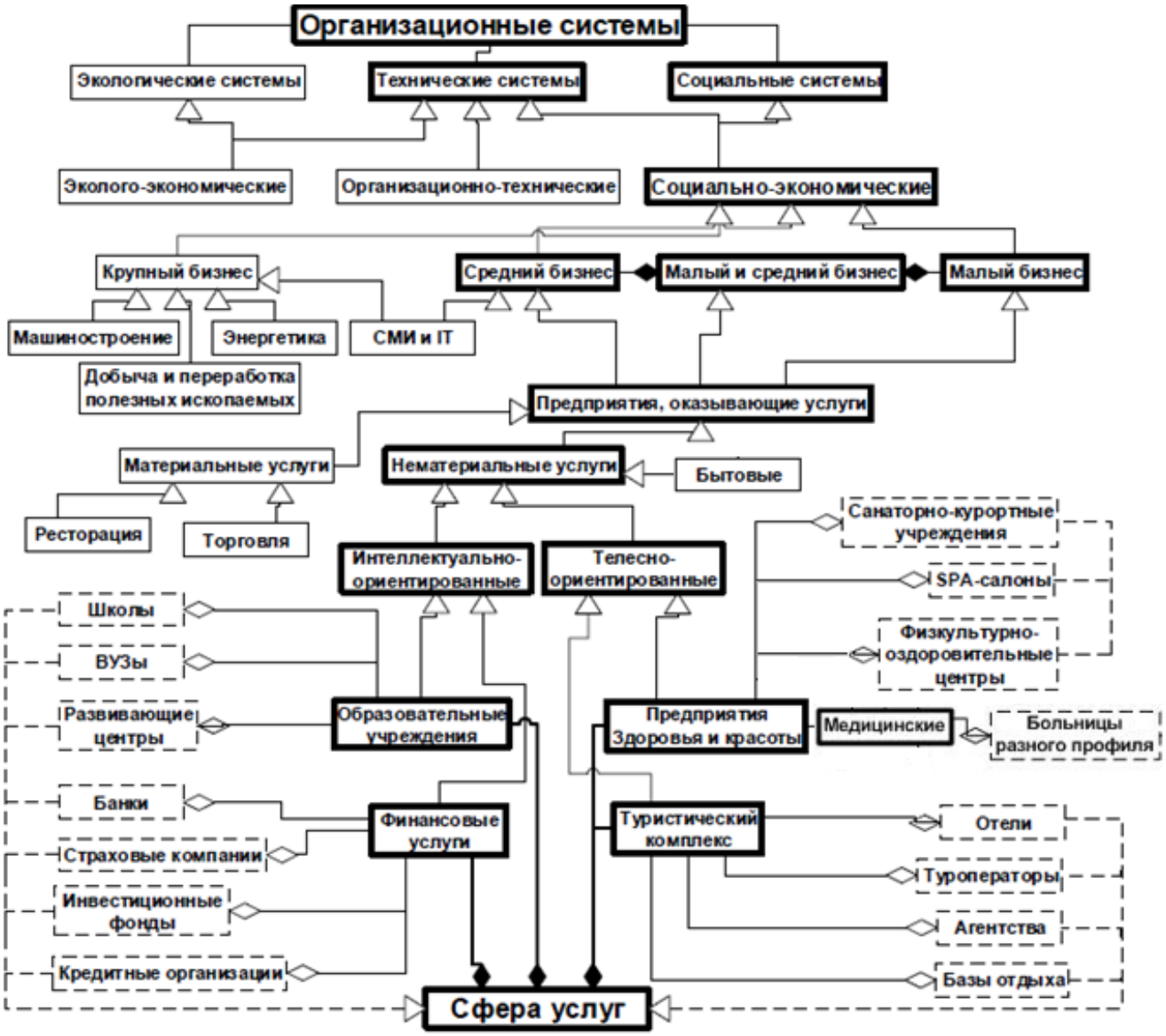


Рис. 1.2. Классификация организационных систем

Современный рынок перенасыщен товарами и услугами, которые предоставляют сотни тысяч организаций. Сейчас для клиентов организаций помимо цены и доступности услуги большую роль играют и другие параметры, такие как комфорт при взаимодействии с компанией, доброжелательность и вежливость персонала, непринуждённость обстановки и т.п. В условиях, когда

организации практически не отличаются друг от друга по стоимости и качеству предлагаемых товаров или услуг, на первое место для клиента выходят получаемые им эмоции. Поэтому клиент будет стремиться повторно обращаться именно в ту компанию, взаимодействие с которой оставило у него положительное впечатление, и будет избегать сотрудничества с организацией, в которой получать услугу некомфортно (даже если это приведёт к повышению его расходов).

В таких условиях всем организациям сферы услуг приходится искать новые механизмы управления, чтобы получить конкурентное преимущество на рынке. Учёт эмоций клиентов – это один из новых способов повысить лояльность клиентов, тем самым увеличивая размер клиентской базы и прибыль организации. [136]

Необходимость выработки механизмов управления в организационных системах на основе эмоционально окрашенной информации (ЭОИ) обусловливает основную проблему данной диссертации – разработку моделей и методов поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации для систем поддержки принятия решений.

1.2 Особенности функционирования организационных систем сферы услуг

При становлении постиндустриальной экономики проблематика сферы услуг как сектора хозяйства, являющегося системообразующим, становится гораздо более актуальной. В развитых странах в этом секторе сосредоточены более 2/3 основного капитала и капиталовложений, до 70-80% ВВП и общей численности занятых, а также большие объёмы нематериальных активов разного рода. Именно этим определяется то, что от полезной отдачи столь масштабных ресурсов все больше зависит динамика и других параметров развития стран, их позиций на международном рынке.

Согласно энциклопедическому словарю-справочнику руководителя предприятия, услуга – это деятельность, результаты которой не имеют

материального выражения, реализуются и потребляются в процессе осуществления этой деятельности.

Поскольку сфера услуг очень велика, в данной работе было решено рассматривать только сферу нематериальных услуг.

В науке принято считать рост производительности в сфере услуг относительно низким, однако экспертное сообщество не пришло к единому решению, поскольку, с одной стороны, сфера услуг привлекательна для инвестиций, а с другой – эффективное управление услугами может быть обеспечено далеко не всегда.

Существенное расширение рынка услуг привело к его всесторонней модернизации и информатизации, которые требуют глубокой перестройки принципов организации и управления для повышения эффективности и экономии ресурсов с помощью новых технологий. В условиях насыщенности рынка появилась необходимость использования преимуществ клиенто-ориентированного подхода. Следовательно, возрастает роль учёта индивидуальных предпочтений клиентов, удовлетворения индивидуальных требований клиентов, учёта их эмоциональных состояний – в целом эмоционально окрашенной информации от клиентов.

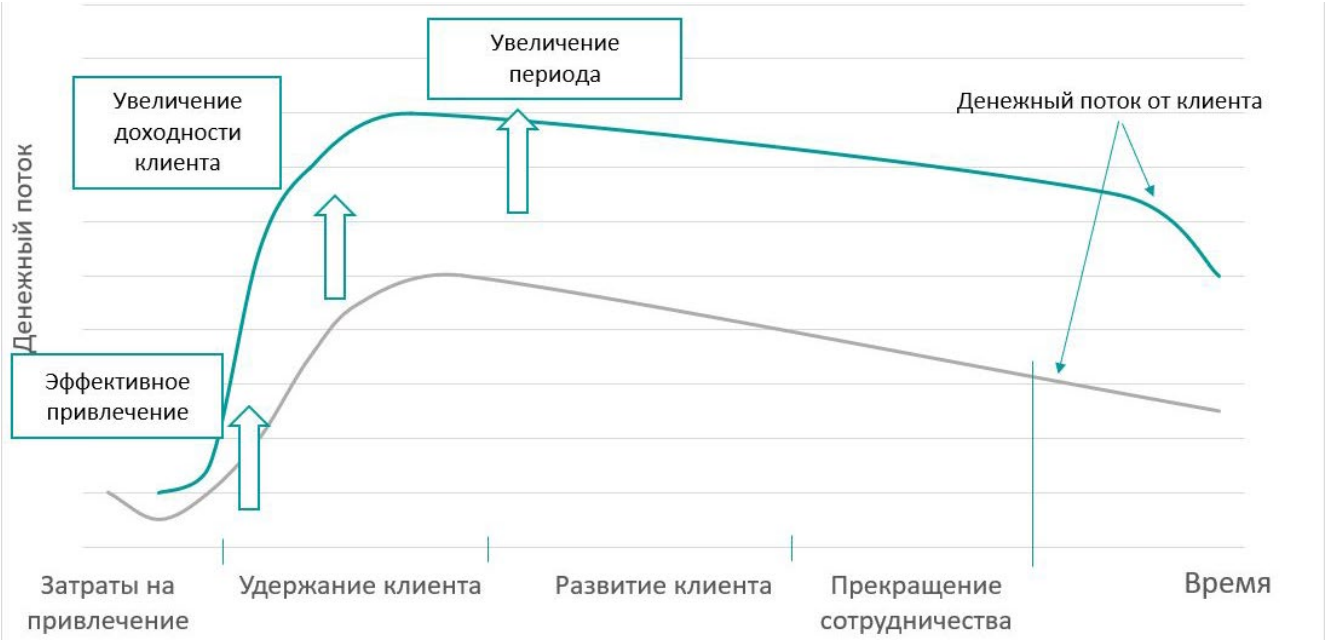


Рис. 1.3. Жизненный цикл клиента и задачи маркетинга

На рис. 1.3 показана зависимость денежного потока от клиентов в организации сферы услуг на разных стадиях жизненного цикла клиента [80]. Из рисунка видно, что на начальных и конечных стадиях отдача от клиента незначительна и каждый управленец будет стремиться сократить по времени эти стадии, уделив особое внимание удержанию клиентов и развитию. Перемещение кривой жизненного цикла в сторону увеличения финансовой отдачи от клиента возможно, если повышать лояльность клиента. Учёт эмоционально окрашенной информации от клиента приведёт к более высокому уровню удовлетворённости, что в конечном счёте поможет удержать клиента, развить с ним долгосрочные отношения и приобрести новых за счёт «сарафанного радио». [14]

Удовлетворённость в сфере услуг, особенно в сфере нематериальных услуг, напрямую зависит от испытываемых клиентом в процессе оказания услуг эмоций. Роль эмоций в управлении процессом оказания услуг зависит от стратегических задач управления. Например, если перед организацией сферы услуг стоит задача отладки новых услуг или выживания на рынке, то большее значение имеют отрицательно окрашенные эмоции, т.к. они сигнализируют об ошибках в процессе оказания услуг. А если стоит задача перевести клиента на новый уровень взаимодействия и отдачи от него или задача приобрести новых клиентов, то более важную роль начинают играть положительные эмоции: в этом случае и речи не может идти о том, что клиент может испытать отрицательные эмоции, такие ситуации в процессе оказания услуг должны быть исключены.

Для организации работы с эмоционально окрашенной информацией от клиентов необходимо использовать аппарат современных информационных технологий. Аффективные вычисления – это междисциплинарная область исследований, стоящая на стыке психологии, информационных технологий, когнитивных наук, призванная дать инструментарий в работе с эмоциями.

1.3 Анализ публикационной активности в области аффективных вычислений

Искусственный интеллект – свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека; наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ [42, 224].

Среди различных направлений исследований в области искусственного интеллекта (ИИ) особый интерес представляет подход, который называют «эмоциональный искусственный интеллект» (ЭИИ). Машина должна интерпретировать эмоциональное состояние людей и адаптировать к ним своё поведение, соответствующим образом реагируя на эти эмоции. Предполагается, что существует подсознательный канал связи, который передаёт информацию об отношении к ситуации, процессу, объекту, регулирует роли при человеко-машинном взаимодействии и может быть использован для принятия решений.

Эмоциональный искусственный интеллект (эмоциональный ИИ, Emotion AI) – это подкатегории ИИ, которые могут быть использованы компьютерными сетями или алгоритмами для распознавания и интерпретации человеческих эмоций по выражениям лиц, языку тела или речи [114].

Эмоции – это неотъемлемая часть мышления человека. Они сопровождают любой мыслительный акт, любое действие, любой поступок. Эмоции являются ключевым элементом для эмуляции человеческого интеллекта. Человечество стоит на этапе слияния реального мира и виртуального. Все больше времени человек проводит в виртуальном мире – в социальных сетях, в профессиональных сообществах, обмениваясь мнениями о тех или иных событиях, товарах, услугах и пр. «Аффект – это сознательный субъективный аспект эмоции, рассматриваемый отдельно от телесных изменений», – пишет Сюзан Презби Кодиш, – то есть осознанное осмысление эмоции.

Аффективные вычисления – это исследование и разработка систем и устройств, которые распознают, интерпретируют, стимулируют, моделируют и

учитывают аффекты человека. Термин "аффективные вычисления" ввела Розалинд Пикард в 1997 году в своей книге «Affective computing» [198].

Вопросами эмоционального ИИ активно занимаются не только учёные [93], но и практики разных стран мира [144]. Такие широко известные фирмы, как Google и Amazon, используют ЭИИ для повышения качества взаимодействия с клиентами. Представляет интерес выяснить основные тренды в этой относительно новой области исследований (рис. 1.4).

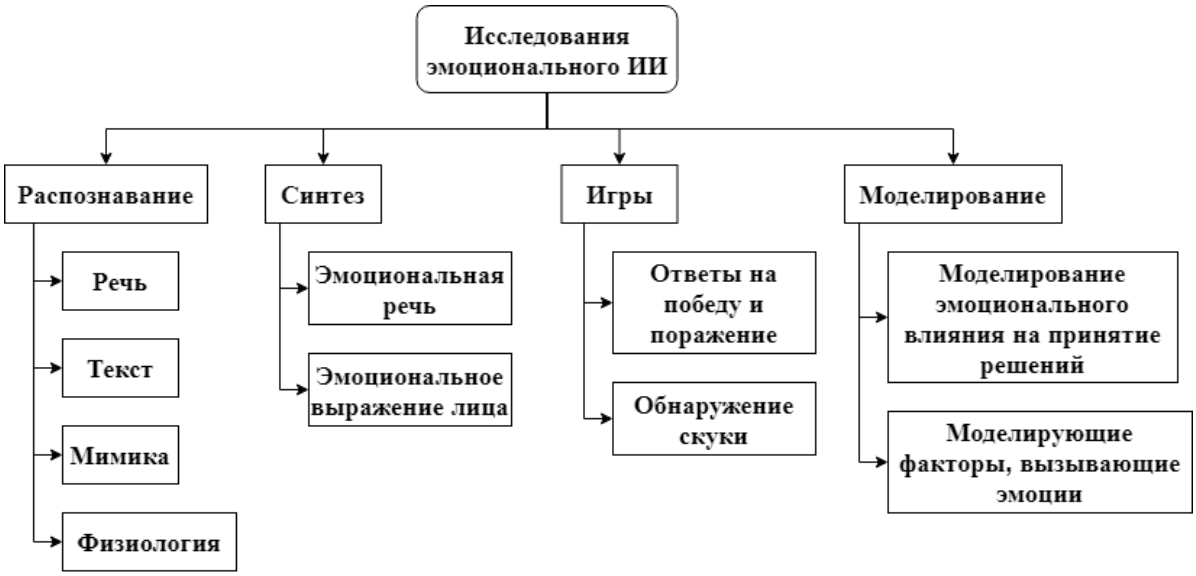


Рис. 1.4. Направления исследований эмоционального ИИ

Распознавание эмоций чаще всего связано с использованием речи, текста, мимики, физиологии [4].

Распознавание речи – это многоуровневый процесс анализа акустических сигналов, их структурирования в слова, фразы, предложения и преобразования в текстовый формат. Технологию распознавания речи можно также называть технологией распознавания голоса (эмоции в естественной речи, обнаружение признаков психологических отклонений).

Распознавание текста – качественно-количественный анализ содержания текстов с целью выявления или измерения различных фактов и тенденций, отражённых в этих текстах (отзывы в «Твиттере», блоги, смайлы) [122].

Рассмотрим динамику публикационной активности по основным ключевым словам из области аффективных вычислений.

Перед учёными всегда стоят вопросы актуальности выбранной темы исследования и анализа известных результатов научных исследований в этой области. Для анализа цитируемости и востребованности научных публикаций, открытости и распространения научных результатов были созданы библиографические базы данных научных публикаций. В России это база данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) с информационной системой eLIBRARY, содержащая более 12 млн научных исследований на русском языке. В международном англоязычном сообществе одной из крупнейших является ScienceDirect – онлайн-сборник опубликованных научных исследований от издателя Elsevier. В ScienceDirect содержится около 10 млн статей более чем из 2500 журналов и более 6000 электронных книг, справочников, научных сборников.

Различные эмоциональные сигналы используются в различных приложениях, исследование этого вопроса представляет определённый интерес. При этом следует отметить, что существуют разные подходы и методы типизации эмоций, которые влияют на результат учёта эмоций в разных приложениях. Например, подход, основанный на идее дискретных эмоций Томкинса [208]. Другой подход к типизации эмоций основан на предположении о существовании многомерного пространства эмоций, например, подход Плутчика [190]. Разные авторы используют разные теории типизации эмоций. Выбранная теория типизации, безусловно, должна отражать специфику решаемой задачи и предметной области, в которой ведётся исследование. Проблема типизации эмоций глубокая и требует более детального анализа и дальнейшей проработки. Для начала попытаемся определить, насколько активно ведутся исследования в более широкой области аффективных вычислений.

Для начала проанализируем публикации на английском языке из базы ScienceDirect. В табл. 1.1 и на рис. 1.5 представлены результаты анализа количественных метрик по выбранным ключевым словам.

Наибольшее число публикаций (891441) использует в качестве базового ключевой набор слов «аффективные вычисления». Термин «анализ тональности» используется чаще по сравнению с термином «семантический анализ».

Таблица 1.1 – Количественные метрики англоязычных публикаций, распределение по году выпуска

Количественные характеристики в ScienceDirect	Темы исследований			
	Sentiment analysis	Evaluating emotions	Affective computing	Tonality analysis
Общее количество	5163	157744	891441	8629
За 2020 г.	1456	20013	153960	2399
За последние 5 лет	3655	78956	625850	5437
За период с 2010 по 2015 г.	1005	77943	235438	2465
До 2010 г.	301	23085	44785	588

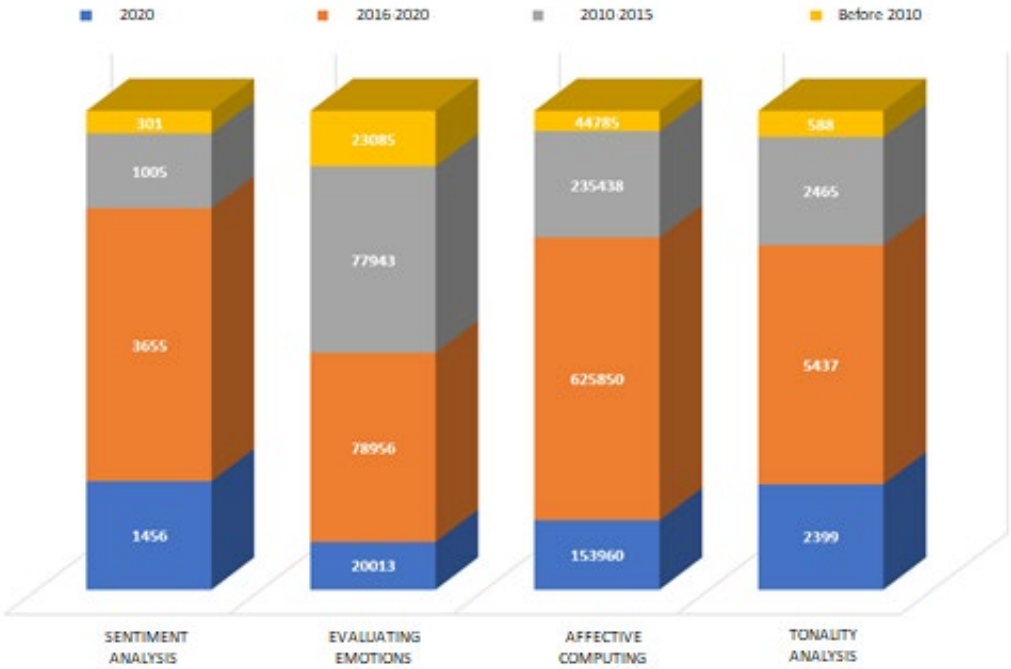


Рис. 1.5. Количественные метрики англоязычных публикаций, распределение по году выпуска

Из табл. 1.1 следует, что до 2010 года наблюдался незначительный интерес исследователей к выбранным тематикам. С 2010 по 2015 год количество публикаций увеличилось примерно в пять раз. За последние пять лет темпы роста числа публикаций значительно увеличились: публикаций стало в два раза больше, чем за все время до этого. А в 2020 году опубликована шестая часть всех публикаций за рассматриваемый период. Всего в базе зафиксирована 891441 публикация по выбранной теме.

Сравнивая характеристики различных видов публикаций (см. табл. 1.2 и рис. 1.6), можно сделать вывод о том, что больше всего публикаций представлено в виде обзорных статей. Это говорит о том, что многие учёные интересуются данной тематикой и изучают накопленный научный опыт.

Таблица 1.2 – Количественные метрики англоязычных публикаций, распределение по видам публикаций

Виды публикаций в ScienceDirect	Темы исследований			
	Sentiment analysis	Evaluating emotions	Affective computing	Tonality analysis
Обзорные статьи	2577	87606	465673	2399
Научные статьи	1575	55079	120908	5437
Главы книг	374	11557	235438	2465
Тезисы докладов конференций	548	12974	125233	588
Другое	343	1902	12334	123

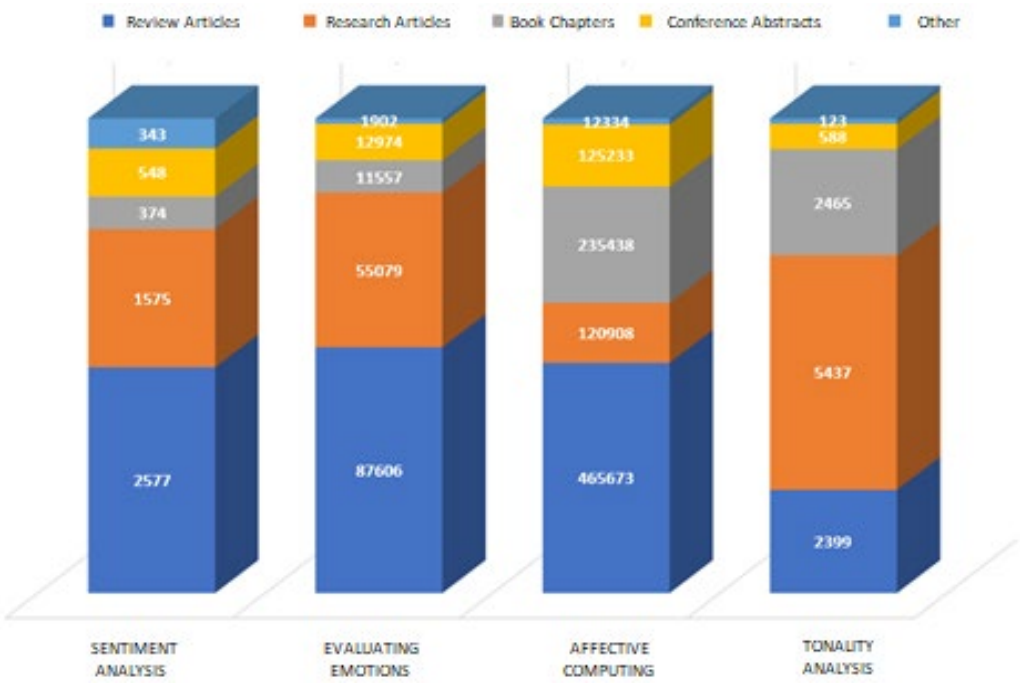


Рис. 1.6. Количественные метрики англоязычных публикаций, распределение по видам публикаций

В табл. 1.3 и на рис. 1.7 представлены количественные метрики англоязычных публикаций, распределённые по области исследований. Анализ

показывает, что наибольшее количество публикаций наблюдается в области технических наук.

Таблица 1.3 – Количественные метрики публикаций, распределение по области исследований

Области исследований в ScienceDirect	Темы исследований			
	Sentiment analysis	Evaluating emotions	Affective computing	Tonality analysis
Технические науки	1364	11001	339437	918
Социальные науки	347	12875	124004	11
Психология	295	9743	13439	313
Другое	1998	12353	22129	134

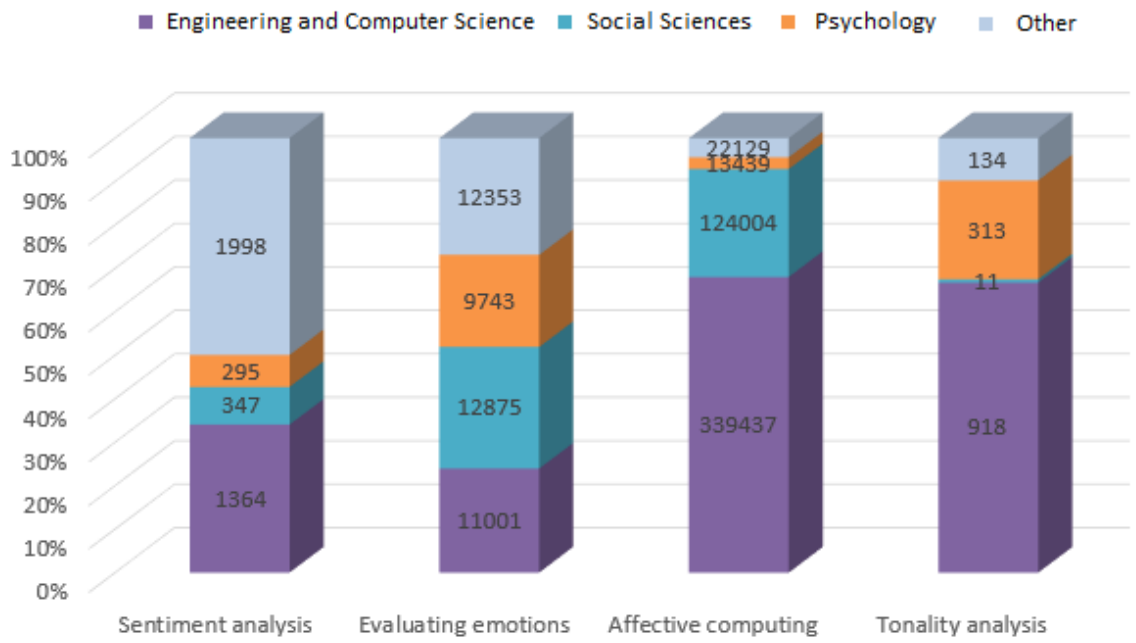


Рис. 1.7. Количественные метрики англоязычных публикаций, распределение по области исследований

Анализ динамики количества публикаций представлен на рис. 1.8. Видно, что по всем ключевым словам наблюдается значительный рост публикаций за последние 5 лет. Это говорит об актуальности темы исследований и высоком интересе у международного научного сообщества.

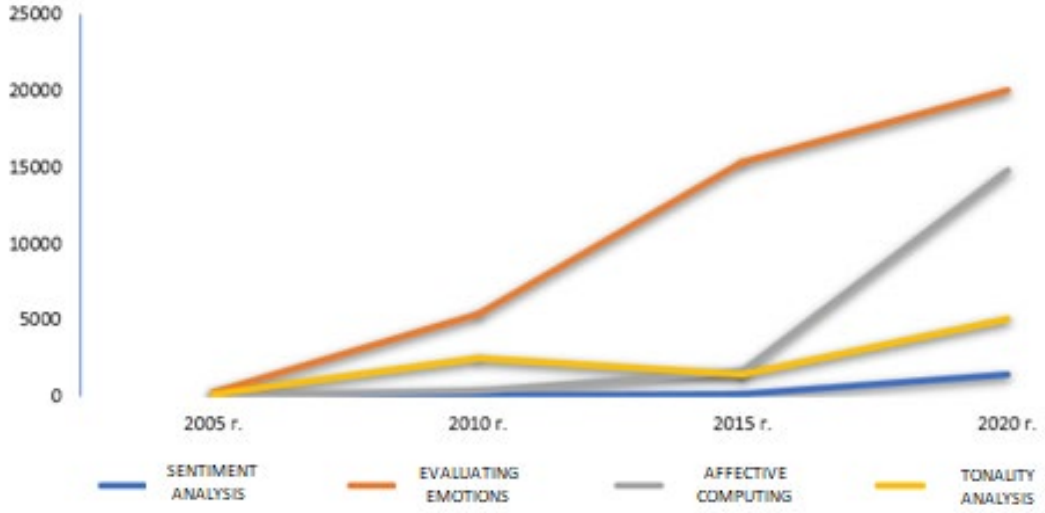


Рис. 1.8. График динамики количества англоязычных публикаций по выбранным тематикам

Также проводился анализ публикационной активности по научным организациям и университетам по ключевому словосочетанию «аффективные вычисления». Результаты представлены на рис. 1.9.

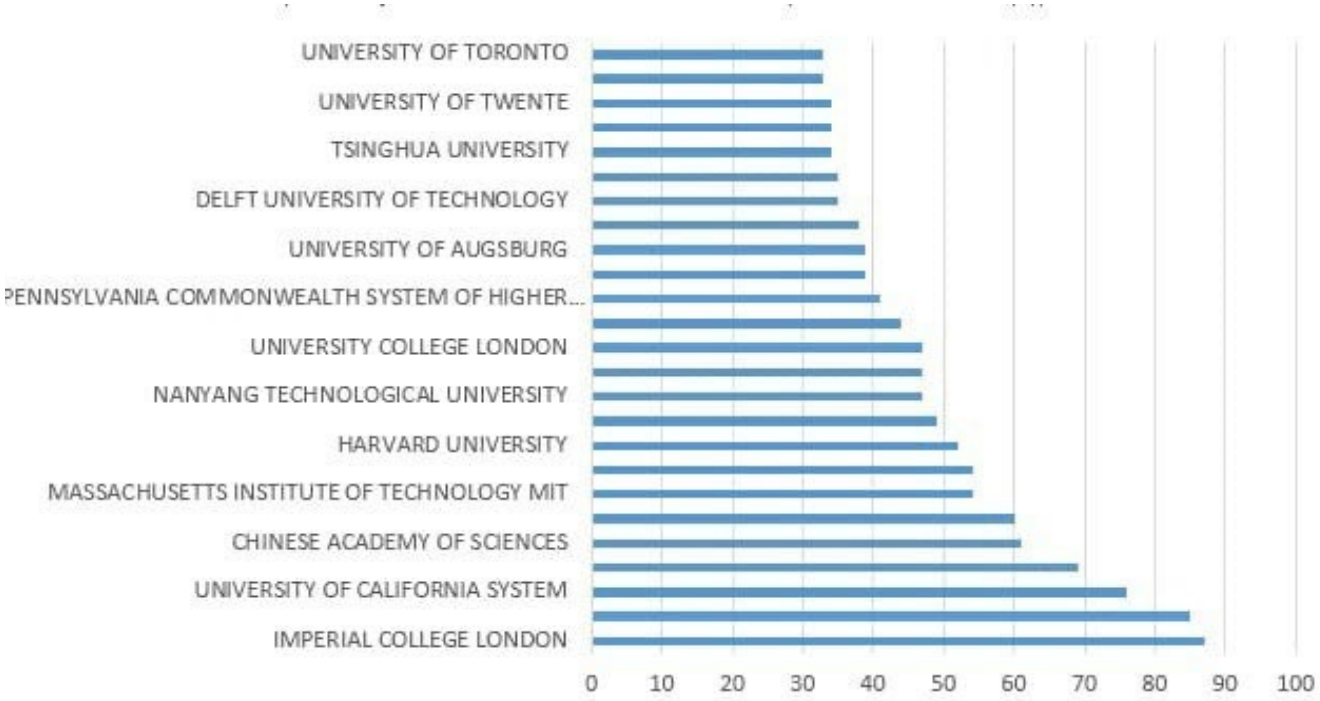


Рис. 1.9. Распределение публикационной активности исследовательских организаций

Анализ показывает, что исследования в области аффективных вычислений ведутся в разных странах. На первом месте по публикационной активности за

последние 5 лет – Imperial Colledge of London, Great Britan, на втором месте – University of California Systems, USA, на третьем – Chinese Academy of Science, China. А основоположники термина «аффективные вычисления» Massachusetts Institute of Technology, USA – только на четвёртом месте.

1.3.1 Результаты анализа базы научного цитирования eLIBRARY

Проанализируем публикации на русском языке из базы российского научного цитирования eLIBRARY. В табл. 1.4 и на рис. 1.10 приведены количественные метрики публикаций на русском языке, распределённые по году выпуска. Анализируя данные, можно сказать, что понятие «анализ настроений» является более востребованным среди российских учёных по сравнению с понятием «аффективные вычисления», которое только входит в оборот. В целом по выбранным ключевым словам основная активность приходится на последние пять лет. Темп роста интереса к данным понятиям в последнее время значительно увеличился, и подавляющее количество публикаций выпущено в 2020 году.

Таблица 1.4 – Количественные метрики русскоязычных публикаций, распределение по году выпуска

Количественные характеристики в eLIBRARY	Темы исследований			
	Анализ настроений	Оценка эмоций	Аффективные вычисления	Анализ тональности
Общее количество	3330	1699	180	910
За 2020 г.	2139	1040	164	772
За последние 5 лет	2445	1322	172	799
За период с 2010 по 2015 г.	880	280	5	101
До 2010 г.	35	182	3	4

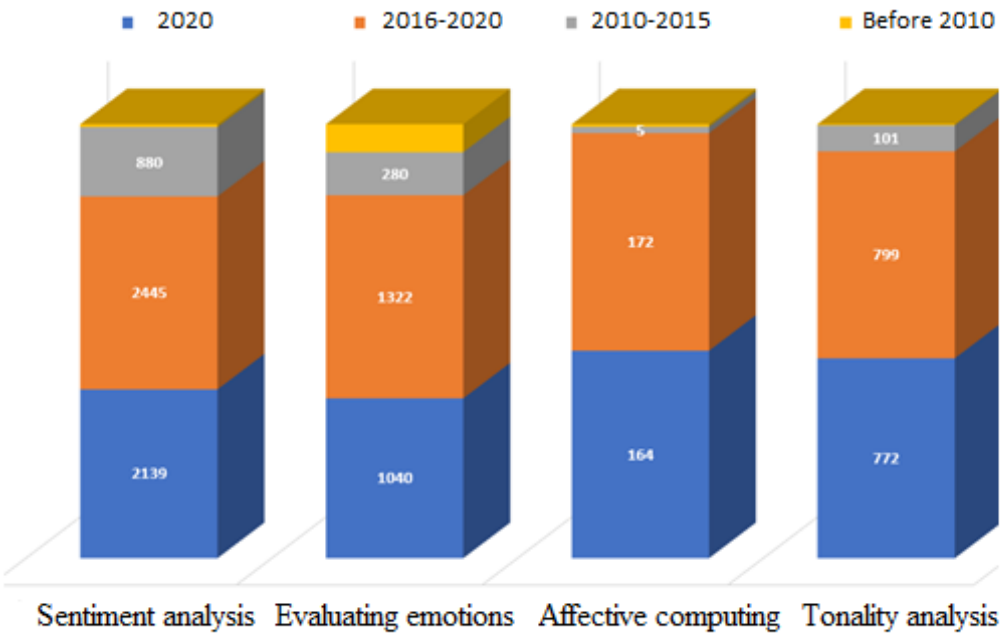


Рис. 1.10. Количественные метрики русскоязычных публикаций, распределение по году выпуска

Также проводился анализ публикационной активности по научным организациям и университетам по ключевому словосочетанию «аффективные вычисления». Результаты представлены на рис. 1.11.

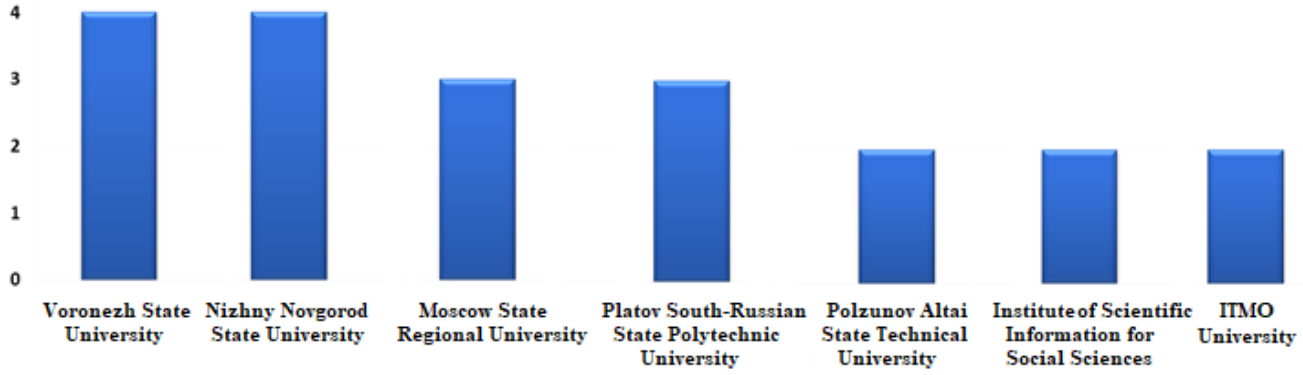


Рис. 1.11. Распределение публикационной активности исследовательских организаций

Анализ показывает, что количество публикаций по выбранной тематике в отдельно взятых организациях незначительно. Бóльшими результатами выделяются Воронежский государственный университет и Нижегородский государственный университет.

На рис. 1.12 приведён график динамики количества русскоязычных публикаций по выбранным тематикам. Анализ статистики по публикационной активности на русском языке из базы научного цитирования eLIBRARY показывает, что возрастает интерес к выбранной тематике. Объем публикаций за последние пять лет во много раз превышает количество публикаций за предыдущий период. Исследователи в данном направлении – это сотрудники вузов и академий наук. Объём зарубежных исследований на порядок превышает российский. И в русскоязычной литературе нет сложившейся терминологии в области аффективных вычислений и анализа эмоций.

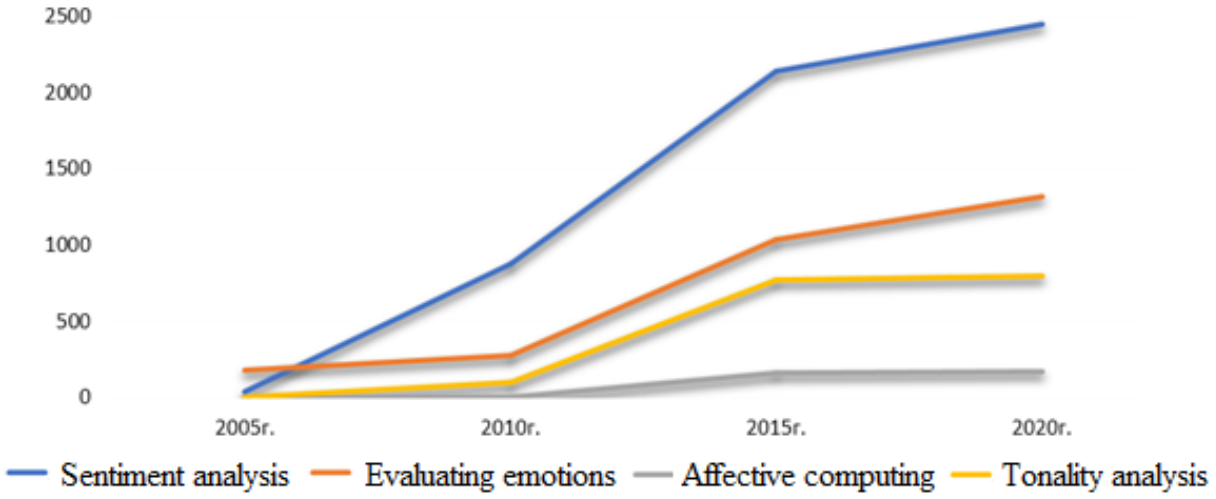


Рис. 1.12. График динамики количества русскоязычных публикаций по выбранным тематикам

1.3.2 Семантический анализ после извлечения информации о публикациях

По результатам содержательного семантического исследования и предварительной обработки информации на первом этапе были выявлены наиболее популярные публикации. Анализ содержания этих статей позволяет выделить наиболее интересные результаты в данной области науки. Основными трендами в исследовании являются различные подходы к распознаванию эмоций с учётом разных модальностей эмоциональной информации, например, анализ текстов, голосовых сообщений, сигналов ЭЭГ, видеофрагментов. Также важно применение эмоционально окрашенной информации в разных приложениях, особенно в

поддержке принятия решений в разных областях, таких как медицина, образование, компьютерные игры, маркетинг и т.д.

Для семантического анализа были отобраны 16 работ, отражающих выделенные научные тенденции. Так как основной объем исследований опубликован в последние пять лет, в анализируемый список попали труды в основном 2020 года, 2015 и 2018 годов. Рассмотрим основные релевантные публикации в исследуемой области.

В работе [171] рассматривается вопрос распознавания эмоций в повествовательном тексте с целью адаптации поддержки принятия решений к эмоциональным состояниям людей. Для решения данной задачи используется машинное обучение с настройкой рекуррентных нейронных сетей с двунаправленной обработкой. Особенностью предложенного подхода является адаптированная форма обучения. Сеть предварительно обучается для задачи анализа настроений, а выходной слой настраивается на задачу распознавания эмоций. Приведённые результаты исследования показывают, что такой подход превосходит традиционное машинное обучение.

Авторы [150] в своём исследовании анализируют голосовые медиа. Передавая семантическую информацию, вокальные сообщения обычно также содержат обильную эмоциональную информацию. Для распознавания таких эмоций применяется интеллектуальный анализ данных. В данной работе предлагается вычислительный динамический метод распознавания эмоций в голосовых социальных сетях в трёхмерном пространстве ПЭД (позиция – возбуждение –доминирование).

Распознавание эмоций с помощью анализа данных ЭЭГ – это область аффективных вычислений, направленная на поиск нейронных коррелятов между человеческими эмоциями и зарегистрированными сигналами ЭЭГ. В работе [142] авторы приводят значительные ограничения в применении моделей анализа ЭЭГ для распознавания эмоций, связанные с высокой вариабельностью ЭЭГ между индивидами. Основная задача при построении субъектно-независимых аффективных моделей состоит в выявлении наиболее различительных признаков

между субъектами. Анализ проводился с участием 26 пользователей, которые подвергались воздействию аффективных образов высокого возбуждения. Полученные результаты согласуются с нейрофизиологической гипотезой о корреляции зрительно вызванных эмоций человека с мозговой активностью.

В статье [191] приводится обзор исследований в области аффективных вычислений. Исследования аффективных вычислений все больше эволюционировали от обычного унимодального анализа к более сложным формам мультимодального анализа. Мультимодальность определяется наличием более чем одной модальности или канала, например, визуального, аудиального, текстового, жестового и глазного датчика. Особенно интересна задача слияния информации из различных модальностей. Авторы проводят обширное исследование различных категорий современных методов слияния с последующим критическим анализом потенциальных улучшений производительности.

Авторы [212] применяют вейвлет-пакетный анализ для извлечения эмоций из речевых сигналов. Выделение эффективных признаков из речевых сигналов необходимо для распознавания различных эмоций. Результаты исследования говорят о том, что по сравнению с обычными функциями, такими как Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), функции EMODB и EESDB могут повысить скорость распознавания на 14,9 и 4,3 процента соответственно.

Тексты в современных электронных ресурсах имеют определённую специфику, например, они могут быть ограничены по объёму. В работе [157] применяются методы машинного обучения и используются три классификатора и три метода выбора признаков. Особенностью предложенного подхода являются использование внутритекстовых признаков для идентификации эмоций, содержащихся в коротких текстах, и разработка для этой цели набора данных. Эксперимент проводится на трёх наборах данных, распознается шесть базовых эмоций.

В работе [211] авторы извлекают эмоции из коротких видеофрагментов и сравнивают объективные и субъективные оценки эмоций. Анализировалось 18 видеофрагментов с постановочным проявлением эмоций. Извлекались семь

категорий эмоций: нейтральность, счастье, злость, отвращение, страх, печаль, удивление. Эти типы эмоций оценивались по 4-мерной сферической модели эмоций (плохое – хорошее; уверенность – удивление; притяжение; защитная реакция: страх – агрессия). Использовалась методика семантического дифференциального шкалирования (СД) К. Осгуда и шкалы самооценки PXLab-Manikin. Результаты анализа показали, что объективная оценка с помощью FaceReader 4.0 и субъективная оценка не совпадают по тем же выборкам данных.

Авторы [225] исследуют повседневное социальное взаимодействие двух и более человек. Фокус исследования направлен на восприятие эмоций с точки зрения событийного потенциала и фазовой синхронизации. Метод гиперсканирования для ЭЭГ позволяет анализировать мозговую активность группы людей. Для классификации категорий эмоций анализировались данные ЭЭГ с помощью свёрточной нейронной сети. Анализировались четыре категории эмоций: гнев, отвращение, нейтральность и счастье. Результаты показали, что эмоциональная категория счастья может быть классифицирована с более высокими показателями по сравнению с другими категориями.

Исследования, описанные в [226], сосредоточены на анализе речевых эмоций. Существует проблема несогласованности длительности выборки и несбалансированности категорий выборки в корпусе речевых эмоций. Авторами предлагается модель распознавания речевых эмоций на основе Bi-GRU (Bidirection Gated Recurrent Unit) и фокальных потерь. Модель была усовершенствована на основе обучения свёрточной рекуррентной нейронной сети. Эксперимент проводится на данных базы IEMOCAP. Результаты показывают, что предложенная в данной работе модель распознавания речевых эмоций повышает точность распознавания.

Проведённый анализ показал, что многие учёные концентрируются на повышении качества распознавания эмоций, не рассматривая вопрос последующей применимости, распознанной эмоционально окрашенной информации, например, для поддержки принятия решений.

Ещё одним важным направлением применения аффективных вычислений является маркетинг. На рынке ритейла существует жёсткая конкуренция, которая заставляет учитывать эмоции потребителей. В работе [216] исследуется влияние эмоций покупателей при получении коробки с сюрпризом на отзывы, оставленные после покупки. Анализ показал, что потребители пишут отзывы, когда испытывают яркие эмоции, причём отзывы больше по объёму, когда клиенты испытывают крайне отрицательные эмоции, чем когда у них есть чрезвычайно положительные эмоции. Кроме того, положительные и отрицательные эмоции потребителей играют различную сдерживающую роль в зависимости от атрибутов продукта. Это исследование помогает фирмам понять, как потребители воспринимают и оценивают различные атрибуты продукта и услуги в новой бизнес-модели surprise box.

Важным аспектом аффективных вычислений является анализ настроений. В области анализа настроений существует множество вычислительных подходов, которые успешно решают многие аспекты этой проблемы, такие как классификация данных по одной из нескольких категорий настроений и т.д. Актуальной остаётся задача интеграции и применения этих методов в процесс принятия решений на практике. В работе [167] предлагается общая структура автоматизированного анализа настроений с акцентом на облегчение процесса разработки модели для пользователя таким образом, чтобы можно было достичь хорошей производительности независимо от проблемной области. Идея предлагаемого подхода состоит в том, чтобы использовать неструктурированные, основанные на мнении данные в сочетании со структурированными источниками данных для принятия решений.

В работе [145] анализируется настроение потребителей, что чрезвычайно важно в задачах понимания клиентов и разработки новых продуктов. Разрабатывается лексикон, описывающий преимущества и недостатки продукции. Авторы анализируют данные из Twitter, которые содержатся в разговорах потребителей после запуска новых продуктов в индустрии видеоигр. Они сравнивают результаты традиционного анализа настроений с результатами,

отфильтрованными с помощью лексикона. Результаты показывают снижение количества позитивных твитов, но резкое повышение информативности мнений потребителей. Комментарии, отфильтрованные с помощью лексикона, предлагают гораздо более полезную основу для понимания клиентов и разработки новых продуктов.

Существует множество методов интеллектуального анализа мнений потребителей, большая часть из них может быть применена в маркетинге. Исследование [174] направлено на создание автоматизированного способа сбора и анализа комментариев потребителей в социальных сетях, автоматической классификации их на маркетинговые 4Cs и немаркетинговые категории. Затем разделение группы маркетинговых статей 4Cs на четыре типа атрибутивных измерений для анализа эмоциональной полярности. Достоинством этого исследования является извлечение характерных ключевых слов из собранных отзывов потребителей для корпусной классификации и анализа полярности настроений, а также создание библиотеки функциональных ключевых слов для конкретных областей для повышения точности анализа.

Авторы [178] исследуют настроения пользователей социальных сетей. В статье рассматриваются проблемы анализа таких текстов, которые часто являются короткими, неформальными, шумными и содержат языковые двусмысленности, такие как полисемия. Ещё одной проблемой является тот факт, что большинство существующих методов анализа настроений основано на чистых данных. Авторы предлагают метод, который применяет глубокое интеллектуальное контекстное встраивание для повышения качества твитов путём удаления шума при одновременном учёте ключевых слов настроений, полисемии, синтаксиса и семантических знаний и использует двунаправленную сеть долговременной и кратковременной памяти. Эффективность предложенного метода проверяется на трёх наборах эталонных данных.

В рассматриваемых исследованиях в области маркетинга внимание акцентируется на поведенческих аспектах клиентов и испытываемых ими эмоциях и анализируется мотивация к принятию решений клиентами. При этом не

учитывается эмоционально окрашенная информация с точки зрения эффективности деятельности организации.

Аффективные вычисления применяются в различных областях. Одним из таких приложений является сфера образования. Работа [151] посвящена внедрению в студенческие информационные системы пользовательского опыта студентов с точки зрения их эмоций, производительности и воспринимаемой практичности. Исследование проводилось в одном из университетов Турции с выборкой из 32 участников с разным демографическим происхождением. Участникам было предложено выполнить ряд задач в системе. Задания были тщательно отобраны, чтобы направить участников к различным аспектам студенческой информационной системы. Кроме того, чтобы получить больше информации об опыте участников, им был задан ряд вопросов. Это исследование показало значительные различия между эмоциями пользователей, их поведением и воспринимаемым "юзабилити" в зависимости от их специфического демографического фона.

В работе [154] описывается анализ неструктурированных и текстовых медицинских данных об инфекционных заболеваниях. Предлагаемый подход к анализу настроений использует онтологический инжиниринг и анализирует аспекты, с помощью которых можно измерить мнение широкой общественности об инфекционных заболеваниях. Сначала строится онтология, содержащая такие понятия, как риски, симптомы, методы передачи инфекции или лекарства. Затем измеряется соотношение между этими понятиями, чтобы определить степень влияния одного понятия на другие. На основе полученных данных строится аспектная модель анализа настроений с применением статистических и лингвистических методов. Это делается путём применения моделей глубокого обучения.

В анализе эмоционально окрашенной информации важным аспектом является психологическая составляющая человека. От ментальной модели человека зависят испытываемые эмоции. В рассмотренных работах не

применяются психологические аспекты эмоций в автоматизированных системах управления.

1.4 Понятие «эмоционально окрашенная информация», основные подходы к типизации и зависимость от психотипа личности

Интеллект – понятие многогранное, и его важной составляющей является эмоциональный интеллект. Сегодня развитие информационных технологий позволяет разрабатывать системы, учитывающие эмоции пользователя и умеющие их эмулировать. Важным аспектом является автоматический анализ эмоционально окрашенной информации из отзывов пользователей. Решение этой задачи невозможно без применения инструментов искусственного интеллекта [128].

Перед современным научным сообществом стоит проблема разработки моделей и методов распознавания и учёта эмоционально окрашенной информации в интеллектуальных системах поддержки принятия решений.

Согласно открытой энциклопедии, эмоция (от лат. Emoveo – потрясаю, волную) – психический процесс средней продолжительности, отражающий субъективное оценочное отношение к объективному миру и существующим или возможным ситуациям, связанное с оценкой значимости действующих на него внешних или внутренних факторов. Изучением эмоций и их классификацией занимаются учёные в сфере психологии и аффективных вычислений. Существует несколько теорий типизации эмоций.

Один из таких подходов основан на идее дискретности эмоций. В теории дискретных эмоций Томкинса [208] рассматривается восемь эмоций, таких как удивление, интерес, радость, гнев, страх, отвращение, стыд и страдание. Эти эмоции считаются культурно узнаваемыми, базовыми эмоциями, биологически детерминированными эмоциональными реакциями, в которых как выражение, так и узнавание одинаковы для всех людей, независимо от этнических или культурных различий [149].

Пол Экман в своём кросс-культурном исследовании выделяет шесть основных эмоций (гнев, отвращение, страх, счастье, печаль и удивление), которые выражаются в разной степени через определённые характеристики [152].

Другой подход к типизации эмоций основан на предположении о существовании многомерного пространства эмоций. В качестве измерений эмоционального пространства обычно рассматривают один или несколько параметров, таких как возбуждение, валентность и интенсивность. В рамках данного подхода существует модель Уотсена и Теллегена PANA [213]. Кроме того, сюда можно отнести модель Circumplex Рассела [198]. В модели эмоционального состояния Pleasure – Arousal – Dominance (PAD) также применён трёхмерный подход для измерения эмоций [176]. Модель Плутчика – это наиболее известный трёхмерный гибрид как основных, так и сложных категорий, в котором эмоции разной интенсивности могут быть объединены в эмоциональные диады. Он представил колесо из восьми эмоций: радость, доверие, страх, удивление, печаль, отвращение, гнев и ожидание – в 24 первичных, вторичных и третичных диадах [190].

В сфере услуг роль эмоций возрастает. Здесь важным становится аспект, связанный с тем, что эмоция – это психический процесс средней продолжительности. Т.е. мы испытываем эмоцию именно в момент потребления услуги. Поэтому важно уметь правильно оценить эмоции и учесть их в процессе оказания услуг.

Чем ярче человек испытывает эмоции, тем большую мотивацию он имеет, чтобы поделиться эмоционально окрашенной информацией о той или иной оказанной ему услуге. Для лиц, принимающих решения в вопросах управления и продвижения тех или иных товаров и услуг, эта информация чрезвычайно важна и полезна [2, 41, 220].

Люди выражают свои эмоции по-разному, один из вариантов – с помощью мимики. Под мимикой понимаются выразительные движения мышц лица [109]. Она не зависит от расовой или социальной принадлежности. С помощью мимики

можно понять, какие эмоции испытывает человек в данный момент и насколько эти эмоции яркие [108].

В работе будет рассмотрен дискретный тип эмоций с выделением пяти классов эмоций. Эмоции связаны с психологическими аспектами личности, на этапе потребления услуг важно учитывать психотип личности для мониторинга эмоционального состояния клиента сферы услуг [106].

При чтении эмоций стоит учитывать влияние личности человека: зная психотип клиента, можно предугадать, какие эмоции он будет испытывать и как себя поведёт в той или иной ситуации. Это позволит правильным образом повлиять на клиента и выстроить с ним здоровые отношения. Под психотипом будем подразумевать психическую характеристику личности. У каждого типа личности есть свои черты характера и особенности поведения. Не существует единой классификации психотипов, но существует несколько теорий.

Наиболее известна теория К. Юнга [112]. Он выделил два основных психотипа: интроверт и экстраверт. Другая распространённая теория – это теория Гиппократа, известного древнегреческого врача и философа [112]. Это такие психотипы, как сангвиник, холерик, флегматик и меланхолик. Российский психиатр А.Е. Личко создал свою топологию личностей. Его классификация основана на акцентуации характера и не зависит от возраста клиента. Под акцентуацией он понимал тип деформации характера, при котором сильно выражены его отдельные части. Он определил две степени выраженности акцентуации: яркая и скрытая. При первом типе черты характера сильно выражены и остаются с человеком на протяжении всей жизни. Во втором случае черты характера проявляются в следствие стрессовых событий или психологической травмы [61].

Для определения типа личности могут быть применены вербально-коммуникативные методы, например, опросник Г. Айзенка [33], состоящий из 57 вопросов. Ещё одним известным примером является опросник Д. Голдберга, который определяет личность, основываясь на пяти факторах: экстраверсия, доброжелательность, добросовестность, невротизм (эмоциональная стабильность)

и открытость опыту [91]. Патохарактерологический диагностический опросник А.Е. Личко содержит контрольную шкалу для определения честности обучающегося. С его помощью можно определить 10 типов личности: неустойчивый, демонстративный, возбудимый, интровертированный, тревожно-педантический, сенситивный, астено-невротический, лабильный, циклоидный и гипертимный [62].

Существует несколько подходов к распознаванию эмоций. Первым делом на ум приходит чтение мимики с помощью видеокамеры. Пол Экман и Уоллес Фризен в 1978 году разработали систему кодирования лицевых движений (FACS) [119]. Алгоритм распознает присутствие лица, а затем определяет его черты. При этом рассматриваются не все двигательные единицы, а только те, которые необходимы. Такой способ на первый взгляд кажется оптимальным, но у него есть значительные недостатки. Из-за физических различий, таких как причёска, цвет лица, наличие очков либо головного убора, возможно получить некорректные данные.

Кроме выражения лица, эмоции клиента выдаёт его голос. Мэттью Фернандес и Акаш Кришнан в 2016 году разработали алгоритм Simple Emotion, распознающий десятки эмоций с помощью речи человека [196].

Ещё один способ определения эмоций – это тестирование. Его можно реализовать по-разному. Вопросы могут быть напрямую связаны с переживаниями человека либо же с его реакциями.

Также можно использовать показатели различных датчиков. К таким показателям относятся электрические импульсы тела, пульс и другие физические характеристики. Такой способ позволяет определить уровень стресса, но выявить конкретную эмоцию сложно. Этот метод лучше использовать в комплексе с другими методами. Для увеличения точности распознавания можно использовать сразу несколько перечисленных методов определения эмоций.

При рассмотрении клиентов сферы услуг невозможно использовать инвазивные методы идентификации эмоций, поэтому в работе применяются распознавание по лицу, вербально-коммуникативные методы и анализ текста на естественном языке, также используются методы машинного обучения,

нейросетевые технологии и методы теории распознавания образов при анализе эмоций в тексте.

1.5 Основные подходы к применению аффективных вычислений для поддержки принятия решений

В работе [160] анализируются дифференциальные механизмы, которые определяют восприимчивость компании к мнению своих клиентов. Авторы создают концептуальную основу, которая различает когнитивную и аффективную организационные системы. Результаты крупномасштабного межотраслевого исследования показывают, что для повышения отзывчивости к клиентам более важна аффективная организационная система.

Исследование [164] направлено на изучение моделей связи между удовлетворённостью потребителя и эмоциональной приверженностью к обслуживающей организации. Авторы работы включили в модели влияние предыдущего опыта взаимодействия клиента с организацией и опыта работы с другими организациями в сфере услуг. Исследование показывает, что приверженность положительно влияет на удовлетворённость клиентов и снижает восприятие риска.

В [148] предлагается интегрированная модель, которая всесторонне рассматривает ключевые переменные способности человеческих ресурсов и организационной эффективности. Авторы утверждают, что внутренняя удовлетворённость и лояльность клиентов влияют на прибыльность и рост компании.

В [175] рассматривается эмоционально заряженное поведение, посредством которого люди участвуют в организационных изменениях. Автор утверждает, что эмоции всегда связаны с жизненным опытом и решающим образом влияют на то, как люди приходят к своим убеждениям.

В [214] исследовалось влияние информационных технологий и методов управления качеством на результативность организации удовлетворения потребности клиентов. Помимо сокращения расходов, работа над управлением

качеством способствует удержанию клиентов и повышению их лояльности и удовлетворённости. Информационные технологии тоже вносят свой вклад в увеличение общей производительности, удовлетворённости клиентов и продуктивности сотрудников.

В [153] рассматриваются организационные системы и их характеристики. Авторы предлагают методы изучения и проектирования организаций и методологию решения проблем внедрения на примере всех видов государственных и частных предприятий.

Работа [158] представляет теоретические и эмпирические исследования социальных организаций, предлагая ключевые аналитические инструменты для изучения и понимания человеческого поведения в различных контекстах.

В исследовании [133] основное внимание уделяется стратегическим намерениям организаций по цифровизации бизнеса, ожиданиям клиентов и их достижениям. Авторы предполагают, что цифровое обслуживание клиентов может дать существенные результаты – больше клиентов, больше потребления, больше продаж, больше операций по повторным закупкам и больше лояльности.

В [156] рассматриваются технологии повышения квалификации человека и их применение в сферах розничной торговли, продаж и обслуживания. Авторы уверены, что эти технологии окажут заметное влияние на качество обслуживания клиентов: как благоприятное, так и пагубное.

В [147] обсуждается аналитическая типология организационных инноваций в сфере услуг. Авторы рассматривают новую модель измерения для эмпирических и теоретических исследований.

В [197] рассматриваются смешанные методы исследования организационных систем. Авторы исследуют преимущества и принципы исследования смешанных методов, анализируют и предлагают конкретные рекомендации по уточнению письменных описаний методов, используемых для сбора и интерпретации данных.

Есть несколько исследований, непосредственно посвящённых повышению эффективности организаций за счёт удовлетворённости клиентов. Зейнаб Солтани и Нима Джафари Навимипур предложили механизмы управления

взаимоотношениями с клиентами [204]. Сонни Нванкво в статье «Ориентация на клиента» [181] предоставляет основу для руководства через процесс построения философии, ориентированной на клиента. Есть вероятность, что с помощью такой структуры можно будет оценить профиль ориентации организации на потребителя и обеспечить основу для сравнения межорганизационных подходов.

Также исследование «Сила эмоциональной ценности: смягчение эффекта ориентации на клиента в отношениях с профессиональными бизнес-услугами» [132] показало, что воспринимаемая ориентация на клиента не столько связана с удовлетворением отношениями и их результативностью, сколько с тем, как удовлетворение положительно связано с эффективностью отношений. В исследовании раскрывается эмоциональная ценность как сдерживающий механизм, который может предотвратить уменьшение эффекта от активности ориентации на клиента.

Исследование [173] направлено на изучение взаимосвязи отказа обслуживания с жалобами на основе теории аффективных событий. Результаты работы показали, что эмоциональная оценка имела значительную взаимосвязь в отношении объяснения когнитивной оценки, отказа основного обслуживания и отказа межличностного обслуживания соответственно. Эмоциональная оценка показала положительную связь с жалобами.

Статья [177] устанавливает концептуальную основу взаимоотношений между приверженностью руководства качеству обслуживания, ориентацией на клиента, эмоциональной приверженностью, удовлетворённостью работой, усилиями по обслуживанию и качеством обслуживания. Некоторые исследования посвящены поддержке принятия решения для организаций. Эндрю П. Сейдж представил поведенческие и организационные аспекты проектирования информационных систем и процессов для планирования и поддержки принятия решений [200]. Особое внимание уделяется детерминантам производительности и требованиям к проектированию систем и процессов для планирования и поддержки принятия решений. В работе [187] авторы предложили методы и модели для систем поддержки принятия решений в процессе создания и оценки организационных

структур на основе новой концепции. Основным отличием предложенной концепции от обозначения уровней иерархии и состава единиц организационной структуры является разделение каждого уровня на две области: иерархическая структура и структура процессов (процессы, операции, функции, подфункции).

Последние достижения в области алгоритмов глубокого обучения обещают преимущества для принятия решений в организациях, помогая сотрудникам в обработке информации [203]. Авторы подготовили учебное пособие по алгоритмам глубокого обучения и иллюстрировали процесс принятия решений, дополненный глубоким обучением, с двумя тематическими исследованиями, основанными на задачах распознавания изображений и анализа настроений.

Другие исследования направлены на управление процессом оказания услуг. Работам по управленческим исследованиям об отношениях между организациями, сотрудниками и клиентами не хватает интеграции и требуется внутренне непротиворечивая структура, включающая критические конструкции, причинные механизмы и уровни анализа. Авторы [207] проанализировали эмпирические исследования с результатами, связанными с услугами, а также важные теоретические работы в области менеджмента и маркетинга и создали интегративную основу для теории и исследований управления услугами.

В статье [215] авторы предложили общую математическую модель, основанную на четырёх гипотезах систем предоставления качества услуг для анализа задержек. Также авторы дали оценку ошибки качества обслуживания в системе предоставления услуг.

На основе проведённого анализа исследований в выбранной области выделены основные применяемые методы и решаемые задачи в области аффективных вычислений (рис. 1.13).

Сфера аффективных вычислений на схеме рассматривается через три аспекта: эмоции, методы анализа эмоционально окрашенной информации, применение и учёт ЭОИ.

Аспект эмоций рассматривается с разных точек зрения. Эмоция как процесс состоит из следующих компонентов: темперамент, мысли, физиологическая

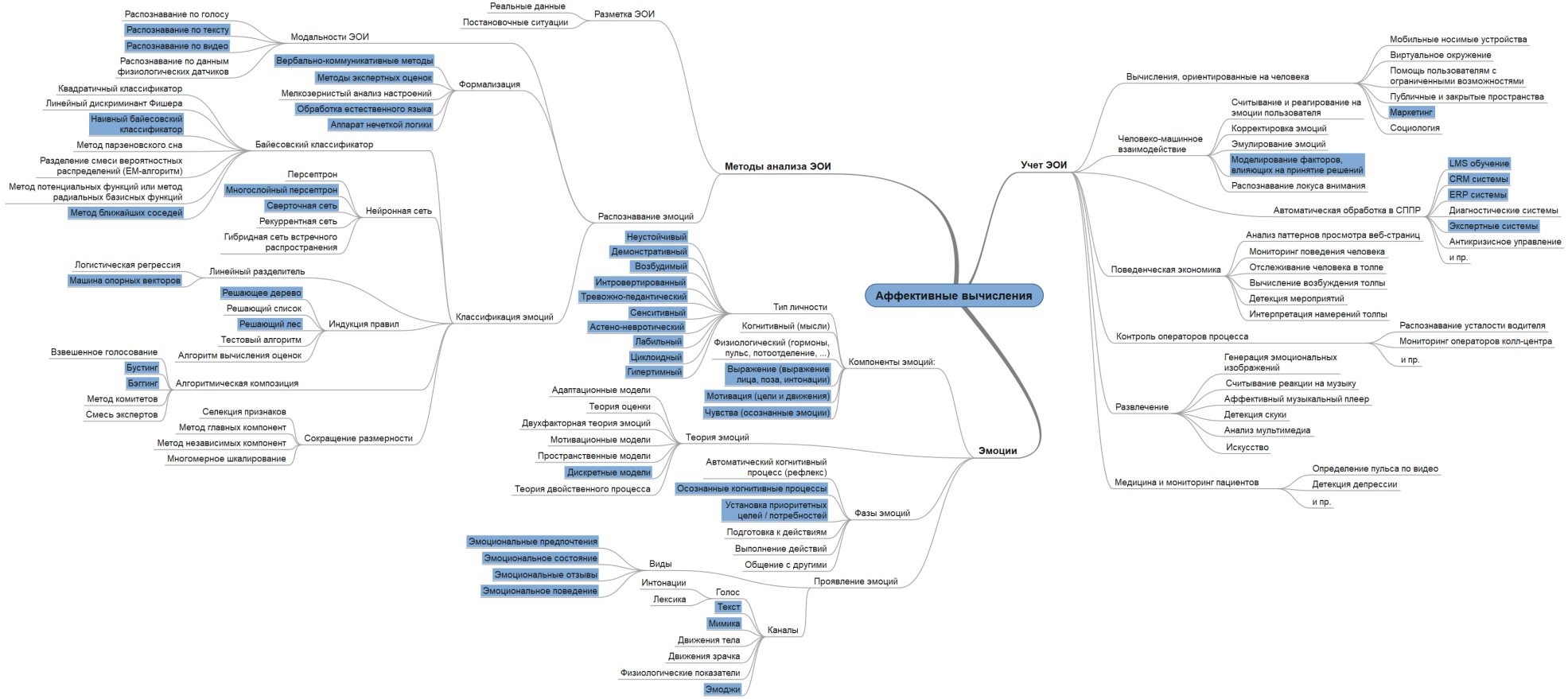


Рис. 1.13. Основные применяемые методы и решаемые задачи в области аффективных вычислений

реакция, выражение эмоции, мотивация, осознаваемые чувства. Проявления эмоций могут быть разными. Можно выделить четыре вида: эмоциональные предпочтения, состояние, поведение, отзывы; и семь каналов проявления эмоций: голос (интонации, лексика), текст, мимика, движения тела, движение зрачка, физиологические показатели, эмоджи. Реакция на любое событие проходит в несколько фаз: автоматические мысли, осознанные мысли, установка приоритетных целей, подготовка и выполнение действий, общение с людьми. [79, 180]

Отметим также, что существуют разнообразные теории эмоций: адаптационные модели, теория оценки, двухфакторная теория эмоций, мотивационные, пространственные, дискретные модели, а также теория двойственного процесса.

Прежде чем приступить к распознаванию и сравнению методов, необходимы размеченные данные. Распознавание эмоций может проводиться на разных модальностях и состоит из двух шагов: формализация ЭОИ и самого процесса классификации. В распознавании эмоций представлены следующие модальности: голос, текст, видео, данные физиологических датчиков. Для формализации данных используются вербально-коммуникативные методы, методы экспертных оценок, мелкозернистый анализ настроений, обработка естественного языка, аппарат нечёткой логики. Для классификации применяется много групп различных методов. Байесовские классификаторы: квадратичный классификатор, линейный дискриминант Фишера, наивный байесовский классификатор, метод парзеновского сна, разделение смеси вероятностных распределений (EM-алгоритм), метод потенциальных функций или метод радиальных базисных функций, метод ближайших соседей. Нейронные сети: персептрон, многослойный персептрон, свёрточная сеть, рекуррентная сеть, гибридная сеть встречного распространения. Линейные разделители: логистическая регрессия, машина опорных векторов. Индукция правил: решающее дерево, решающий список, решающий лес, тестовый алгоритм, алгоритм вычисления оценок. Алгоритмическая композиция: взвешенное голосование, бустинг, бэггинг, метод комитетов, смесь экспертов.

Сокращение размерности: селекция признаков, метод главных компонент, метод независимых компонент, многомерное шкалирование.

Рассмотрим варианты применения аффективных вычислений и выделим в каждой из них сферы применения. Вычисления, ориентированные на человека, могут быть применены для: мобильных носимых устройств, создания виртуального окружения, помощи пользователям с ограниченными возможностями, для создания публичных и закрытых пространств, в маркетинге и социологии. Человеко-машинное взаимодействие применяется для: считывания и реагирования на эмоции пользователя, корректировки эмоций пользователя, эмулирования эмоций; моделирования факторов, влияющих на принятие решений; распознавания локуса внимания. Автоматическая обработка в СППР может применяться в: LMS обучении, CRM, ERP системах, диагностических, экспертных системы, при антикризисном управлении, и пр. Поведенческая экономика используется для: анализа паттернов просмотра веб-страниц, мониторинга поведения человека, отслеживания человека в толпе, вычисления возбуждения толпы, обнаружении мероприятий, интерпретации намерений толпы. Контроль операторов процесса: распознавание усталости водителя, мониторинг операторов колл-центра, и пр. Варианты применения учёта ЭОИ в сфере развлечений: генерация эмоциональных изображений, считывание решений на музыку, аффективный музыкальный плеер, детекция скуки, анализ мультимедиа, анализ мультимедиа, искусство. Медицина и мониторинг пациентов: определение пульса по видео, детекция депрессии, и пр.

Пункты, выделенные на данной схеме синим цветом, будут подробно рассматриваться и применяться в последующих главах.

Анализ исследований в рассматриваемой области показал недостаточность проработанности вопросов анализа эмоционально окрашенной информации клиентов при поддержке принятия решений и вопросов применения её в качестве дополнительного канала данных для повышения эффективности принятия решений, а также вопросов разработки технологий проведения качественного и количественного исследования удовлетворённости потребителей, несовершенство существующих моделей и методов анализа степени удовлетворённости клиентов

на основе эмоционально окрашенной информации. Кроме того, в анализируемых работах авторы не рассматривают процесс оказания услуг как последовательность логических этапов с учётом эмоционально окрашенной информации на каждом этапе этого процесса.

Выводы по главе 1

Проведён анализ организационных систем сферы услуг. Показано место сферы услуг в классификации организационных систем. Выявлены основные особенности организационных систем сферы услуг.

Проведён количественный и качественный анализ публикационной активности в области аффективных вычислений и систем поддержки принятия решений. Анализ показал высокую актуальность рассматриваемой тематики. За последние пять лет резко возрастает количество публикаций по выбранным ключевым словам. Публикации на английском языке значительно превышают русскоязычные исследования. Это может свидетельствовать о неустоявшейся терминологии на русском языке.

Проведён семантический анализ наиболее релевантных публикаций, выявленных на этапе количественного анализа. Анализ исследований в рассматриваемой области показал недостаточность проработанности вопросов анализа эмоционально окрашенной информации клиентов при поддержке принятия решений и вопросов применения её в качестве дополнительного потока данных для повышения эффективности принятия решений, а также вопросов разработки технологий проведения качественного и количественного исследования удовлетворённости потребителей, несовершенство существующих моделей и методов анализа степени удовлетворённости клиентов на основе эмоционально окрашенной информации.

Проведённый анализ существующих исследований позволил выделить основные применяемые методы и решаемые задачи в области аффективных вычислений, показывающие современное положение развития исследований в рассматриваемой области.

ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ СФЕРЫ УСЛУГ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ

Во второй главе проводится анализ процессов, протекающих в организационной системе сферы услуг. Анализируется структура информации о клиенте и услуге. Разрабатывается модель жизненного цикла процесса оказания услуг в организации сферы услуг. На основе разработанных моделей формируется концепция поддержки принятия решений в организационной системе сферы услуг с опорой на анализ эмоционально окрашенной информации на каждом этапе жизненного цикла процесса оказания услуг. Предлагаются новые механизмы управления организационными системами сферы услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации. Приводится схема поддержки принятия решений, раскрывающая логику идентификации эмоционально окрашенной информации клиентов в процессе оказания услуг. Разрабатывается трёхуровневая схема управления процессом оказания услуг, содержащая уровень обратной связи, уровень адаптации и уровень обучения, а также имеющая дополнительный поток с новым типом информации (эмоционально окрашенной информацией). Комплекс применяемых методов для решения, поставленных задач на этапах разработки СППР представлен в приведённой методологии поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации. Приводится обобщённая математическая постановка задачи управления процессом оказания услуг. Разработан набор функциональных моделей поддержки принятия решений на разных этапах жизненного цикла процесса оказания услуг, позволяющий выявить структуру процесса для последующей разработки адекватных моделей и методов. Обоснован выбор онтологического подхода для реализации информационного обеспечения систем поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации. Приводится обобщённый алгоритм анализа ЭОИ для систем поддержки принятия решений, уточняемый на каждом этапе жизненного цикла процесса оказания услуг.

2.1 Разработка ландшафта процессов предприятия сферы услуг

Для повышения эффективности управления в организации сферы услуг необходимо наиболее полно описать процесс оказания услуг в ней. Для этого проанализируем структуру организации сферы услуг и выявим информационные потоки, имеющие значение в процессе управления [23].

На рис. 2.1 представлены функциональные подсистемы организации сферы услуг.

Рис. 2.1. Функциональные подсистемы организации сферы услуг

На схеме представлена иерархия управления в организации и её структура. Подобная схема – это первый этап при построении автоматизированных систем управления [3, 66, 81, 111, 118].

Стоит задача управления процессом оказания услуг. Выявим те параметры в процессе оказания услуги, которыми можно управлять. На рис. 2.2 и 2.3 приведена подробная схема представления информации о клиенте и услуге соответственно.

В организационных системах сферы услуг ключевую роль играет клиент, т.к. от уровня его удовлетворённости зависит то, станет ли он постоянным клиентом и распространит ли информацию об оказанных ему услугах другим потенциальным клиентам. Уровень удовлетворённости зависит от соответствия процесса оказания услуг требованиям клиентов и от эмоций, которые испытывает клиент до, во время и после потребления услуги. Для выявления взаимосвязей внутри организации сферы услуг был разработан ландшафт процессов, представленный на рис. 2.4.

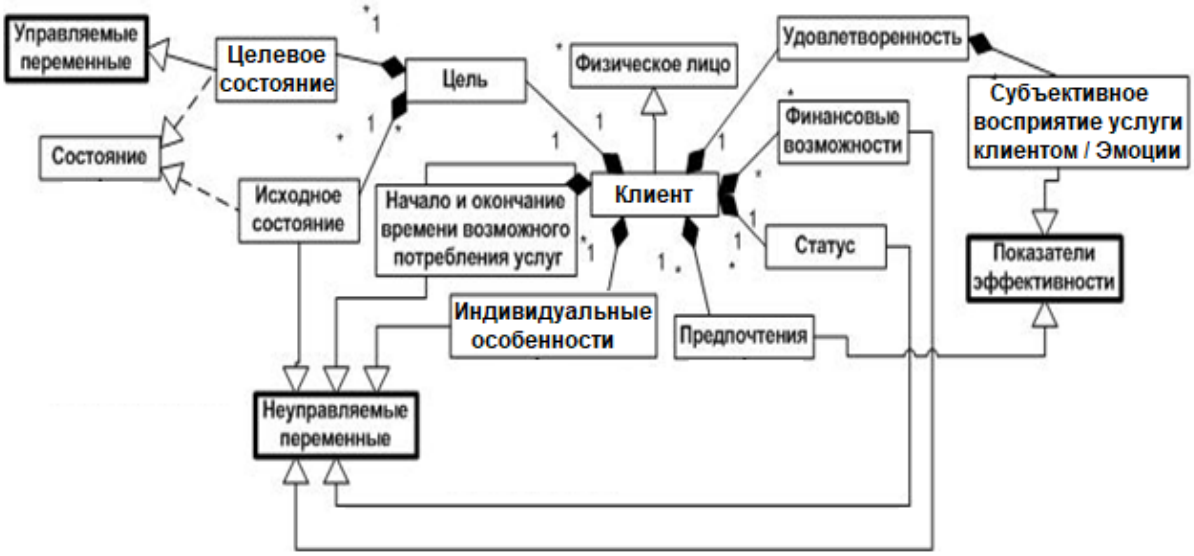


Рис. 2.2. Структура информации о клиенте

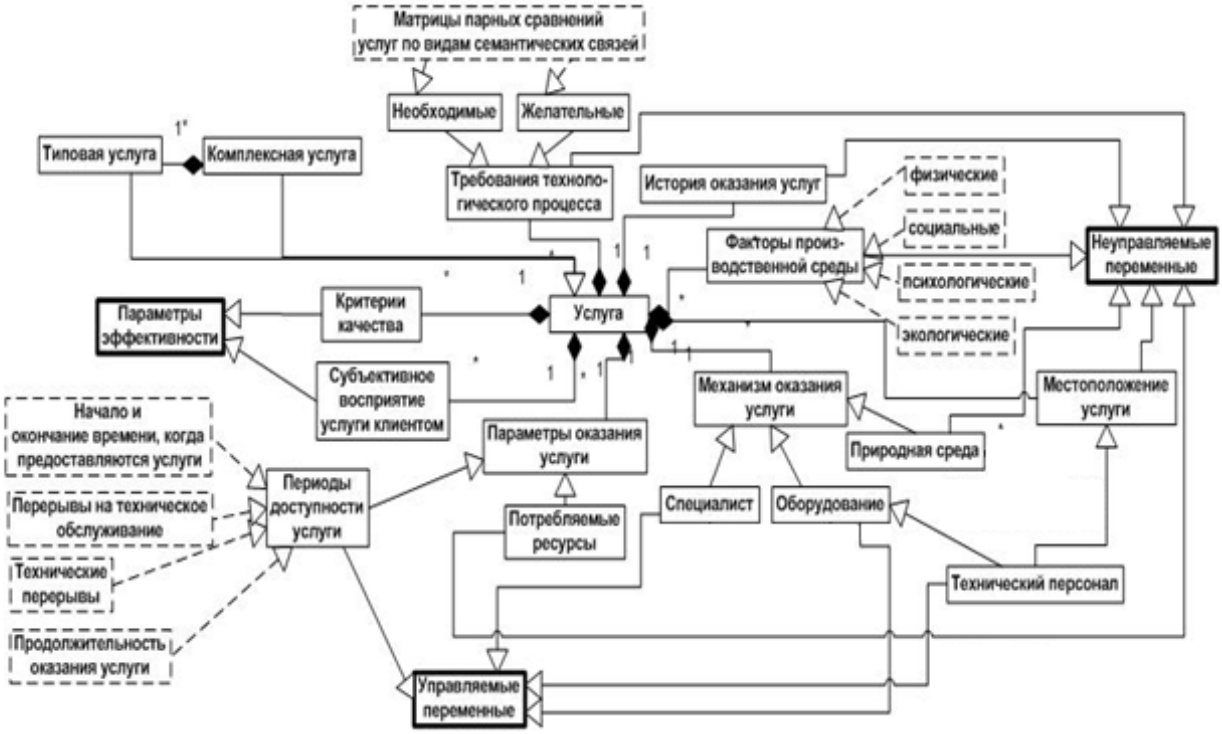


Рис. 2.3. Структура информации об услуге

Были выделены процессы руководства: стратегическое планирование, управление предприятием, оперативное планирование, контроль, организация предприятия, развитие персонала, коммуникация, маркетинг. Выделены основные требования клиентов: выполненная услуга, компетентное консультирование, всеобъемлющий сервис, надёжное обслуживание.

Рис. 2.4. Ландшафт процессов организации сферы услуг

Если услуга будет соответствовать этим требованиям, скорее всего, клиент будет испытывать нейтральные эмоции. Если услуга будет превосходить ожидания клиента, он будет испытывать положительные эмоции. А если оказанная услуга не будет удовлетворять выставленным требованиям, клиент испытает отрицательные эмоции.

Именно отрицательные эмоции являются худшим исходом с точки зрения управления организацией сферы услуг, т.к. они могут привести к потере клиентской базы и источника доходов. Поэтому управленческие решения должны быть направлены на снижение уровня отрицательных эмоций у клиентов. Основным бизнес-процессом и объектом управления в организациях сферы услуг является процесс оказания услуг. Была разработана модель бизнес-процесса оказания услуг. Бизнес-процесс состоит из таких подпроцессов, как: выработка идеи об услуге, обеспечение услуги, поиск клиентов, формализация пакета услуги под требования конкретного клиента, оперативное управление процессом оказания услуги, анализ обратной связи от клиента, оценка эффективности оказания услуг, выработка и принятие управленческих решений (на данном этапе может реализовываться два сценария: либо принимается решение о закрытии услуги, либо вносятся корректирующие воздействия на обеспечение услуги). Для учёта в

процессе поддержки принятия управленческих решений эмоций клиентов были проанализированы процессы обработки эмоционально окрашенной информации. Были выделены такие процессы, как: идентификация ЭОИ, формализация ЭОИ, классификация ЭОИ, учёт ЭОИ в поддержке принятия решений и оценка эффективности процесса оказания услуг на основе ЭОИ.

2.2 Разработка методологических основ поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации клиентов

В рамках информационного управления организационной системой решается задача поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе учёта эмоционально окрашенной информации.

Процесс информационного управления включает в себя [162]: определение информационных потребностей; сбор и создание информации; анализ и интерпретацию информации; организацию и хранение информации; доступ к информации и её распространение; использование информации.

В работе реализуется поддержка принятия решений на разных этапах жизненного цикла процесса оказания услуг, которая собирает, создаёт, организует, распространяет и использует информацию. На каждом этапе жизненного цикла процесса оказания услуг реализуется поддержка принятия решений через такие задачи, как (рис. 2.5): формирование комплексной услуги с учётом эмоциональных предпочтений клиента по оказываемым ему услугам; формирование графика оказания услуг с учётом индивидуальных эмоциональных стратегий потребления услуг; оперативное управление процессом потребления услуг с элементами индивидуальной эмоциональной поддержки клиентов и подбором вида оказания услуг; анализ обратной связи от клиентов в виде отзывов и проявляемых в них эмоций по разным аспектам услуг; оценка эффективности оказания услуг с учётом параметра, отражающего эмоции клиента по завершении процесса потребления услуг.

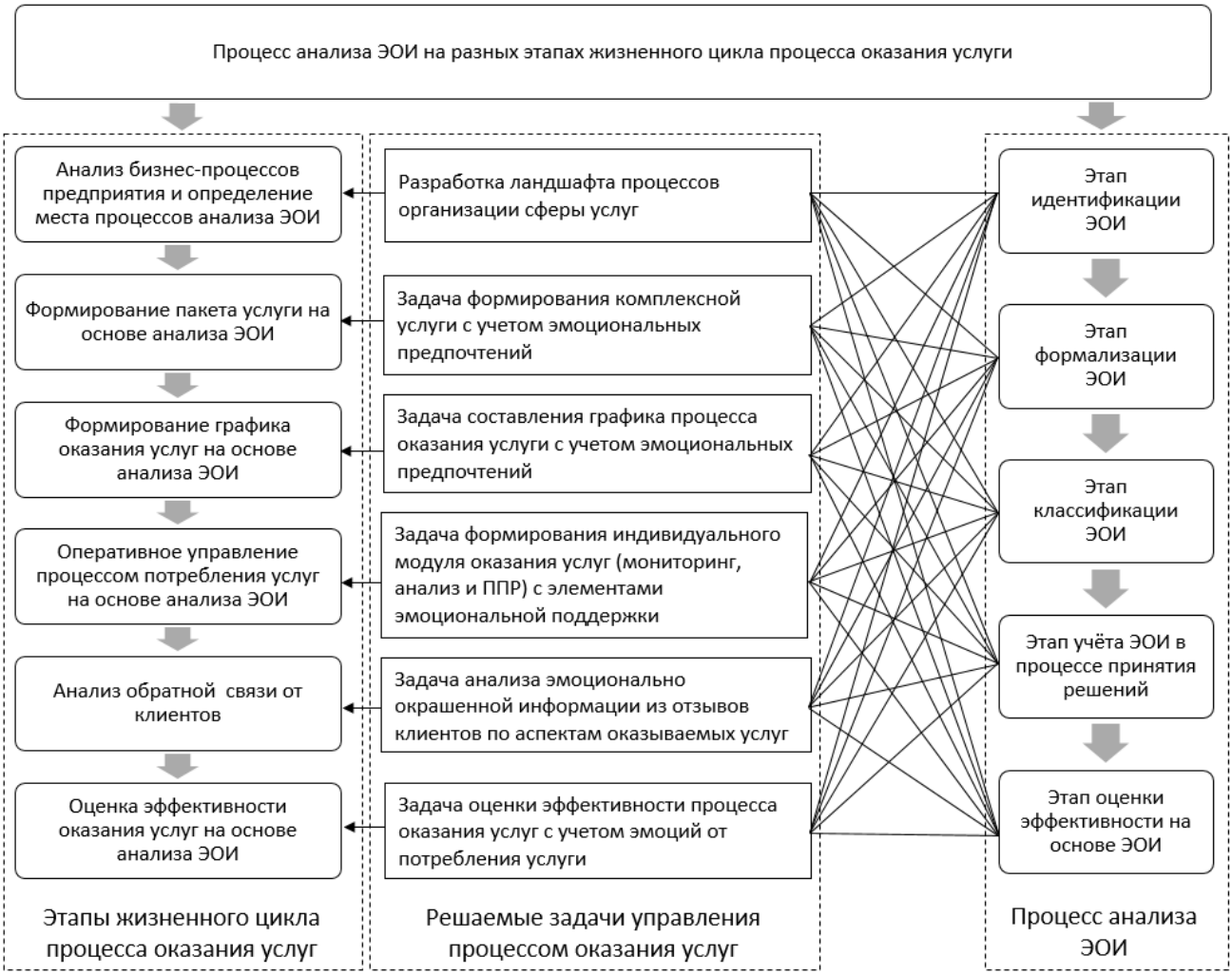


Рис. 2.5. Решаемые задачи управления на основе анализа эмоционально окрашенной информации на разных этапах жизненного цикла процесса оказания услуг

В рамках этих задач разрабатываются механизмы управления на основе анализа эмоционально окрашенной информации. Применение адекватных механизмов управления в организационной системе обеспечивает реализацию функций управления. [138]

Д.А. Новиков [78] приводит свою схему комплекса механизмов управления. В рамках этой схемы разработаны **механизмы управления** на основе эмоционально окрашенной информации, которые работают на разных этапах жизненного цикла процесса оказания услуг (рис. 2.6).

Рис. 2.6. Комплекс механизмов управления

На фазе планирования разработаны механизмы оперативного планирования процессов оказания услуг с учётом эмоционально окрашенной информации [18].

На фазе организации разработаны механизмы формирования пакета услуг с учётом эмоционально окрашенной информации.

На фазе контроля разработаны такие механизмы, как: анализ обратной связи от клиентов с учётом эмоционально окрашенной информации; оценка эффективности оказания услуг с учётом эмоционально окрашенной информации.

Объектом управления в рассматриваемой организационной системе является процесс оказания услуг. На рис. 2.5 подробно рассмотрен жизненный цикл данного процесса. Особенностью предлагаемого подхода к управлению организационной системой сферы услуг является **разработка новых механизмов управления, основанных на анализе эмоционально окрашенной информации на каждом этапе данного жизненного цикла**.

На каждом этапе жизненного цикла процесса оказания услуг для учёта эмоций клиентов в управлении и реализации предложенных механизмов управления выполняется **анализ эмоционально окрашенной информации**,

состоящий из следующих этапов: идентификация ЭОИ; формализация ЭОИ; классификация ЭОИ; учёт ЭОИ в процессе принятия решений; оценка эффективности на основе ЭОИ.

В соответствии с методами системного анализа разработаны принципы управления процессом оказания услуг в организации сферы услуг, позволяющие разработать на их основе методологию анализа эмоционально окрашенной информации в системе поддержки принятия управленческих решений для организации сферы услуг.

При построении СППР для управления процессами оказания услуг на основе эмоционально окрашенной информации с учётом предъявляемых требований были применены основные **принципы системного анализа,** сформулированные в следующем виде.

- Реализация принципа наблюдаемости заключается в том, что в момент проектирования СППР на основе ЭОИ было обеспечено отсутствие в системе элементов и подсистем, неконтролируемых для вышестоящих уровней системы. Это позволило достичь необходимой надёжности функционирования системы и снизить вероятность возникновения ошибок в её работе.
- Согласно принципу реализуемости, все подсистемы и элементы сложной системы должны быть реализованы при помощи имеющихся технологий; для этого систему требуется обеспечить необходимыми ресурсами. Для СППР на основе ЭОИ таким ресурсом является база данных, сформированная на основе информации из онтологической модели и из знаний, полученных от эксперта о прецедентных ситуациях.
- Принцип контринтуитивного проектирования для СППР на основе ЭОИ состоит в том, что в ходе проектировании этой системы исключались те модули и подсистемы, которые были основаны только на интуиции и опыте разработчиков. Все элементы СППР проектировались с учётом общепринятых стандартов на основе утверждённой постановки задачи.

- Принцип управляемости заключается в том, что СППР на основе ЭОИ, будучи сложной системой, не включает в себя неуправляемые модули, элементы или подсистемы. Все они испытывают на себе целенаправленное управляющее воздействие основной системы либо её элементов вышестоящего уровня.
- Принцип интеграции состоит в необходимости объединения всех элементов и подсистем (на примере СППР на основе ЭОИ это модули, база данных, интерфейс пользователя) по определенным правилам в общую единую систему и дальнейшей разработки общесистемных целей, задач и функций.
- Принцип адекватности заключается в том, что все элементы или подсистемы, находящиеся на одном уровне, должны взаимно соответствовать по функциям, характеристикам и структуре во всех отношениях. Для СППР на основе ЭОИ этот принцип воплощён в адекватном распределении функций между элементами на всех этапах работы системы (например, среди модулей для работы с данными, расчёта показателей и формирования рекомендаций).
- Принцип согласованности состоит в том, что элементы системы на всех уровнях должны по всем параметрам быть согласованы друг с другом для получения необходимой итоговой эффективности системы. При проектировании СППР на основе ЭОИ были проведены тесты для оценки взаимной согласованности работы элементов системы (интерфейса пользователя, модулей и базы данных).
- Принцип системы, цели и среды воплощён в СППР на основе ЭОИ в полной мере: при проектировании системы учитывались базовые характеристики среды, в которой будет функционировать система (индустрия здоровья и красоты, финансовые услуги, туристическая отрасль, образовательные учреждения), и в зависимости от типа организации проводилась точечная настройка СППР и её целей. Также в системе учтены все возможные изменения среды, которые могут повлиять на её работу.

Разработанная методология представлена на рис. 2.7.

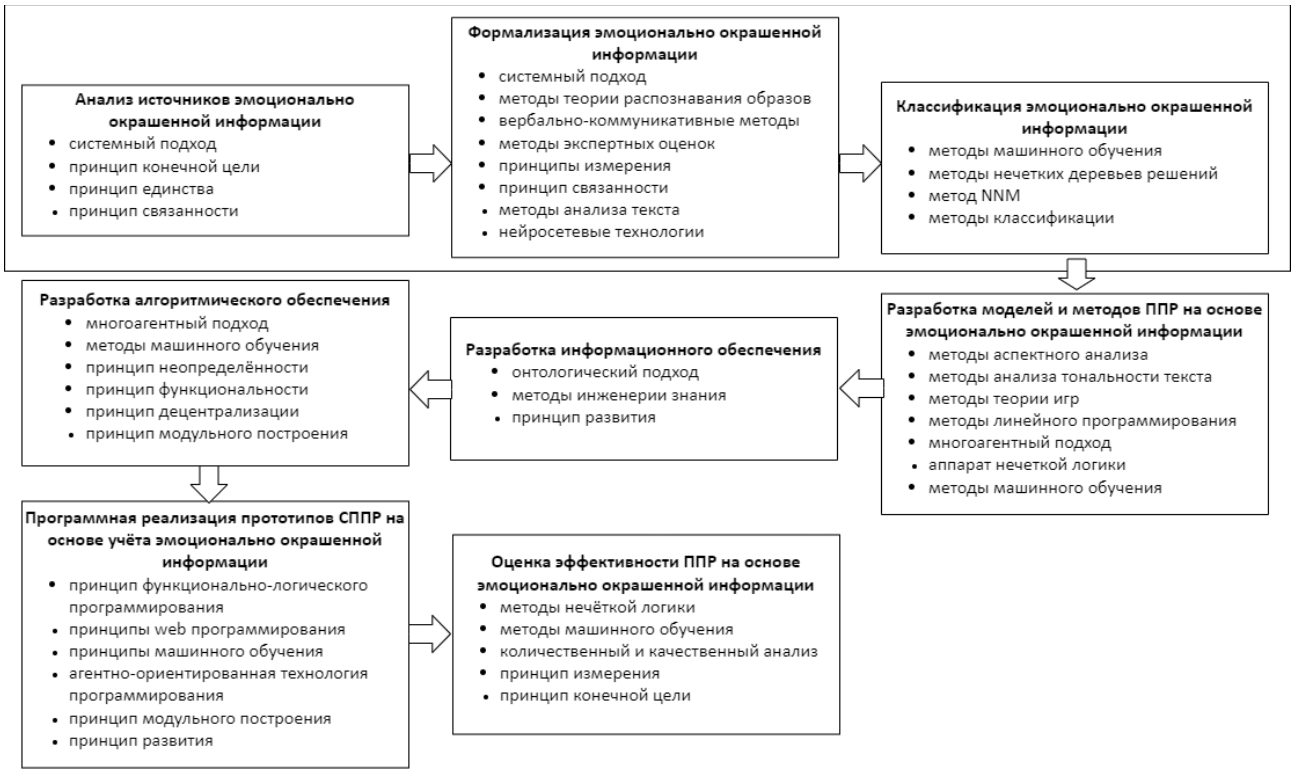


Рис. 2.7. Методология поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации в СППР

Методология поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации состоит из следующей последовательности этапов: анализ источников ЭОИ, формализация ЭОИ, классификация ЭОИ, разработка моделей и методов ППР на основе ЭОИ, разработка информационного обеспечения, разработка алгоритмического обеспечения, программная реализация прототипов СППР на основе учёта ЭОИ, оценка эффективности на основе ЭОИ. Каждый из рассматриваемых этапов базируется на выделенных принципах, подходах и методах.

2.3 Разработка схемы управления процессом оказания услуги на основе анализа эмоционально окрашенной информации в организации сферы услуг

На рис. 2.8 представлена структурная схема системы управления процессом оказания услуги. Красным цветом выделена эмоционально окрашенная информация.

Жизненный цикл процесса оказания услуг хорошо просматривается в разработанной схеме системы управления. Процесс планирования (Блок планирования) состоит из таких этапов, как: формирование идеи об услуге, формирование технологического процесса, формирование профиля клиента (именно здесь у нас появляется формализованная эмоционально окрашенная информация, показанная на схеме красным цветом), формирование пакета услуги, формирование графика оказания услуг. Затем сформированный план направляется на процесс потребления услуг, в котором осуществляется эмоциональная поддержка клиента и подбор формы предоставления услуги под эмоциональное состояние клиента.

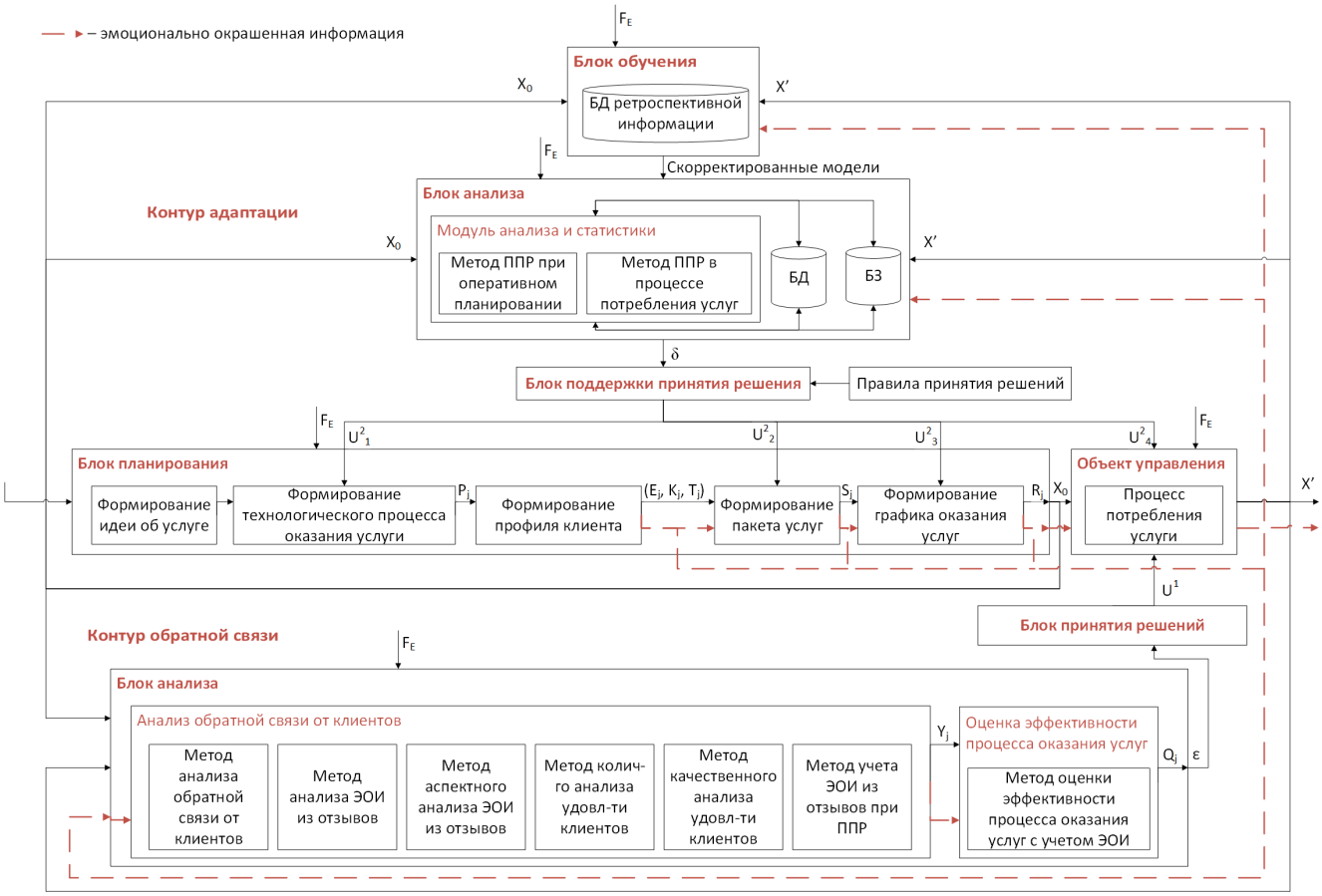


Рис. 2.8. Схема системы управления процессом оказания услуги

После потребления услуги анализируется обратная связь от клиента в виде отзывов клиентов и формализованной эмоции после потребления. На этапе оценки обратной связи оценивается уровень удовлетворённости клиентов и интегральный показатель эффективности оказываемых услуг. В контуре адаптации содержатся

разработанные модели и методы поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации, автоматизирующие процессы поддержки принятия решений на этапе планирования и оперативного управления потреблением услуг. Уровень обучения содержит базу ретроспективной информации, позволяющую корректировать используемые модели.

Разработанная схема управления, в отличие от известных, реализует предложенные механизмы управления и содержит дополнительный поток эмоционально окрашенной информации клиентов, обеспечивающий поступление субъективных эмоциональных реакций клиентов для принятия решений во всех контурах иерархической трёхуровневой структуры.

2.3.1 Схема процесса поддержки принятия решения

Рассмотрим подробнее модель процесса поддержки принятия решения (рис. 2.9).

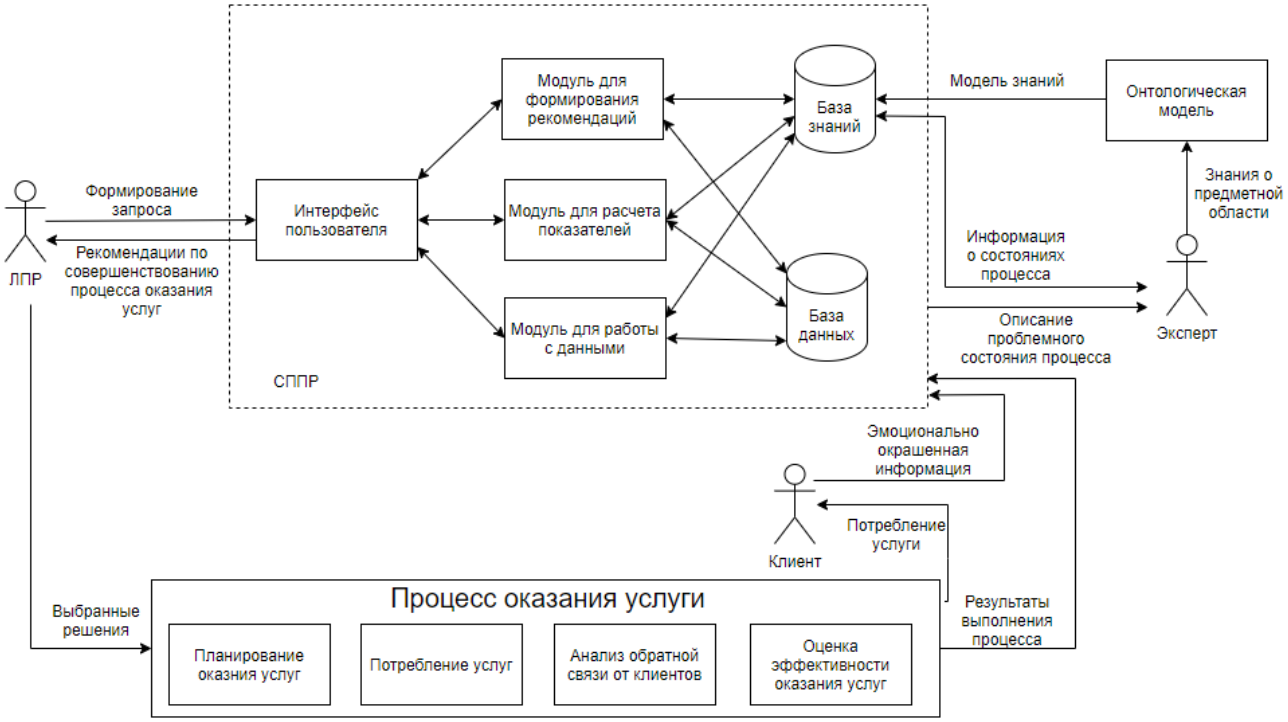


Рис. 2.9. Схема процесса поддержки принятия решения

Для повышения эффективности процесса оказания услуги от ЛПР на вход этого процесса направляются выбранные решения, а на выходе результаты выполнения процесса идут в систему поддержки принятия решения (СППР).

Клиент на протяжении оказания услуги испытывает те или иные эмоции. Эмоционально окрашенная информация клиента учитывается в СППР. Система поддержки принятия решения (СППР) включает в себя интерфейс пользователя, модуль для формирования рекомендаций, модуль для расчёта показателей, модуль для работы с данными, базу данных и базу знаний. Через интерфейс пользователя ЛПР формирует свои запросы и получает рекомендации по улучшению процесса оказания услуги. Запросы от ЛПР интерфейс пользователя передаёт модулю для формирования рекомендаций, модулю для расчёта показателей и модулю для работы с данными. [139]

Модуль для формирования рекомендаций, модуль для расчёта показателей и модуль для работы с данными по полученному запросу находят нужную информацию в базе данных и в базе знаний и записывают в них информацию, полученную в результате выполнения процесса оказания услуги. База знаний также пополняется информацией из онтологической модели и информацией о состояниях системы от эксперта. Эксперт также пополняет онтологическую модель знаниями о предметной области. Также он получает от СППР информацию о проблемных ситуациях в процессе оказания услуги.

2.3.2 Общая математическая постановка задачи управления процессом оказания услуг

Разработана общая математическая постановка задачи управления процессом оказания услуг в организации сферы услуг.

Пусть $X(t) = \left(P_i(t), K_j(t), E_j(t), T_j(t), Y_j(t), S_j(t), R_j(t)\right)$ – **вектор состояния системы** (показатели процесса оказания услуги), где

- P_i – технологические параметры процесса оказания услуг (в зависимости от предметных областей параметры могут быть временные, стоимостные и в виде вербального описания);
- K_j – параметры клиента (в зависимости от предметных областей параметры могут быть стоимостные и в виде вербального описания);

- E_j – эмоции клиента (в виде коэффициентов и вербального описания);
- T_j – требования клиентов (в зависимости от предметных областей параметры могут быть временные, стоимостные и в виде вербального описания);
- Y_j – уровень удовлетворённости клиента (безразмерная величина и в виде вербального описания);
- S_j – сформированная комплексная услуга (вектор с указанием вхождения типовых услуг в комплексную услугу);
- R_j – график оказания услуг (вектор с указанием времени начала и окончания оказания услуг).

Формализация вербальных описаний показателей осуществляется экспертом в предметной области и специалистом по знаниям, на основе предложенной методологии ППР на основе анализа ЭОИ, онтологического подхода, методов анализа естественного языка, нейросетевых технологий.

Рассматриваемые показатели измеряются во времени в зависимости от состояния объекта управления и влияния внешней среды.

$X_0(t)$ – вектор плановых значений показателей процесса оказания услуги.

Показатели, характеризующие состояние системы, могут быть как качественными, так и количественными: $P=P^v \cup P^q$; $K=K^v \cup K^q$; $E=E^v \cup E^q$; $T=T^v \cup T^q$; $Y=Y^v \cup Y^q$,

где v – индекс количественных показателей;

q – индекс качественных показателей.

Q(X) – **интегральный показатель эффективности процесса оказания услуг**, учитывающий эмоционально окрашенную информацию от клиентов;

$Q_0(X)$ – планируемый уровень интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг.

Целенаправленное влияние органа управления на процесс оказания услуг описывается вектор-функцией **управляющих воздействий**: $U(t) = \{U^1, U_1^2, U_2^2, U_3^2, U_4^2\}$, где:

Первый уровень управления (контур обратной связи):

U^1 – включает решения, направленные на корректировку процесса оказания услуг на основе анализа обратной связи от клиентов;

Второй уровень управления (контур адаптации):

U_1^2 – включает решения, направленные на корректировку технологии оказания услуг;

U_2^2 – включает решения, направленные на корректировку процесса составления комплексной услуги;

U_3^2 – включает решения, направленные на корректировку процесса составления графика оказания услуг;

U_4^2 – включает решения, направленные на корректировку процесса потребления услуг.

Возмущающие воздействия внешней среды представлены в виде вектор-функции: $F_E(t) = \{f_1(t), f_2(t), \dots, f_5(t)\}$, где $f_i(t)$, – внешние возмущения, включающие социально экономические и политические факторы;

В любой момент времени t состояние процесса оказания услуг $X(t)$ является функцией векторов $U(t)$, $f(t)$ и начального состояния $X(t_0)$: $X(t) = \{U(t), F_E(t), X(t_0)\}$

В процессе оказания услуги клиенты руководствуются предпочтениями, выраженными с помощью формирования **желаемых** значений компонентов: вектора $T_j(t)$, характеризующих требования клиента, и вектора $E_j(t)$, характеризующих эмоции клиента.

В качестве компонентов вектора $E_j(t)$ могут выступать: эмоциональные предпочтения по услугам, эмоциональные стратегии поведения, эмоциональные состояния. Формализация значений вектора $E_j(t)$ осуществляется на основе предложенной методологии анализа ЭОИ.

В качестве компонентов вектора $T_j(t)$ могут выступать: время окончания/начала оказания услуги, интенсивность оказания услуг, порядок оказания услуг, время обслуживания. Формализация значений вектора $T_j(t)$ осуществляется экспертом в предметной области и специалистом по знаниям.

Цель управления процессом оказания услуг состоит в обеспечении выполнения плановых значений показателей процесса оказания услуг в виде удовлетворения требований клиентов, достижения желаемых значений уровня удовлетворённости клиента, составления желаемого графика оказания услуг, соблюдения технологических параметров процесса оказания услуг и обеспечения желаемых эмоциональных показателей состояния клиентов на всех этапах оказания услуги.

В качестве критерия управления может выступать критерий обеспечения планового значения **интегрального показателя эффективности процесса оказания услу**г $Q_0(X)$, учитывающего эмоционально окрашенную информацию от клиентов:

$$Q(X) \to Q_0(X).$$

Необходимо найти такие управленческие воздействия U(t) для заданного состояния X(t), которые обеспечивают достижение цели управления в соответствии с заданным критерием управления.

В процессе оказания услуги клиенты руководствуются **множеством предпочтений**, которые выражены с помощью критериев, определяющих достижение **желаемых** значений показателей процесса (например, наиболее благоприятное эмоциональное состояние клиентов, наибольшая интенсивность оказания услуги), что контролируется, анализируется и регулируется (обеспечивается поддержка принятия решений) на каждом из выделенных этапов процесса оказания услуг. Предлагаемый подход к управлению процессом оказания услуг основан на применении как формализованных, так и неформализованных методов анализа показателей и принятия решений с учётом декомпозиции процесса оказания услуги. На заключительном этапе выполняется оценка эффективности оказываемой услуги путём формирования **интегрального показателя эффективности процесса оказания услу**г, который объединяет множество показателей процесса после оказания услуг.

В качестве примера значения переменных модели можно привести следующее:

- **P_i – технологические параметры процесса оказания услуг (в зависимости от предметных областей параметры могут быть временные, стоимостные и в виде вербального описания);**

<u>На этапе оперативного планирования процесса оказания услуг:</u>

А – список оказываемых услуг, $A = \{1,2,\dots,L\}$ – номера типовых услуг, оказываемых в организации; P – множество протоколов услуг в организации. $p = \overline{1,P}$. Каждое целевое состояние p определяет протокол оказания услуг, содержащий информацию об обязательных услугах, их альтернатив и возможных дополнительных услуг; q_l – стоимость услуги l, оказываемой в организации; $A_p^o = \{a_1^o,\dots,a_{m_p}^o\}$ – множество обязательных услуг из протокола оказания услуг для целевого состояния p, где $a_i^o \in \{1,\dots,L\}, m_p$ – количество обязательных услуг для целевого состояния p; $A_p^d = \{a_1^d,\dots,a_{n_p}^d\}$ – множество возможных дополнительных услуг, где $a_i^d \in \{1\dots L\}, n_p$ – количество дополнительных услуг для целевого состояния p; $\mathrm{A_p^o} \cap \mathrm{A_p^d} = \emptyset$.

Даны матрицы $A(p) = \left(a_{ij}^p\right), \mathrm{i} = \overline{1,\mathrm{L}}, \mathrm{j} = \overline{1,\mathrm{L}}$, однозначно определяющие протоколы оказания услуг для множества целевых состояний P, где $a_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{p}} \in \{0,1\}, \mathrm{i} = \overline{1,\mathrm{L}}, \mathrm{j} = \overline{1,\mathrm{L}}$, 1 – если услуга входит в протокол оказания услуг и 0 в обратном случае. Каждый столбец/строка $i = \overline{1,L}$ формирует множество альтернативных услуг для услуги *i*. Данная матрица симметрична относительно главной диагонали, поскольку, если услуга a_i^p альтернатива услуги a_l^p, то и a_l^p альтернативна a_i^p. На главной диагонали данной матрицы стоят 1, т.к. услуга является альтернативной самой себе; $\mathrm{C_l^p}$ – полезность услуги l для целевого состояния p. В качестве коэффициента берём экспертную оценку [0;10].

Ограничения, накладываемые на услуги технологическим процессом, представим как отношения на множестве услуг:

1) Отношение непосредственного следования – услуга p' должна назначаться сразу за услугой p:

$$C_1 = \{(p,p')|j \in J_i(d), (j+1) \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \varphi^{-1}(j+1) = p'\}$$

2) Отношение следования – услуга p' должна назначаться после услуги p:

$$C_2 = \{(p, p')|j \in J_i(d), j' \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \varphi^{-1}(j') = p', j < j'\}$$

3) Отношение несовместимости – услуги p' и p не должны назначаться в течение τ дней:

$$C_3 = \{(p, p', \tau)|j \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \nexists j' \in J_i(d'), \varphi^{-1}(j') = p', d' + \tau > d\}$$

4) Если приём услуги p никак не связан с приёмом услуги p', то никаких ограничений на них не накладывается, и они считаются независимыми.

<u>На этапе оперативного управления процессом потребления услуги</u>

Дано: b – количество вариаций программ обучения. В каждой программе обучения выбирается метод подачи материала и сложность материала.

<u>На этапе анализа обратной связи от клеинтов</u>

Аспектные группы характеризующие услуги

- **K_j – параметры клиента (в зависимости от предметных областей параметры могут быть стоимостные и в виде вербального описания);**

<u>На этапе оперативного планирования процесса оказания услуг:</u>

Целевое состояние клиента *P*.

Q_k – бюджет клиента.

$J_i(d)$ – упорядоченное по времени оказания множество услуг клиента i на день d;

$I_j(d)$ – множество клиентов с услугой j в день d;

d_{i1} – дата начала оказания комплексной услуги клиенту i;

d_{i2} – дата завершения оказания комплексной услуги клиенту i.

Пусть, $\overline{t_{ij}}$– момент начала оказания услуги j клиенту i;

t_{ij} – время оказания услуги j клиенту i;

$t_{ij}^{'}$ – время отдыха до приёма клиентом i услуги j;

$t_{ij}^{''}$ – время отдыха после приёма клиентом i услуги j.

Приведём примеры формализованных индивидуальных критериев эффективности составленных графиков оказания услуг клиентам.

1. Время оказания услуги – все услуги должны быть завершены не позднее момента времени w (или должны начинаться после него):

$$F_{time} = \begin{cases} 1, \text{если } \pm(t_{ij}^{(d)} + t_{ij}) \leq \pm w, \text{ где } w - \text{момент времени} \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$$

2. Интенсивность оказания услуг – сумма времён простоя за отчётный период оказания услуг не должна превышать заданного промежутка времени:

$$F_{rapid\ receipt} = \begin{cases} 1, \text{если } \sum_{j \in J_i(d),} ((\bar{t}_{i(j+1)}^{(d)} - \bar{t}_{ij}^{(d)}) - (t_{ij} + max(t''_{ij}, t'_{i(j+1)}))) \leq \delta, \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$$

где δ – интервал времени.

3. Последовательность оказания услуг – две услуги j_1 и j_2 могут быть назначены последовательно друг за другом.

Пусть N – множество пар услуг, идущих друг за другом, тогда

$$F_{next} = \begin{cases} 1, \text{если } (j_1, j_2) \in N \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$$

4. Пересечения в плане оказания услуг – пара клиентов i_1 и i_2 может получить план, имеющий пересечения.

Пусть Fr – множество пар клиентов, желающих иметь пересечения в плане, тогда:

$$F_{friends} = \begin{cases} 1, \text{если } (i_1, i_2) \in Fr, \left[\left[t_{i_1 j_1} + \bar{t}_{i_1 j_1} + max(t'_{ij_2}, t''_{ij_1})\right] - \left[\bar{t}_{i_2 j_2} + t_{i_2 j_2}\right]\right] \leq \Delta, \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$$

где Δ – интервал времени.

<u>На этапе оперативного управления процессом потребления услуги</u>

Профиль клиента содержит базовые сведения: ФИО, возраст, пол, выбранные услуги и т.д. Также отображается тип личности клиента и эмоциональное состояние клиента в данный момент. Перед началом потребления услуг клиент проходит регистрацию, анкетирование. Таким образом формируется база данных необходимой информации о клиенте

- **E_j – эмоции клиента (в виде коэффициентов и вербального описания);**

<u>На этапе оперативного планирования процесса оказания услуг:</u>

$E^k = \{e_{1,\dots}^k e_L^k\}$ – эмоциональные предпочтения клиента k относительно каждой услуги из протокола оказания услуг для целевого состояния p_k, дополненный 0 для типовых услуг, не входящих в протокол.

Клиент может иметь эмоциональные предпочтения по порядку оказания ему услуг. Имеются три стратегии учёта такого рода предпочтений: в начало графика вставляются все услуги, вызывающие положительные эмоции; в начало графика вставляются все услуги, вызывающие отрицательные эмоции; график начинается и закачивается услугами, вызывающими положительные эмоции. Формализовать такие предпочтения можно следующим образом: пусть V – множество услуг, вызывающих отрицательные эмоции,

M – множество услуг, вызывающих положительные эмоции, тогда

$$F_{\text{отриц}} = \begin{cases} 1, \text{если } \bar{t}_{ij_1} < \bar{t}_{ij_2}, \text{где } j_1 \in V, j_2 \notin V \quad \forall j_1, j_2 \\ 0, \text{иначе} \end{cases},$$

$$F_{\text{полож}} = \begin{cases} 1, \text{если } \bar{t}_{ij_1} < \bar{t}_{ij_2}, \text{где } j_1 \in M, j_2 \notin M \quad \forall j_1, j_2 \\ 0, \text{иначе} \end{cases},$$

$$F_{\text{полож-отриц-полож}} =$$

$$\begin{cases} 1, \text{если } \bar{t}_{ij_1} < \bar{t}_{ij_2} < \bar{t}_{ij_3}, \text{где } j_1, j_3 \in M, j_2 \in V \quad \forall j_1, j_2, j_3 \\ 0, \text{иначе} \end{cases},$$

<u>На этапе оперативного управления процессом потребления услуги</u>

Для подбора эмоциональной поддержки клиенту в процессе потребления услуги формируется некоторое количество классов поддержки. Каждый класс представляет свой вид эмоциональной поддержки. Клиенты классифицируются по эмоциональному состоянию.

Введём вектор эмоциональных состояний клиентов во время оказания услуг $E(t) = \left(e_1(t), e_2(t), \dots, e_d(t)\right)$, где d – количество распознаваний эмоционального состояния клиента в течение времени t.

Каждый объект в нашем случае описывается набором ключевых лицевых точек для распознавания эмоционального состояния клиента на изображении с

видео камеры. Этот набор точек является образом объекта $I(e) = \left(i_1(e), i_2(e), \dots, i_j(e)\right)$, где j – количество лицевых точек.

На этапе анализа обратной связи от клиентов

Имеется множество отзывов $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$. Множества классифицированных отзывов по эмоциональной полярности $C = \{c^+, c^-\}$.

И текстовые отзывы $T = \{t_1, t_2, \dots, t_N\}$, разделенные на пять непересекающихся классов W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, эмоционально окрашенных слов.

- **T_j – требования клиентов (в зависимости от предметных областей параметры могут быть временные, стоимостные и в виде вербального описания);**

  На этапе оперативного планирования процесса оказания услуг:

  Клиенты могут выставлять следующие требования. Бюджет оказываемой услуги не должен превышать Q_k

  Учёт эмоциональных предпочтений и предпочтений по графику оказания услуг.

  На этапе анализа обратной связи от клиентов

  Требования клиентов, изложенные в текстах отзывов на естественном языке

- **Y_j – уровень удовлетворённости клиента (безразмерная величина и в виде вербального описания);**

  На этапе оперативного планирования процесса оказания услуг:

  Уровень удовлетворённости клиентов можно оценить за счёт следующих показателей. Невозможность оказания услуг (по конкретным клиентам) $\overline{J_i} = J_i / J_i^{план}$.

  Количество не попавших в план услуг для клиента *i*, $|\overline{J_i}|$ – мощность множества.

  Количество учтённых предпочтений клиента при составлении плана оказания услуг.

  На этапе оперативного управления процессом потребления услуги

Приемлемый уровень эмоционального состояния клиента

На этапе анализа обратной связи от клиентов

Количественная оценка удовлетворённости клиентов в целом представляет собой долю позитивных отзывов относительно всех отзывов по данной услуге и рассчитывается по формуле:

$$\text{УП} = \frac{N^{pos}}{N^{pos}+},$$

где N^{pos} – число позитивных отзывов об услугах, т.е. для которых $Sent_i =$ «positive»; N^{neg} – число негативных отзывов об услугах, т.е. для которых $Sent_i =$ «negative».

Оценка удовлетворённости клиентов j-й аспектной группой представляет собой долю отзывов, в которых имеются позитивные предложения с упоминанием слов j-й аспектной группы относительно числа отзывов, содержащих эмоционально окрашенные предложения с упоминанием слов j-й аспектной группы и рассчитывается по формуле:

$$\text{УП}_j = \frac{n_j^{pos}}{n_j^{pos}+n_j^{neg}} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

где n_j^{pos} – число отзывов, содержащих позитивные предложения с упоминанием слов j-й аспектной группы, для которых $Pos_{ij} \neq null$;

n_j^{neg} – число отзывов содержащих негативные предложения с упоминанием слов j-й аспектной группы, т.е. для которых $Neg_{ji} = null$;

j – номер аспектной группы.

Для качественной оценки удовлетворённости клиентов строится дерево решений удовлетворённости клиента. Узлами дерева являются аспектные переменные $\{newNeg_{i1}, \dots, newNeg_{im}, \dots, newPos_{i1}, \dots, newPos_{im}\}$, т.е. возможное наличие в отзыве эмоциональных предложений, содержащих слова из какой-либо аспектной группы. Ребрами дерева являются значения аспектных переменных. Каждая аспектная переменная $\{newNeg_{i1}, \dots, newNeg_{im}, \dots, newPos_{i1}, \dots, newPos_{im}\}$ принимает два значения: 0 или 1, т.е. эмоциональные предложения с упоминанием слов из аспектной группы

могут либо присутствовать в отзыве, либо отсутствовать. Листьями дерева являются классы эмоциональности отзыва, т.е. каждая ветвь приводит либо к положительному отзыву, либо к негативному отзыву, что соответствует удовлетворённости или неудовлетворённости клиента.

- **S_j – сформированная комплексная услуга (вектор с указанием вхождения типовых услуг в комплексную услугу);**

  Комплексная услуга в виде вектора $X^k = \left(x_i^k\right), i = \overline{1, L}$, $x_i = \{0,1\}$, 1 – если типовая услуга входит в комплексную услугу, и 0 в противном случае.
- **R_j – график оказания услуг (вектор с указанием времени начала и окончания оказания услуг).**

$J_i(d)$ – упорядоченное по времени оказания множество услуг клиента i на день d;

$I_j(d)$ – множество клиентов с услугой j в день d;

d_{i1} – дата начала оказания комплексной услуги клиенту i;

d_{i2} – дата завершения оказания комплексной услуги клиенту i.

Пусть, $\overline{t_{ij}}$– момент начала оказания услуги j клиенту i;

t_{ij} – время оказания услуги j клиенту i;

$t_{ij}^{'}$ – время отдыха до приёма клиентом i услуги j;

$t_{ij}^{''}$ – время отдыха после приёма клиентом i услуги j.

Подробное раскрытие математических моделей, соответствующих каждому этапу жизненного цикла процесса оказания услуг приведено в последующих главах. (пункты 3.2, 4.2, 5.2, 5.4, 6.1, 6.2, 7.2).

2.3.3 Анализ эмоционально окрашенной информации для поддержки принятия решений в организационных системах сферы услуг

Методология поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации базируется на следующей последовательности этапов: анализ источников ЭОИ, формализация ЭОИ, классификация ЭОИ, разработка моделей и методов ППР на

основе ЭОИ, разработка информационного обеспечения, разработка алгоритмического обеспечения, программная реализация прототипов СППР на основе учёта ЭОИ, оценка эффективности на основе ЭОИ. Каждый из рассматриваемых этапов опирается на выделенные принципы, подходы и методы. Разработанная методология представлена как комплекс применяемых методов для поддержки принятия решений на основе анализа ЭОИ.

Выделен процесс анализа ЭОИ при поддержке принятия решений в процессе оказания услуг (рис. 2.10).

Рис. 2.10. Процесс анализа ЭОИ

Для решения задачи учёта эмоционально окрашенной информации при управлении в организационных системах необходимо выполнить следующие этапы: сбор информации, формализация эмоционально окрашенной информации, классификация элементов организации по эмоциональной окраске информации, формулирование альтернатив принятия решений для каждого класса, оценка сформулированных альтернатив, выработка управленческих решений на основе проведённого анализа, принятие решений. Детализация элементов анализа ЭОИ и принятия решений на основе ЭОИ проводится на каждом этапе рассматриваемого жизненного цикла.

Разработанный комплекс моделей и методов содержит элементы анализа эмоционально окрашенной информации. Рассмотрим подробнее все этапы жизненного цикла процесса оказания услуг.

<u>Этап оперативного планирования оказания услуг на основе эмоционально окрашенной информации</u>

Разработаны математические модели составления комплексной услуги и составления графика оказания услуг, включающие анализ эмоциональных предпочтений клиентов по составу и времени оказания услуг. Разработан метод поддержки принятия решений при оперативном планировании процесса оказания

услуг на основе анализа ЭОИ (параграф 3.2) За анализ ЭОИ в данном методе отвечают такие элементы, как: формализация информации о клиентах, включая ЭОИ; оценка эмоциональных предпочтений для всех оказанных клиенту услуг и формирование эмоциональных предпочтений для каждой услуги; автоматическое составление комплексной услуги с учётом эмоциональных предпочтений клиентов и финансовых ограничений на стоимость услуги; формализация индивидуальных особенностей и предпочтений клиентов, включая эмоциональные предпочтения и эмоциональные стратегии клиентов; создание правил поведения агентов; оценка индивидуальных критериев качества плана.

Этап оперативного управления процессом потребления услуг на основе эмоционально окрашенной информации

Основной задачей оперативного управления процессом потребления услуг является мониторинг эмоционального состояния клиента и оказание ему эмоциональной поддержки в процессе потребления услуги. Также важен подбор формы подачи услуги в зависимости от индивидуальных особенностей клиента, таких как психотип личности, репрезентативная система и т.д.

Здесь разработана модель классификации ЭОИ о состоянии клиентов и подбора соответствующей эмоциональной поддержки в процессе потребления услуги. Разработан метод поддержки принятия решений в процессе потребления услуг на основе анализа ЭОИ (параграф 4.2).

В данном методе за анализ ЭОИ отвечают такие этапы, как: формализация ЭОИ, классификация клиентов по эмоциональному состоянию и подбор соответствующей эмоциональной поддержки.

Этап анализа обратной связи от клиентов в виде отзывов на основе эмоционально окрашенной информации

При разработке подхода к поддержке принятия решений на этапе анализа данных обратной связи от клиентов была создана схема поддержки принятия решений на основе мониторинга и измерения эмоционально окрашенной информации и удовлетворённости клиентов из отзывов на естественном языке. При

обработке отзывов проводится анализ эмоционально окрашенной лексики в отзывах клиентов на естественном языке.

Были разработаны модели и метод ППР на этапе анализа обратной связи от клиентов в виде отзывов на естественном языке (параграфы 5.1, 5.2).

В методе ППР на этапе анализа обратной связи от клиентов в виде отзывов реализованы все этапы процесса анализа ЭОИ: идентификация ЭОИ в отзывах, формализация ЭОИ в виде вектора, классификация отзывов по эмоциональной тональности и эмоциональной окраске и принятие решений на основе ЭОИ.

Для реализации анализа ЭОИ из отзывов клиентов разработаны следующие методы: метод анализа эмоциональной окраски отзывов (параграф 5.4); метод аспектного анализа ЭОИ из отзывов (параграф 6.1); метод количественного анализа удовлетворённости клиентов (параграф 6.2); метод качественного анализа удовлетворённости клиентов (параграф 6.2), метод ППР при управлении процессом оказания услуг с учётом ЭОИ из отзывов клиентов (параграф 6.2).

<u>Этап оценки эффективности процесса оказания услуг на основе эмоционально окрашенной информации</u>

Разработана математическая модель задачи оценки эффективности оказания услуг на основе аппарата нечёткой логики, позволяющая оценить интегральный показатель эффективности процесса оказания услуг, включая в анализ эмоционально окрашенную информацию клиентов после оказания услуг. Разработан метод оценки эффективности услуг с учётом как количественных, так и качественных показателей процесса оказания услуг, включая анализ эмоций клиентов после потребления услуги в виде лингвистической переменной (параграф 7.2). За анализ ЭОИ в данном методе отвечают такие элементы, как: предварительная обработка показателей процесса оказания услуг, включая эмоциональную оценку потреблённых услуг клиентом; определение весовых коэффициентов показателей; определение функций принадлежности всех показателей, включая ЭОИ.

2.4 Разработка системных моделей СППР на разных этапах жизненного цикла процесса оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации

Формальной постановке задачи поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе учёта эмоционально окрашенной информации соответствует контекстная диаграмма методологии IDEF0 (рис. 2.11).

Рис. 2.11. Формальная постановка задачи поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе учёта эмоционально окрашенной информации

<u>На входе:</u>

- Информация об услуге
- Информация о клиентах

<u>Управление:</u>

- Ограничения технологического процесса
- Методология анализа эмоционально окрашенной информации (ЭОИ)
- Требования клиентов
- Цели и критерии функционирования организации сферы услуг
- Уровень удовлетворённости клиентов

<u>Механизмы исполнения:</u>

– Клиент
– Лицо, принимающее решение (ЛПР)
– Система поддержки принятия решения (СППР)
– Эксперт

<u>На выходе:</u>

– Оценка эмоциональной удовлетворённости клиентов
– Оценка эффективности оказания услуги
– Рекомендации по совершенствованию процесса оказания услуг

Декомпозиция задачи поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе учёта эмоционально окрашенной информации соответствует её разбиению на подзадачи и будет иметь вид, представленный на (рис. 2.12).

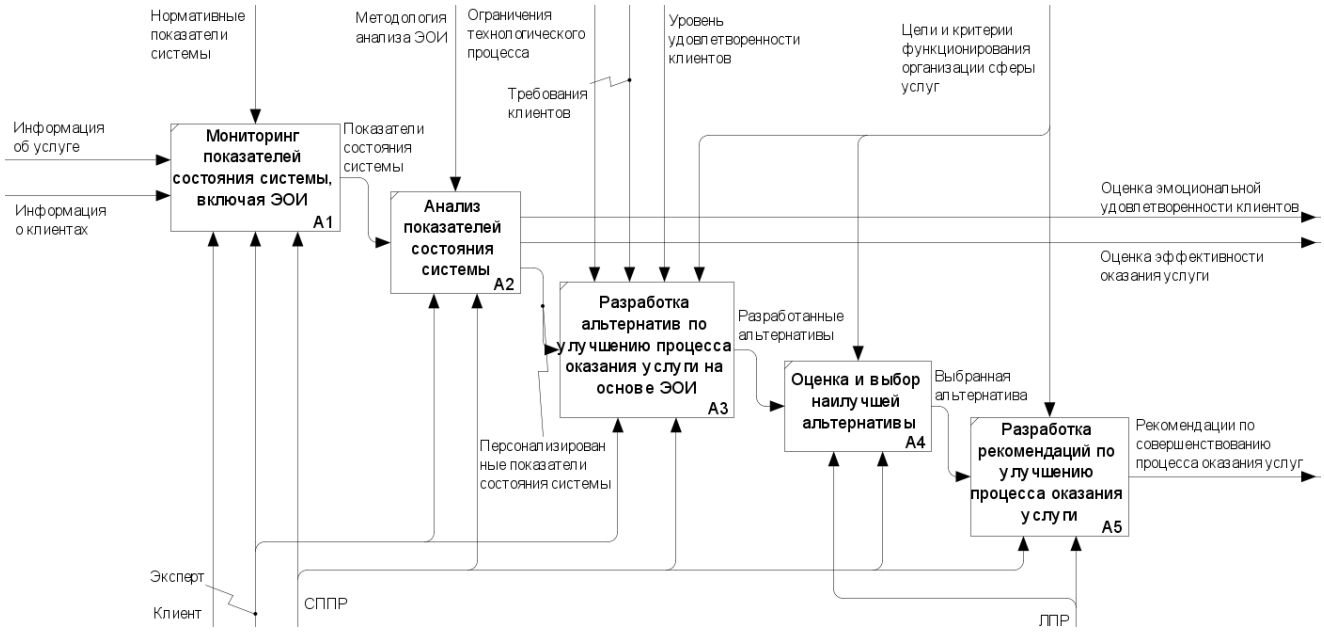


Рис. 2.12. Декомпозиция задачи поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе учёта эмоционально окрашенной информации

Первый подпроцесс – мониторинг показателей состояния системы, включая эмоционально окрашенную информацию клиента (считывается информация об услуге и клиентах).

Второй подпроцесс – анализ полученных показателей о состоянии системы, оценка эмоциональной удовлетворённости клиентов и оценка эффективности оказания услуги.

Третий подпроцесс – разработка альтернативы по повышению эффективности процесса оказания услуги на основе проанализированных показателей состояния системы.

Четвёртый подпроцесс – оценка разработанных альтернатив и выбор лучшей из них.

Пятый подпроцесс – разработка рекомендаций по повышению эффективности процесса оказания услуги на основе выбранной альтернативы.

В соответствии с жизненным циклом процесса оказания услуг, рассмотрим функциональные модели основных этапов.

<u>На этапе формирования плана оказания услуги</u> рассмотрим процесс автоматического составления комплексной услуги на примере организации индустрии здоровья и красоты с учётом эмоционально окрашенной информации клиента и его желаемого целевого состояния (рис. 2.13) [10], а также модель процесса составления графика оказания услуг (рис. 2.14).

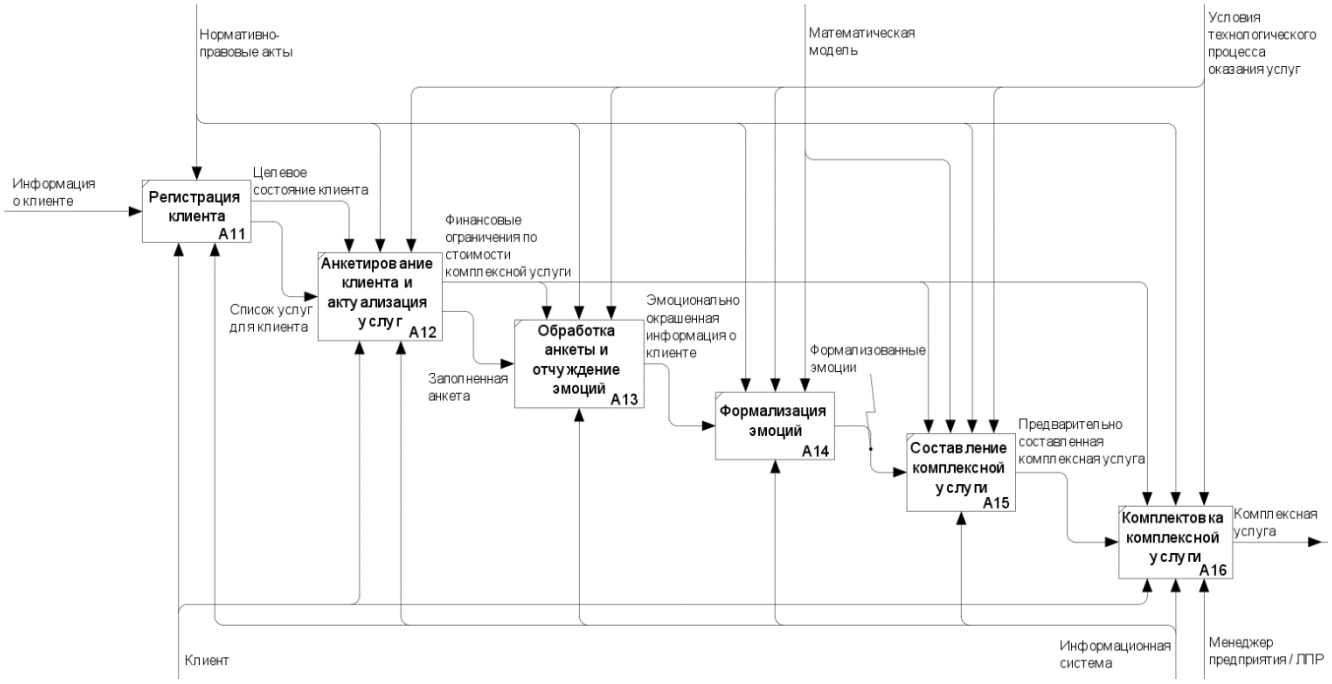


Рис. 2.13. Модель формирования пакета услуг на примере организации индустрии здоровья и красоты с учётом эмоционально окрашенной информации клиента

В качестве входных данных выступает информация о клиенте. На выходе формируется комплексная услуга в зависимости от эмоционально окрашенной информации клиента и его желаемого целевого состояния. Управляющими воздействиями являются условия технологического процесса оказания услуг и нормативно-правовые акты. В качестве механизмов выступают информационная система, менеджер организации (он же – ЛПР) и клиент.

Структура процесса содержит составляющие процесс работы системы (регистрацию клиента, анкетирование клиента и актуализацию услуг, обработку анкеты и отчуждение эмоций, формализацию эмоций, составление комплексной услуги, корректировку комплексной услуги), а также связи между ними.

Поясним элементы процесса автоматического составления комплексной услуги. На первом этапе клиента нужно добавить в базу данных путём его регистрации в системе. Далее пользователь проходит анкетирование, на основе чего из общего ассортимента услуг организации актуализируется некоторый набор услуг в соответствии с его целевым состоянием, и клиент даёт эмоциональную оценку каждой услуге из этого набора.

Затем система производит обработку анкеты и отчуждает эмоции, в результате чего получается эмоционально окрашенная информация клиента по каждой услуге из набора.

На этапе формализации эмоций система приводит эмоциональную оценку в нормированный вид, необходимый для корректного функционирования программы. Далее происходит сам процесс составления комплексной услуги на основе эмоционально окрашенной информации клиента и его желаемого целевого состояния, а также данных об условиях технологического процесса оказания услуг. После этого формируется предварительная комплексная услуга.

На финальном этапе работы программы типовые услуги, входящие в состав комплексной услуги, могут быть откорректированы ЛПР, если это потребуется.

Рассмотрим модель процесса составления графика оказания услуг на примере организации индустрии здоровья и красоты, представленной на рис. 2.14.

На вход в процесс составления графика оказания услуг поступают: сформированная комплексная услуга и предпочтения клиентов, в том числе и эмоциональные предпочтения клиентов относительно времени оказания услуг.

В качестве управления в данном процессе выступают: условия технологического процесса оказания услуг; нормативные и правовые акты и разработанная математическая модель задачи составления графика оказания услуг. Механизмами, выполняющими процесс, являются: автоматизированная система; база знаний; менеджер; многоагентная система и клиент.

На выходе готовый график оказания услуг с учётом эмоционально окрашенной информацией клиента. На первом этапе с помощью многоагентной системы и на основе информации из базы знаний системы создаётся предварительный график оказания услуг с учётом предпочтений клиента и условий технологического процесса оказания услуг. Далее на основе критериев качества происходит оценка составленного графика. Если график соответствует, то он направляется на подтверждение клиенту, иначе он направляется на пересмотр [165].

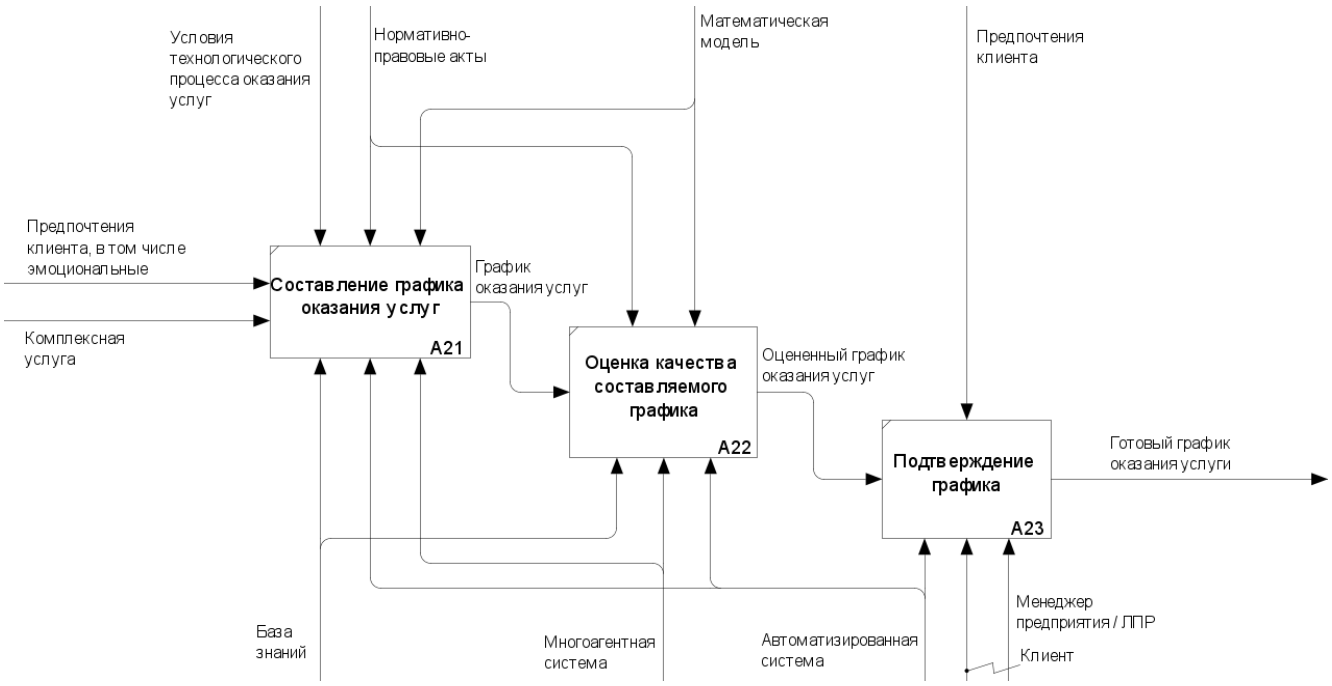


Рис. 2.14. Функциональная модель процесса составления графика оказания услуг на примере организации индустрии здоровья и красоты

Этап оперативного управления процессом потребления услуг рассмотрим на примере дистанционного образования. Модель организации персонализированного оказания услуг с учётом эмоционального состояния клиента при дистанционном образовании представлена на рис. 2.15.

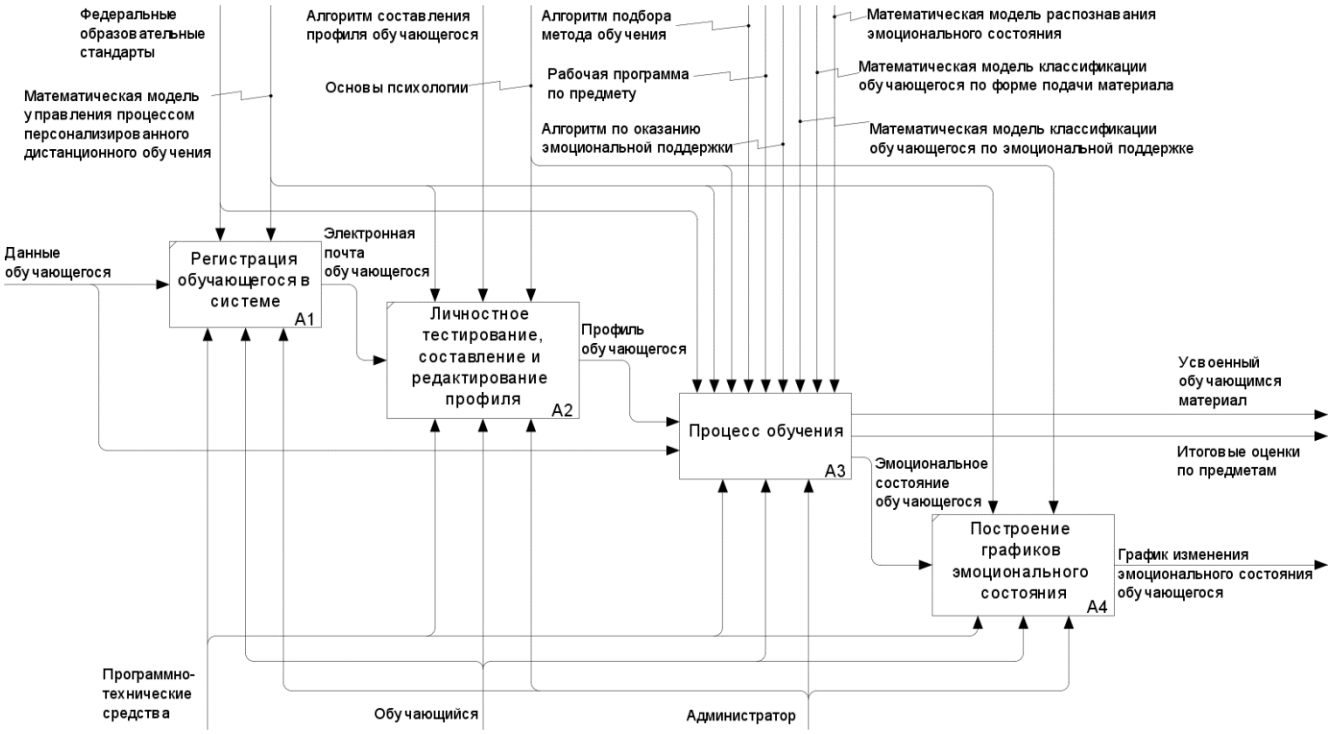


Рис. 2.15. Модель организации персонализированного оказания услуг с учётом эмоционального состояния клиента при дистанционном образовании

Первый этап – Обучающийся регистрируется в системе. Второй этап – Обучающийся проходит личностное тестирование. Его данные заносятся в профиль. После чего профиль можно редактировать. Третий этап – Происходит процесс обучения. На этом этапе происходит выбор предмета обучения, оценка уровня знаний по выбранному предмету, подбирается метод обучения, предоставляется учебный материал и оказывается эмоциональная поддержка. Четвёртый этап – Построение графиков эмоционального состояния.

Декомпозиция блока «Процесс обучения» представлена на рис. 2.16.

Первый этап – Обучающийся выбирает предмет для изучения. Второй этап – Проходит оценка уровня знаний обучающегося. Третий этап – Подбирается форма подачи и уровень сложности учебного материала. Четвёртый этап –

Предоставление учебного материала. Пятый этап – Распознавание эмоционального состояния обучающегося. Шестой этап – Оказание эмоциональной поддержки. Седьмой этап – Проходит итоговая оценка уровня знаний обучающегося.

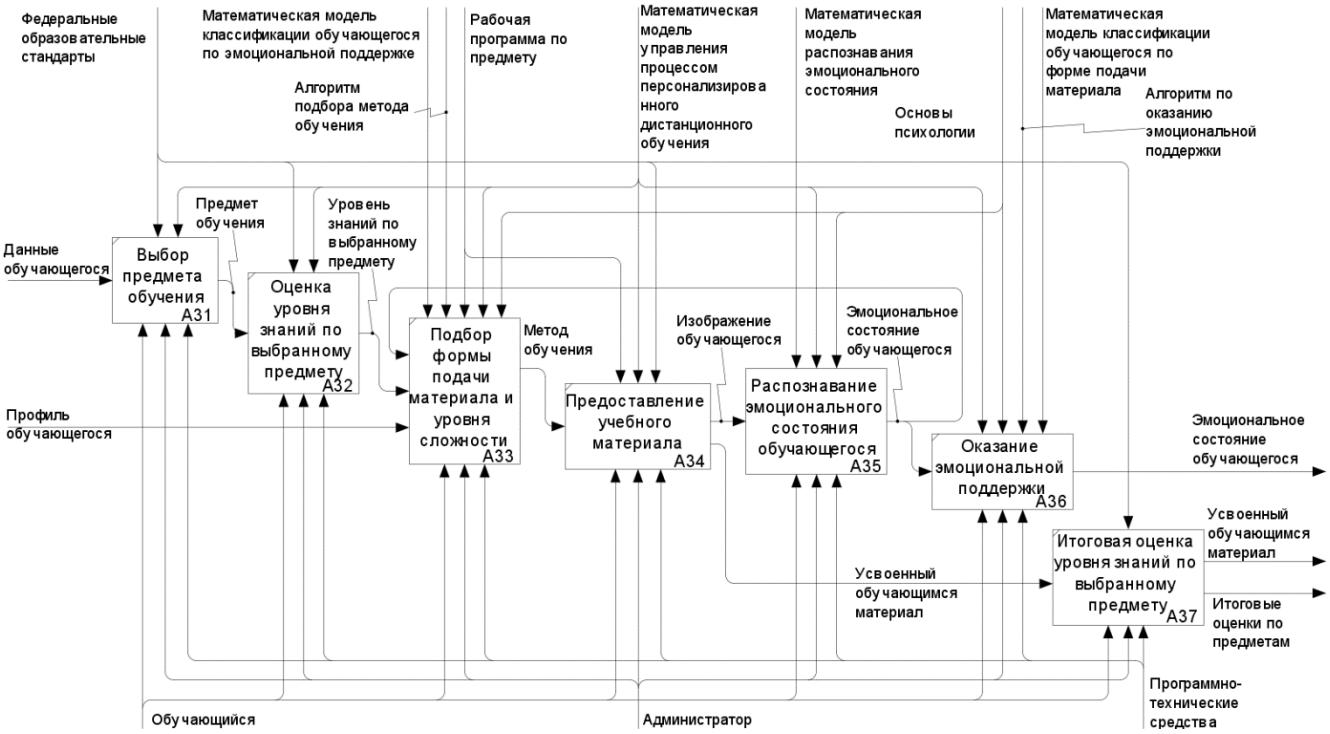


Рис. 2.16. Декомпозиция блока «Процесс обучения»

Декомпозиция блока «Распознавание эмоционального состояния обучающегося» представлена на рис. 2.17.

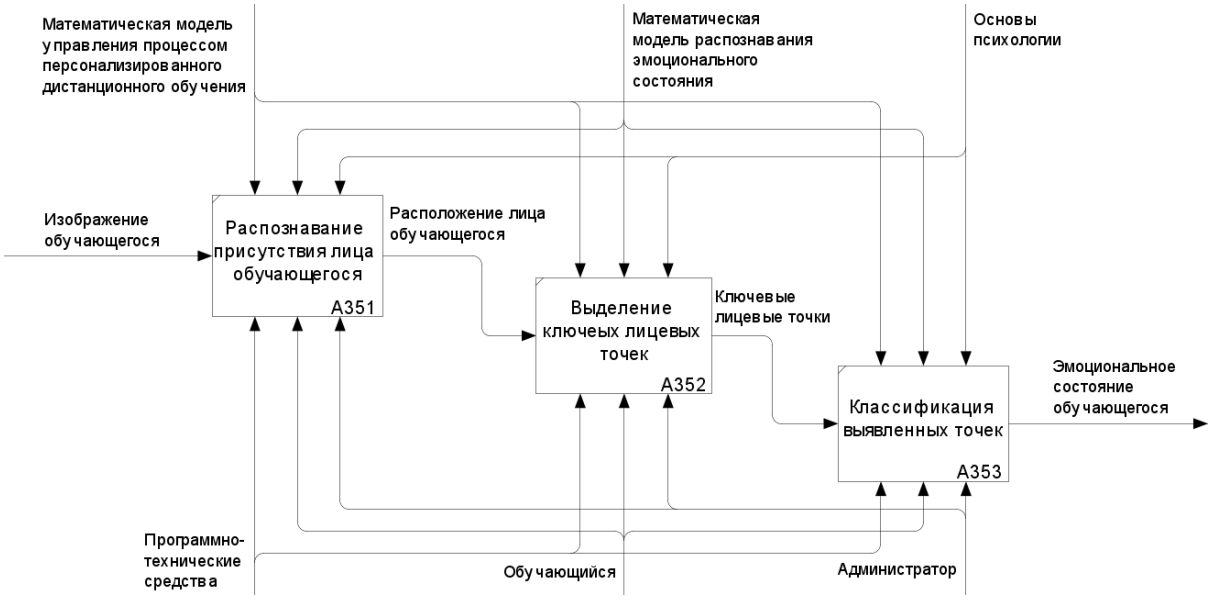


Рис. 2.17. Декомпозиция блока «Распознавание эмоционального состояния обучающегося»

Первый этап – Распознавание присутствия лица обучающегося. Второй этап – Выявление ключевых лицевых точек. Третий этап – Классификация выявленных точек по эмоциональным точкам на основе нейросетевых технологий.

Этап анализа обратной связи от клиентов. Рассмотрим модель процесса анализа отзывов клиентов на естественном языке, представленную на рис. 2.18.

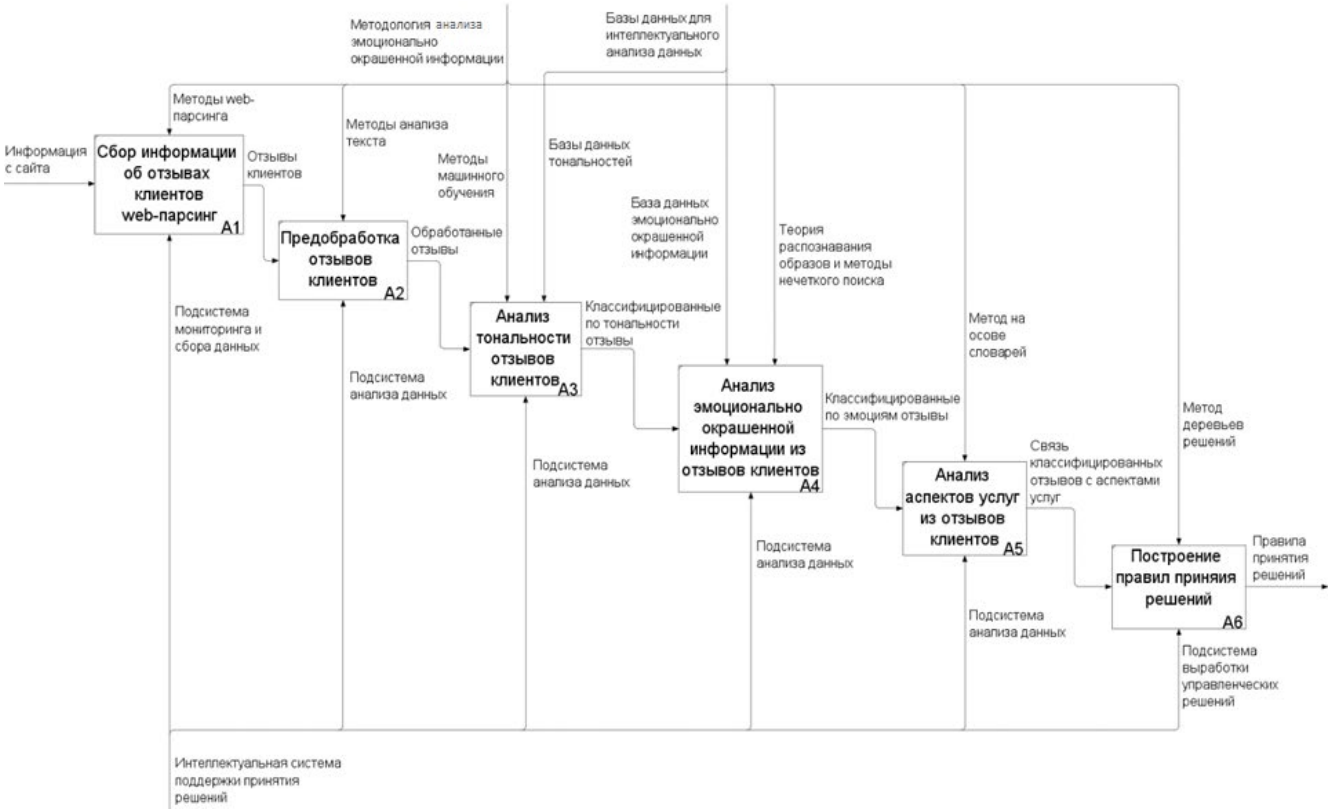


Рис. 2.18. Функциональная модель анализа обратной связи от клиентов в виде отзывов на естественном языке

Первый этап – процедуры сбора отзывов из интернет-ресурсов. Второй этап – очистка данных, предобработка (разметка отзывов, лемматизация, кодирование отзывов в векторной форме) и анализ собранных отзывов. Третий этап – анализ тональности отзывов с помощью аппарата машинного обучения с использованием данных из открытых корпусов от маркированных по тональности слов. На четвёртом этапе в выделенных классах позитивных, негативных и нейтральных отзывов проводится анализ проявляемых клиентами эмоций с помощью методов распознавания образов и аппарата нечёткого поиска. Для ЛПР важно знать, каким аспектом оказываемой услуги вызваны эмоции, которые испытывает клиент.

Поэтому на пятом этапе проводится аспектный анализ классифицированных отзывов, с помощью сформированных словарей аспектов оказываемых услуг определяются эмоциональные тональности отдельных высказываний по данным аспектам.

Для качественного исследования отзывов клиентов строятся модели на основе деревьев решений. Тональность отзыва в данном случае является зависимой переменной от наличия или отсутствия эмоционально окрашенной информации по отдельным аспектам услуг. Это позволяет выявить закономерности, влияющие на удовлетворённость клиентов, и сформировать правила принятия решений [97, 220].

Этап оценки эффективности оказания услуг. Рассмотрим разработанную функциональную модель процесса оценки эффективности услуг с учётом эмоционально окрашенной информации от клиента, представленную на рис. 2.19.

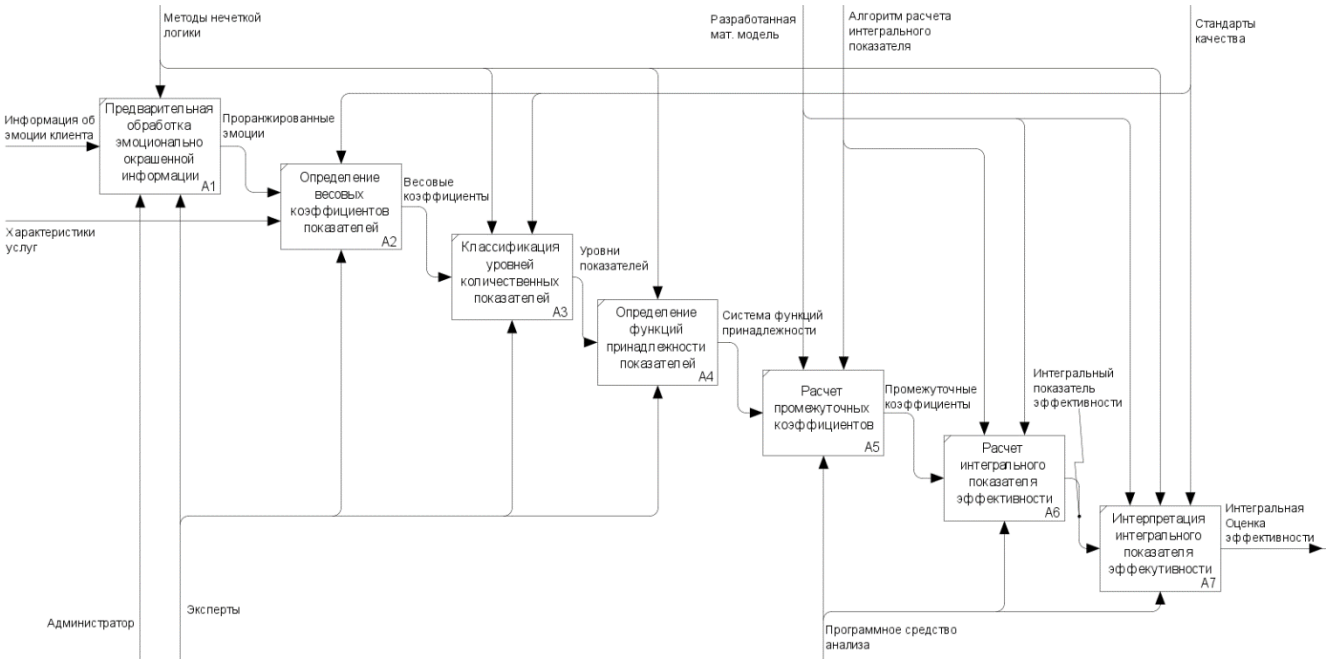


Рис. 2.19. Функциональная модель процесса оценки эффективности услуг с учётом эмоционально окрашенной информации от клиента

Администратор вводит входные данные в систему в виде характеристик услуги, в множество которых включается эмоционально окрашенная информация, полученная в ходе опроса клиента о качестве услуги. Далее администратор указывает приоритетность факторов, характер связи между фактором и качеством

услуги и указывает приоритетность эмоций клиента в данной сфере. Затем эксперты определяют весовые коэффициенты факторов на основе данных об их приоритетности.

Следующий этап включает в себя определение уровней количественных показателей и построение функций принадлежности факторов на основе экспертных оценок. Далее с помощью программного средства анализа рассчитывают промежуточные коэффициенты, которые используются при расчёте интегрального показателя эффективности, и качественно интерпретируют полученное значение. Таким образом, выходными данными системы является интегральная оценка эффективности, интерпретированная качественно по пятиуровневой шкале от «очень низкого» до «очень высокого» уровня.

2.5 Разработка информационного и алгоритмического обеспечения системы поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации

Разработанное информационное обеспечение СППР на основе ЭОИ основано на онтологическом подходе. Для формализации слабоструктурированной информации о технологических параметрах процесса оказания услуг, параметров клиента, эмоций и требований клиента, уровня удовлетворённости предлагается семантическое описание процесса оказания услуг в виде онтологии.

Пусть услуга характеризуется набором показателей:

$$Serv = < U, Z, X(U) >,$$

где U – управляющие параметры услуги,

Z – управляемые параметры услуги,

$X(U)$ – характеристики эффективности оказания услуги,

тогда процесс оказания услуги есть функция $Y = Y(Serv)$.

Семантическое описание услуг можно представить в виде онтологии

$$Onto = < K, R, S, F, I, A, Pr >,$$

где K – множество классов;

R – множество отношений;

S – свойства классов;

F – значения свойств;

I – множество экземпляров класса;

A – множество аксиом;

Pr – множество правил вывода на онтологии.

Правила логического вывода представляют собой множество:

$$Rule = \{R_i\}, \text{ где } R_i - i\text{-е правило}, i = 1, \dots, I.$$

$$Rule \equiv < S, a_i, Y_i, \dots, a_n, Y_n, P_j, \dots P_m, b, Y_b, S' >,$$

где S' – ситуация, возникающая в результате принятого решения;

S – исходная проблемная ситуация;

a_i – есть предпосылки проблемной ситуации;

Y_i – требуемые оценки степени уверенности в предпосылках;

b – заключение с оценкой степени уверенности Y_b;

P_j – предикаты.

Для реализации онтологии был выбран язык описания онтологий OWL (Web Ontology Language) [131]. Язык OWLDL – наиболее полная версия языка онтологий, характеризуется поддержкой использования дескриптивных логик, которые акцентируются на осуществимости логического вывода за определимое время. Запросы осуществляются на языке запросов к веб-онтологиям SPARQL.

Онтологические модели применяются на этапах оперативного управления процессом оказания услуг и оценки эффективности процесса оказания услуг. Данные модели отражают семантические особенности процесса оказания услуг соответствующих предметных областей.

Для создания онтологий предметных областей организаций сферы услуг использовался редактор с открытым исходным кодом Protégé 5.5.0 [70, 193]. Преимуществами данного редактора являются удобная веб-версия приложения, позволяющая разрабатывать онтологию без установки дополнительного ПО, а также постоянная поддержка разработчиками.

На рис. 2.20 представлена онтологическая модель базы знаний системы поддержки принятия решений для организации индустрии здоровья и красоты.

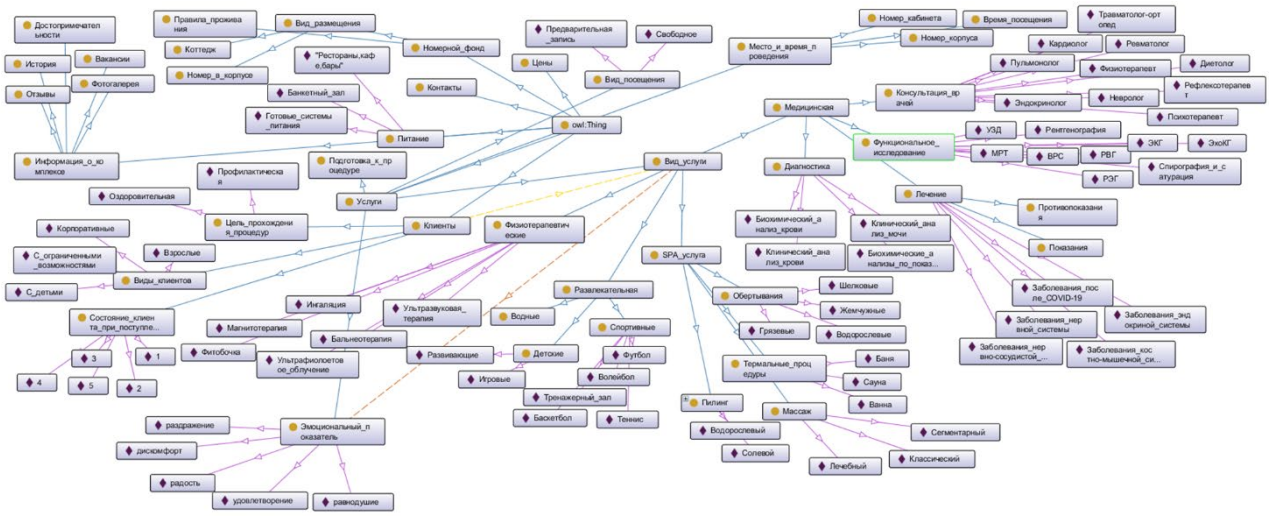


Рис. 2.20. Онтологическая модель базы знаний системы поддержки принятия решений для организации индустрии здоровья и красоты

На рис. 2.21 представлен фрагмент разработанной онтологии для организации индустрии здоровья и красоты.

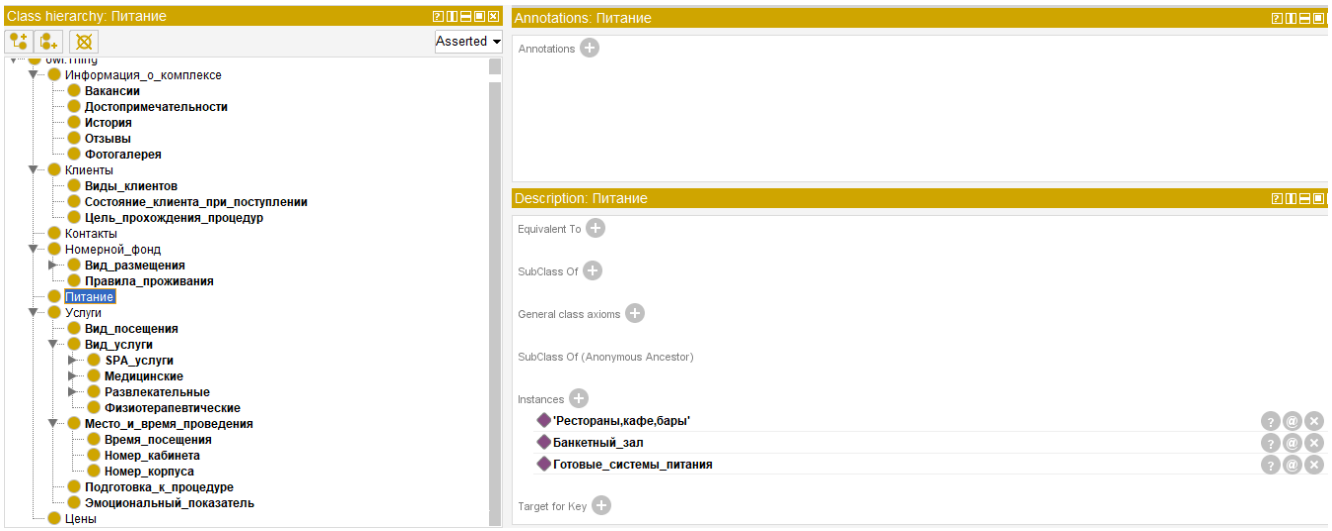


Рис. 2.21. Фрагмент разработанной онтологии для организации индустрии здоровья и красоты

Для оценки онтологии для организации индустрии здоровья и красоты были вычислены значения метрик Ингве-Миллера [49]. Вычислены статистические

показатели средней, медианы и стандартного отклонения, их значения говорят о когнитивной эргономичности разработанной онтологии.

Также была разработана онтологическая модель для организаций, оказывающих финансовые услуги оплаты, в частности, систем моментальных платежей (СМП) [55, 60].

Рассмотрим в качестве примера фрагмент онтологии предметной области, связанной с услугами финансовой сферы. На рис. 2.22 представлена иерархия классов онтологии системы моментальных платежей [218].

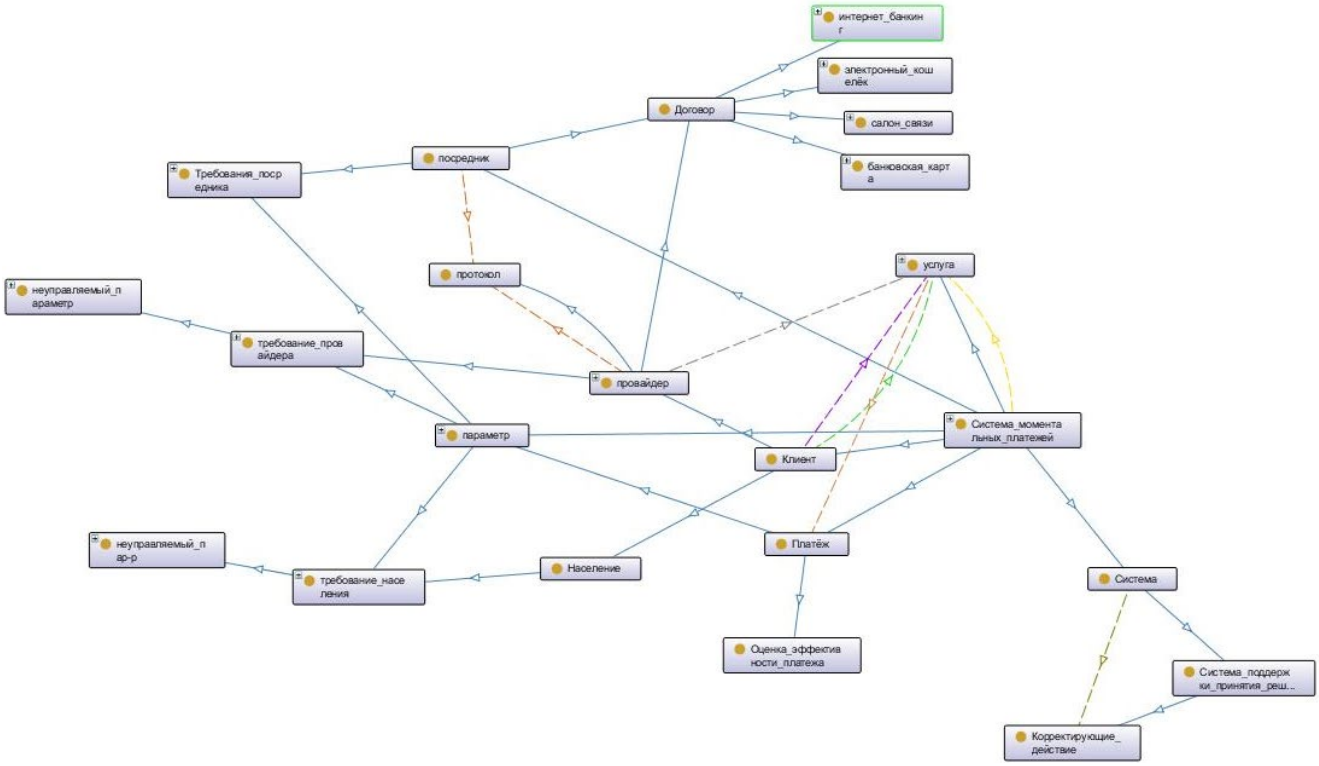


Рис. 2.22. Иерархия классов онтологии финансовых услуг

Фрагмент разработанной онтологии представлен на рис. 2.23.

Для организации правил вывода выбран Semantic Web Rule Language (SWRL) – расширение языка OWL DL. Пример правил для финансовых услуг представлен на рис. 2.24.

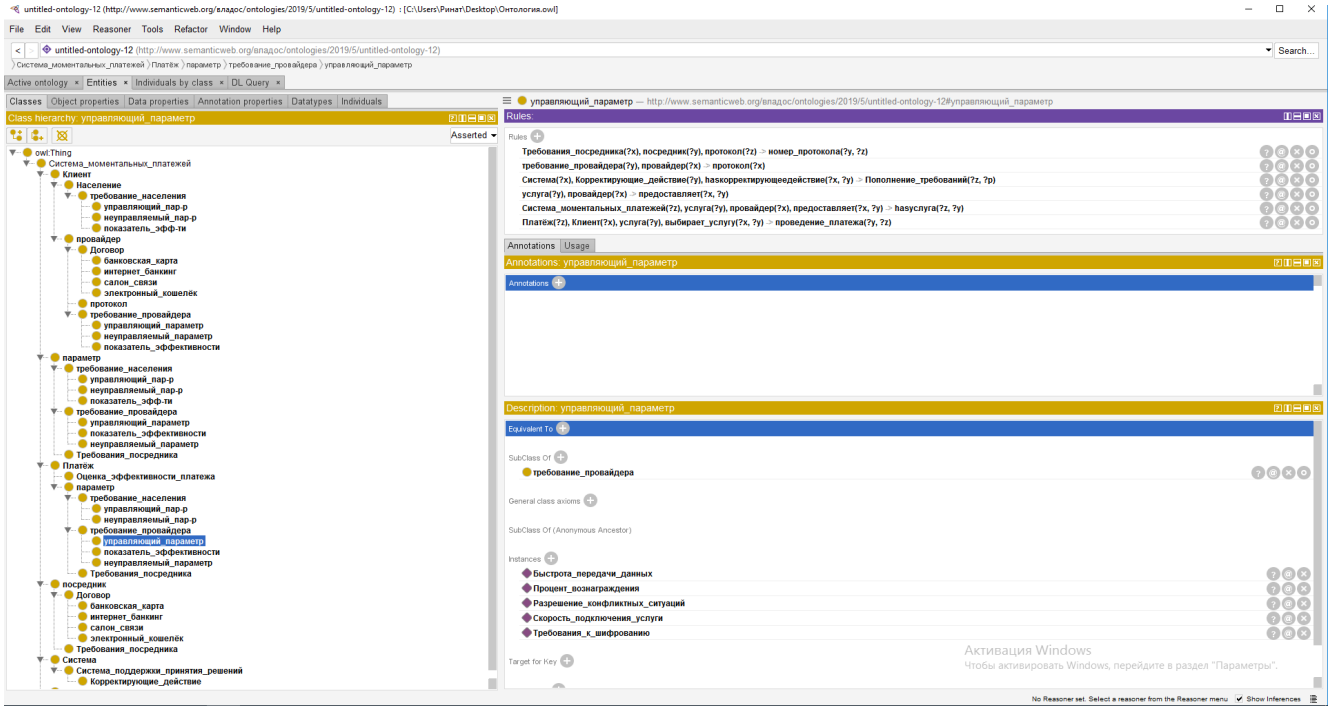


Рис. 2.23. Фрагмент разработанной онтологии финансовых услуг [52]

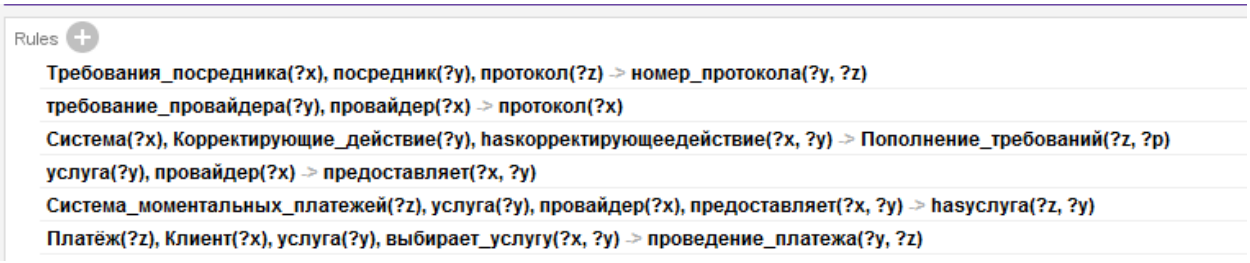


Рис. 2.24. Пример правил логического вывода для финансовых услуг

На основе анализа графа разработанной онтологии организации, оказывающей финансовые услуги, проведён анализ качества онтологии по метрикам когнитивной эргономики [37] с опорой на работы Т.А. Гавриловой. Рассчитанные значения соответствуют рекомендованным, можно сделать вывод об эффективности онтологии с точки зрения когнитивной эргономики.

2.5.1 Алгоритмическое обеспечение системы поддержки принятия решений на основе учёта эмоционально окрашенной информации

Разработаны алгоритмы поддержки принятия решений для разных предметных областей. На рис. 2.25 приведён обобщённый алгоритм ППР на основе анализа ЭОИ для систем поддержки принятия решений в организации сферы услуг.

Рис. 2.25. Обобщённый алгоритм ППР на основе анализа ЭОИ для систем поддержки принятия решений

Для решения задачи поддержки принятия решений на основе учёта эмоционально окрашенной информации при управлении в организационных системах сферы услуг необходимо выполнить следующие этапы: сбор информации, формализацию эмоционально окрашенной информации, классификацию элементов организации по эмоциональной окраске информации, формулирование альтернатив принятия решений для каждого класса, оценку

сформулированных альтернатив, выработку управленческих решений на основе проведённого анализа, принятие решений.

Конкретизация алгоритмического обеспечения для каждого этапа жизненного цикла процесса оказания услуг будет приведена в последующих главах.

Выводы по главе 2

Проанализирована структура организационной системы сферы услуг и выявлены информационные потоки, имеющие значение в процессе управления. Рассмотрена структура информации о клиенте и оказываемой услуге. Выявлены управляемые параметры.

Для выявления взаимосвязей внутри организации сферы услуг был разработан ландшафт процессов. Были выделены процессы руководства: стратегическое планирование, управление предприятием, оперативное планирование, контроль, организация предприятия, развитие персонала, коммуникация, маркетинг. Выделены основные требования клиентов: выполненная услуга, компетентное консультирование, всеобъемлющий сервис, надёжное обслуживание.

Разработана модель бизнес-процесса оказания услуг, которая состоит из таких подпроцессов, как выработка идеи об услуги, обеспечение услуги, поиск клиентов, формализация пакета услуги под требования конкретного клиента, оперативное управление процессом оказания услуги, анализ обратной связи от клиента, оценка эффективности оказания услуг, выработка и принятие управленческих решений (на данном этапе может реализовываться два сценария: либо принимается решение о закрытии услуги, либо корректируется процесс оказания услуги).

Для учёта в процессе поддержки принятия управленческих решений эмоций клиентов были проанализированы процессы анализа эмоционально окрашенной информации. Были выделены такие процессы, как идентификация ЭОИ,

формализация ЭОИ, классификация ЭОИ, учёт ЭОИ в поддержке принятия решений и оценка эффективности процесса оказания услуг на основе ЭОИ.

Подробно рассмотрен жизненный цикл процесса оказания услуг. Предложены концептуальные положения исследования. Особенностью предлагаемого подхода к управлению организационной системой сферы услуг является разработка новых механизмов управления, основанных на анализе эмоционально окрашенной информации на каждом этапе данного жизненного цикла. Разработана структурная схема управления, реализующая предложенные механизмы управления и содержащая дополнительный информационный поток анализа эмоционально окрашенной информации клиентов.

В соответствии с методами системного анализа разработаны принципы управления процессом оказания услуг в организации сферы услуг, позволяющие разработать на их основе методологию поддержки принятия управленческих решений на эмоционально окрашенной информации для организации сферы услуг. Разработана общая математическая постановка задачи управления процессом оказания услуг в организации сферы услуг.

Разработан комплекс функциональных моделей процесса поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ клиентов в общей постановке и для каждой предметной области в отдельности. Рассматриваемые модели позволили выявить структуру процессов поддержки принятия решений для разных приложений, сравнить их и выявить отличия и специфику.

Разработанное информационное обеспечение СППР основано на онтологическом подходе. Для формализации слабоструктурированной информации о технологических параметрах процесса оказания услуг, параметров клиента, эмоций и требований клиента, уровня удовлетворённости предлагается семантическое описание процесса оказания услуг в виде онтологии.

ГЛАВА 3 ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭОИ НА ЭТАПЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОКАЗАНИЯ УСЛУГ

В третьей главе разрабатываются модели и методы учёта эмоционально окрашенной информации на этапах формирования пакета услуг и составления графика оказания услуг. Актуализируется для рассматриваемого этапа разработанная методология ППР на основе анализа ЭОИ. Разрабатывается математическая модель составления комплексной услуги с учётом эмоциональных предпочтений клиентов как задача целочисленного линейного программирования. Для её решения адаптируется метод ветвей и границ. Разрабатывается математическая модель составления графика услуг с учётом индивидуальных эмоциональных стратегий оказания услуг клиентам в многоагентной парадигме. Наиболее приемлемым для автоматического составления графика оказания услуг является эвристический метод, который легко поддаётся формализации и алгоритмизации. Предлагается использовать правило «первый подходящий», чтобы минимизировать суммарное время простоя при оказании услуг каждому клиенту. Для решения используется многоагентный подход, который позволяет естественное распараллеливание алгоритма и реализует принципы самоорганизационного управления. Приведены модели взаимодействия агентов при формировании графика оказания услуг. Разработано алгоритмическое обеспечение этапов формирования пакета услуг и составления графика оказания услуг, которое реализует предложенные модели и методы и позволяет разработать прототип СППР планирования процесса оказания услуг. Проведён анализ эффективности разработанного прототипа СППР с точки зрения экономической целесообразности разработки и внедрения прототипа СППР.

3.1 Разработка подхода к поддержке принятия решений на этапе формирования плана оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации

В данной главе рассматриваются организационные системы, оказывающие населению нематериальные услуги, которые характеризуются следующими признаками: процесс обслуживания клиента представляет собой оказание комплексной услуги, состоящей из набора типовых услуг; большое разнообразие типовых услуг; наличие альтернатив при оказании комплексной услуги; невозможность получения услуги по первому требованию, необходимость оформления предварительной заявки на оказание услуги; необходимость построения графика оказания услуг; учёт эмоциональных предпочтений клиентов по набору типовых услуг и по времени оказания услуг.

Формирование плана оказания услуг состоит из двух этапов – формирования пакета услуг и составления графика оказания услуг. На этих этапах применяется комплекс методов из разработанной методологии поддержки приятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации, выделенный жирным шрифтом на рис. 3.1.

Для организаций сферы услуг чрезвычайно важен уровень эмоциональной удовлетворённости клиентов. Для повышения эффективности процесса оказания услуг разрабатывается система поддержки принятия решений при планировании данного процесса. Составление плана состоит из двух этапов: составление комплексной услуги и составление графика оказания услуг клиентам на основе учёта эмоционально окрашенной информации. На этапе составления комплексной услуги происходит формализация эмоциональных предпочтений клиентов относительно необходимых и желаемых услуг в соответствии с целевым состоянием клиента и стоимостью комплексной услуги. На этапе составления графика оказания услуг учитываются эмоциональные стратегии и предпочтения клиентов относительно времени оказания услуг.

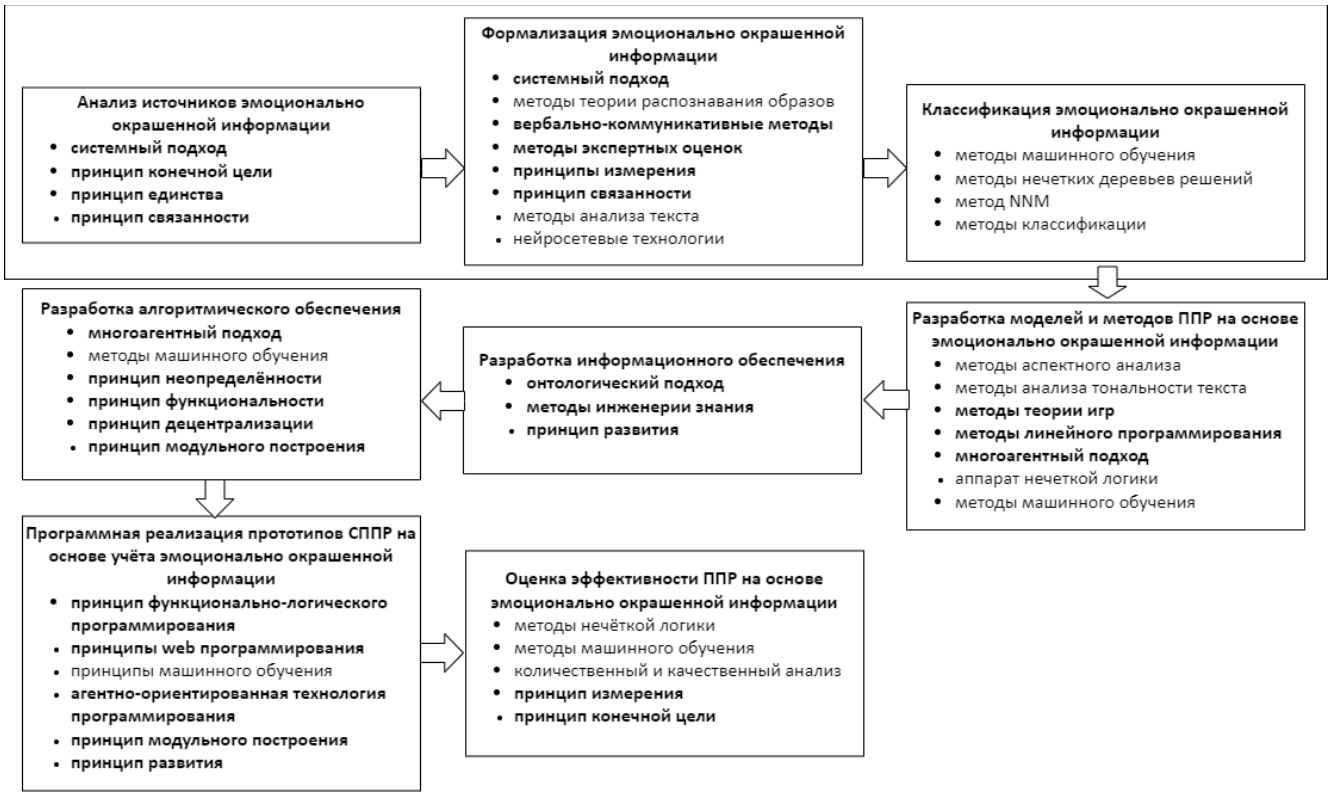


Рис. 3.1. Актуализация разработанной методологии ППР на основе анализа ЭОИ на этапах формирования пакета услуг и составления графика оказания услуг

3.2 Модели и методы оперативного планирования процесса оказания услуг

Разработана математическая модель составления комплексной услуги с учётом эмоционально окрашенной информации от клиентов в терминах целочисленного программирования [7, 11].

Дано: A – список оказываемых услуг, $A = \{1,2, \dots, L\}$. – номера типовых услуг, оказываемых в организации; P – множество протоколов услуг в организации. $p = \overline{1, P}$. Каждое целевое состояние p определяет протокол оказания услуг, содержащий информацию об обязательных услугах, их альтернатив и возможных дополнительных услуг; q_l – стоимость услуги l, оказываемой в организации; $A_p^o = \{a_1^o, \dots, a_{m_p}^o\}$ – множество обязательных услуг из протокола оказания услуг для целевого состояния p, где $a_i^o \in \{1, \dots, L\}, m_p$ – количество обязательных услуг для целевого состояния p; $A_p^d = \{a_1^d, \dots, a_{n_p}^d\}$ – множество возможных дополнительных

услуг, где $a_i^d \in \{1 \dots L\}, n_p$ – количество дополнительных услуг для целевого состояния p; $\mathrm{A_p^o} \cap \mathrm{A_p^d} = \emptyset$.

Даны матрицы $A(p) = \left(a_{ij}^p\right), \mathrm{i} = \overline{1, \mathrm{L}}, \mathrm{j} = \overline{1, \mathrm{L}}$, однозначно определяющие протоколы оказания услуг для множества целевых состояний P, где $a_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{p}} \in \{0,1\}, \mathrm{i} = \overline{1, \mathrm{L}}, \mathrm{j} = \overline{1, \mathrm{L}}$, 1 – если услуга входит в протокол оказания услуг и 0 в обратном случае. Каждый столбец/строка $i = \overline{1, L}$ формирует множество альтернативных услуг для услуги *i*. Данная матрица симметрична относительно главной диагонали, поскольку, если услуга a_i^p альтернатива услуги a_l^p, то и a_l^p альтернативна a_i^p. На главной диагонали данной матрицы стоят 1, т.к. услуга является альтернативной самой себе; $\mathrm{C_l^p}$ – полезность услуги l для целевого состояния p. В качестве коэффициента берём экспертную оценку [0;10].

Пусть $E^k = \left\{e_1^k, \dots e_L^k\right\}$ – эмоциональные предпочтения клиента k относительно каждой услуги из протокола оказания услуг для целевого состояния p_k, дополненный 0 для типовых услуг, не входящих в протокол; $\mathrm{e_i^k} = \{0; 0{,}5; 0{,}75; 1; 1{,}25; 1{,}5\}$, где 0 – если услуга не входит в протокол оказания услуг для целевого состояния p_k; 0,5 – «Раздражение»; 0,75 – «Дискомфорт»; 1 – «Равнодушие»; 1,25 – «Удовольствие»; 1,5 – «Радость»; $\mathrm{A}(p_k)$ – матрица, задающая протокол оказания услуг для клиента k с целевым состоянием p_k, $\mathrm{Q_k}$ – бюджет клиента.

Необходимо составить комплексную услугу клиенту k с целевым состоянием клиента $\mathrm{p_k}$, то есть найти комплексную услугу в виде вектора $X^k = \left(x_i^k\right), i = \overline{1, L}$, $x_i = \{0,1\}$, 1 – если типовая услуга входит в комплексную услугу, и 0 в противном случае. Целевая функция:

$$\sum_{i=1}^{L} C_i^{p_k} e_i^k x_i^k \to max \tag{3.1}$$

Граничные условия:

$$\sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{L}} x_j^k a_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{p_k}} = 1, \mathrm{i} \in \mathrm{A_{p_k}^o} \tag{3.2}$$

$$\sum_{j=1}^{L} x_j^k a_{ij}^{p_k} \leq 1, i \in A_{p_k}^d \tag{3.3}$$

$$x_j^k = 0, j \in A/(A_{p_k}^o \cup A_{p_k}^d) \quad (3.4)$$

$$\sum_{i=1}^{L} x_i^k q_i \leq Q_k. \quad (3.5)$$

Сформированная задача является задачей поиска оптимального набора услуг для конкретного клиента в зависимости от бюджета, его эмоциональных предпочтений и полезности услуги. Поставленная задача может быть решена несколькими способами: метод полного перебора; метод ветвей и границ; методом динамического программирования; жадный алгоритм. Проведя сравнительный анализ указанных методов, для реализации задачи было решено модифицировать метод ветвей и границ.

Алгоритм решения представлен в пункте 3.4. Проведён численный эксперимент для поставленной задачи, показавший зависимость времени расчётов и значений целевой функции от значения входных параметров. (приложение Б). [5]

Разработана математическая модель составления графика оказания услуг клиентам.

Пусть A – множество клиентов, $|A| = n$,

C – множество оказываемых в организации услуг, $|C| = m$.

Каждая оказываемая услуга характеризуется индексами:

i – номер клиента;

j – номер услуги;

d – дата;

$J_i(d)$ – упорядоченное по времени оказания множество услуг клиента i на день d;

$I_j(d)$ – множество клиентов с услугой j в день d;

d_{i1} – дата начала оказания комплексной услуги клиенту i;

d_{i2} – дата завершения оказания комплексной услуги клиенту i.

Пусть, $\overline{t_{ij}}$– момент начала оказания услуги j клиенту i;

t_{ij} – время оказания услуги j клиенту i;

$t_{ij}^{'}$ – время отдыха до приёма клиентом i услуги j;

$t_{ij}^{''}$ – время отдыха после приёма клиентом i услуги j.

Введём ограничения:

– Услугу j одновременно может принимать только один клиент.

– Услуги должны выполняться последовательно с учётом времени отдыха

$$\bar{t}_{i_1 j}^{(d)} - \bar{t}_{i_2 j}^{(d)} \geq t_{i_2 j} \text{если } \bar{t}_{i_1 j}^{(d)} \geq \bar{t}_{i_2 j}^{(d)}, \text{ или } \bar{t}_{i_2 j}^{(d)} - \bar{t}_{i_1 j}^{(d)} \geq t_{i_1 j} \text{ если } \bar{t}_{i_1 j}^{(d)} \leq \bar{t}_{i_2 j}^{(d)},$$

где i_1, i_2 такие, что a_1, $a_2 \in A$.

– Услуги отпускаются в соответствии с графиком работы услуги

$$\bar{t}_{i(j+1)}^{(d)} \geq \bar{t}_{ij}^{(d)} + t_{ij} + max(\, t''_{ij}, t'_{i(j+1)}), \begin{cases} T_{j1}^{(d)} \leq \bar{t}_{ij}^{(d)} \\ \bar{t}_{ij}^{(d)} + t_j \leq T_{j2}^{(d)} \end{cases},$$

– где $T_{j1}^{(d)}$ и $T_{j2}^{(d)}$ – начало и конец рабочего дня d для услуги j, соответственно.

На основе анализа методик оказания услуг были формализованы технологические ограничения на процесс оказания услуг.

Пусть P – множество услуг, соответствующих целевому состоянию клиента i, где $p \in P$ – услуга; φ: $P \to J_i(d)$ – существует отображение множества услуг P в упорядоченное множество $J_i(d)$.

Ограничения, накладываемые на услуги клиента i, представим как отношения на множестве услуг P:

5) Отношение непосредственного следования – услуга p' должна назначаться сразу за услугой p:

$$C_1 = \{(p, p') | j \in J_i(d), (j+1) \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \varphi^{-1}(j+1) = p'\}$$

6) Отношение следования – услуга p' должна назначаться после услуги p:

$$C_2 = \{(p, p') | j \in J_i(d), j' \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \varphi^{-1}(j') = p', j < j'\}$$

7) Отношение несовместимости – услуги p' и p не должны назначаться в течение τ дней:

$$C_3 = \{(p, p', \tau) | j \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \nexists j' \in J_i(d'), \varphi^{-1}(j') = p', d' + \tau > d\}$$

8) Если приём услуги p никак не связан с приёмом услуги p', то никаких ограничений на них не накладывается, и они считаются независимыми.

Приведём примеры формализованных индивидуальных критериев эффективности составленных графиков оказания услуг клиентам.

5. Время оказания услуги – все услуги должны быть завершены не позднее момента времени w (или должны начинаться после него):

$$F_{time} = \begin{cases} 1, \text{если } \pm(t_{ij}^{(d)} + t_{ij}) \leq \pm w, \text{ где } w - \text{момент времени} \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$$

6. Интенсивность оказания услуг – сумма времён простоя за отчётный период оказания услуг не должна превышать заданного промежутка времени:

$$F_{rapid\ receipt} = \begin{cases} 1, \text{если } \sum_{j \in J_i(d),} ((\bar{t}_{i(j+1)}^{(d)} - \bar{t}_{ij}^{(d)}) - (t_{ij} + max(t''_{ij}, t'_{i(j+1)}))) \leq \delta, \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$$

где δ – интервал времени.

7. Порядок оказания услуг. Клиент может иметь эмоциональные предпочтения по порядку оказания ему услуг.

Имеются три стратегии учёта такого рода предпочтений: в начало графика вставляются все услуги, вызывающие положительные эмоции; в начало графика вставляются все услуги, вызывающие отрицательные эмоции; график начинается и закачивается услугами, вызывающими положительные эмоции.

Пусть V – множество услуг, вызывающих отрицательные эмоции,

M – множество услуг, вызывающих положительные эмоции, тогда

$$F_{\text{отриц}} = \begin{cases} 1, \text{если } \bar{t}_{ij_1} < \bar{t}_{ij_2}, \text{где } j_1 \in V, j_2 \notin V \quad \forall j_1, j_2 \\ 0, \text{иначе} \end{cases},$$

$$F_{\text{полож}} = \begin{cases} 1, \text{если } \bar{t}_{ij_1} < \bar{t}_{ij_2}, \text{где } j_1 \in M, j_2 \notin M \quad \forall j_1, j_2 \\ 0, \text{иначе} \end{cases},$$

$$F_{\text{полож-отриц-полож}} = \begin{cases} 1, \text{если } \bar{t}_{ij_1} < \bar{t}_{ij_2} < \bar{t}_{ij_3}, \text{где } j_1, j_3 \in M, j_2 \in V \quad \forall j_1, j_2, j_3 \\ 0, \text{иначе} \end{cases},$$

8. Последовательность оказания услуг – две услуги j_1 и j_2 могут быть назначены последовательно друг за другом.

Пусть N – множество пар услуг, идущих друг за другом, тогда

$$F_{next} = \begin{cases} 1, \text{если } (j_1, j_2) \in N \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$$

9. Пересечения в плане оказания услуг – пара клиентов i_1 и i_2 может получить план, имеющий пересечения.

   Пусть Fr – множество пар клиентов, желающих иметь пересечения в плане, тогда:

   $$F_{friends} = \begin{cases} 1, \text{если } (i_1, i_2) \in Fr, \left[\left[t_{i_1 j_1} + \overline{t}_{i_1 j_1} + max(t'_{i j_2}, t''_{i j_1})\right] - \left[\overline{t}_{i_2 j_2} + t_{i_2 j_2}\right]\right] \leq \Delta, \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$$

   где Δ – интервал времени.

Введём общие для всех участников процесса оказания услуг критерии эффективности составленных графиков оказания услуг:

а) Средневзвешенные потери времени при прохождении услуг клиентами за отчётный период (D_1, D_2).

$$\overline{W^1} = \frac{\sum_{d=D_1}^{D_2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \in J_i^{(d)}} ((\overline{t}_{i(j+1)}^{(d)} - \overline{t}_{ij}^{(d)}) - (t_{ij} + max(t''_{ij}, t'_{i(j+1)}))),}{n(D_2 - D_1 + 1)},$$

где $J_i = \bigcup_{d=d_{i1}}^{d_{i2}} J_i(d)$

б) Средневзвешенное отклонение времени начала оказания услуг от их «привычного» для клиента значения (ритмичность графика):

$$\overline{W^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sum_{d=D_1}^{D_2-1} \sum_{j \in J_i^{(d)}} \left|\overline{t}_{ij}^{(d+1)} - \overline{t}_{ij}^{(d)}\right|}{\left|\bigcup_{i=1}^{n} J_i\right| n(D_2 - D_1)},$$

где $\left|\bigcup_{i=1}^{n} J_i\right|$ – мощность множества услуг.

Предложенная модель учитывает формализованные технологические ограничения, накладываемые на этот процесс, эмоциональные предпочтения по времени оказания услуг, индивидуальные критерии эффективности клиентов, а также общие для всех участников процесса оказания услуг критерии эффективности. Для решения используется многоагентный подход.

Введём критерии качества графика оказания услуг:

Пусть $\overline{J_i} = J_i / J_i^{план}$ – множество не попавших в план услуг для *i*-го клиента, где $J_i^{план}$ – множество попавших в план к клиенту *i* услуг. Тогда критерии качества плана представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Критерии качества плана

Приоритет	Описание критерия качества	Критерий качества	Единица измерения	Управленческое решение	Минимально допустимое значение
1	Средневзвешенный простой оборудования по конкретной услуге	$\overline{E^1} = \dfrac{\sum_{d=D_1}^{D_2} \sum_{k} \sum_{i \in I_j^{(d)}} (\bar{t}_{(i+1)jk} - \bar{t}_{ijk} - t_{ij})}{(D_2 - D_1 + 1)}$	Час/день	Сократить продолжительность работы кабинета по оказанию услуги на $\mathrm{int}(\overline{E^1 / t_{ij}})$	t_{ij}
2	Невозможность оказания услуг (по конкретным клиентам)	$\overline{J_i} = J_i / J_i^{план}$	Количество не попавших в план услуг для клиента *i*, $\lvert \overline{J_i} \rvert$ – мощность множества	Переназначение услуг $J_i = F(C / \overline{J_i}, J_i^{план})$	0
3	Невозможность оказания услуг (по конкретным услугам)	$\overline{E^2} = \dfrac{\sum_{d=D_1}^{D_2} \sum_{k} \sum_{i \in I_j^{(d)}} (t_{ij} \lvert \overline{J_i} \rvert)}{(D_2 - D_1 + 1)}$	часов/день (дополнительно необходимых)	Увеличение продолжительность работы кабинета по оказанию услуги на $\mathrm{int}(\overline{E^2 / t_{ij}})$	t_{ij}

Разработан метод поддержки принятия решений при оперативном планировании процесса оказания услуг на основе анализа ЭОИ (рис. 3.2).

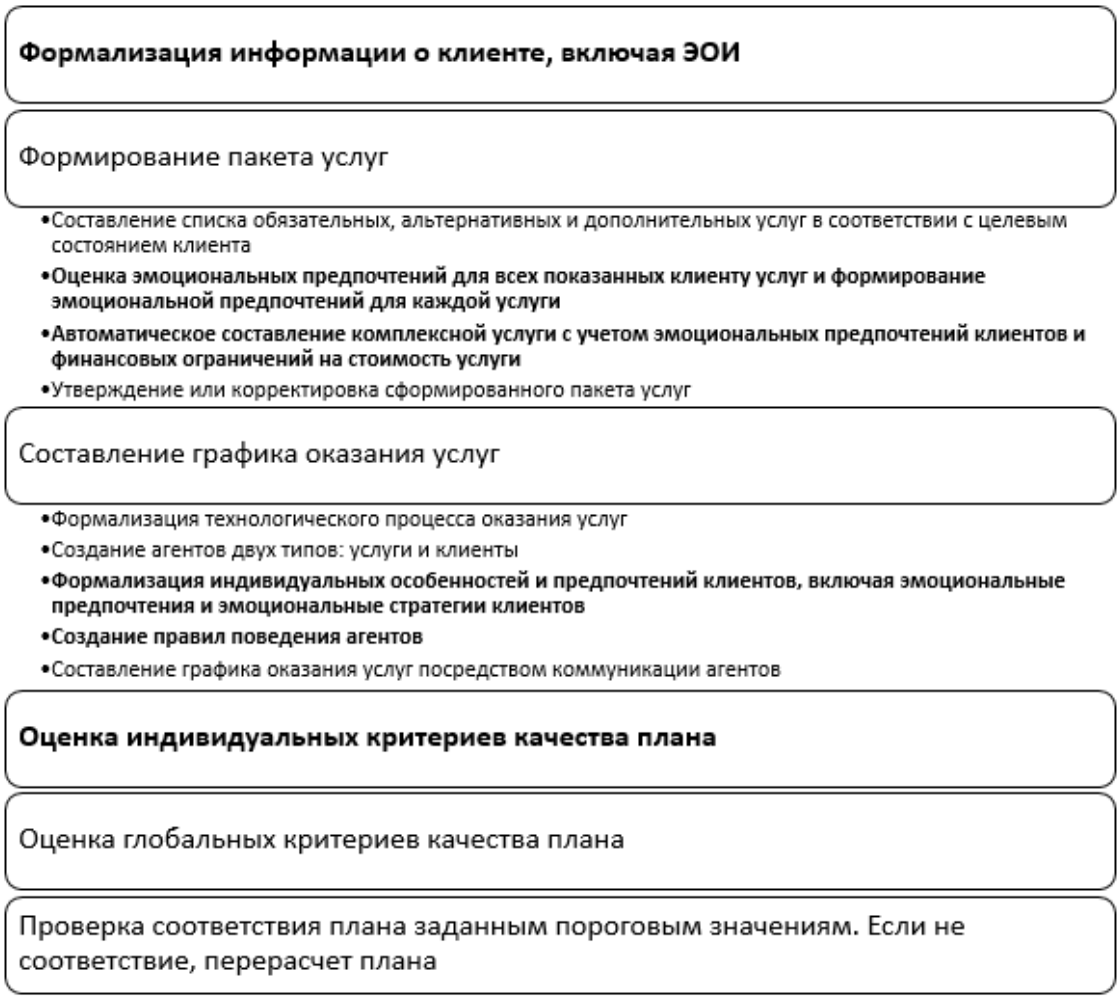


Рис. 3.2. Метод поддержки принятия решений при оперативном планировании процесса оказания услуг

В разработанном методе за анализ эмоционально окрашенной информации отвечают следующие элементы: формализация информации о клиенте, включая ЭОИ; оценка эмоциональных предпочтений для всех показанных клиенту услуг и формирование эмоциональной предпочтений для каждой услуги; автоматическое составление комплексной услуги с учётом эмоциональных предпочтений клиентов и финансовых ограничений на стоимость услуги; формализация индивидуальных особенностей и предпочтений клиентов, включая эмоциональные предпочтения и эмоциональные стратегии клиентов; создание правил поведения агентов; оценка индивидуальных критериев качества плана.

3.3 Модели взаимодействия агентов при формировании графика оказания услуг

Основная задача состоит в том, чтобы составить график оказания комплексных услуг. Имеются следующие требования к процессу его составления:

- график должен генерироваться только для тех клиентов, у которых есть нераспределённые типовые услуги;
- должна быть учтена уже существующая загрузка типовых услуг;
- должны учитываться технологические ограничения процесса оказания услуг, накладываемые имеющимися методиками и рекомендациями по оказанию услуг конкретной организации, например, времени отдыха до и после получения конкретной услуги;
- должны учитываться индивидуальные эмоциональные предпочтения клиентов в виде эмоциональных стратегий оказания услуг, индивидуальных критериев эффективности и общих для всех критериев эффективности.

Наиболее приемлемым для автоматического составления графика оказания услуг является эвристический метод, который легко поддаётся формализации и алгоритмизации [16, 20].

Предлагается использовать правило «первый подходящий», чтобы минимизировать суммарное время простоя (окон) при оказании услуг каждому клиенту на текущий день. На следующем этапе реализуются «человеческие» эвристики, на уровне стратегий моделируется поведение людей в ситуации договора об обмене. План на следующий день формируется по шаблону текущего дня. Желательное условие: услуги должны оказываться с одинаковой периодичностью.

Для решения используется многоагентный подход. Основными преимуществами многоагентных систем (МАС) являются гибкость, способность к самовосстановлению и устойчивость к сбоям благодаря достаточному запасу компонентов и самоорганизации. [222]

В многоагентной системе есть активные объекты, которые инициируют направленную активность по восприятию среды и воздействуют на неё. Они имеют следующие «ментальные» свойства:

- желания – состояние, к которому агент стремится, подобно целям;
- намерения – по факту это действия, которые намеревается осуществить агент в соответствии со своими целями, желаниями или обязанностями;
- обязательства – задачи, намерения, которые агент берет на себя в условиях общения с другими агентами по их инициативе, просьбе или поручению;
- знания – это неизменные, даже в процессе функционирования, познания агента о себе, окружающей среде;
- убеждения – познания агента о среде и других агентах, которые могут изменяться, вследствие чего могут быть неверными.

На рис. 3.3 изображена структура интеллектуального агента. На рис. 3.4 представлена структура многоагентной системы. Больше о многоагентных технологиях можно прочитать в [1, 35, 110, 125, 127].

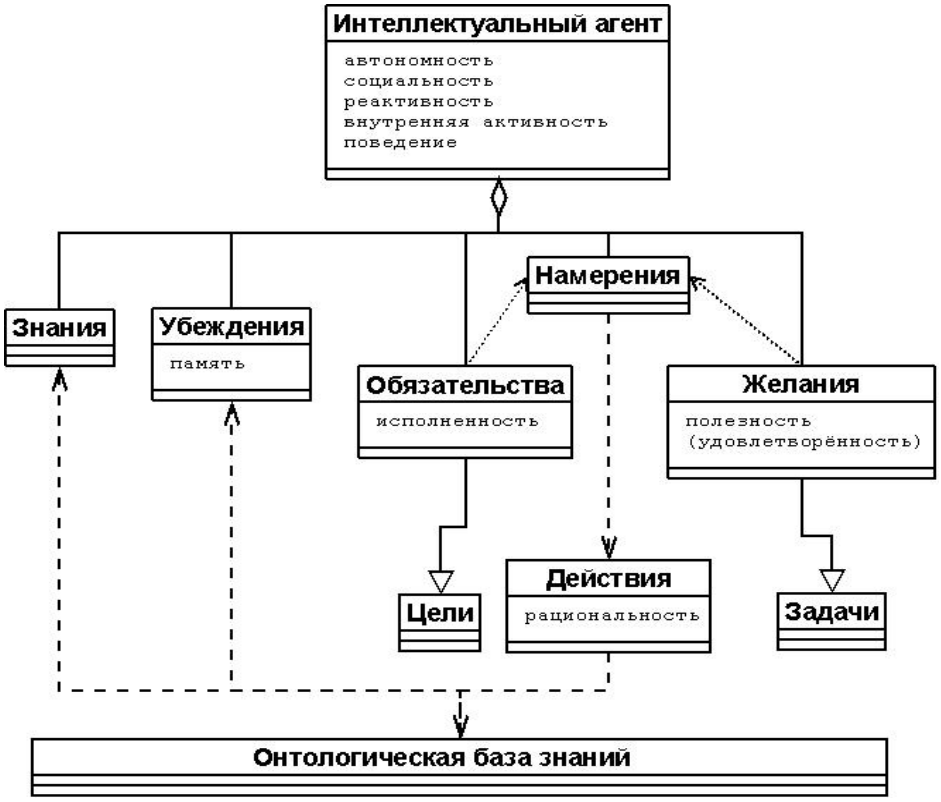


Рис. 3.3. Интеллектуальный агент

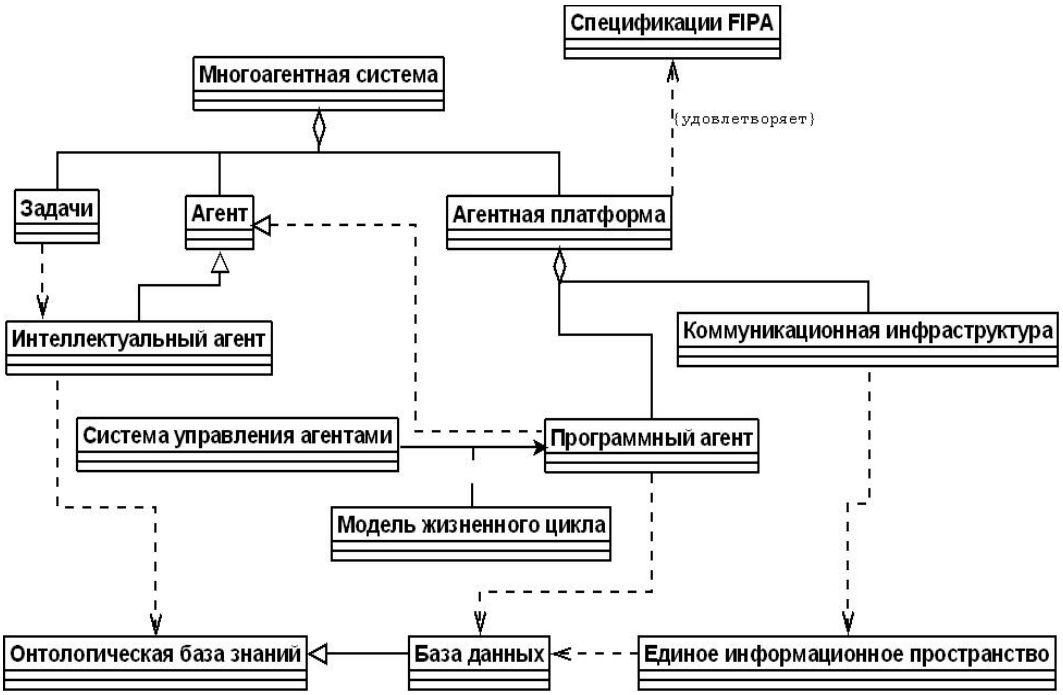


Рис. 3.4. Структура многоагентной системы

В разрабатываемой системе создаётся два вида агентов. Агент «клиент» имеет цель получить услугу в комфортный для него отрезок времени, с учётом его индивидуальных предпочтений, например по времени, эмоциям и т.д. В свою очередь, агенту «услуга» присуща цель сформировать свой график оказания услуг так, чтобы его оборудование не простаивало и график не выходил за пределы рабочего времени. Соответственно, все агенты преследуют глобальную цель – формирование графика оказания услуг, которая может быть достигнута с помощью диалога между агентами. Участвуя в процессе общения, агенты обмениваются информацией и приходят к соглашению. Придя к соглашению, каждый агент вносит изменения в свою часть распределённой между агентами базы знаний. Для получения информации из базы нужно обратиться к её владельцу [126].

Процесс взаимодействия между агентами показан на рис. 3.5.

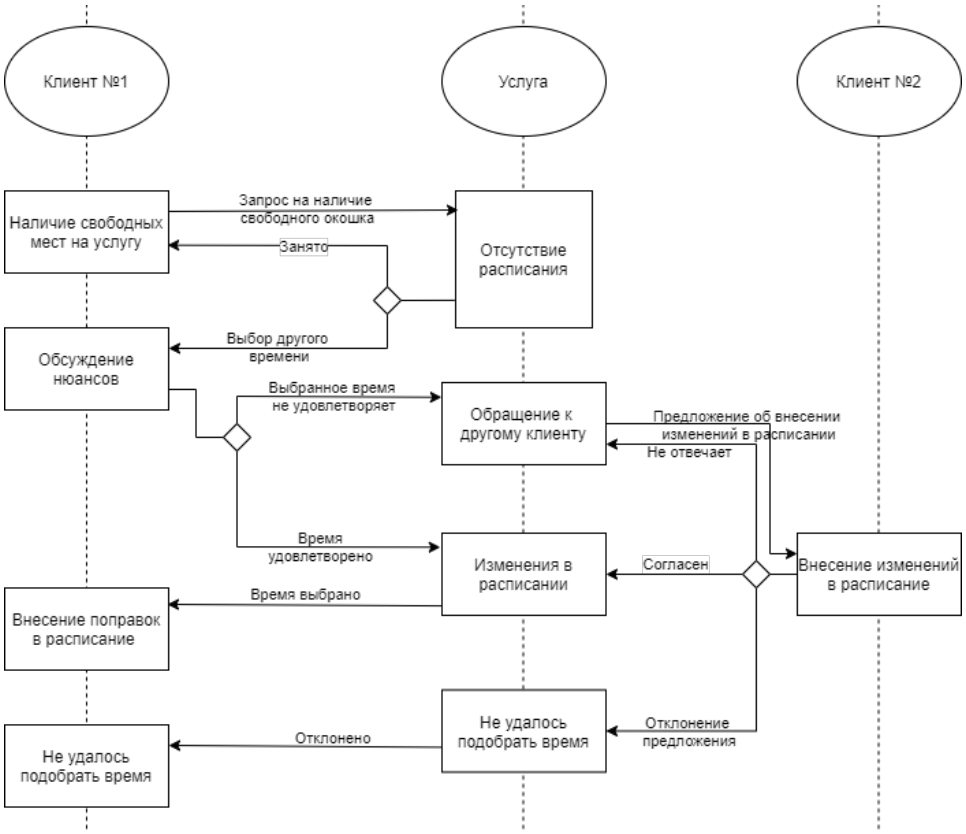


Рис. 3.5. Протокол обмена информации между агентами

На рис. 3.6 представлена модель отношений агентов при составлении графика, когда клиентам назначили одну и ту же услугу.

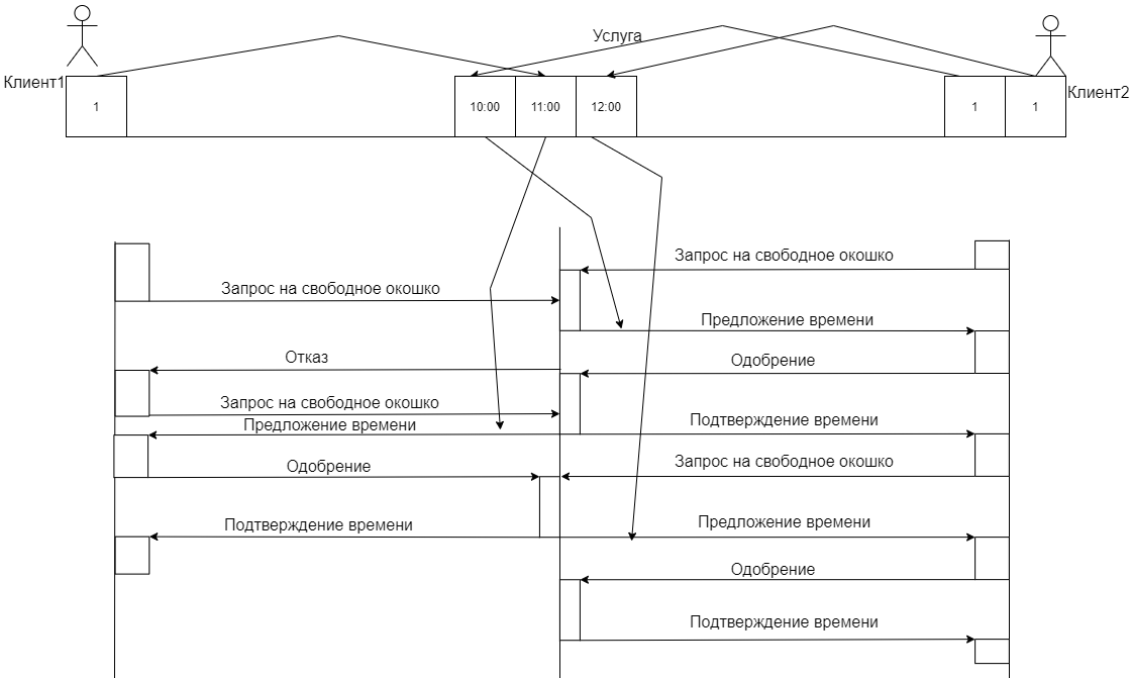


Рис. 3.6. Модель отношений агентов при составлении графика, когда клиентам назначили одну и ту же услугу

Данные:

Для Клиента 1 была назначена одна услуга. Для Клиента 2 – две услуги.

Расписание работы кабинета, где стоит нужное оборудование: 10:00–11:00, 11:00–12:00, 12:00–13:00.

Виды действий:

Для агента «Клиент»: проверка «Услуги» на её свободность в назначенное время, проверка и учёт всех ограничений и времени на отдых между услугами.

Для агента «Услуга»: поиск свободного времени в расписании кабинета для «Клиента».

Затраты на процессы общения:

Для агента «Клиент»: запрос по поводу наличия свободного времени, одобрение/отказ.

Для агента «Услуга»: предложение свободного времени (если оно есть), подтверждение времени.

На рис. 3.7 показана модель обмена информацией агентами, когда клиентам были назначены разные услуги.

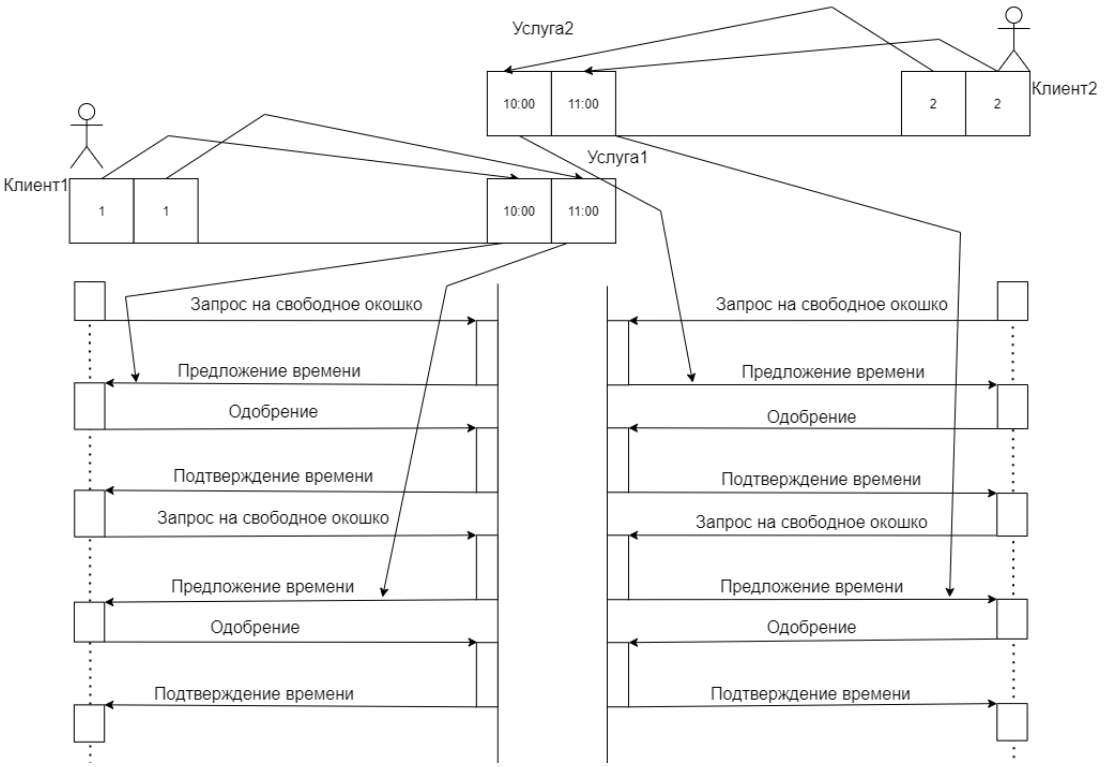


Рис. 3.7. Модель обмена информацией агентами, когда клиентам назначаются разные услуги

На рис. 3.8 показана модель обмена информацией агентами, когда клиентам назначили одну и ту же услугу, и между ними производится обмен информацией для её распределения.

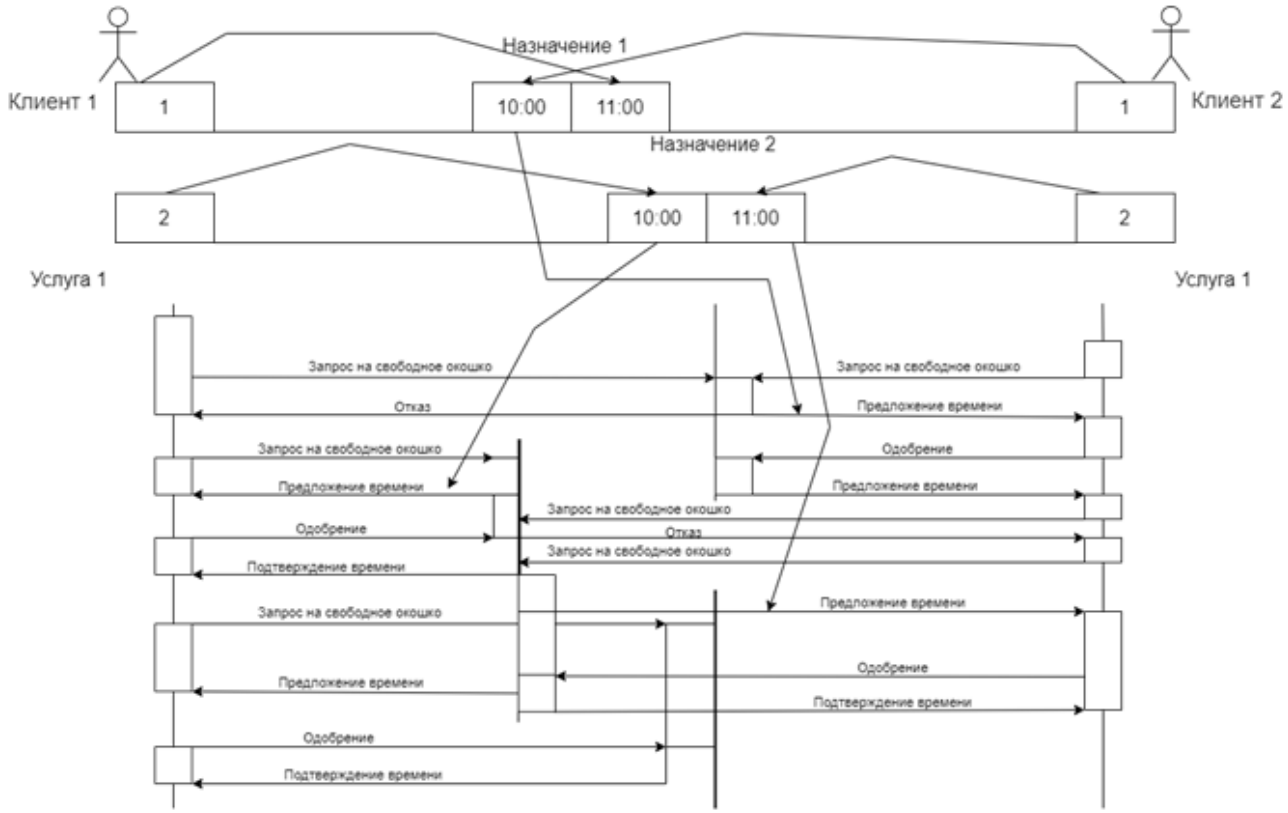


Рис. 3.8. Модель обмена информацией агентами, когда клиентам были назначены две одинаковые услуги

<u>Данные на вход:</u>

Назначена одна услуга Клиенту 1 типа Услуга 1. Для Клиента 2 назначена та же услуга, того же типа. Расписание работы кабинета: 10:00–11:00, 11:00–12:00. Клиент 2 выбрал время 10:00–11:00, но на момент его обращения этот период был закреплён за Клиентом 1.

Многоагентный подход к реализации позволяет естественное распараллеливание алгоритма. При решении крупных задач выполнение на нескольких процессорах значительно сокращает время вычислений.

3.4 Алгоритмизация методов решения задачи планирования процесса оказания услуг

Рассмотрим для начала задачу составления комплексной услуги [12].

Рациональнее всего для решения рассматриваемой задачи использовать метод ветвей и границ, но поскольку прямое применение данного метода не целесообразно, то необходимо выполнить небольшую модификацию, а именно исключать наборы услуг после вычисления суммы затрат на набор обязательных услуг до того, как будут добавлены дополнительные услуги.

Для решения поставленной задачи в методе ветвей и границ будем использовать следующую структуру дерева (рис. 3.9):

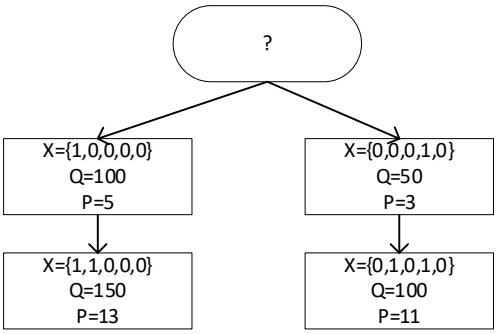


Рис. 3.9. Структура дерева

Лист обладает следующими параметрами:

- Вектор x, которому соответствует решение, если x_i =1, то услуга под этим номером входит в решение, если x_i =0, то услуга не входит в набор решений на данном шаге.
- Q_i – стоимость услуг, которые находятся в вектор x.
- ΔP – сумма произведения полезности на эмоциональное предпочтение клиента для каждой услуги x_i;

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{L} C_i^{p_k} e_i^k x_i^k. \quad (3.6)$$

Таким образом, построение дерева происходит следующем образом.

1. Выбирается значение из $A_{p_k}^{o}$ ($A_{p_k}^{o}(i)$).

Если $A_{p_k}^{o}$ содержит ещё не рассмотренные значения, то добавляем лист в дерево решений, иначе переходим к шагу 5.

2. В векторе x меняем значение: $x\left(\mathrm{A}^{\mathrm{o}}_{\mathrm{p_k}}(i)\right) = 1$. Вычисляем стоимость решения с новым вектором x: $\Delta\mathrm{Q} = \sum_{i=1}^{L} Q_i x_i^k$.

Если $\Delta\mathrm{Q}>Q_k$, то удаляем лист из дерева и в дальнейшем эту ветвь не рассматриваем, иначе вычисляем $\Delta\mathrm{P}$.

3. Если получившиеся значения $\Delta\mathrm{Q}$ меньше, а $\Delta\mathrm{P}$ больше других значений листов на этом же уровне, то остальные ветви исключаем из рассмотрения и удаляем.

Например: рассматриваем значение новую услугу 4, для неё значения $\Delta\mathrm{Q}$ меньше Q_1 и $\Delta\mathrm{P}$ больше ΔP_1, поэтому ветвь с услугой 1 больше не рассматривается (рис. 3.10).

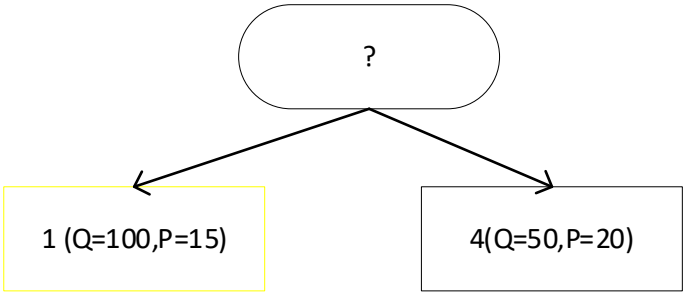


Рис. 3.10. Пример шага 3

4. В матрице $\mathrm{A}(\mathrm{p_k})$ рассматриваем строку, которая соответствует выбранному значению.

Если значение в столбце равно 1, то добавляем новый лист в дерево решений на том же уровне, что и значение $\mathrm{A}^{\mathrm{o}}_{\mathrm{p_k}}(i)$ и зануляем значение в матрице $\mathrm{A}(\mathrm{p_k})$. Проделываем для него шаги 2,3, иначе переходим к шагу 1 и рассматриваем следующее значение $\mathrm{A}^{\mathrm{o}}_{\mathrm{p_k}}$.

5. Среди всех получившихся листьев находим набор, у которого $\Delta\mathrm{Q}$ наименьшее, запоминаем его Q_{min}

Ниже приведена блок-схема алгоритма (рис. 3.11).

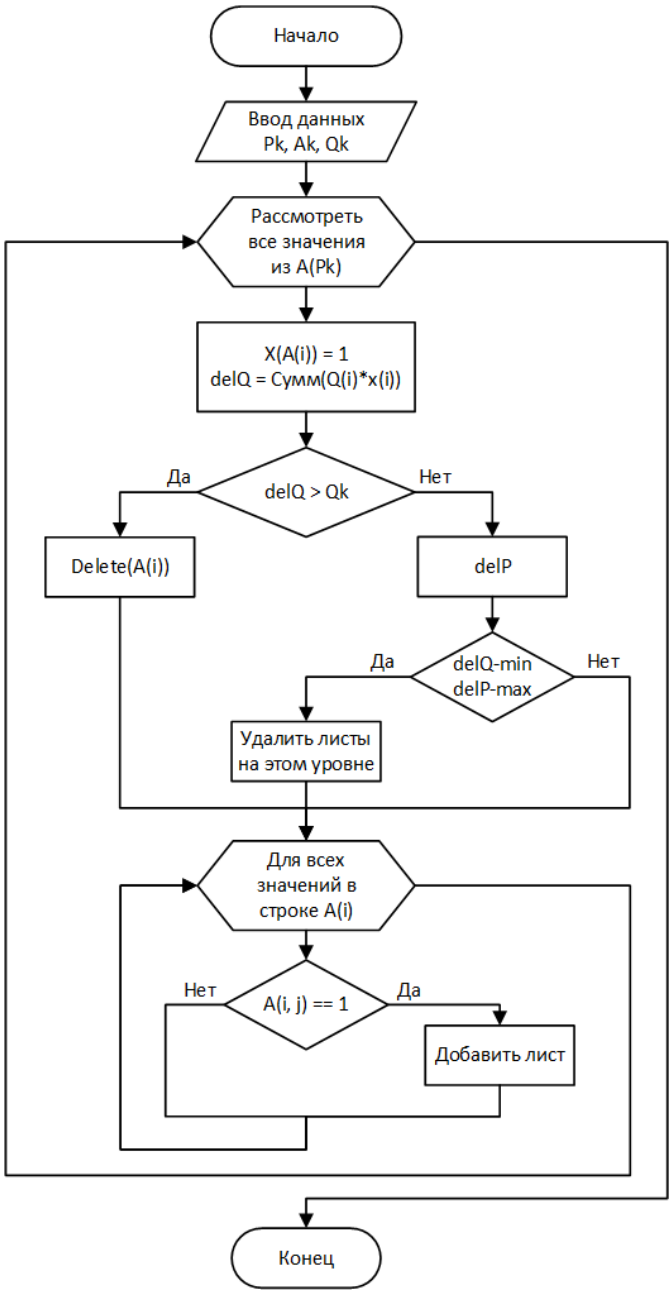


Рис. 3.11. Блок-схема алгоритма

После того, как были рассмотрены все обязательные услуги, аналогичным образом рассматриваем дополнительные услуги, только вместо Q_k рассматриваем $Q_k - Q_{min}$. После того, как были построены возможные наборы дополнительных услуг, необходимо их проранжировать по стоимости.

Далее необходимо к наборам обязательных услуг добавить дополнительные, которые не превосходят Q_k.

1. Выбрать лист из дерева обязательных услуг. Рассмотреть дополнительные услуги, стоимость которых не превосходит $Q_k - Q_i$. К набору

обязательных услуг поочерёдно добавлять наборы дополнительных, при этом запоминать получившийся набор с наибольшей полезностью (ΔP):

1) $P_{max} = 0. X_{max} = \{\}$

2) Выбрать лист из дерева обязательный услуг L_ob_i.

3) Рассматривать только те наборы дополнительных услуг, для которых $Q_{dop_i} < Q_k - Q_{L_ob_i}$.

4) В вектор x подставить значение 1, для тех дополнительных услуг, набор из которых рассматривается. Посчитать

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{L} C_i^{p_k} e_i^k x_i^k \quad (3.7)$$

5) Если получившееся значение больше P_{max}, то $P_{max} = \Delta P, X_{max} = X_i$.

Иначе $\Delta P_{max} = P_{max}, \Delta X_{max} = X_{max}$ и перейти к следующему набору.

2. После того, как все листья будут рассмотрены, найденное решение будет содержаться в ΔX_{max}.

Данный алгоритм позволяет отбрасывать лишние ветви в дереве, что позволяет уменьшить количество шагов, тем самым сокращает время вычислений.

Отдельно рассмотрим метод проверки соответствия множеств. Необходимо найти пересечение двух упорядоченных множеств. Сложность данного алгоритма $O(m + n)$, где m и n — длины входных множеств A и B соответственно.

Алгоритм:

Взять значение из первого множества, сравнить его со значением из второго.

Если они совпадают, то возвращаем значение 0, иначе если значение из 1 множества меньше, то сдвигаем позицию в первом множестве, иначе сдвигаем позицию во втором множестве.

<u>Проверка несоответствия обязательных и дополнительных услуг в матрицы $A(p_k)$.</u>

Необходимо выполнить проверку матрицы $A(p_k)$, то есть случаи, когда матрица $A(p_k)$ задана некорректно. Поэтому необходимо добавить проверку несоответствия A_p^o и A_p^d в матрице $A(p_k)$.

Алгоритм проверки:

Для $\mathrm{ob_a}$ из $\mathrm{A_p^o}$:

Для j от 1 до L:

Если $\mathrm{A}(\mathrm{ob_a}, j)\ \epsilon\ \mathrm{A_p^d}$, то сообщение об ошибке, дополнительная услуга не может быть альтернативой обязательной.

До формирования комплексной услуги необходимо формализовать эмоциональные предпочтения клиента. На рис. 3.12 представлен алгоритм анкетирования клиента для идентификации и формализации эмоциональных предпочтений клиентов при формировании комплексной услуги и графика оказания услуг.

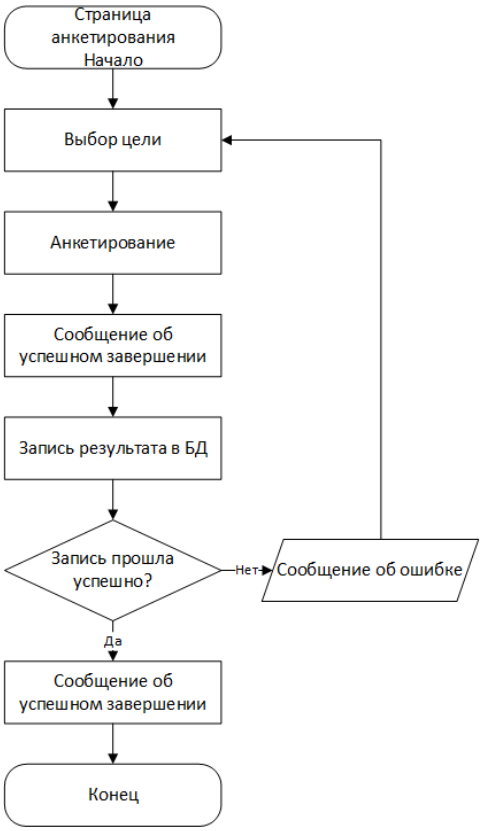


Рис. 3.12. Алгоритм идентификации и формализации эмоциональных предпочтений клиентов при формировании комплексной услуги и графика оказания услуг

Клиент выбирает цель из списка предложенных и попадает на страницу, соответствующую его целевому состоянию. На каждое целевое состояние актуализируется некоторый набор услуг из общего ассортимента услуг

организации. Пользователю предлагается пройти анкетирование и оценить каждую из услуг по шкале со следующими оценками: «Раздражение», «Дискомфорт», «Равнодушие», «Удовольствие», «Радость». После прохождения тестирования на основе математической модели эмоции проходят процесс формализации и приводятся в нормализованный вид.

На рис. 3.13 представлен алгоритм корректировки комплексной услуги.

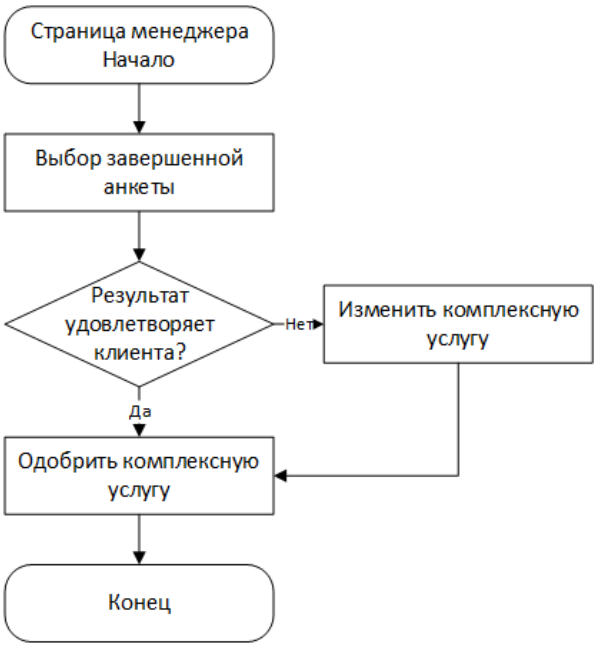


Рис. 3.13. Алгоритм корректировки комплексной услуги

Менеджер выбирает одну из завершённых анкет, оглашает клиенту составленную комплексную услугу и, обсудив с клиентом назначенные процедуры, либо соглашается с результатом, либо меняет его.

Затем составленная комплексная услуга направляется в интеллектуальный модуль составления графика оказания услуг. На рис. 3.14 представлена схема логического вывода при составлении графика оказания услуг [104].

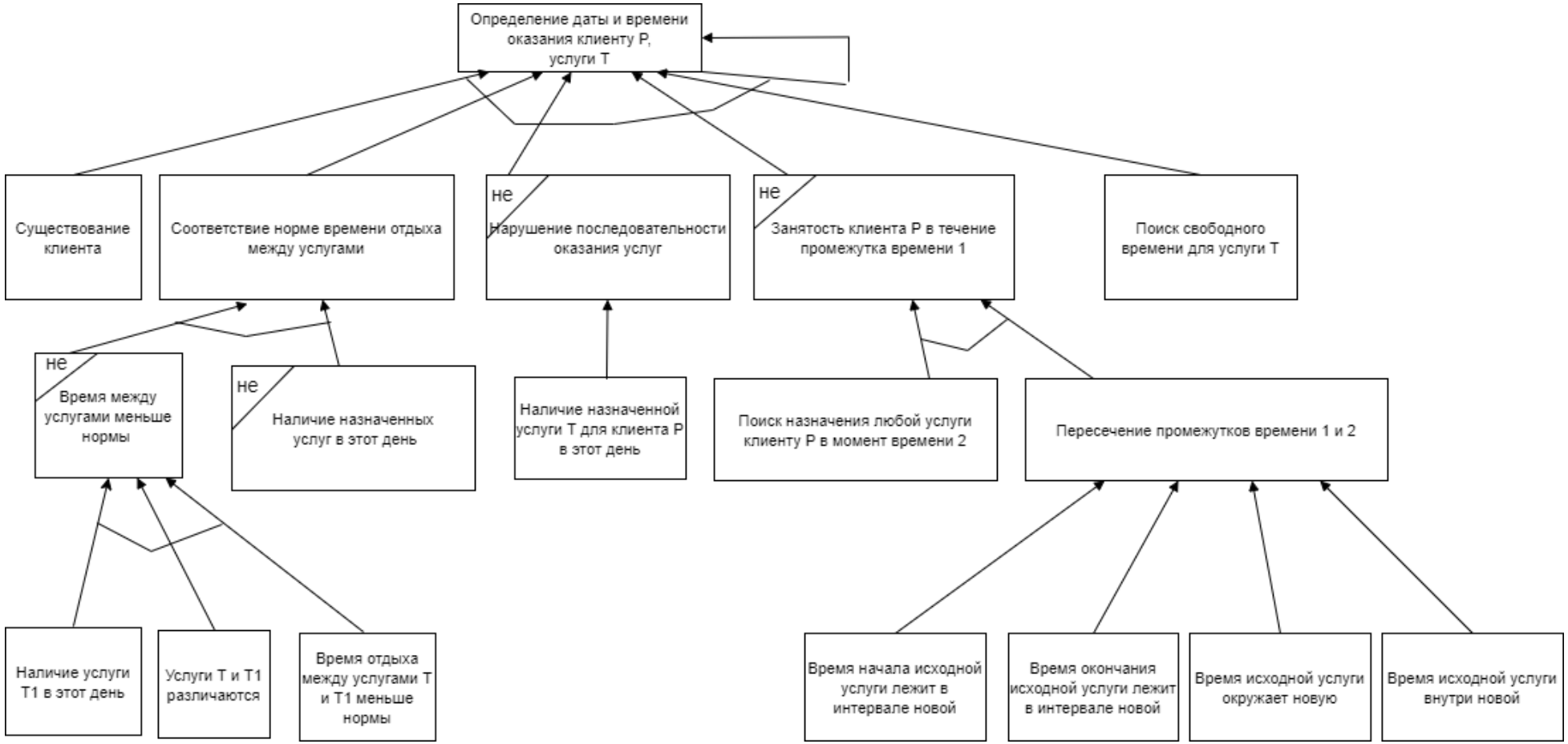


Рис. 3.14. Схема логического вывода при составлении графика оказания услуг

3.5 Разработка прототипа системы поддержки принятия решений на примере организации индустрии здоровья и красоты

Рассмотрим разработку прототипа СППР на примере организации индустрии здоровья и красоты. В качестве таких организаций могут выступать: санаторно-курортные учреждения, больницы разного профиля, лечебно-профилактические учреждения, физкультурно-оздоровительные центры, SPA-салоны, салоны красоты, фитнес-клубы, тренажёрные залы, спортивные клубы и т.д. Рассмотрим работу модуля составления комплексной услуги для организации индустрии здоровья и красоты (ОрИЗК). [103]

На рис. 3.15 представлена BPMN-схема процедуры формирования комплексной услуги, начиная с момента обращения клиента, заканчивая получением комплексной услуги. Серым цветом обозначены автоматические блоки, которые происходят без участия ЛПР.

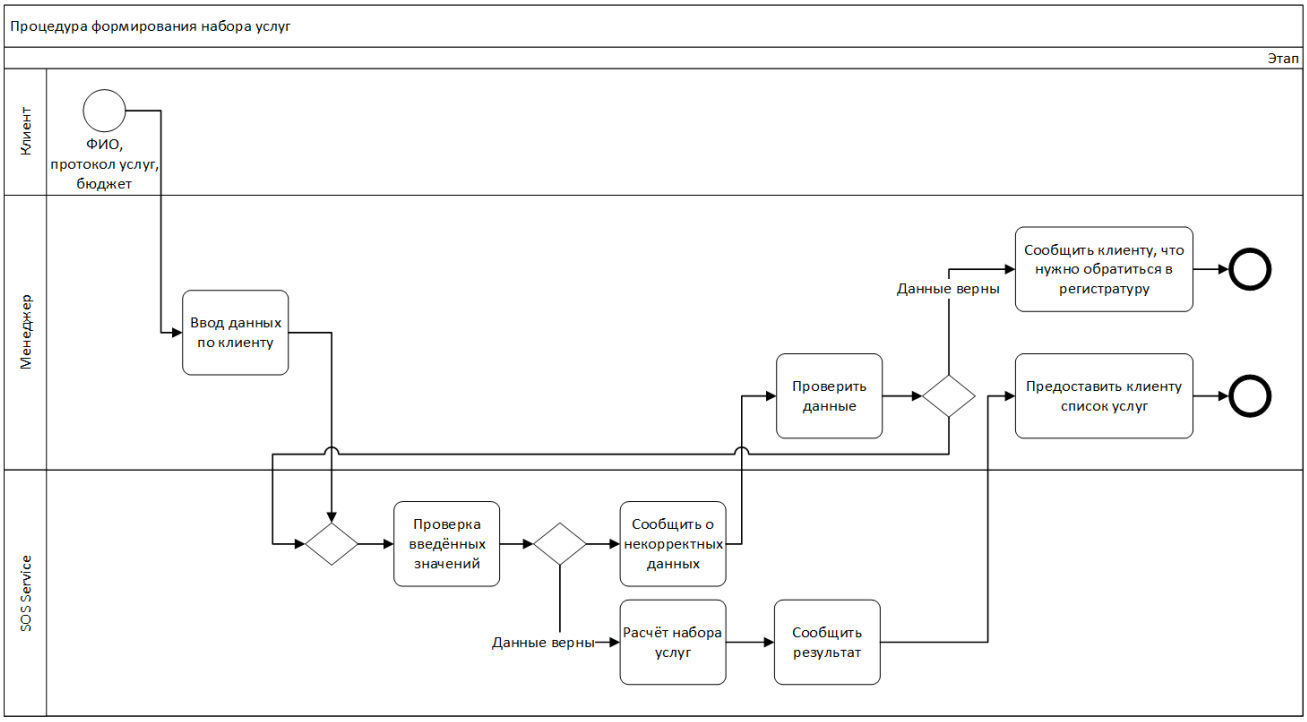


Рис. 3.15. Процедура формирования набора услуг

Диаграмма взаимодействия с ПО представлена на рис. 3.16. Клиент взаимодействует с ПО посредством следующих действий: прохождения анкетирования, изменения бюджета, просмотра результатов составленной услуги и

регистрации или авторизации на сайте. Менеджер тоже может пройти процесс авторизации, а также скорректировать услугу.

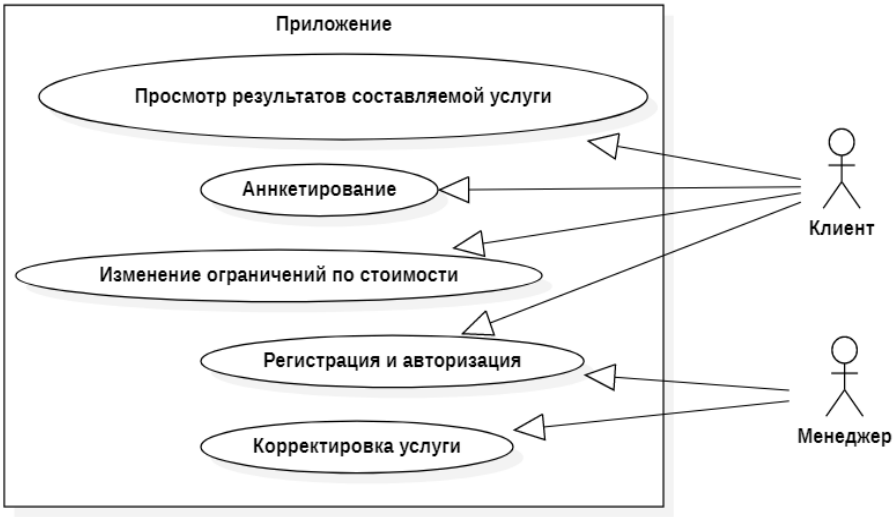


Рис. 3.16. Диаграмма взаимодействия пользователей с модулем формирования комплексной услуги

Диаграмма последовательности представлена на рис. 3.17.

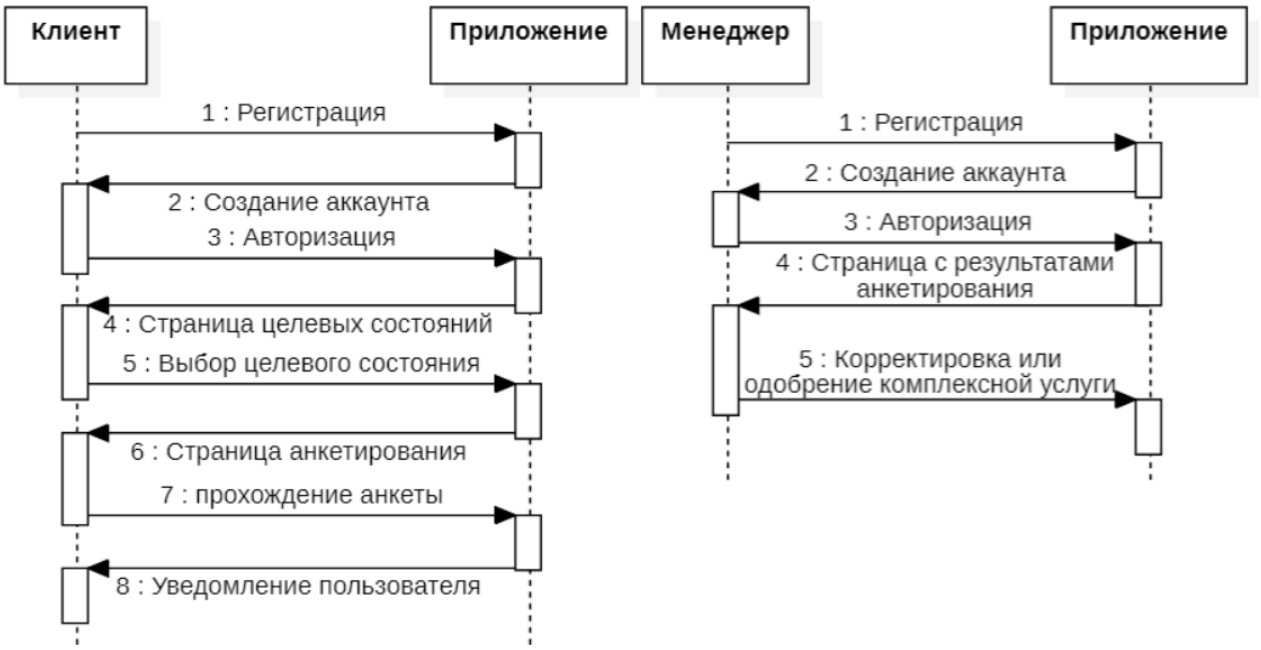


Рис. 3.17. Диаграмма последовательности

Клиент и менеджер отправляют приложению запрос на регистрацию, в результате чего приложение создаёт аккаунт. После авторизации клиент попадает на страницу целевых состояний, а менеджер – на страницу с результатами

анкетирования. После выбора целевого состояния клиенту возвращается страница анкетирования, а после заполнения анкеты приложение отправляет клиенту уведомление о завершении. Менеджер после выбора одного из результатов корректирует или одобряет составленную комплексную услугу.

Рассмотрим работу интеллектуального модуля составления графика оказания услуг (рис. 3.18). На схеме взаимодействия классов отмечен пакет com.ugatu, созданный на основе библиотеки ABLE. Каждый агент («Клиент» и «Услуга»), создаваемый в нём, является объектом класса MyAgent. Логика поведения агентов «Клиент» и «Услуга» реализована в классах TaskRuleSet и ProcRuleSet на языке ARL с использованием логического вывода, аналогичного Прологу.

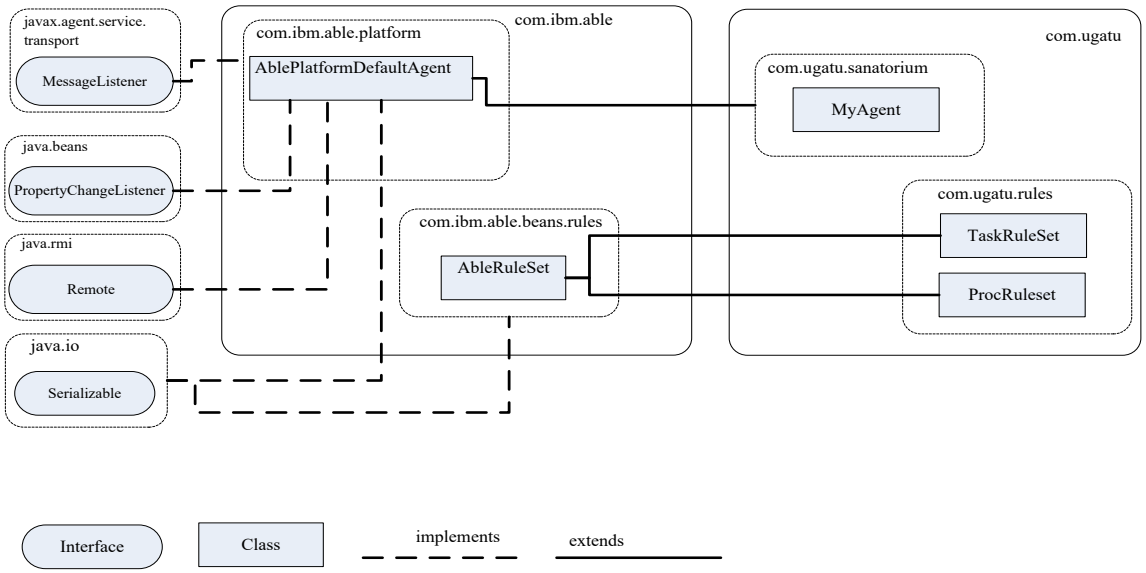


Рис. 3.18. Основные классы и интерфейсы

Распределённая агентная платформа

С помощью пакета библиотеки ABLE com.ibm.able.platform можно установить среду, позволяющую создавать и распределять объекты агентов (Agents) и Agent Services на разнородных системах (рис. 3.19). На каждой системе может быть запущена одна или несколько JVM. В терминологии ABLE понятие Agent Pool – используемая JVM для запуска сервисов платформы и агентов.

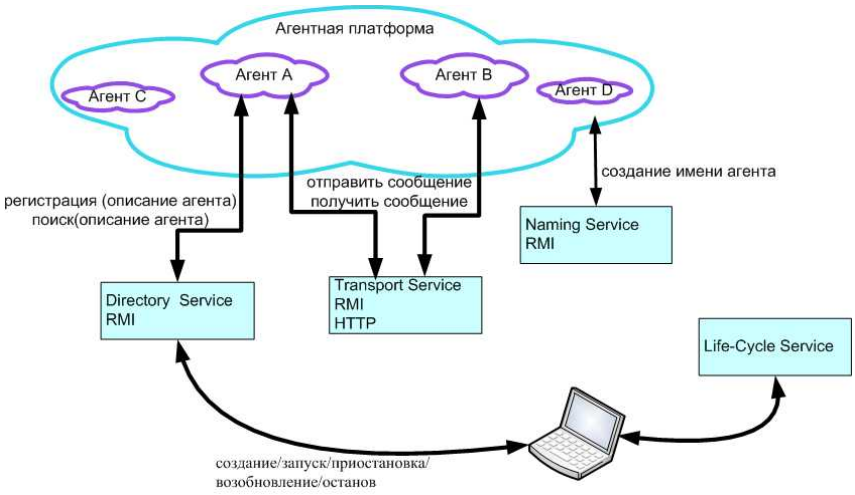


Рис. 3.19. Распределённая агентная платформа

Внутри платформы агенты могут общаться несколькими способами, среди них – технология RMI и технология JAS (посредством сообщений).

В процессе проектирования разработана структурная схема ПО, представленная на рис. 3.20.

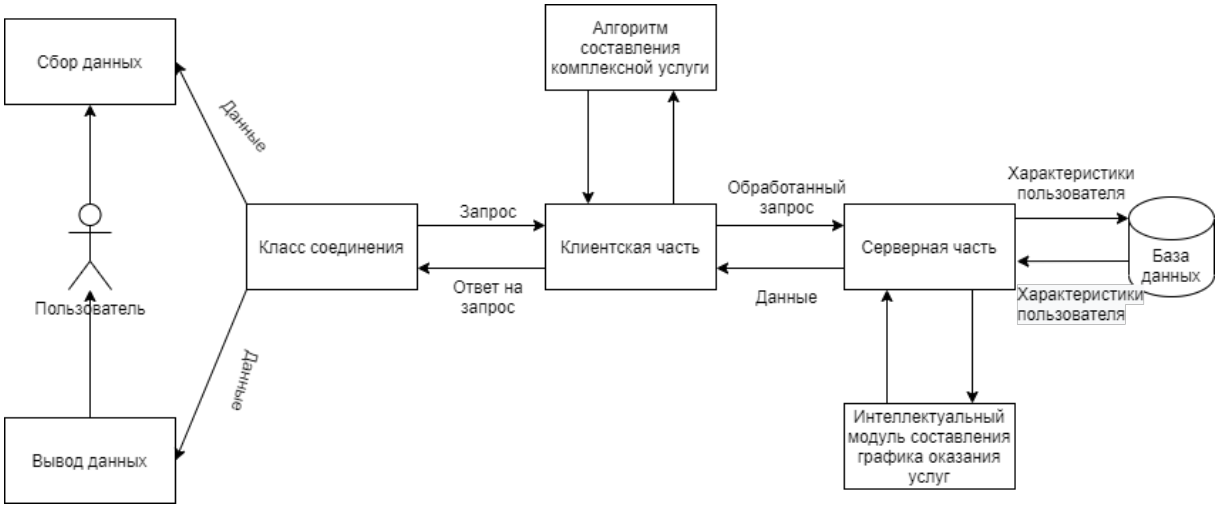


Рис. 3.20. Структурная схема прототипа системы

<u>Интерфейсы разработанной системы</u> [95]

После введения всех данных о клиенте и целевого состояния клиента на главной странице, пользователь получает предложение пройти анкетирование по набору услуг, актуализированному для его цели (после того как клиент даст типовым услугам эмоциональную оценку) (рис. 3.21).

Автоматическое составление комплексной услуги

Эмоциональная оценка	Раздражение	Дискомфорт	Равнодушие	Удовльствие	Радость
Необходимые услуги:					
ЛФК			✓		
Аквааэробика		✓			
Ручной массаж				✓	
Магнитотерапия			✓		
Электрофорез	✓				
Дополнительные услуги:					
Ванны ножные вихревые				✓	
Гипокситерапия			✓		
Кислородный коктейль	✓				
Кумысотерапия					✓
Фитотерапия		✓			

Отправить

Рис. 3.21. Страница с оценёнными услугами

Основная страница менеджера с предварительно составленными комплексными услугами представлена на рис. 3.22 [102].

2021-06-23 admin одобрен
Бронхопневмония
Профилактика и лечение бронхопневмонии

Результат теста:

Услуга	Эмоция	Польза	Стоимость	Необходимость	Альтернатива	Итог:
ЛФК	1	5	1200	есть	#01	добавлена
Аквааэробика	0,75	4	1500	есть	#01	-
Ручной массаж	1,25	5	2300	есть	#01	-
Магнитотерапия	1	4	1700	есть	#02	добавлена
Электрофорез	0,5	5	1100	есть	#02	-
Ванны ножные вихревые	1,25	2	700	нет	-	добавлена
Гипокситерапия	1	3	1100	нет	-	добавлена
Кислородный коктейль	0,5	1	500	нет	-	-
Кумысотерапия	1,5	2	900	нет	-	добавлена
Фитотерапия	0,75	3	1600	нет	-	-
Бюджет	6000					
Общая стоимость	5600					
Остаток	400					

Изменить Одобрить

Рис. 3.22. Основная страница менеджера

Менеджер может изменить составленную комплексную услугу, если это потребуется. ЛПР может добавить или удалить услугу; если его действия превысят бюджет клиента, система укажет на это, выделив иконку красным цветом. После одобрения услуги в личном кабинете клиента появится окончательно сформированная комплексная услуга (рис. 3.23).

Ваши результаты

2021-06-23
Бронхопневмония
Профилактика и лечение бронхопневмонии

Посмотреть

НЕОБХОДТМЫЕ

ЛФК	1200
Магнитотерапия	1700

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ

Ванны ножные вихревые	700
Гипокситерапия	1100
Кумысотерапия	900

БЮДЖЕТ: 6000

ОБЩИЙ ИТОГ: 5600

Рис. 3.23. Результаты после обработки анкеты менеджером

На рис. 3.24 представлен интерфейс многоагентной системы JADE при составлении графика оказания услуг [94].

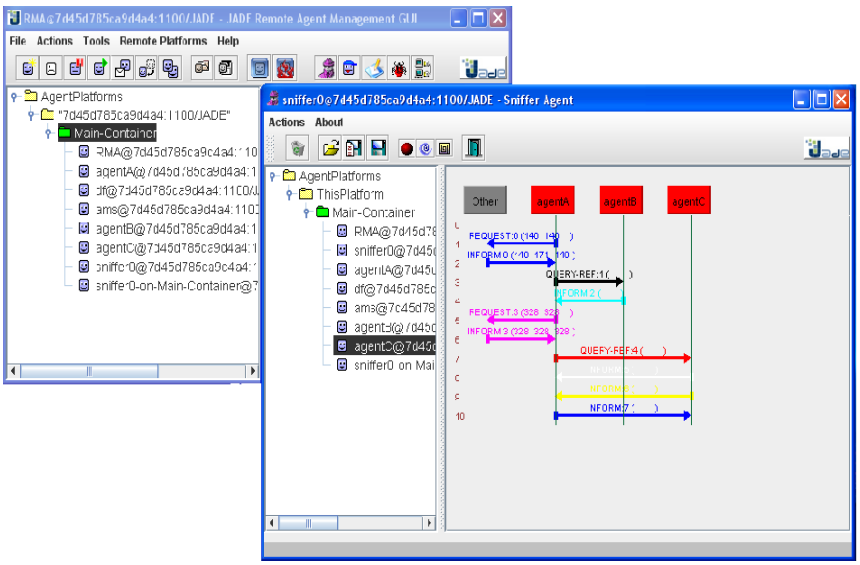


Рис. 3.24. Интерфейс многоагентной системы JADE

3.6 Результаты анализа эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений

Приведём пример работы созданного прототипа СППР для ОрИЗК [6]. Проведём численный эксперимент на примере санаторно-курортного лечения.

Дано: целевое состояние клиента (цель); список необходимых услуг в соответствии с целью; список альтернативных услуг для каждой необходимой (если имеется); список возможных дополнительных услуг; список эмоциональных предпочтений для всего набора услуг (заполняется при анкетировании клиента в процессе регистрации). Исходные данные при составлении комплексной услуги представлены на рис. 3.25.

Особенностью услуг организаций индустрии здоровья и красоты является большой эмоциональный отклик на оказываемые услуги. Часто клиенты приходят в такие организации, чтобы получить удовольствие, и учёт эмоций клиентов очень важен для получения конкурентных преимуществ на рынке индустрии здоровья и красоты.

Целевое состояние клиента: бронхопневмония.

Цифрой обозначена полезность услуги.

Необходимые услуги:

ЛФК – 5

Магнитотерапия – 4

Ручной массаж – 5

Альтернативные услуги:

Аквааэробика – ЛФК – 4

Электрофорез – Магнитотерапия – 5

Дополнительные услуги:

Ванны ножные вихревые – 2

Гипокситерапия – 3

Кислородный коктейль – 1

Кумысотерапия – 2

Фитотерапия – 3

Необходимые услуги	Альтернативные услуги	Дополнительные услуги
ЛФК	Аквааэробика	Ванны ножные вихревые
Магнитотерапия	Электрофорез	Гипокситерапия
Ручной массаж		Кислородный коктейль
		Кумысотерапия
		Фитотерапия

Рис. 3.25. Исходные данные при составлении комплексной услуги

Клиент в анкете оставляет эмоциональный отклик по каждой услуге. В рассматриваемом примере клиент отметил, что ЛФК вызывает равнодушие, аквааэробика – дискомфорт, ручной массаж – удовольствие, магнитотерапия – равнодушие, электрофорез – раздражение (по необходимым услугам). Клиент испытывает отрицательные эмоции при получении услуг, которые для него максимально полезны, поэтому здесь будут выбираться услуги, главным качеством которых является полезность, с учётом эмоций.

Среди дополнительных услуг половина из них вызывает отрицательные эмоции, половина – положительные. Ванны ножные вихревые – удовольствие, гипокситерапия – равнодушие, кислородный коктейль – раздражение, кумысотерапия – радость и физиотерапия – дискомфорт. Здесь на первый план выходят именно эмоции, а уже потом полезность услуги; это сделано для того, чтобы клиент получал не только полезные услуги, но и услуги, доставляющие ему удовольствие.

Каждая услуга характеризуется информацией об эмоциях, полезности, стоимости, необходимости и имеющихся альтернативах. Полезность измеряется на шкале от 1 до 5, где 1 – это бесполезная услуга, а 5 – максимально полезная. Эмоции принимают значение от 0,5 до 1,5 в зависимости от предпочтений клиента. Каждая услуга имеет определенную стоимость.

На основе разработанных математической модели и алгоритма составления комплексной услуги формируется набор услуг. При необходимости корректировка данных производится менеджером при согласовании с клиентом.

Полученная комплексная услуга для санаторно-курортного лечения – необходимые услуги: ЛФК стоимостью 1200 и магнитотерапия – 1700, что является альтернативой. Дополнительные услуги: ванны ножные вихревые – 700, гипокситерапия – 1100 и кумысотерапия – 900. Бюджет составлял 6000, стоимость комплексной услуги – 5600.

Полученная комплексная услуга идёт на вход модуля составления графика оказания услуг (табл. 3.2). Рассмотрим результат составления графика для трёх разных эмоциональных стратегий.

В первую очередь генерируется стратегия оказания комплексной услуги. В математической модели формализованы три возможные стратегии: 1) начинать график с услуг, вызывающих негативные эмоции, заканчивать график услугами, вызывающими положительные эмоции; 2) начинать график с услуг, вызывающих положительные эмоции, заканчивать график услугами, вызывающими негативные эмоции; 3) начинать и заканчивать график услугами, вызывающими положительные эмоции.

Таблица 3.2 – Входные данные

Комплексная услуга	Эмоциональная оценка	Вес эмоции
ЛФК	Равнодушие	1
Магнитотерапия	Равнодушие	1
Ванны ножные вихревые	Удовольствие	1,25
Гипокситерапия	Равнодушие	1
Кумысотерапия	Радость	1,5

На рис. 3.26-3.28 представлены выводы по составлению графика оказания услуг по трём стратегиям.

Стратегия 1: Негативные - Положительные

	Время начало услуги	Продолжительность
Клиент1 - ЛФК	10:10:00	00:40:00
Клиент1 - Магнитотерапия	11:20:00	00:20:00
Клиент1 - Гипокситерапия	12:35:00	00:50:00
Клиент1 - Кумысотерапия	13:40:00	00:10:00
Клиент1 - Ванны ноожные фихревые	14:15:00	00:15:00

Рис. 3.26. Вывод графика по 1-й стратегии

Стратегия 2: Положительные - Негативные

	Время начало услуги	Продолжительность
Клиент1 - Кумысотерапия	10:30:00	00:10:00
Клиент1 - Ванны ноожные фихревые	11:15:00	00:15:00
Клиент1 - ЛФК	12:10:00	00:40:00
Клиент1 - Магнитотерапия	13:00:00	00:20:00
Клиент1 - Гипокситерапия	13:45:00	00:50:00

Рис. 3.27. Вывод графика по 2-й стратегии

Стратегия 3: Положительые - Негативные - Положительные

	Время начало услуги	Продолжительность
Клиент1 - Кумысотерапия	10:30:00	00:10:00
Клиент1 - ЛФК	11:20:00	00:40:00
Клиент1 - Магнитотерапия	12:25:00	00:20:00
Клиент1 - Гипокситерапия	13:45:00	00:50:00
Клиент1 - Ванны ноожные фихревые	15:10:00	00:15:00

Рис. 3.28. Вывод графика по 3-й стратегии

Оценим эффективность разработанной СППР. Оценивать эффективность будем с точки зрения экономии времени при оперативном планировании процесса оказания услуг в организации индустрии здоровья и красоты. Для оценки времени составления комплексной услуги и составления графика оказания услуг будем использовать диаграммы Ганта в случаях с использованием СППР и без использования СППР [115].

Основными этапами процесса составления комплексной услуги в случае отсутствия СППР являются: регистрация клиента; уточнение и актуализация услуг; составление комплексной услуги вручную; корректировка комплексной услуги менеджером.

Составленная диаграмма Ганта представлена на рис. 3.29.

Столбец1	Начало	Длительность	Конец
регистрация клиента	9:00	0:15	9:15
уточнение актуализации услуг	9:15	0:30	9:45
составление комплексной услуги вручную	9:45	0:45	10:30
корректировка комплексной услуги менеджером	10:30	0:15	10:45
Итого		1:45	

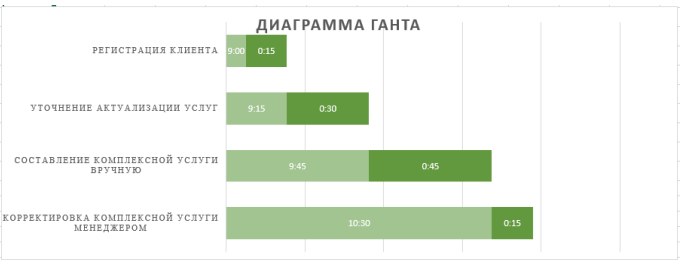


Рис. 3.29. Диаграмма Ганта для составления комплексной услуги без использования СППР

Основными этапами процесса составления комплексной услуги в случае использования СППР являются:

– регистрация клиента;
– заполнение анкеты клиентом;
– проверка и актуализация услуг;
– обработка анкеты, отчуждение эмоций;
– формализация эмоций;
– автоматизированное составление комплексной услуги;
– корректировка комплексной услуги менеджером.

С внедрением автоматизированной системы с учётом эмоционального предпочтения клиента добавились задачи, но уменьшилось время составления услуг.

Составленная диаграмма Ганта представлена на рис. 3.30.

Столбец1	Начало	Длительность	Конец
регистрация клиента	9:00	0:15	9:15
выдача анкеты и заполнение ее клиентом	9:15	0:10	9:25
проверка актуализация услуг	9:25	0:05	9:30
обработка, выданной анкеты, отчуждение эмоций	9:30	0:05	9:35
формализация эмоций	9:35	0:02	9:37
автоматизированное составление комплексной услуги	9:37	0:01	9:38
корректировка комплексной услуги менеджером	9:38	0:05	9:43
Итого		0:43	

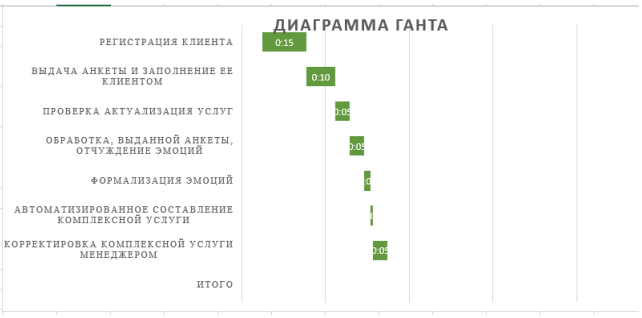


Рис. 3.30. Диаграмма Ганта для составления комплексной услуги с использованием СППР

Как можно увидеть по графикам, время составления комплексной услуги без применения СППР – примерно 1 час 45 минут. После внедрения автоматизированной системы и добавления учёта эмоций время, затраченное на составление комплексной услуги в организации индустрии здоровья и красоты, составляет 43 минуты. Также оценить эффект от автоматизированного составления графика оказания услуг можно с помощью диаграммы Ганта.

Основными этапами процесса составления графика оказания услуг в обоих случаях являются: анализ анкеты клиента; опрос по поводу графика услуг, составление и утверждение графика оказания услуг, выгрузка графика.

На рис. 3.31 представлена диаграмма Ганта при составлении графика оказания услуг без применения СППР.

Составлением графика оказания услуг занимается менеджер. Соответственно, ему нужно изучить полученную информацию и пройти по кабинетам, чтобы узнать, свободно ли в это время оборудование, на процедуру с использованием которого записан клиент. По прохождении всех кабинетов менеджеру нужно вручную составить график согласно эмоциональным предпочтениям клиента и внести всю информацию в бланк, который в последующем будет адресован клиенту. Проведя анализ с помощью диаграммы Ганта, получили, что общее затраченное время составляет 2 часа 47 минут.

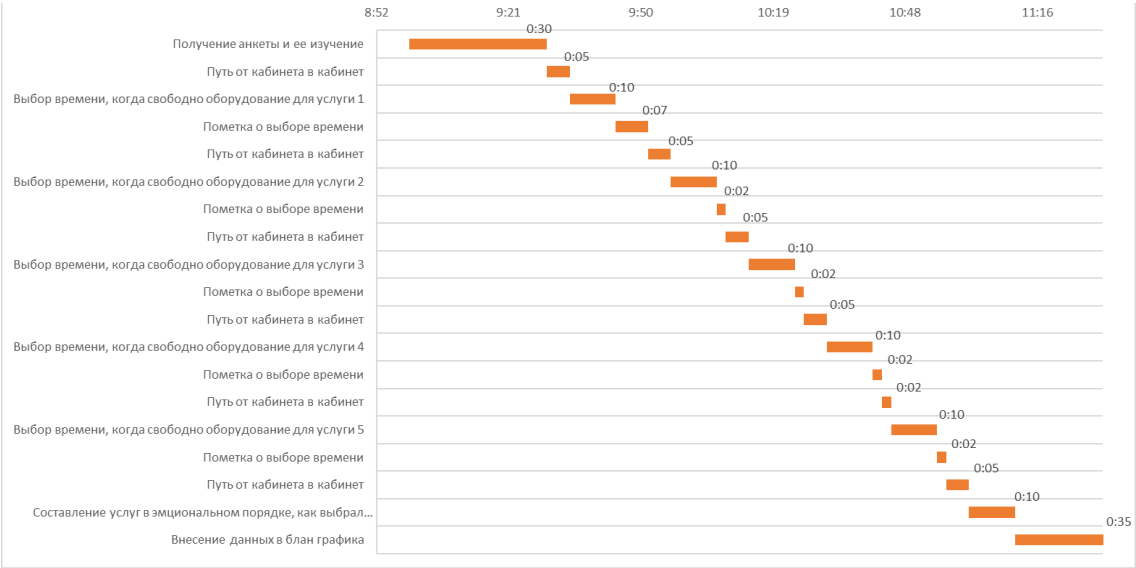


Рис. 3.31. Диаграмма Ганта при составлении графика оказания услуг без применения СППР

На рис. 3.32 представлена диаграмма Ганта при составлении графика оказания услуг с использованием СППР.

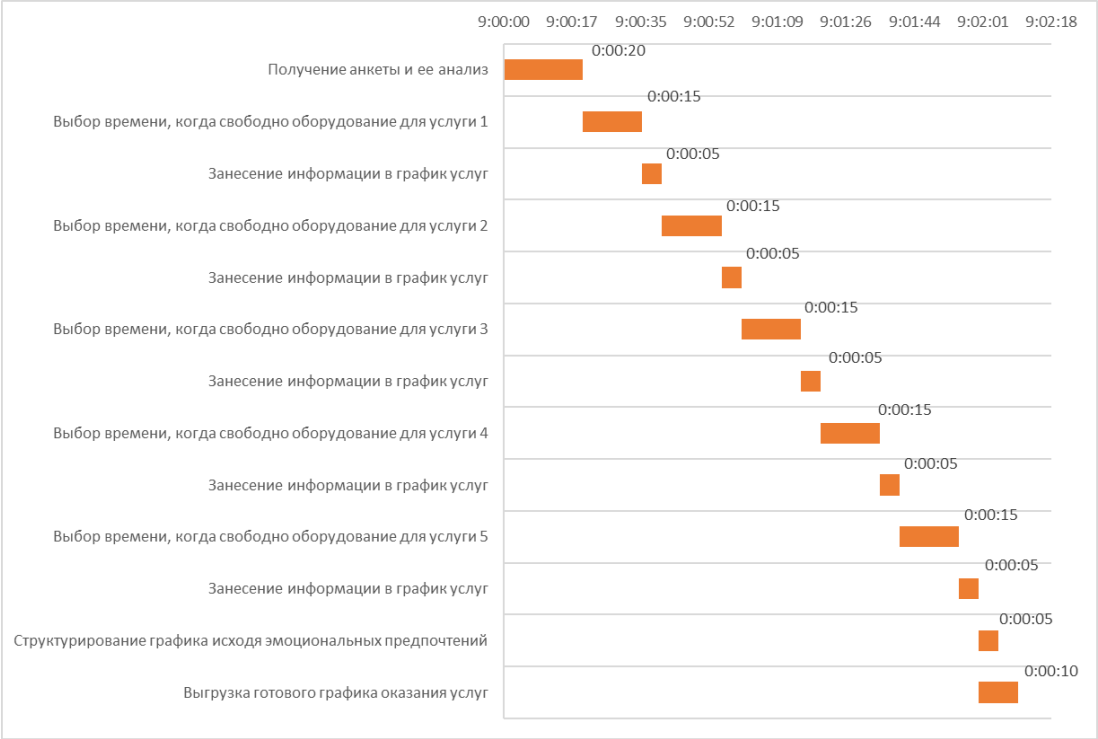


Рис. 3.32. Диаграмма Ганта при составлении графика оказания услуг с использованием СППР

Из диаграммы Ганта видно, что при работе с автоматизированной системой на составление графика ушло 2 минуты 15 секунд.

В дополнение к анализу эффективности использования временных ресурсов проведём анализ экономической эффективности внедрения СППР для ОрИЗК на основе учёта ЭОИ. Поскольку информатизация является инвестиционным проектом совершенствования системы управления, любой ИТ-проект необходимо оценивать и с точки зрения его целесообразности, сопоставляя требуемые капитальные вложения и предполагаемый эффект [65, 134].

Результаты расчётов экономической эффективности внедрения разработанной информационной системы приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты расчёта экономической эффективности

Показатель	Условное обозначение	Единица измерения	Значение
Экономия в год	Э'	рублей	181439,73
Годовой экономический эффект	Эгод	рублей	125639,51
Коэффициент экономической эффективности	Ер	-	1,72
Срок окупаемости	Тр	лет	0,581

Из таблиц 3.3 и 3.4 получаем, что чистый дисконтированный доход (NPV) от капитальных затрат на создание информационной системы равен 163399,38 руб., а срок окупаемости капитальных вложений составляет около полугода.

Таблица 3.4 – Расчёт динамических показателей эффективности

			Горизонт расчёта			
			1 полугодие	2 полугодие	3 полугодие	4 полугодие
Коэффициент дисконтирования			1	0,96	0,93	0,88
Результаты, достигаемые на T-ом шаге, Rt			-	148534,6	148534,6	148534,6
Затраты, осуществляемые на -том шаге, $Зt$, в т.ч.:						
Капитальные затраты	Затраты на разработку	Материальные	450			
		Зар. плата	35500			
		Отчисления	12815,88			
		Затраты на ЭВМ	10970			
		Накладные расходы	5340			
	Затраты на внедрение	Материальные	17500			
		Зар. плата	890			
		Отчисления	321,29			
		Затраты на ЭВМ	150			
		Накладные расходы	97,3			
	Итого		84034,47			
Текущие затраты	Зар. плата			28000	28000	28000
	Отчисления			10108,3	10108,3	10108,3
	Затраты на ЭВМ			16100	16100	16100
	Накладные расходы			5000	5000	5000
	Итого			3	59208,3	59208,3
Расчёт показателей эффективности	Результаты минус затраты $(Rt - Зt)$ на T-ом шаге		-84034,47	89326,3	89326,3	89326,3
	Результаты минус затраты с учётом коэффициента дисконтирования $(Rt - Зt) * Lr$ на T-ом шаге		-84034,47	85753,25	83073,46	78607,14
	Дисконтированный доход на -ом шаге		-84034,47	1718,78	84792,24	163399,38

Выводы по главе 3

При разработке подхода к поддержке принятия решений на этапах формирования пакета услуг и составления графика оказания услуг на основе анализа ЭОИ была разработана математическая модель составления комплексной услуги с учётом эмоционально окрашенной информации от клиентов в терминах целочисленного программирования, опирающаяся на экономические аспекты оказания услуг. Для решения модифицирован метод ветвей и границ, позволявший сократить время расчёта за счёт отбрасывания лишних ветвей в дереве.

Разработана математическая модель составления графика оказания услуг клиентам, сформулированная в многоагентной парадигме, и позволяющая учитывать формализованные технологические особенности процесса оказания услуг, эмоциональные предпочтения клиентов, а также общие для всех участников процесса оказания услуг критерии эффективности. Для решения используется многоагентный подход. Многоагентный подход к реализации позволяет естественное распараллеливание алгоритма и реализует принципы самоорганизационного управления.

Правила поведения агентов и семантическое описание предметной области, включая технологические ограничения, накладываемые на этот процесс, эмоциональные предпочтения по времени оказания услуг, индивидуальные критерии эффективности клиентов, а также общие для всех участников процесса оказания услуг критерии эффективности, формализованы в виде базы знаний системы поддержки принятия решений, реализованной на языке описания веб-онтологий OWL DL. Реализован алгоритм составления графика оказания услуг клиентам на основе агентного подхода, который обладает естественным параллелизмом. Разработан прототип системы поддержки принятия решений, который показывает работоспособность предложенного подхода и позволяет сформулировать рекомендации по изменению графика оказания услуг.

Произведён расчёт экономической эффективности внедрения информационной системы и доказано, что затраты на разработку и использование информационной системы являются экономически целесообразными: срок

окупаемости составляет 7 месяцев, чистый дисконтированный доход – 163,4 тыс. руб., а коэффициент экономической эффективности равен 1,72. Временные затраты на составление комплексной услуги уменьшились на 1 час, временные затраты на составление графика оказания услуг – на 2 часа для каждого клиента.

ГЛАВА 4 ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭОИ НА ЭТАПЕ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОТРЕБЛЕНИЯ УСЛУГ

В четвертой главе разрабатываются модели и методы учёта эмоционально окрашенной информации на этапе оперативного управления процессом потребления услуг. Основной задачей оперативного управления процессом потребления услуг является мониторинг эмоционального состояния клиента и оказание ему эмоциональной поддержки в процессе потребления услуги. Также важен подбор формы подачи услуги в зависимости от индивидуальных особенностей клиента, таких как психотип личности, репрезентативная система и т.д. Для распознавания эмоционального состояния клиентов используются распознавание по видео с камеры с помощью нейросетевых технологий. Разработана математическая модель подбора вида эмоциональной поддержки, основанная на методе ближайшего соседа при классификации клиентов по видам поддержки. Модель учитывает психотип личности клиента и его текущее эмоциональное состояние. Разработана математическая модель подбора формы подачи услуги, основанная на нечётких деревьях решений. Модель учитывает индивидуальные особенности клиентов, такие как психотип личности, репрезентативную систему и т.д. Разработано алгоритмическое обеспечение оперативного управления процессом потребления услуг, состоящее из алгоритма оперативного управления процессом потребления услуг, алгоритма подбора эмоциональной поддержки, алгоритма подбора формы подачи материала. Разработан прототип системы поддержки принятия решений при оперативном управлении процессом потребления услуги на примере дистанционных образовательных услуг, в виде автоматизированной системы формирования индивидуального модуля обучения с учётом индивидуальных особенностей и эмоционального состояния студентов. На этапе проектирования прототипа СППР разработан комплекс моделей в нотации UML. Для оценки эффективности

предлагаемого подхода был проведён численный эксперимент с участием студентов Юридического колледжа г. Уфы. В результате эмоциональное состояние студентов, использовавших для обучения систему поддержки принятия решений, было значительно лучше. Количество студентов, испытывавших положительные эмоции, было больше на 8,67% в случае использования СППР. Уровень знаний студентов, использовавших для обучения систему поддержки принятия решений, был выше. Количество студентов, сдавших тестирование, было больше на 12,33% при использовании СППР.

4.1 Разработка подхода к поддержке принятия решений на этапе оперативного управления процессом потребления услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации

На этапе оперативного управления процессом потребления услуг проводится мониторинг эмоционального состояния клиентов и подбирается вид эмоциональной поддержки в зависимости от психотипа личности клиента. На данном этапе могут быть применены разные методы распознавания эмоций. В связи со спецификой сферы услуг применяемые методы должны быть неинвазивными, простыми в реализации, недорогими. Обзор методов распознавания эмоций был проведён в первой главе. Проведённый анализ позволил сделать вывод о применимости нейросетевых технологий для распознавания эмоций клиентов.

Применяемый комплекс методов из разработанной методологии поддержки приятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации на данном этапе жизненного цикла процесса оказания услуг на рис. 4.1 выделен жирным шрифтом.

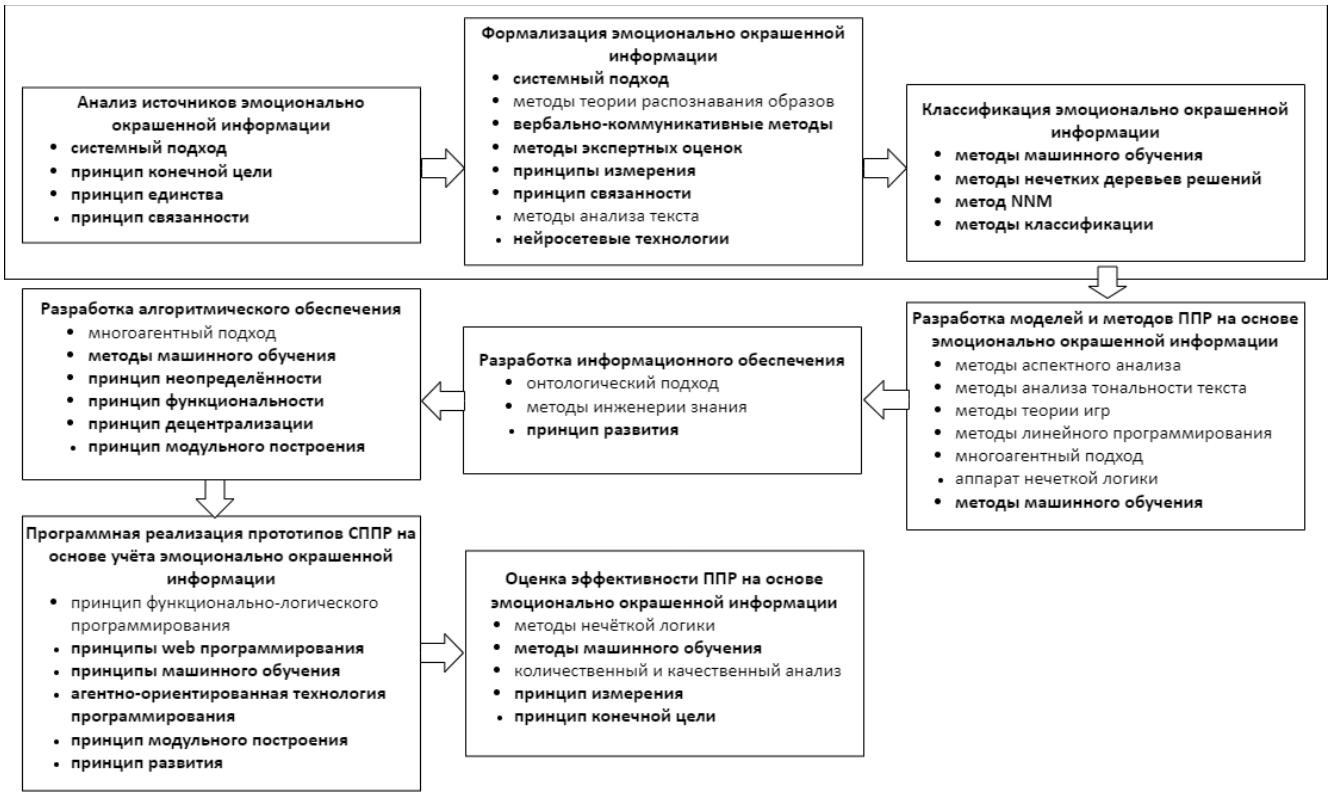


Рис. 4.1. Актуализация разработанной методологии ППР на основе анализа ЭОИ на этапе оперативного управления процессом потребления услуг

Мониторинг эмоционального состояния клиентов и подбор адекватной эмоциональной поддержки важен для всех организаций сферы услуг, но существуют такие виды услуг, где это становится чрезвычайно важным. Особенно это касается услуг, оказываемых дистанционно. У дистанционного процесса оказания услуг существует своя специфика, вызывающая ряд проблем, связанных с отсутствием живого общения с работниками организации, оказывающей услуги. Примером таких услуг может быть дистанционное образование. Рассмотрим применение разработанных методологических основ поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации на этапе оперативного управления процессом потребления услуг на примере процесса оказания дистанционных образовательных услуг. [17]

Одна из проблем дистанционного образования связана с эмоциональным состоянием обучающегося, от которого зависит уровень мотивации, уровень внимания и запоминание материала. В рассматриваемой организационной системе

клиентом является обучающийся, а объектом управления – процесс оказания дистанционных образовательных услуг. Для повышения эффективности процесса оказания дистанционных образовательных услуг разрабатывается система поддержки принятия решений при автоматизированном составлении индивидуального модуля обучения с учётом эмоционального состояния обучающегося и его индивидуальных особенностей. Особенностью индивидуального модуля обучения на основе учёта эмоционально окрашенной информации от обучающегося является наличие блока формализации эмоциональной информации и блока подбора эмоциональной поддержки для корректировки эмоционального состояния обучающегося, а также блока подбора формы подачи материала в соответствии с эмоциональным состоянием и психотипом личности обучающегося. Для образовательных организаций была разработана схема поддержки принятия решений в рамках предложенных методологических основ поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации (рис. 4.2) [113, 206].

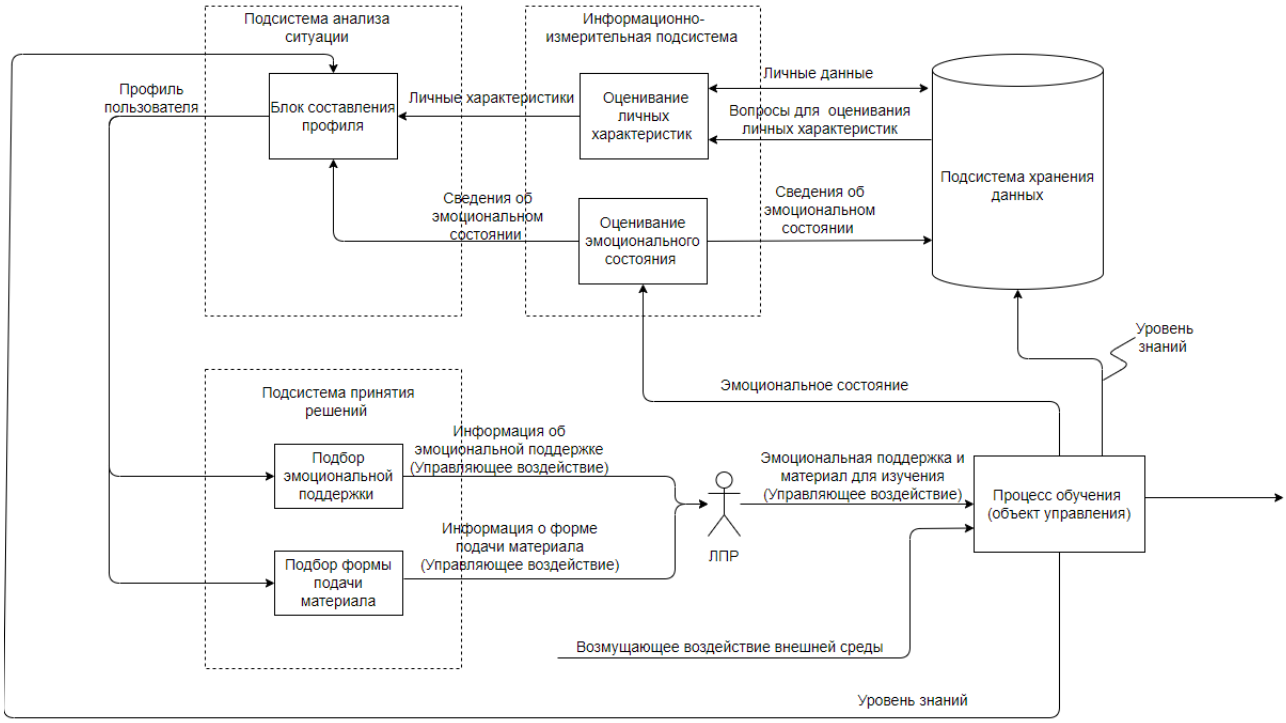


Рис. 4.2. Схема поддержки принятия решений при оперативном управлении процессом потребления услуг на основе учёта эмоционального состояния клиента (на примере дистанционного образования)

В данной схеме подсистема хранения данных взаимодействует с информационно-измерительной подсистемой, в которой оцениваются личностные характеристики клиентов и их эмоциональное состояние. Характеристики клиентов передаются подсистеме анализа ситуации, в которой составляются профили клиентов. С помощью профиля клиента подсистема принятия решений подбирает для клиента эмоциональную поддержку и форму подачи услуги. Далее информация передаётся лицу, принимающему решение, от которого исходит управляющее воздействие в виде эмоциональной поддержки и материалов услуги. В конечном итоге процесс оказания услуг, являющийся объектом управления, передаёт уровень оказанной услуги.

Для формализации эмоционально окрашенной информации от обучающегося используются распознавание эмоций по видео с помощью нейросетевых технологий [22].

Профиль клиента содержит базовые сведения: ФИО, возраст, пол, выбранные услуги и т.д. Также отображается тип личности клиента и эмоциональное состояние клиента в данный момент. Для сферы дистанционного образования в профиль клиента включаются показатели уровня знаний клиента, мотивации к обучению, вида восприятия учебного материала и скорости запоминания. Данные параметры учитываются при подборе уровня сложности и формы подачи материала. В этом случае применяется система из трёх критериев оценки способностей студента: готовность студента к обучению, уровень знаний студента и репрезентативная система студента (рис. 4.3).

Для определения типа личности клиента используются вербально-коммуникативные методы в виде опросников. Для определения параметров профиля клиента используются анкетирование и тестирование.

Перед началом потребления услуг клиент проходит регистрацию, анкетирование. Таким образом формируется база данных необходимой информации о клиенте.

Рис. 4.3. Критерии оценки способностей студента

Для подбора эмоциональной поддержки клиенту формируется некоторое количество классов поддержки. Каждый класс представляет свой вид эмоциональной поддержки. Примерами эмоциональной поддержки в сфере дистанционного образования являются: поздравить с успехами, выразить восхищение, похвалить ученика, выразить сочувствие, подбодрить, сыграть с учеником в игру, показать часть видеоклипа или рассказать анекдот. После каждого этапа формализации эмоционального состояния клиента необходимо оказать один из видов поддержки, основываясь на психотипе клиента и его текущем эмоциональном состоянии. К одному классу относятся клиенты с одинаковыми параметрами. Таким образом, необходимо классифицировать клиента по его эмоциональному состоянию.

После оказания эмоциональной поддержки необходимо подобрать форму подачи и вид оказания услуги. Для сферы дистанционного образования форма подачи материала может быть в формате аудио, видео или же текста. Уровень сложности может быть высоким, средним или низким. Следовательно, получаем девять классов подачи материала для каждого блока обучения.

Таким образом, на входе профиль клиента с его личностными характеристиками выглядит так. Необходимо подобрать эмоциональную поддержку и форму оказания услуги и сформировать индивидуальный модуль оказания услуг.

4.2 Модели и методы анализа эмоционально окрашенной информации и поддержки принятия решений в процессе потребления услуг

Была разработана математическая модель классификации клиентов при подборе эмоциональной поддержки.

Дано: b – количество классов. Каждый класс представляет свой вид эмоциональной поддержки. Вид оказываемой эмоциональной поддержки зависит от двух параметров от психотипа и от эмоционального состояния в данный момент. Поэтому r – количество параметров, влияющих на выбор вида эмоциональной поддержки. В нашем случае r равно двум. Значения параметров нового клиента при этом обозначаются следующим образом:

$X = \{x_1, \dots, x_r\}$,

а значения параметров классов:

$X^j = \{x^j{}_1, \dots, x^j{}_r\}$,

где $j \in \{1, 2, \dots, b\}$.

При этом могут возникнуть ситуации, когда одному классу принадлежат несколько вариаций значений параметров.

Пусть $S = \{S_1, \dots, S_r\}$ – степень сходства значений параметров. При этом S_i может принимать значения 0 или 1. Если значения параметров совпадают, то S_i принимает значение 1 и наоборот. Также будем учитывать важность каждого параметра по сравнению с другими. Для этого вводим веса, связанные с параметрами:

$W = \{w_1, \dots, w_r\}$.

При этом следует учитывать, что

$\sum_{i=1}^{r} w_i = 1$.

Наконец степень принадлежности нового клиента к одному из классов проверяем по формуле:

$$S(X, X^j) = \sum w_i S_i(X_i, X^j{}_i) \tag{4.1}$$

Найдя класс с наибольшей степенью принадлежности, мы относим нового клиента к этому классу и оказываем клиенту ту эмоциональную поддержку,

которой соответствует данный класс. Для решения поставленной задачи классификации используется метод ближайшего соседа.

Разработана математическая модель подбора вида оказания услуг. На первом этапе строится дерево решений [69]. Выборка состоит из клиентов, для которых уже подобран индивидуальный модуль оказания услуг. Также известны параметры клиентов и их профили.

Дано: b – количество вариаций программ оказания услуг. В каждой программе оказания услуг выбирается метод подачи материала и сложность материала. Обозначим N – узел, который мы рассматриваем в данный момент, S^N – множество всех клиентов узла N.

Выборку клиентов, по которой будем строить дерево, обозначим как $D = \{D_1, \dots, D_c\}$, где c – количество клиентов в выборке. Пусть i – целевое значение. На первом шаге построения за целевые значения принимаются вариации программ оказания услуг, а в дальнейшем вариации программ с учётом различных параметров профиля клиента, таким образом разветвляя дерево. Степень принадлежности будем отмечать с помощью символа μ таким образом: $\mu_N(D_j)$ – степень принадлежности клиента D_j к узлу N; $\mu_i(D_j)$ – степень принадлежности клиента относительно целевого значения i.

Зная все это, можно найти соотношение клиентов $D_j \in S^N$ узла N для целевого значения i по формуле:

$$P_i^N = \sum_{S^N} \min(\mu_N(D_j), \mu_i(D_j)).$$

Обозначим это соотношение как коэффициент P_i^N. После чего найдём коэффициент P^N как сумму коэффициентов P_i^N. Затем находим оценку среднего количества информации по формуле:

$$E(S^N) = -\sum_i \frac{P_i^N}{P^N} \times \log_2 \frac{P_i^N}{P^N}.$$

Разбиваем дерево по параметрам из профиля клиента. Параметр, по которому мы разбиваем дерево на данный момент, обозначим x_A, а значения, которые он может принимать – как a_j. Для того чтобы разбить дерево, вычислим энтропию по формуле:

$E(S^N, x_A) = \sum_j \frac{P^{N|j}}{P^N} \times E\left(S^{N|j}\right)s.$

В этом случае дочерние узлы для узла N будем обозначать как $N|j$. Вычислив энтропию для каждого параметра из профиля клиента, можно узнать, при разбиении на какой параметр мы получим больший прирост информации. Обозначим этот параметр как $x`_A$:

$G(S^N, x_A) = E(S^N) - E(S^N, x_A);$

$x`_A = argmax_A G(S, x_A).$

Обозначим $\mu_N\left(D_k, a_j\right)$ как степень принадлежнсти клиента D_k к атрибуту a_j. Вычислим степень принадлежности клиента D_k к узлу $N|j$ пошагово из узла N по формуле:

$\mu_{N|j}(D_k) = \min(\mu_N(D_k), \mu_N(D_k, a_j)).$

Алгоритм повторяется, пока все атрибуты не будут использованы для разбиения. После построения дерева его можно использовать для классификации клиентов. Когда появляется новый клиент, необходимо подобрать для него программу оказания услуг. Проверить принадлежность клиента к целевому классу можно по формуле:

$\sigma_j = \frac{\sum_l \sum_k P_k^l * \mu_l(D_j) * \varepsilon_k}{\sum_l (\mu_l(D_j) * \sum_k P_k^l)}.$

В этой формуле k – это целевой класс, ε_k – принадлежность значения целевого класса k к положительному значению исхода классификации. Степень принадлежности клиента к узлу l есть $\mu_l\left(D_j\right)$. Наконец, P_k^l – это коэффициент соотношения клиентов листа дерева l для значения целевого класса k.

Рассмотрим математическую постановку задачи распознавания эмоционального состояния клиентов. Введём вектор эмоциональных состояний клиентов во время оказания услуг

$$E(t) = \left(e_1(t), e_2(t), \dots, e_d(t)\right),$$

где d – количество распознаваний эмоционального состояния обучающегося в течение времени t.

Каждый объект в нашем случае описывается набором ключевых лицевых точек. Этот набор точек является образом объекта $I(e) = \left(i_1(e), i_2(e), \dots, i_j(e)\right)$, где j – количество лицевых точек.

В рассматриваемом множестве E существует разбиение на подмножества. Эти подмножества являются классами объектов.

Представим задачу распознавания эмоционального состояния как функциональную систему $R = (A, \mathrm{S}, P)$.

Пусть $A = (a_1, a_2, \dots, a_h)$ – алфавит классов. Алфавит классов представляет собой множество возможных эмоциональных состояний обучающегося.

Пусть $S = \left(s_1, s_2, \dots, s_g\right)$ – словарь признаков. Словарь признаков представляет собой множество ключевых лицевых точек.

Пусть P – алгоритм распознавания.

На первом шаге распознавания система принимает на вход образ объекта в виде словаря признаков S. Затем к нему применяется множество алгоритмов распознавания P. В результате путем индексации находим соответствующий класс из множества A.

Задачей распознавания является определить относится ли объект, описанный заданными характеристиками, к интересующим нас классам и если относится, то к какому именно. Формализация эмоциональных состояний клиентов реализована с помощью нейросетевых технологий по изображению с видеокамеры.

Разработан метод поддержки принятия решений в процессе потребления услуг на основе анализа ЭОИ (рис. 4.4).

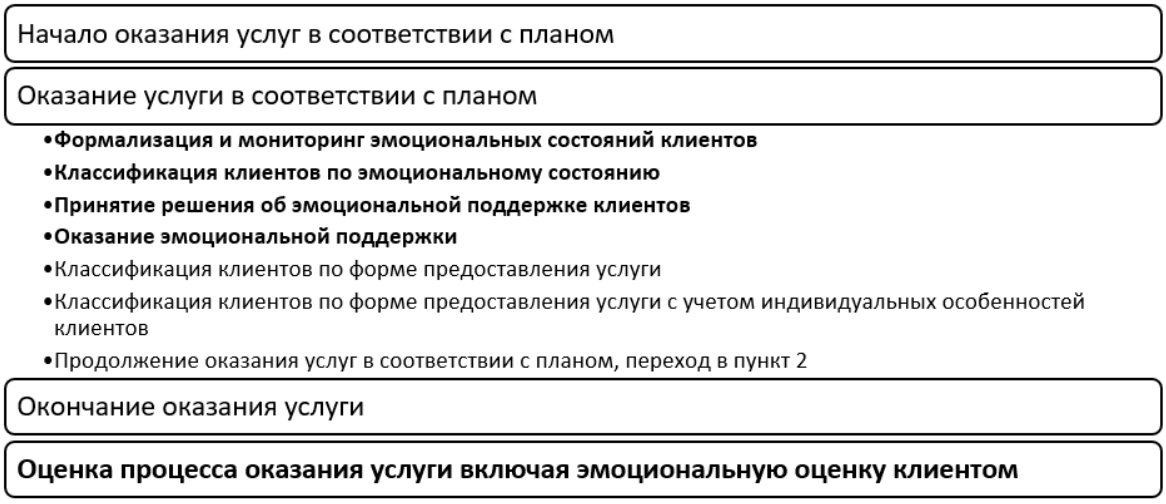


Рис. 4.4. Метод поддержки принятия решений в процессе потребления услуг на основе анализа ЭОИ

В данном методе за анализ ЭОИ отвечают такие этапы, как: формализация и мониторинг ЭОИ, классификация клиентов по эмоциональному состоянию и подбор соответствующей эмоциональной поддержки.

Подбор эмоциональной поддержки

При классификации клиентов по эмоциональному состоянию необходима начальная выборка, по которой будут формироваться классы эмоциональной поддержки. Для создания первоначальной выборки необходимо определить, какую эмоциональную поддержку оказывать разным типам личности в зависимости от эмоций, испытываемых в данный момент. Для определения формы подачи услуги необходимо предсказать, какую эмоцию будет испытывать клиент после оказания эмоциональной поддержки. Для данной задачи использовались экспертные оценки дипломированных психологов. Полученные данные представлены в Приложении В.

Подбор формы подачи материала

Для сферы дистанционного образования форму подачи учебного материала подбирают, основываясь на мотивации к обучению, начальной подготовке, скорости восприятия информации, репрезентативной системе, психотипе и эмоциях студента после эмоциональной поддержки. Правила подбора формы подачи материала и уровня сложности материала представлены в Приложении Г.

4.3 Алгоритмизация методов решения задач оперативного управления процессом оказания услуг

Алгоритм анализа и поддержки принятия решений в процессе потребления услуг в виде блок-схемы представлен на рис. 4.5.

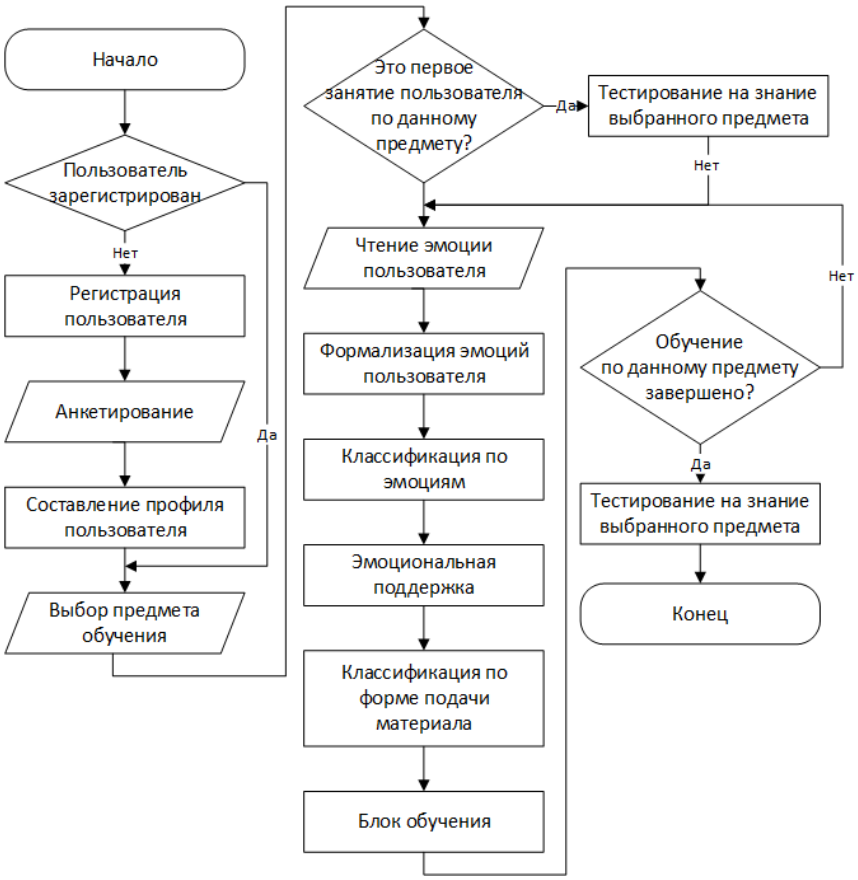


Рис. 4.5. Алгоритм анализа и поддержки принятия решений в процессе потребления услуг (на примере дистанционного образования)

Процесс оказания услуг начинается с того, что пользователь авторизуется в системе. Если это его первый вход в систему, то он проходит анкетирование и по результатам анкетирования составляется профиль клиента. Затем необходимо выбрать предмет обучения на примере дистанционного образования. Если это первое занятие студента по выбранному предмету, то он проходит тестирование на знание предмета обучения. Затем система считывает эмоции пользователя и оказывает ему эмоциональную поддержку. После классификации студента по форме подачи материала ему предоставляют учебный материал. Если студент

прошёл все лекции по выбранному предмету обучения, то он проходит итоговое тестирование.

Алгоритмы классификации клиентов по классам эмоциональной поддержки

Рассмотрим подробнее процесс классификации клиентов по классам эмоциональной поддержки (рис. 4.6.)

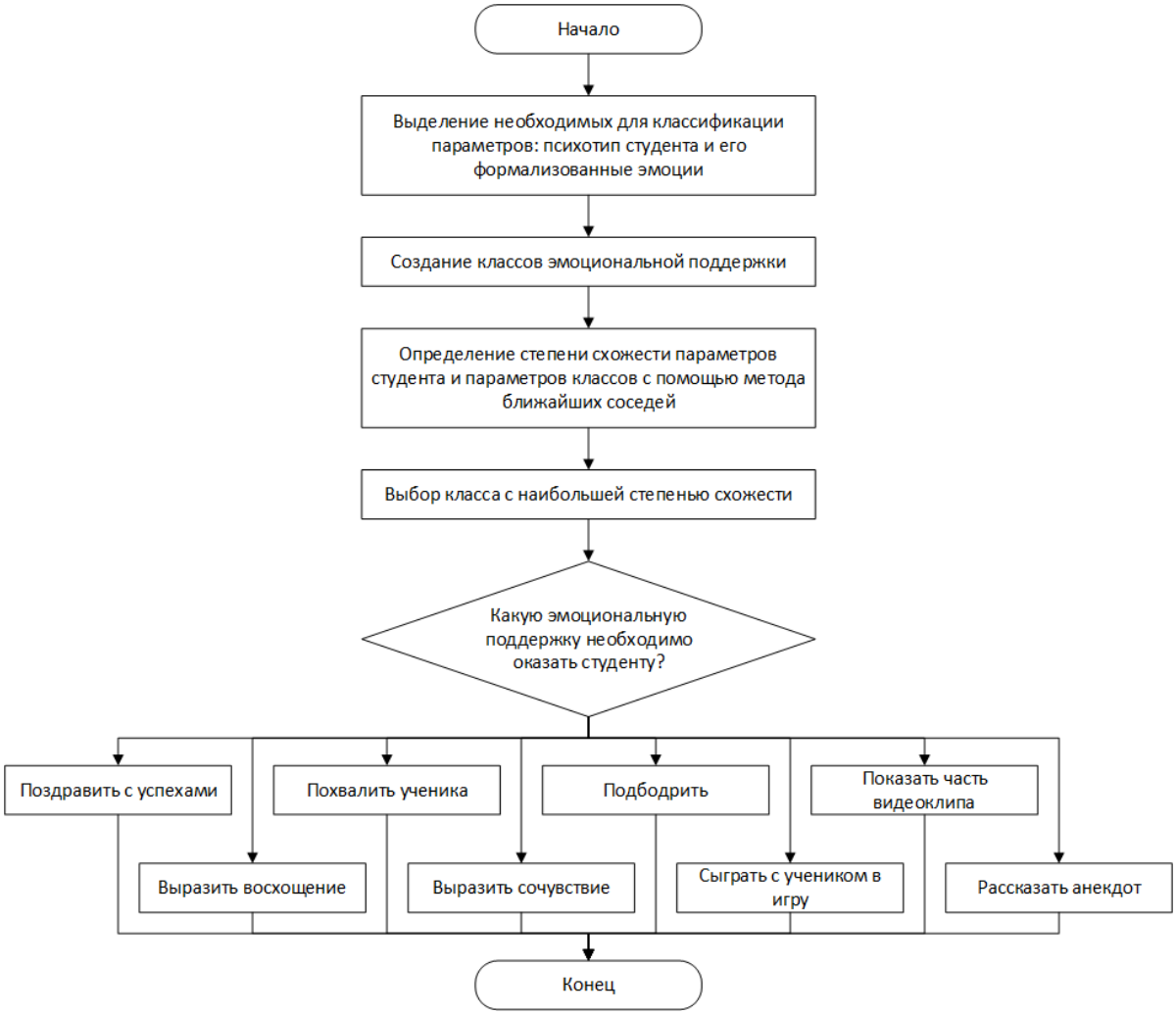


Рис. 4.6. Алгоритм подбора эмоциональной поддержки в виде блок-схемы

Классификация клиента по видам эмоциональной поддержки начинается с того, что в его профиле выделяются необходимые параметры. Затем создаются классы эмоциональной поддержки. После определения степени схожести параметров клиента и параметров классов с помощью метода ближайших соседей выбирается класс с наибольшей степенью схожести и подбирается эмоциональная поддержка, соответствующая этому классу.

Алгоритмы классификации клиентов по форме подачи услуги

Алгоритм классификации по форме подачи материала в виде блок-схемы представлен на рис. 4.7.

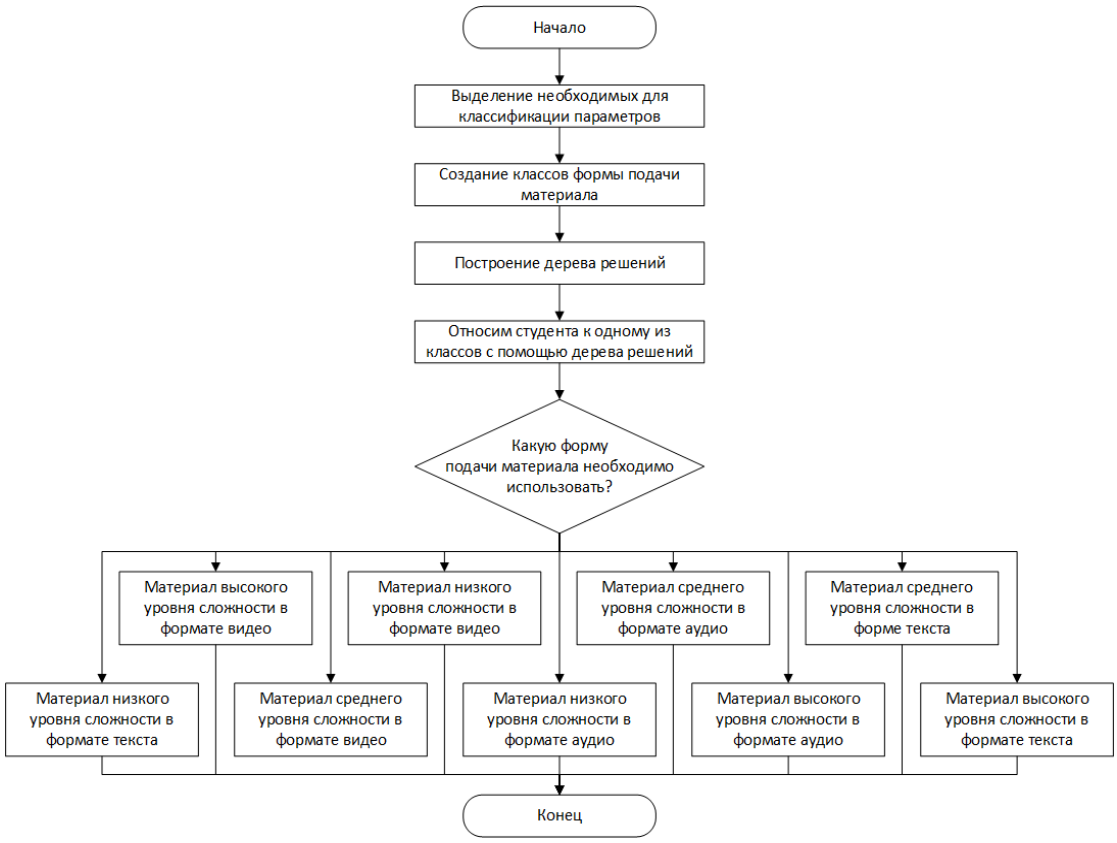


Рис. 4.7. Алгоритм подбора формы подачи материала в виде блок-схемы

Классификация клиента по форме подачи услуги начинается с того, что в его профиле выделяются необходимые параметры. Затем создаются классы формы подачи услуги, далее строится нечёткое дерево решений, и с помощью построенного дерева подбирается форма подачи услуги.

4.4 Разработка прототипа системы поддержки принятия решений на примере дистанционного образования

Выбор языка программирования и инструментальных средств разработки

Для реализации программного продукта [100] был выбран объектно- и компонентно-ориентированный язык C# с использованием фреймворка ASP.NET Core на базе шаблонов MVC.

Язык C# был выбран за свою надёжность и простоту применения. Он позволяет облегчить поиск ошибок при разработке [129]. Фреймворк

ASP.NET Core был выбран, поскольку является средой с высокой производительностью и при этом обладает открытым исходным кодом. Фреймворк ASP.NET Core является инфраструктурой производства Microsoft. В его основе лежат идеи гибкой разработки. Он позволяет создавать современные веб-приложения. Такой подход упрощает процесс разработки. Шаблон Model-View-Controller (MVC) предоставляет возможность разделить разрабатываемый программный продукт на три категории: модели, представления и контроллеры. Рассматриваемый шаблон облегчает процесс написания кода. Для того чтобы создать высокоэффективный программный продукт, была выбрана среда разработки Visual Studio 2022. Для реализации базы данных выбор пал на реляционную базу данных PostgreSQL.

Описание структуры программного продукта

Разрабатываемый программный продукт применяет шаблон Model-View-Controller (MVC) (рис. 4.8). Шаблон MVC решает задачу взаимодействия компонентов веб-приложения, а также задачу управления формой веб-приложения.

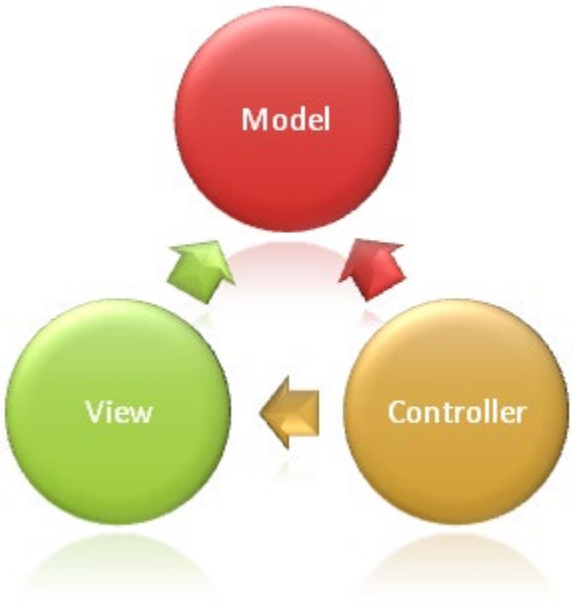


Рис. 4.8. Шаблон Model-View-Controller (MVC)

Представление соответствует визуальной составляющей веб-приложения. Оно отвечает за интерфейс, через который пользователь взаимодействует с программой [50].

Модель соответствует данным, которые используются в веб-приложении, а также может описывать логику, которая связана с данными. Например, их валидацию. Контроллер является главным составляющим шаблона MVC. Он обрабатывает запросы пользователя. Он является связующим звеном между хранилищем данных и представлением.

Пользователь взаимодействует с программным продуктом по определенному циклу (рис. 4.9). Пользователь совершает какое-то действие на станице веб-приложения. В ответ на действия пользователя программа вносит изменения в модель данных. После чего пользователь получает обновлённое представление. После чего идёт повторение цикла.

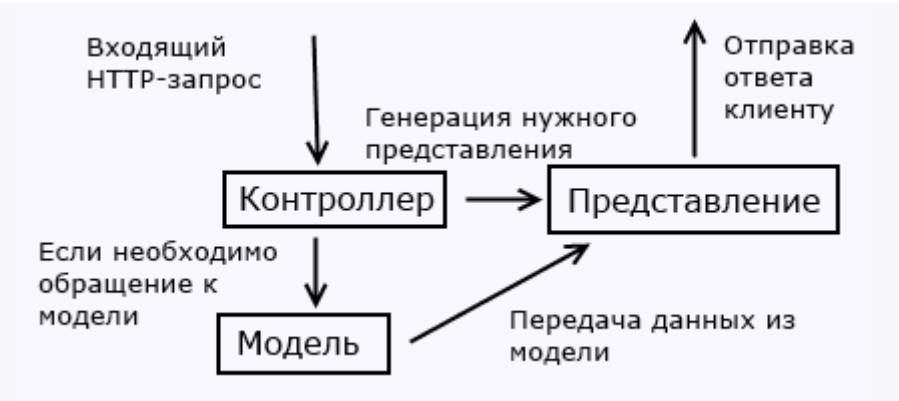


Рис. 4.9. Цикл Model-View-Controller (MVC)

Программный продукт состоит из 7 контроллеров, 22 моделей и 16 представлений. Структурная схема программного продукта представлена на рис. 4.10.

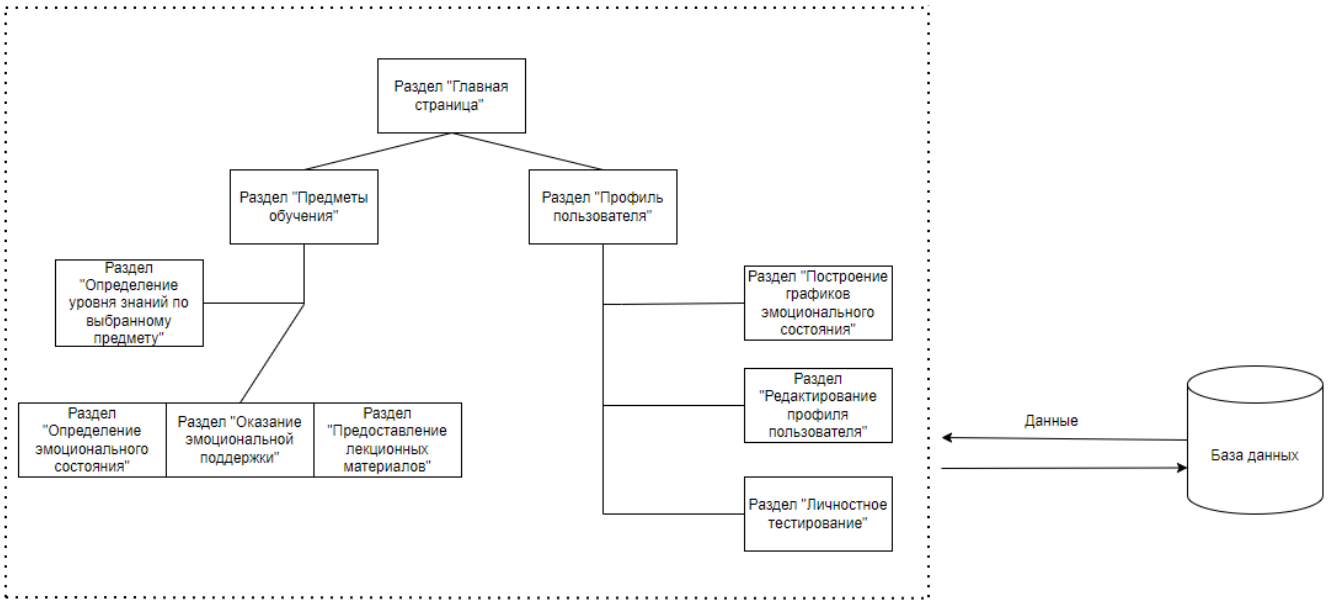


Рис. 4.10. Структурная схема программного продукта

Поведение обучающегося и администратора в системе показано на диаграмме прецедентов (рис. 4.11).

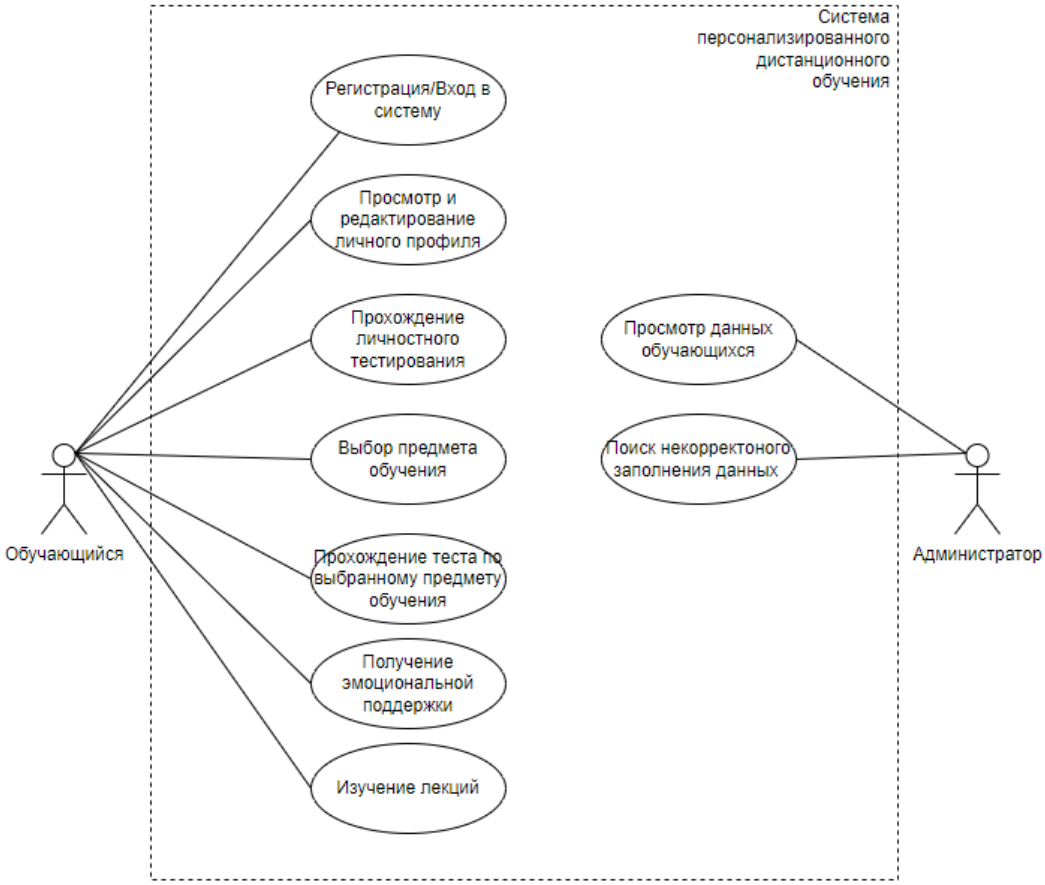


Рис. 4.11. Диаграмма прецедентов

Взаимодействие объектов системы в динамике представлено на диаграмме последовательностей (рис. 4.12).

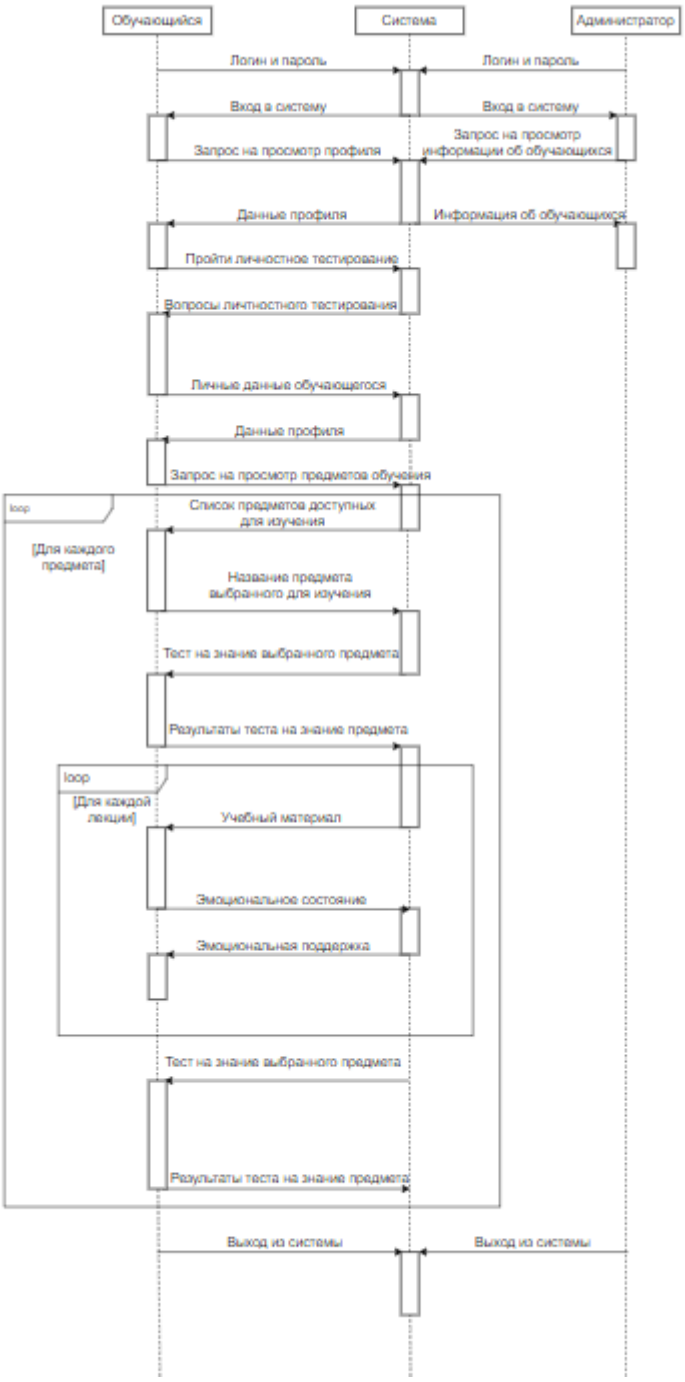


Рис. 4.12. Диаграмма последовательностей

На диаграмме последовательностей видно, что процесс начинается после авторизации пользователя в системе. Также можно заметить, что присутствует два цикла один для предметов обучения и один для лекций.

Структура базы данных

Схема базы данных разрабатываемого программного продукта представлена на рис. 4.13.

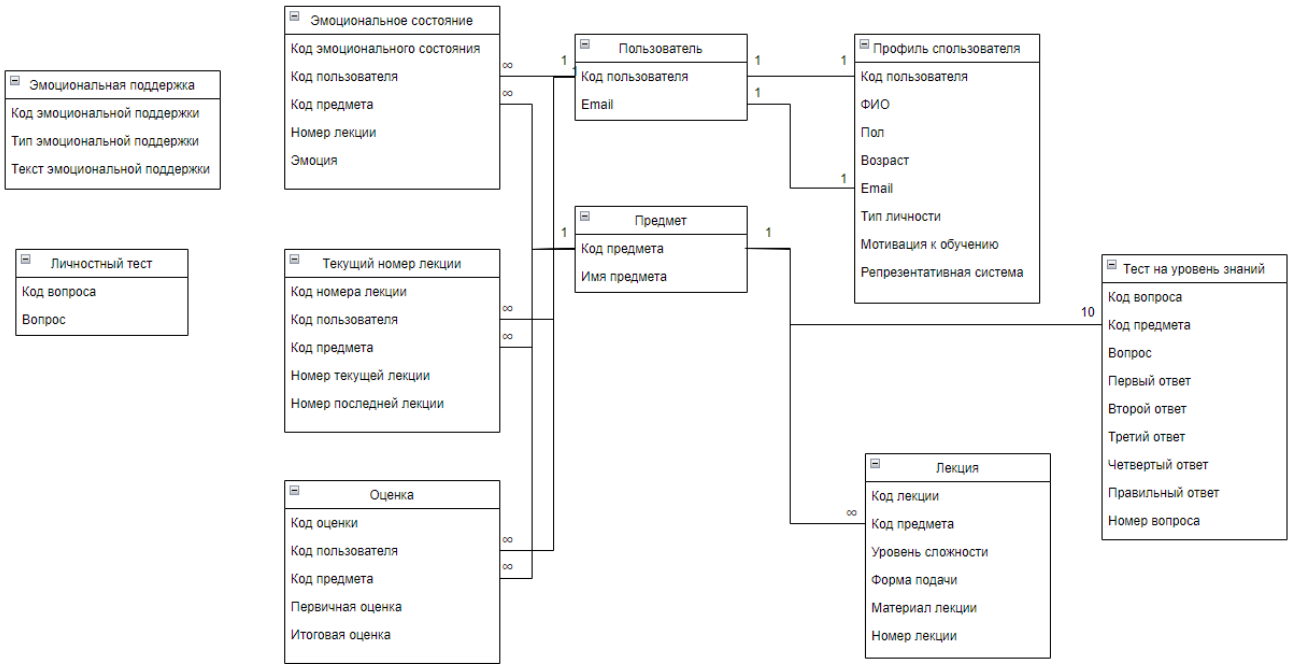


Рис. 4.13. Схема базы данных

База данных состоит из 10 таблиц. В таблице пользователя хранится код пользователя и его адрес электронной почты. В таблице профиля пользователя хранится основная информация о пользователе: код пользователя, ФИО, пол, возраст, адрес электронной почты, тип личности, мотивация к обучению и репрезентативная система. В таблице предмета обучения хранится код предмета и его название [205].

В таблице лекции хранится сама лекция и её основные характеристики: код лекции, код предмета, уровень сложности, форма подачи, материал лекции и номер лекции. В таблице теста на уровень знаний выбранного предмета хранится: код вопроса, код предмета, сам вопрос, четыре варианта ответа, правильный ответ и номер вопроса.

В таблице эмоционального состояния хранится эмоциональное состояние пользователей во время обучения. Она содержит код эмоционального состояния, код пользователя, код предмета, номер лекции и эмоциональное состояние.

Таблица текущего номера лекции предназначена для отслеживания прогресса обучения пользователя. Она содержит код номера лекции, код пользователя, код предмета, номер текущей лекции и номер последней лекции.

В таблице оценок хранится код оценки, код пользователя, код предмета, первичная оценка и итоговая оценка. В таблице личностного теста хранятся вопросы для личностного тестирования пользователей. В таблице эмоциональной поддержки хранится эмоциональная поддержка, оказываемая пользователю.

Описание интерфейса пользователя

В профиле указываются основные данные обучающегося и итоговые оценки по предметам обучения (рис. 4.14).

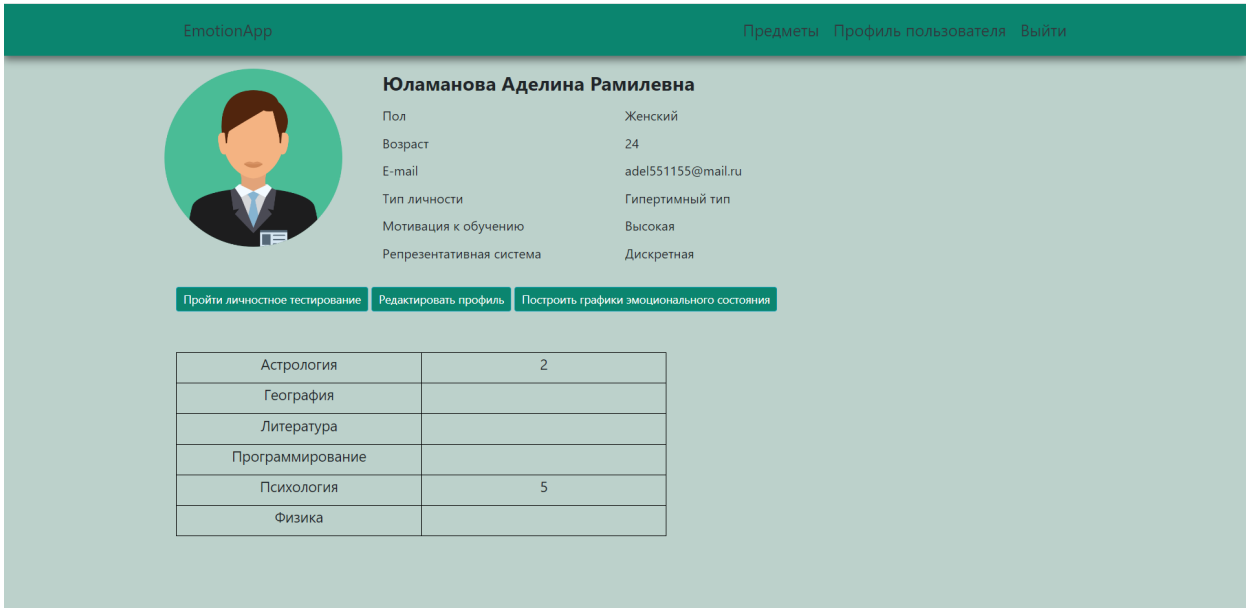


Рис. 4.14. Профиль пользователя

При нажатии кнопки Редактировать профиль открывается окно для редактирования профиля. При нажатии кнопки Показать графики эмоционального состояния открывается окно для построения графиков эмоционального состояния обучающихся во время обучения (рис. 4.15). Для этого необходимо выбрать предмет и нажать кнопку Поиск.

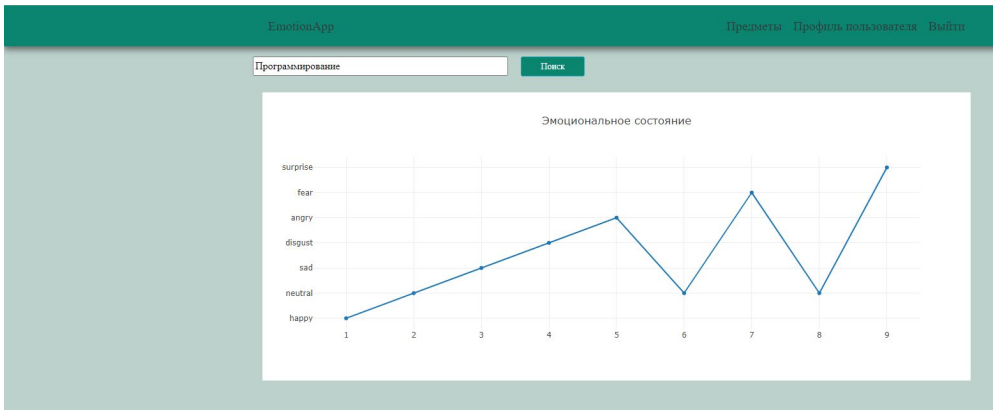


Рис. 4.15. Построение графиков эмоционального состояния

После тестирования обучающегося, предоставляется образовательный материал. Образовательные материалы могут преподноситься в видео, аудио и текстовом формате (рис. 4.16).

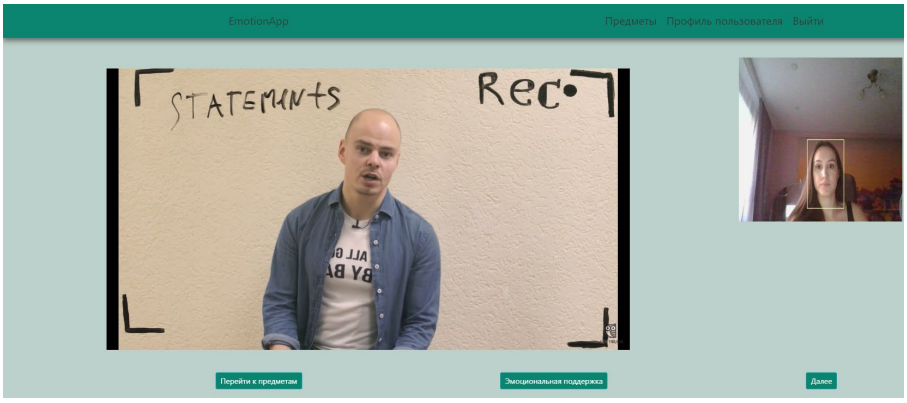


Рис. 4.16. Пример образовательного материала в формате видео

Эмоциональная поддержка может преподноситься в виде текста или положительного видеоролика (рис. 4.17).

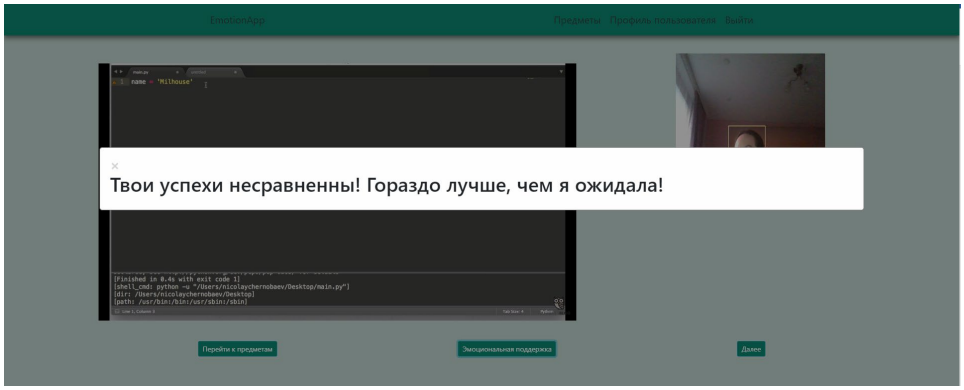


Рис. 4.17. Пример эмоциональной поддержки в формате текста

4.5 Распознавание эмоционального состояния клиентов

В качестве метода получения признаков при распознавании эмоционального состояния обучающихся взят метод, основанный на геометрических объектах. Суть этого метода заключается в выделении ключевого набора точек. Система определяет их местоположение и рассчитывает расстояние между ними или же отношение таких расстояний. Эти расстояния и будут признаком, по которому проводится дальнейшая классификация. Для выявления ключевых точек используется открытая библиотека машинного обучения TensorFlow. С помощью модели faceLandmarksDetection получаем массив из 468 ключевых точек.

Затем проводится классификация с помощью обученной нейронной сети. Нейронная сеть обучалась на базе данных FER-2013. Обучающая выборка состоит из 28709 изображений лиц размером 48x48 пикселей и содержит семь ключевых эмоций: гнев, отвращение, страх, радость, печаль, удивление и нейтральная эмоция. Архитектура нейронной сети представлена на рис. 4.18.

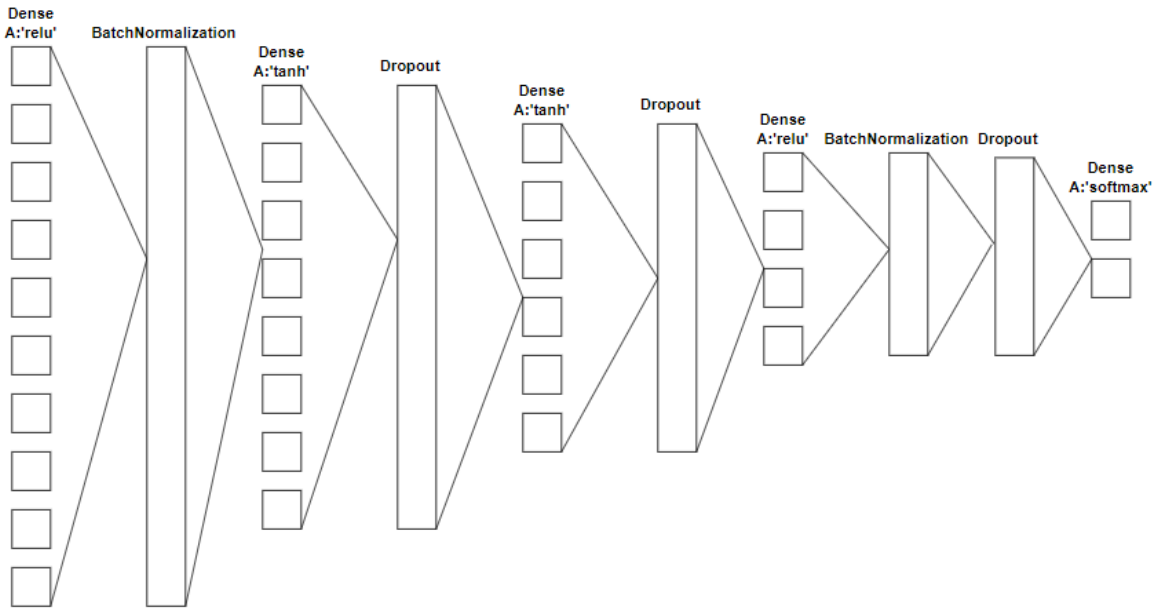


Рис. 4.18. Архитектура нейронной сети

1) Dense – полносвязный слой, функция активации relu.

2) BatchNormalization – слой, который нормализует свои входы. Пакетная нормализация применяет преобразование, которое поддерживает среднее значение вывода, близкое к 0, а стандартное отклонение вывода близко к 1.

3) Dense – полносвязный слой, функция активации tanh.

4) Dropout применяется в нейронных сетях для решения проблемы переобучения.

5) Dense – полносвязный слой, функция активации tanh.

6) Dropout применяется в нейронных сетях для решения проблемы переобучения.

7) Dense – полносвязный слой, функция активации relu.

8) BatchNormalization – слой, который нормализует свои входы.

9) Dropout применяется в нейронных сетях для решения проблемы переобучения.

10) Dense – выходной слой, функция активации softmax.

Точность распознавания для каждой эмоции представлена на рис. 4.19.

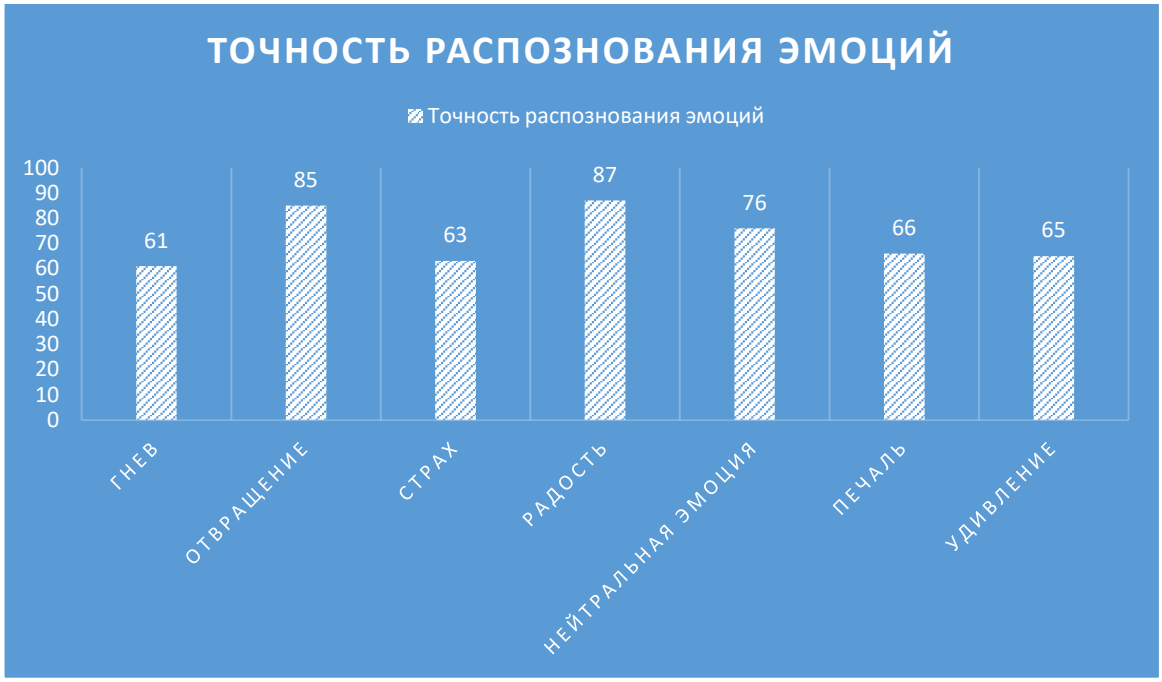


Рис. 4.19. Точность распознавания эмоций

4.6 Результаты анализа эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений

Для оценки эффективности предлагаемого подхода была разработана система поддержки принятия решений при формировании индивидуального

модуля обучения с учётом индивидуальных особенностей и эмоционального состояния студентов [223]. Для проведения численного эксперимента было отобрано 600 человек, разделённых на две группы по 300 человек. Обучающиеся первой группы опробовали дистанционное обучение с использованием разработанной системы поддержки принятия решений. В процессе обучения их эмоциональное состояние считывалось и оказывалась эмоциональная поддержка. Уровень сложности и форма подачи материала подбирались на основе личностных характеристик. Обучающиеся второй группы не использовали систему поддержки принятия решений.

Рассматривались следующие показатели эффективности.

1) Эмоциональное состояние обучающихся во время обучения. Программа определяет семь ключевых эмоций: гнев, отвращение, страх, радость, печаль, удивление и нейтральная эмоция.

2) Уровень знаний обучающихся после изучения предмета. Итоговая оценка по предмету определяется с помощью тестирования. Уровень знаний оценивается по 5-балльной шкале. В случае, если обучающийся набирает больше 2 баллов, тестирование считается пройдённым.

Сравнение эмоциональных состояний обучающихся представлено на рис. 4.20 и 4.21.

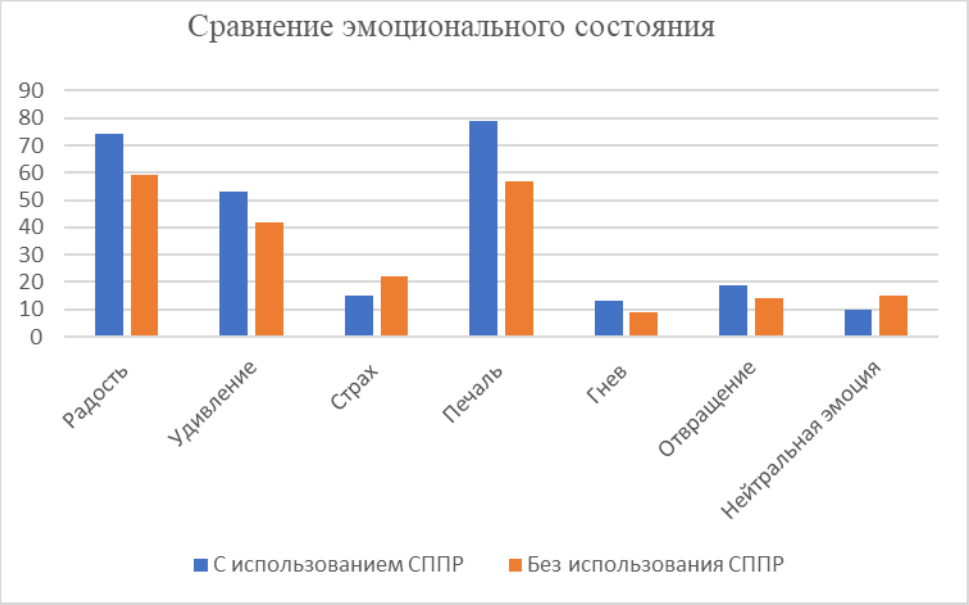


Рис. 4.20. Сравнение эмоциональных состояний обучающихся

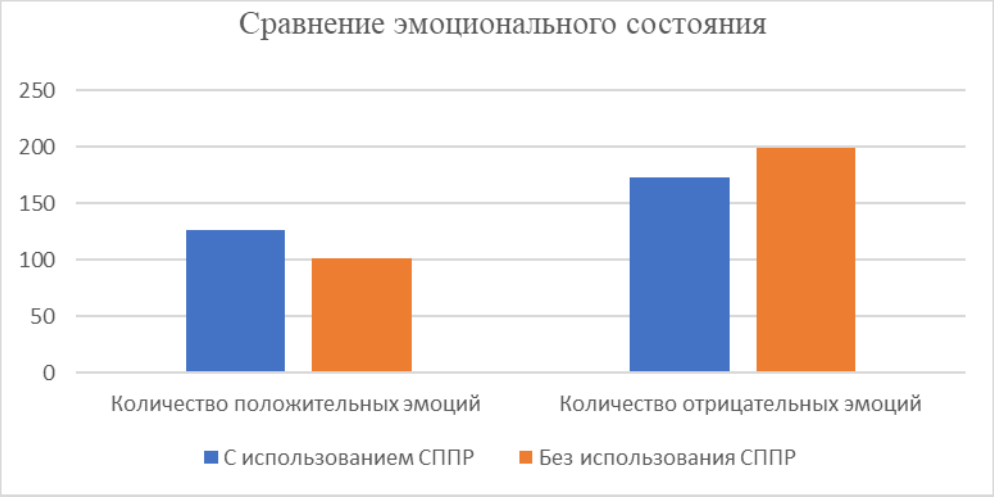


Рис. 4.21. Сравнение полярных эмоциональных состояний обучающихся

Проанализировав результаты эксперимента, можно прийти к выводу о том, что эмоциональное состояние обучающихся, которые использовали систему поддержки принятия решений, было положительней. Количество положительных эмоций увеличилось на 8,67%.

Сравнение уровня знаний обучающихся представлено на рис. 4.22.

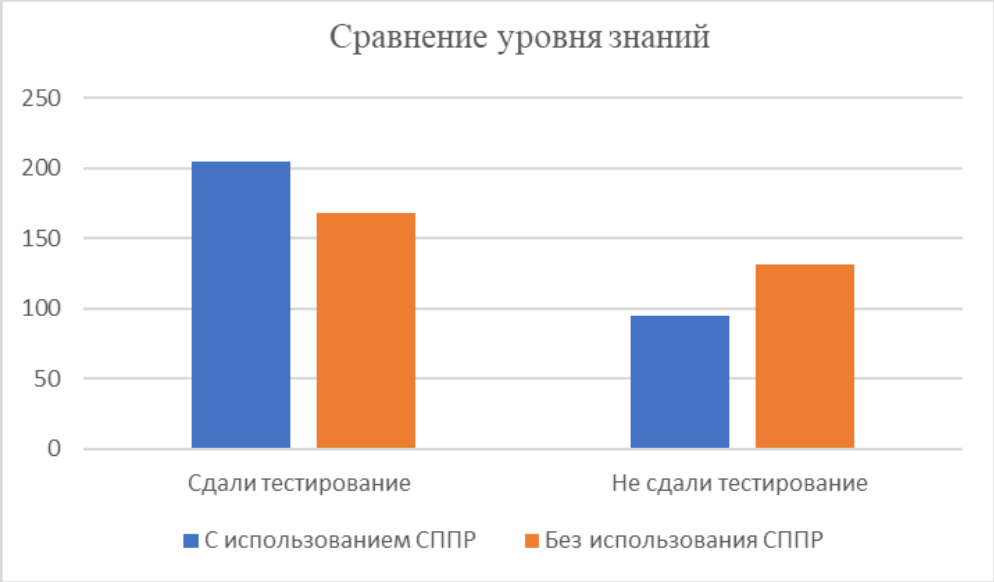


Рис. 4.22. Сравнение уровня знаний обучающихся

Уровень знаний обучающихся, использовавших для обучения систему поддержки принятия решений, был выше. Количество обучающихся, сдавших тестирование, увеличилось на 12,33%.

Выводы по главе 4

Разработана схема управления в рамках предложенной методологии поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации для организаций, оказывающих дистанционные услуги. Для формализации эмоционально окрашенной информации о клиентах используются нейросетевые технологии распознавания эмоций по лицу, а для оценки индивидуальных параметров клиентов – методы экспертных оценок и вербально-коммуникативные методы в виде оценки специализированных анкет экспертами.

Разработана математическая модель классификации клиентов при подборе эмоциональной поддержки. Для решения поставленной задачи классификации используется метод ближайшего соседа. Разработана математическая модель классификации клиентов по форме подачи материала. Для классификации используются нечёткие деревья решений. Представлена математическая постановка задачи распознавания эмоциональных состояний клиентов, для решения которой используется методы машинного обучения. В качестве метода получения признаков при распознавании эмоционального состояния обучающихся взят метод, основанный на геометрических объектах. Классификация эмоциональных состояний проводилась с помощью нейронной сети. Нейронная сеть обучалась на базе данных FER-2013. Обучающая выборка состояла из 28709 изображений лиц.

Разработано информационное обеспечение СППР при автоматизированном составлении индивидуального модуля оказания услуг с учётом эмоционального состояния клиента в виде базы данных, в которой хранится информация о профиле клиента, его индивидуальных особенностях, эмоционально окрашенная информация, вариации эмоциональной поддержки и материалы для оказания услуг. Алгоритмическое обеспечение состоит из алгоритмов работы СППР при составлении индивидуального модуля, алгоритмов классификации клиентов по классам эмоциональной поддержки и по форме подачи материала для оказания услуг.

Разработанное математическое, информационное и алгоритмическое обеспечение позволило создать прототип СППР при составлении индивидуального модуля для оказания услуг с учётом эмоционального состояния клиента на примере дистанционного образования. Был проведён эксперимент при участии 600 студентов Юридического колледжа г. Уфы. Количество случаев, когда обучающиеся испытывали положительные эмоции, увеличилось на 8,67%. Уровень знаний студентов, использовавших разработанную систему поддержки принятия решений, после обучения был выше. Количество студентов, успешно сдавших тестирование, увеличилось на 12,33%.

ГЛАВА 5 ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ТОНАЛЬНОСТИ ОТЗЫВОВ КЛИЕНТОВ НА ЭТАПЕ АНАЛИЗА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ОТ КЛИЕНТОВ

В пятой главе разрабатываются модели и методы поддержки принятия решений на основе учёта эмоционально окрашенной информации на этапе анализа обратной связи от клиентов. Для решения задачи повышения эффективности процесса оказания услуг на этапе анализа обратной связи от клиентов предлагается подход к поддержке принятия решений на основе мониторинга и анализа удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоций. В качестве источника данных для оценки удовлетворённости клиентов рассматриваются отзывы клиентов об услугах, публикуемые в сети Интернет. Для извлечения из отзывов мнений и эмоций клиентов используются инструменты интеллектуального анализа данных и анализа текста на естественном языке. Разработана схема поддержки принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов на основе мониторинга и измерения эмоционально окрашенной информации и удовлетворённости клиентов из отзывов на естественном языке.

Предлагаемый подход состоит из следующих этапов: сбор и очистка отзывов, классификация отзывов по тональности и эмоциональной окраске, аспектный анализ, оценка степени удовлетворённости клиентов по разным аспектным группам услуг, построение правил принятия решений, разработка алгоритма выработки мероприятий по улучшению процесса оказания услуг. Разработана математическая модель классификации отзывов клиентов по полярности тональности отзывов. Классификация полярности тональности выполняется с помощью статистического подхода и методов машинного обучения с учителем, используются наивный байесовский классификатор (NB), метод опорных векторов (SVM) и мета алгоритм бэггинга. После определения полярности тональности отзывов переходим к шагу определения эмоциональной окраски внутри полярных классов «позитив» и «негатив». Разработана математическая модель задачи анализа

эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов в терминах теории распознавания образов. Для данной задачи разработан модифицированный метод на основе лингвистического метода, дополненный графематическим анализом и алгоритмом нечёткого поиска по словарю. Разработана математическая модель задачи нечёткого поиска в словаре в терминах теории распознавания образов. Для реализации нечёткого поиска выбран алгоритм расширения выборки, а в качестве метрики, используемой в алгоритме нечёткого поиска, выбрано расстояние Дамерау – Левенштейна. Разработан алгоритм учёта эмоционально окрашенной информации в отзывах клиентов.

5.1 Разработка подхода к поддержке принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов на основе анализа эмоционально окрашенной информации

В условиях высокой конкуренции и борьбы за долю рынка главной задачей менеджеров организации является наиболее полное удовлетворение потребностей своих клиентов, о чем могут свидетельствовать их положительные эмоции. Перед руководителем, желающим повысить эффективность своей деятельности, встают два вопроса:

- Какова удовлетворённость клиентов, какие эмоции они испытывают?
- Как повысить удовлетворённость клиентов и воздействовать на испытываемые ими эмоции?

В связи с этим важную роль приобретают методы сбора и анализа информации об удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоциях на этапе анализа обратной связи от клиентов. Проведённый в главе 1 анализ существующих классических методов выявил недостатки, которые затрудняют их практическое применение в качестве инструментов мониторинга и исследования удовлетворённости клиентов. К ним относятся:

- ручная подготовка вопросов анкеты, подбор респондентской базы, рассылка анкеты и сбор результатов, проведение персональных интервью, подготовка отчёта по результатам;

- несовершенство методологии (субъективность восприятия вопросов анкеты и оценочных шкал, абстрактность индексов удовлетворённости);
- дискретный характер методов (исследование проводится на одном временном срезе, что лишает возможности вести непрерывный мониторинг удовлетворённости потребителей, выявлять тенденции и аномальные всплески);
- зависимость качества полученных результатов от квалифицированности эксперта, выполняющего исследование;
- наличие рисков срыва исследования (малое число ответивших респондентов, неверное составление анкеты). Рекомендуемые стандартом ИСО 10004 [38] методы анализа собранных данных ограничены выявлением только линейных зависимостей между факторами, влияющими на удовлетворённость, и не позволяют находить нелинейные связи и скрытые знания.

Отдельно стоит отметить, что до этого момента отсутствовала методология выработки и поддержки управленческих решений для повышения эффективности процесса оказания услуг, которая основывалась бы на исследовании удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоций. [219]

Наилучшим подходом к решению являются использование сети Интернет как источника потребительских мнений и их обработка с применением технологий искусственного интеллекта и аффективных вычислений.

Удовлетворённость клиентов состоит из двух компонентов [38]:

а) удовлетворённость и испытываемые эмоции от конкретных элементов или аспектов услуг;
б) удовлетворённость клиента и испытываемые им эмоции в целом, что не является суммой (или средним) отдельных элементов, поэтому эти параметры должны оцениваться отдельно.

В соответствии с приведённым утверждением стандарта ИСО 10004 [38] собираемую информацию об удовлетворённости клиентов нужно разделять по различным критериям, относящимся к характеристикам услуг. Нужно отметить,

что клиент не всегда может чётко сформулировать все аспекты услуг. Поэтому необходимо разработать процедуру, позволяющую автоматически идентифицировать аспекты услуг из отзывов, а также оценивать степень их значимости для клиента. Это позволит определить, какие аспекты услуг оказывают более существенное воздействие на удовлетворённость и эмоции.

Идентификация аспектов услуг производится в ходе исследования удовлетворённости клиентов. Однако число аспектов может быть очень велико, поэтому имеет смысл объединять их в аспектные группы по принципу схожести. При проведении количественного исследования оценка удовлетворённости производится как по отдельным аспектным группам, так и в целом.

Предлагаемый подход к поддержке принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов в процессе оказания услуг на основе эмоционально окрашенной информации включает следующие процедуры:

- сбор данных об удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоциях;
- анализ данных, оценка удовлетворённости клиентов и оценка класса испытываемых эмоций;
- разработка и реализация мероприятий по повышению удовлетворённости клиентов;
- ведение мониторинга удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоций на регулярной основе.

Применяемый комплекс методов из разработанной методологии поддержки принятия решений на основ анализа эмоционально окрашенной информации на этапе анализа обратной связи от клиентов в процессе оказания услуг на рис. 5.1 выделен жирным шрифтом.

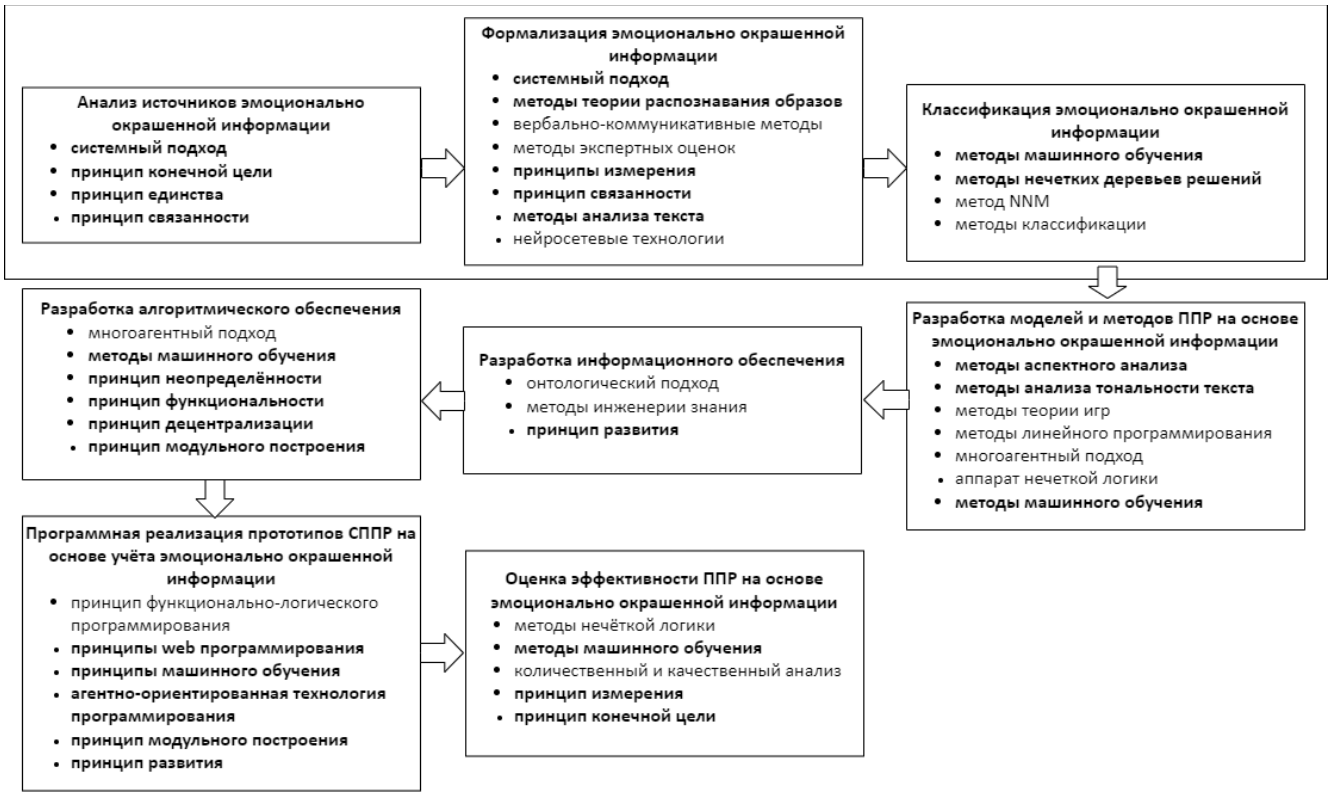


Рис. 5.1. Актуализация разработанной методологии ППР на основе анализа ЭОИ на этапе анализа обратной связи от клиентов в процессе оказания услуг

Разработана схема поддержки принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов на основе мониторинга и измерения эмоционально окрашенной информации и удовлетворённости клиентов (рис. 5.2). Основными действующими лицами в процессе оказания услуг являются клиенты и лицо, принимающее решение. Выполнение процесса мониторинга, измерения степени удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоций обеспечивается ИСППР.

Рис. 5.2. Схема поддержки принятия решений в процессе оказания услуг на основе мониторинга удовлетворённости клиентов с учётом эмоционально окрашенной информации

Как видно из рисунка, организация оказывает услуги клиентам. Клиенты потребляют услугу, в результате чего они испытывают эмоции, у них формируется мнение об услуге. Данной информацией они делятся с окружающим миром, в том числе посредством публикации своих отзывов в сети Интернет. В рамках разработанной концепции предлагается производить автоматический сбор клиентских отзывов из сети Интернет. Сбор отзывов производится как по услугам, оказываемым в организации, так и по услугам организаций-конкурентов. Сбор отзывов производится на регулярной основе для поддержки актуальности анализируемых данных.

На следующем этапе решаются задачи качественного и количественного исследования удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоций. Собранные отзывы на естественном языке подвергаются анализу с помощью инструментов анализа текста и интеллектуального анализа данных (ИАД). Целью анализа является оценка степени удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоций, определение их тенденции и выявление скрытых закономерностей.

Удовлетворённость клиентов определяется степенью лексической тональности отзыва и эмоциональной окраской отзыва. Для оценки лексической тональности в данной работе используется бинарная классификация (негатив и позитив) отзывов и отдельных предложений. Для оценки эмоциональной окраски используется пять классов эмоций. Затем для определения эмоциональной окраски отзыва используется теория распознавания образов и аппарат нечёткого поиска по словарям. С помощью инструментов анализа текста производится структурирование текстовых данных и получение количественных характеристик удовлетворённости. Далее преобразованные данные анализируются инструментами ИАД.

Полученные результаты анализа, как правило, касаются:

- степени удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоций и тенденций их изменения;
- аспектов услуг и процессов организации, которые могут оказывать существенное влияние на удовлетворённость и эмоции клиентов;
- соответствующей информации об услугах и процессах конкурентов;
- сильных сторон организации и областей для улучшения.

Информация о результатах анализа клиентских отзывов направляется ЛПР, а также в соответствующие функциональные подразделения организации для принятия мер по повышению эффективности процесса оказания услуг. Выбор функционального подразделения, в которое должна направляться информация, зависит от группы аспектов, относящихся к услуге. На основе результатов анализа разрабатываются и реализуются мероприятия, направленные на повышение эффективности процесса оказания услуг, которые способствуют повышению степени удовлетворённости клиентов и улучшению качества испытываемых ими эмоций. Исследование удовлетворённости и эмоций клиентов позволяет ЛПР лучше понять положение дел, касающихся удовлетворённости и ожиданий клиентов, и тем самым обеспечивает поддержку принятия управленческих решений.

Для автоматизации процессов сбора, анализа и мониторинга удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоций разработана интеллектуальная система поддержки принятия решений (ИСППР), состоящая из следующих подсистем: мониторинг и сбор данных, анализ данных, взаимодействие с пользователем, хранение данных. ИСППР производит автоматический сбор отзывов, их очистку и загрузку в подсистему хранения данных. В подсистеме анализа данных производится обработка и анализ отзывов с применением текстовых анализаторов и инструментов ИАД. Полученная информация о степени удовлетворённости и эмоциях потребителей визуализируется в подсистеме взаимодействия с пользователем, на основе этих данных ЛПР может принимать управленческие решения.

Разработанный подход к поддержке принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов в процессе оказания услуг позволяет решать задачи исследования удовлетворённости и эмоций клиентов, обозначенные стандартом ИСО 10004 [38]: производить оценку реакции клиентов на существующую, новую или модернизированную услугу; получать информацию о конкретных аспектах услуг, таких как вспомогательные процессы, поведение персонала или организации; исследовать причины возникновения жалоб клиентов; исследовать причины потери доли рынка; вести мониторинг тенденций в области удовлетворённости и эмоций клиентов; производить анализ удовлетворённости и эмоций клиентов в сравнении с другими организациями.

На основе проведённого системного анализа задачи повышения эффективности процесса оказания услуг на этапе анализа обратной связи от клиентов разработан алгоритм поддержки принятия решений, представленный на рис. 5.3.

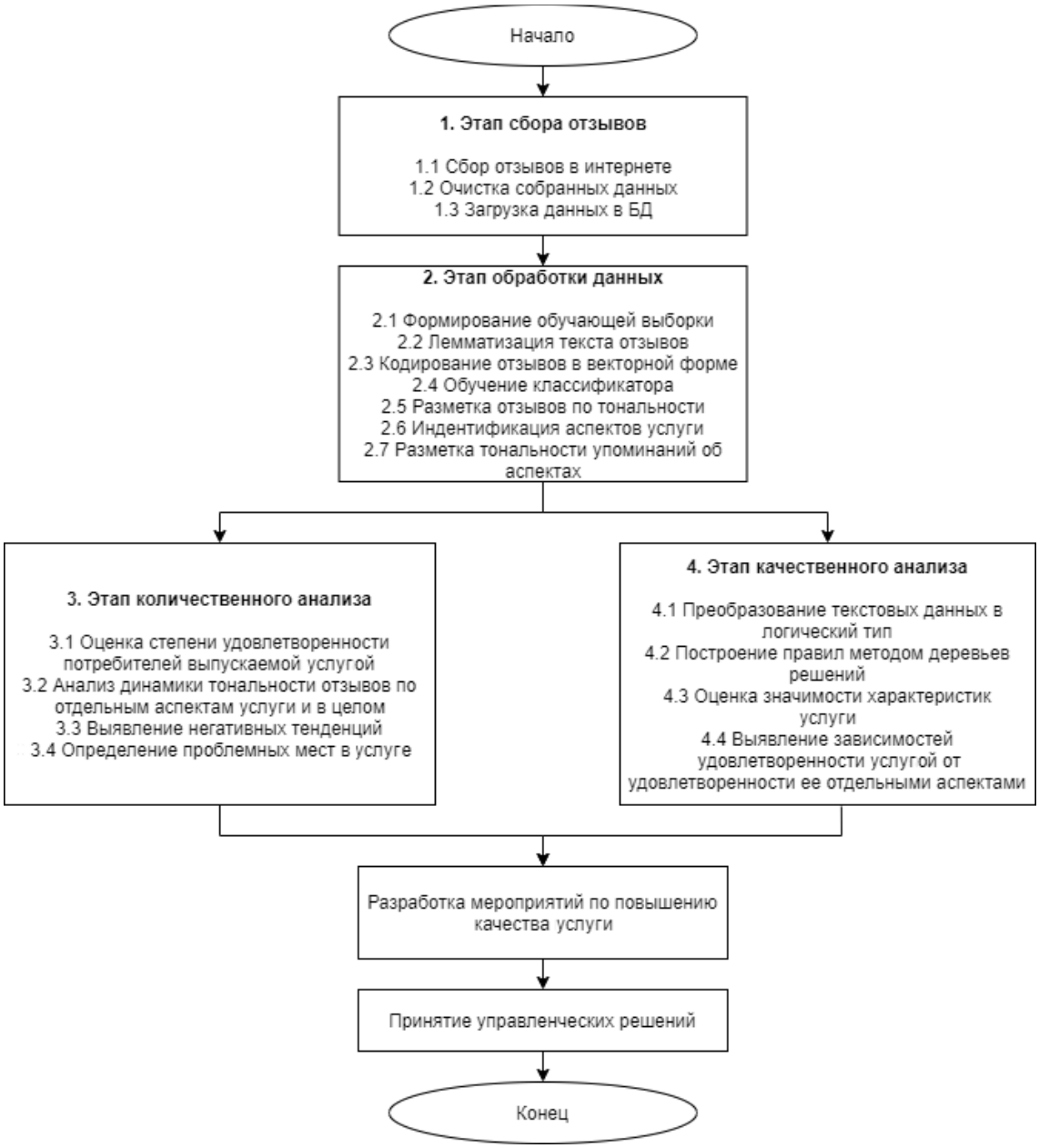


Рис. 5.3. Алгоритм поддержки принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов в процессе оказания услуг с учётом эмоционально окрашенной информации

Был разработан метод поддержки принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов в виде отзывов на естественном языке (рис. 5.4).

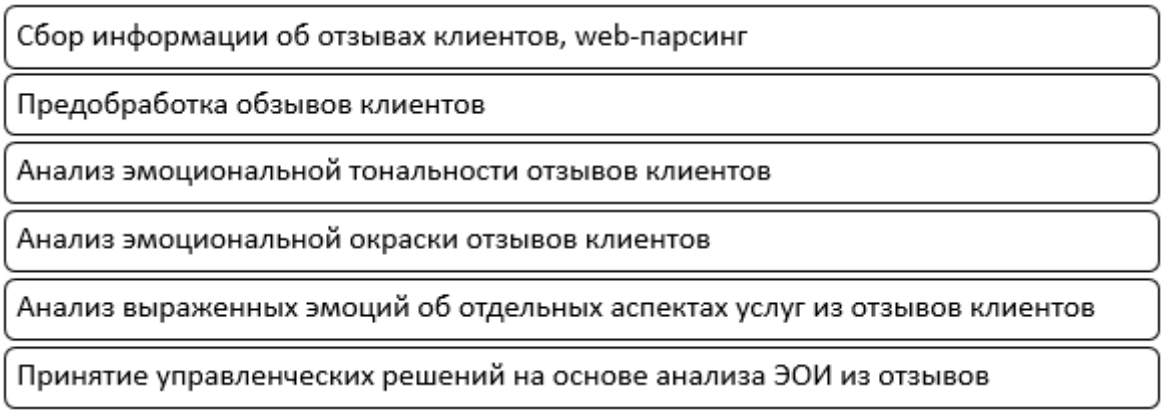


Рис. 5.4. Метод ППР на этапе анализа обратной связи от клиентов в виде отзывов на естественном языке

В этом методе реализованы все этапы процесса анализа ЭОИ: идентификация ЭОИ в отзывах, формализация ЭОИ в виде вектора, классификация отзывов по эмоциональной тональности и эмоциональной окраске и принятие решений на основе ЭОИ.

5.2 Модели, методы и алгоритмы классификации отзывов клиентов по тональности и эмоциональной окраске

Первым этапом является сбор и очистка отзывов клиентов. На следующем этапе выполняется процесс их обработки с помощью инструментов анализа текста и ИАД. Для оценки степени удовлетворённости клиента в работе используется анализ эмоциональной тональности текста, или сентимент-анализ [185]. Для автоматического анализа эмоциональной тональности может использоваться одномерное эмотивное пространство (два класса тональности – позитив и негатив) или многомерное (более двух классов – варианты дискретных эмоций).

При анализе тональности текста, как правило, определяются:

1) субъект тональности – тот, кто даёт субъективную оценку;
2) тональность – оценка тональности отдельных предложений и текста в целом;
3) объект тональности – то, чему даётся субъективная оценка.

При анализе тональности потребительских отзывов субъектом является клиент или автор отзыва, который выражает своё мнение о качестве услуги. Под тональностью понимается выраженная в отзыве эмоциональная оценка, которая определяется степенью удовлетворённости клиента услугой и её отдельными аспектами. Объектом тональности является услуга и её отдельные аспекты [170].

Тональность текстового документа определяется оценкой тональности субъекта (автора отзыва) по отношению к объекту тональности (услуги и её отдельных аспектов) по шкале «позитив – негатив» на этапе определения полярности. Эта оценка в зависимости от используемого метода определения тональности может вычисляться как для отдельно взятых предложений или абзацев текста, так и для всего текстового документа в целом.

Можно выделить три основных подхода к анализу тональности.

1) Лингвистический подход [44, 82, 89, 166, 179, 217]. Основан на применении правил и тональных словарей с использованием лингвистического анализа. В тональные словари добавляются слова, словосочетания, паттерны, имеющие определённую эмоциональную окраску. Для определения тональности текста совокупность найденной эмотивной лексики оценивается в зависимости от количества позитива и негатива. Трудоёмкость такого подхода состоит в необходимости составлять тональные словари и шаблоны, строить правила определения тональности. Главным недостатком подхода является невозможность получения количественной оценки тональности.
2) Статистический (или векторный) подход [130, 182, 184, 186]. Согласно такому подходу, текстовые документы кодируются в векторную форму, а анализ тональности производится с помощью методов машинного обучения с учителем или без него. Для применения методов машинного обучения с учителем необходима обучающая выборка размеченных по тональности документов. По обучающей выборке производится обучение классификатора, который позволяет количественно оценивать тональность вновь поступивших документов.

3) Комбинированный подход [169, 192]. Совмещает первые два подхода. Основным вопросом здесь являются способы их взаимодействия при определении тональности.

В настоящей работе классификация тональности выполняется с помощью статистического подхода и методов машинного обучения с учителем [24, 25, 26, 28, 30, 140, 141]. При таком подходе нет необходимости строить лингвистические анализаторы или словари тональности, что делает его относительно простым в реализации. Оценки тональности текстовых документов, получаемые методами машинного обучения, выражаются количественно.

Для применения методов машинного обучения с учителем необходима обучающая выборка отзывов, размеченных по тональности. Данные методы являются методами обучения классификациям объектов, представленных описаниями в признаковых пространствах. В случае задачи классификации тональности потребительских отзывов целью обучения является получение необходимых и достаточных правил для классификации по тональности новых отзывов, сходных с составлявшими обучающую выборку. Каждый обучающий пример имеет метку, показывающую принадлежность текстового сообщения к позитивному или негативному классу.

Отметим, что для преобразования в векторную форму могут использоваться векторные пространства с различными лексическими единицами – униграммами (одиночные слова), биграммами (последовательности из двух слов), триграммами (последовательности из трёх слов) и N-граммами (последовательности слов разной длины). В данной работе для векторного представления отзывов используются униграммы.

Перед преобразованием текста отзывов в векторное представление проводится процедура предобработки, которая включает разметку текста и лемматизацию слов. Разметка текста заключается в его разбивке на лексические единицы. В данной работе производится разбивка текста на предложения (в целях проведения аспектного анализа тональности) и униграммы. Для разбивки используется программный поиск символов-разделителей. Для разбивки текста на

предложения используются символы-разделители: {'.', '!', '?'}. Для разбивки текста на униграммы используются символы-разделители: {' ', '-', '-', '-', '—', '-', '‰', '•', '·', '¶', '°', '®', '¬', '©', '§', '±', '€', '”', '„', '…', '”', '“', '’', '‘', '~', '}', '{', '+', '=', '^', '\\', '–', '', '\t', ' ', '', ';', '\r', '\n', ' ', ',', '.', ')', '(', '<', '>', ':', '|', '?', '!', '/', '\", '"', '`', '«', '»', '&', '#', '*', '[', ']', '$', '№', '%', '@'}.

Процедура приведения слов к их нормальной (словарной) форме называется лемматизацией. Процедура лемматизации позволяет текстовому анализатору воспринимать различные формы одного слова и имеющие одинаковый смысл. Для программной реализации существуют различные алгоритмы лемматизации, в том числе на основе методов машинного обучения, построения индуцированных правил [165, 146, 189].

Для описания пространства признаков используется векторное представление текста отзывов с помощью модели «мешка слов» (bag-of-words) [62]. В качестве признаков могут использоваться бинарные векторы – наличие или отсутствие слова в тексте отзыва или частотные векторы – число вхождений слова в текст отзыва.

Остановимся подробнее на постановке задачи классификации тональности и рассмотрим методы её решения, используемые в данной работе. С учётом того, что в работе на этапе поляризации тональности используется бинарная классификация, задача выглядит следующим образом.

Имеются два класса отзывов – позитивные отзывы c^+ и негативные отзывы c^-, которые образуют множество классов $C = \{c^+, c^-\}$. Имеется множество отзывов $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$. Существует неизвестная целевая функция $F: C \times D \to \{0,1\}$, значения которой известны на отзывах конечной обучающей выборки $G \subset C \times D$. Требуется построить классификатор $F': C \times D \to \{0,1\}$, максимально близкий к $F: C \times D \to \{0,1\}$.

Для решения задачи классификации тональности в работе используются наивный байесовский классификатор (NB), метод опорных векторов (SVM) и мета алгоритм бэггинга. [9]

5.2.1 Наивный байесовский классификатор

Наивный байесовский классификатор (NB) – простой вероятностный классификатор, основанный на теореме Байеса [36, 77]. Он широко используется для решения задач классификации, особенно в ситуациях, когда признаков очень много, как, например, в задаче классификации текстовых документов. Основные преимущества NB – простота реализации и небольшие вычислительные затраты при обучении и классификации. Время его обучения линейно зависит от объёма обучающей выборки, поэтому можно сказать, что данный метод имеет оптимальную сложность обучения. [13]

Рассмотрим решение задачи классификации тональности методом NB. Пусть каждый отзыв d принимает значения из словаря V и описывается некоторым набором слов $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$. Имеется множество классов $C = \{c^+, c^-\}$, состоящее из класса позитивных отзывов и класса негативных отзывов. Необходимо найти наиболее вероятное значение данного набора слов:

$$c_{NB} = \arg\max_{c \in C} p(d = c | w_1, w_2, \dots, w_n). \tag{5.1}$$

Известно, что вероятность условного события может быть найдена по теореме Байеса:

$$p(d = c | w_1, w_2, \dots, w_n) = \frac{p(w_1, w_2, \dots, w_n | d = c) \cdot p(d=c)}{p(w_1, w_2, \dots, w_n)}. \tag{5.2}$$

Тогда выражение (5.1) примет вид (5.3):

$$c_{NB} = \arg\max_{c \in C} \frac{p(w_1, w_2, \dots, w_n | d = c) \cdot p(d=c)}{p(w_1, w_2, \dots, w_n)}. \tag{5.3}$$

Из выражения (5.3) интересен только числитель дроби, так как её знаменатель не зависит от класса c. Таким образом, знаменатель является константой и может быть сокращён, тогда:

$$c_{NB} = \arg\max_{c \in C} p(w_1, w_2, \dots, w_n | d = c) \cdot p(d = c). \tag{5.4}$$

Оценить вероятность $p(d = c)$ можно по формуле:

$$p(d = c) = \frac{N^c}{N}, \tag{5.5}$$

где N^c – число отзывов, принадлежащих классу c;

N – общее число отзывов в выборке.

Вероятность $p(w_1, w_2, \dots, w_n | d = c)$ может быть переписана, используя повторные приложения определений условной вероятности, следующим образом:

$$p(w_1, w_2, \dots, w_n | d = c) = p(w_1 | d = c,) \cdot p(w_2, \dots, w_n | d = c, w_1) =$$
$$= p(w_1 | d = c,) \cdot p(w_2 | d = c, w_2) \cdot p(w_3, \dots, w_n | d = c, w_1, w_2) = \cdots \quad (5.6)$$
$$\dots = p(w_1 | d = c,) \cdot p(w_2 | d = c, w_1) \cdot p(w_3 | d = c, w_1, w_2) \cdot \dots$$
$$\dots \cdot p(w_n | d = c, w_1, w_2, \dots, w_{n-1})$$

Для того чтобы получить оценки этих вероятностей, нужно каждую из возможных комбинаций признаков пронаблюдать по несколько раз. Это не представляется возможным. Но предположив условную независимость слов, входящих в отзыв $p(w_i | d = c, w_j) = p(w_i | d = c), i \neq j$, получим упрощённое выражение:

$$p(w_1, w_2, \dots, w_n | d = c) = p(w_1 | d = c) \cdot p(w_2 | d = c,) \cdot \dots \cdot p(w_n | d = c). \quad (5.7)$$

Тогда наивный байесовский классификатор классифицирует отзывы по формуле:

$$c_{NB} = \arg\max_{c \in C} p(d = c) \cdot \prod_{i=1}^{n} p(w_i | d = c) \quad (5.8)$$

В зависимости от используемого признакового пространства метод NB реализуется с помощью модели Бернулли для бинарных векторов и мультиномиальной модели для частотных векторов.

5.2.2 Модель Бернулли

В модели Бернулли [62, 77] отзыв представляет собой вектор бинарных атрибутов, показывающих, встретилось ли в отзыве то или иное слово. При подсчитывании правдоподобия отзыва необходимо перемножать вероятности того, что слово встретилось в отзыве, для тех слов, которые присутствуют в отзыве, и перемножать вероятности того, что слово не встретилось в отзыве, для тех слов, которые отсутствуют в отзыве. Получаем модель многомерных испытаний Бернулли. Для модели Бернулли требуется зафиксировать словарь. Данной моделью рассматривается только наличие или отсутствие слова в отзыве, а сколько раз оно повторяется в документе, не имеет значения.

Пусть дан словарь $V = \{w_t\}_{t=1}^{|V|}$. Тогда отзыв d_i описывается вектором длины $|V|$, состоящим из битов B_{it}. Если слово w_t встречается в отзыве, то $B_{it} = 1$, если отсутствует, то $B_{it} = 0$. Тогда правдоподобие принадлежности отзыва d_i к классу c_j можно вычислить по формуле:

$$p(d_i|c_j) = \prod_{t=1}^{|V|}\left(B_{it} \cdot p(w_t|c_j) + (1 - B_{it}) \cdot \left(1 - p(w_t|c_j)\right)\right). \quad (5.9)$$

Для обучения классификатора нужно найти вероятности $p(w_t|c_j)$. Пусть имеется обучающий набор отзывов $D = \{d\}_{i=1}^{|D|}$, которые уже распределены по классам c_j, тогда можно подсчитать оценки вероятностей того, что то или иное слово встречается в том или ином классе:

$$p(w_t|c_j) = \frac{\sum_{i=1}^{|D|} B_{ij} \cdot p(c_j|d_i)}{\sum_{i=1}^{|D|} p(c_j|d_i)}. \quad (5.10)$$

Априорные вероятности классов можно подсчитать по формуле:

$$p(c_j) = \sum_{i=1}^{|D|} \frac{p(c_j|d_i)}{|D|}. \quad (5.11)$$

Тогда классификация будет осуществляться по формуле:

$$c_{NB} = \arg\max_{\mathrm{j}} p(c_j) \cdot p(d_i|c_j) = \quad (5.12)$$

$$= \arg\max_{\mathrm{j}}\left[\left(\frac{1}{|D|}\sum_{i=1}^{|D|} p(c_j|d_i)\right) \cdot \prod_{t=1}^{|V|}\left[B_{it} \cdot p(w_t|c_j) + (1 - B_{it})\left(1 - p(w_t|c_j)\right)\right]\right] =$$

$$= \arg\max_{\mathrm{j}}\left[\log \sum_{i=1}^{|D|} p(c_j|d_i) + \sum_{t=1}^{|V|} \log\left[B_{it} \cdot p(w_t|c_j) + (1 - B_{it})\left(1 - p(w_t|c_j)\right)\right]\right].$$

Из формулы (5.10) следует, что некоторые вероятности будут иметь нулевые значения, т.к. некоторые слова могут присутствовать в одном классе и отсутствовать в другом. При перемножении вероятностей в формуле (5.12) это приведёт к потере информации. Во избежание таких ситуаций применяется Лапласовское сглаживание или сглаживание add-one, которое заключается в добавлении единицы к числителю (5.13):

$$p(w_t|c_j) = \frac{1 + \sum_{i=1}^{|D|} B_{it} \cdot p(c_j|d_i)}{2 + \sum_{i=1}^{|D|} p(c_j|d_i)}. \quad (5.13)$$

На рис. 5.5 и 5.6 представлены алгоритмы обучения и классификации с помощью метода NB и по модели Бернулли соответственно. В обучающей части входными параметрами являются множество обучающих отзывов и множество классов. В этой части создаётся словарь терминов V, находятся вероятности $p(c)$ и вероятности $p(t|c)$. Выходные данные – полностью обученный классификатор с настроенными параметрами. Классифицирующая часть применяется для отзывов, тональность которых нужно определить.

Вход: множество размеченных отзывов
$D = \{(d_1, c_1), \dots, (d_m, c_m)\}\mathrm{D} = \{\mathrm{d}_1, \mathrm{d}_2, \dots, \mathrm{d}_\mathrm{n}\}$,
множество классов $C = \{positive, negative\}$

1. Извлечь все слова из D в словарь V
2. Для каждого $c \in C$ делать:
    3. Подсчитать число отзывовN^c N^c в классе c
    4. Вычислить вероятность $p(c) = \frac{N^c}{N}$
    5. Для каждого $w_t \in V\mathrm{w}_\mathrm{t} \in \mathrm{D}$ делать:
        6. Подсчитать число отзывов $\mathrm{N}^\mathrm{c}_{\mathrm{w}_\mathrm{t}}$содержащих слово w_t
        7. Вычислить вероятность $p(w_t|c) = \left(N^c_{w_t} + 1\right)/(N^2 + 2)$

Выход: $V, p(c), p(w_t|c)$

Рис. 5.5. Алгоритм обучения метода NB по модели Бернулли

Вход: неразмеченный отзыв $d, V, p(c), p(t|c)$

1. Извлечь все термы из d в словарь V_d
2. Для каждого $c \in C$ делать
    3. Вычислить $\mathrm{score}[c] = \ln p(c)$
    4. Для каждого $w_t \in V_d$ делать
        5. Если $w_t \in V_d\mathrm{w}_\mathrm{t} \in \mathrm{V}_\mathrm{d}$ тогда $\mathrm{score}[c] \mathrel{+}= \ln p(w_t|c)$
        6. Иначе $\mathrm{score}[c] \mathrel{+}= \ln\left(1 - p(w_t|c)\right)$
7. Если $\mathrm{score}[pos] > \mathrm{score}[neg]$ тогда $d \in positive$ иначе $d \in negative$

Выход: тональность отзыва d

Рис. 5.6. Алгоритм классификации методом NB по модели Бернулли

Найдём вычислительную сложность алгоритма наивного байесовского классификатора. Настройка параметров состоит в вычислении $|C| \cdot |V|$ вероятностей. При обучении находятся необходимые параметры – извлечение слов

для создания словаря, подсчёт числа встречающихся слов. Для этого достаточно одного прохода по обучающим данным, что составляет $|D| \cdot L_{ave}$, где $|D|$ – число обучающих отзывов и L_{ave} – среднее число слов в одном отзыве. Тогда получаем вычислительную сложность обучения

$$O(|D| \cdot L_{ave} + |C| \cdot |V|). \tag{5.14}$$

Для классификации требуется время $|C| \cdot L_d$, где L_d – это число слов в отзыве, тогда (5.15) – вычислительная сложность классификации. Отметим, что вычислительная сложность модели Бернулли и мультиномиальной модели совпадают.

$$O(|C| \cdot L_d) \tag{5.15}$$

Из анализа вычислительной сложности можно сделать вывод, что наивный байесовский классификатор имеет линейное время обучения. Ему достаточно одного прохода для обучения.

5.2.3 Мультиномиальная модель

В мультиномиальной модели [62, 77] отзыв представляет собой последовательность событий. Каждое событие – это случайный выбор одного слова из словаря. После подсчёта правдоподобия отзыва перемножаются вероятности того, что в отзыве встретились именно эти слова. Данная модель учитывает количество повторений каждого слова в одном отзыве, но не учитывает слова, которые отсутствуют.

Пусть дан словарь $V = \{w_t\}_{t=1}^{|V|}$. Тогда отзыв d_i описывается вектором длины $|d_i|$, состоящим из слов, каждое из которых вынуто из словаря с вероятностью $p(w_t|c_j)$. Тогда правдоподобие принадлежности отзыва d_i к классу c_j считается по формуле:

$$p(d_i|c_j) = p(|d_i|) \cdot |d_i|! \cdot \prod_{t=1}^{|V|} \frac{1}{K_{it}!} p(w_t|c_j)^{K_{it}}, \tag{5.16}$$

где K_{it} – количество вхождений слова w_t в документ d_i.

Для обучения классификатора нужно тоже найти вероятности $p(w_t|c_j)$. Пусть имеется обучающий набор отзывов $D = \{d\}_{i=1}^{|D|}$, которые уже распределены

по классам c_j и мы знаем частоты вхождений слов в отзывы K_{it}. Тогда можно подсчитать оценки вероятностей того, что то или иное слово встречается в том или ином классе (5.17). В данном случае также применяется сглаживание add-one:

$$p(w_t|c_j) = \frac{1+\sum_{i=1}^{|D|} K_{it} \cdot p\left(c_j \middle| d_i\right)}{|V|+\sum_{s=1}^{|V|}\sum_{i=1}^{|D|} K_{is} \cdot p\left(c_j \middle| d_i\right)}. \quad (5.17)$$

Априорные вероятности классов можно подсчитать по формуле:

$$p(c_j) = \frac{\sum_{i=1}^{|D|} p\left(c_j \middle| d_i\right)}{|D|}. \quad (5.18)$$

Тогда классификация будет осуществляться по формуле:

$$c_{NB} = \arg\max_{\mathrm{j}} p\left(c_j\right) \cdot p\left(d_i \middle| c_j\right) =$$

$$= \arg\max_{\mathrm{j}} \left[\left(\frac{1}{|D|}\sum_{i=1}^{|D|} p\left(c_j \middle| d_i\right)\right) \cdot p(|d_i|) \cdot |d_i|! \cdot \prod_{t=1}^{|V|}\left[\frac{1}{K_{it}!} p\left(w_t \middle| c_j\right)^{K_{it}}\right]\right] =$$

$$\arg\max_{\mathrm{j}}\left[\log \sum_{i=1}^{|D|} p\left(c_j \middle| d_i\right) + \sum_{t=1}^{|V|} K_{it} \cdot \log p\left(w_t \middle| c_j\right)\right]. \quad (5.19)$$

Алгоритмы обучения и классификации с помощью метода NB по мультиномиальной модели представлены на рис. 5.7 и 5.8 соответственно. В обучающей части создаётся словарь слов V, находятся вероятности $p(c)$ и вероятности $p(w_t|c)$. Классифицирующая часть применяется для отзывов, тональность которых нужно определить.

Вход: множество размеченных отзывов $D = \{(d_1, c_1), \dots, (d_m, c_m)\}$, множество классов $C = \{positive, negative\}$ $\mathrm{C} = \{\mathrm{c}_1, \mathrm{c}_2\}$
1. Извлечь все слова из D в словарь V
2. Для каждого $c \in C$ делать
3. Подсчитать число отзывов N^c в классе c
4. Вычислить вероятность $p(c) = N^c/N \mathrm{p}\left(\mathrm{c_j}\right) = \mathrm{N^c/N}$
5. Для каждого $w_t \in V$ делать
6. Подсчитать число употреблений $K_{w_t}^c$ содержащих слово w_t
7. Вычислить вероятность $p(w_t|c) = (K_t^c + 1)/\sum_{t=1}^{\lvert V\rvert}(K_t^c + 1)$
Выход: $V, p(c), p(w_t|c)$

Рис. 5.7. Алгоритм обучения метода NB по мультиномиальной модели

Вход: неразмеченный отзыв $d, V, p(c), p(w_t\|c)$
1. Извлечь все слова из d в словарь $\mathrm{V_d}$ 2. Для каждого $c_j \in C$ $\mathrm{c_j} \in$ Сделать 3. Вычислить $\mathrm{score}[c] = \ln p(c)$ 4. Для всех $\mathrm{w_t} \in \mathrm{D}$ $w_t \in V_d$ вычислить $\mathrm{score}[c] += \ln p(w_t\|c)$ 5. Если $\mathrm{score}[pos] > \mathrm{score}[neg]$ тогда $d \in positive$ иначе $d \in negative$
Выход: тональность документа d

Рис. 5.8. Алгоритм классификации метода NB по мультиномиальной модели

5.2.4 Метод опорных векторов

Идея метода опорных векторов (SVM) заключается в построении разделяющей гиперплоскости, которая минимизирует эмпирическую ошибку классификации и максимизирует зазор между классами [209, 210]. Метод SVM является одним из наиболее эффективных методов машинного обучения для решения задач классификации. Во многих исследованиях результаты, полученные с его помощью, превосходят результаты остальных методов.

Классификация методом опорных векторов основана на построении разделяющей гиперплоскости $w \cdot d - b = 0$, где w – перпендикуляр к разделяющей гиперплоскости, которая минимизирует риск эмпирической ошибки классификации и максимизирует зазор между классами, b – параметр, равный по модулю расстоянию от гиперплоскости до начала координат, d – классифицируемый отзыв, представленный в виде вектора признаков.

Признаковое пространство для классов множества $\mathrm{C} = \{\mathrm{c}^+, c^-\}$ определено как $c \in \{-1; 1\}$. Для классификации отзыва необходимо знать w и b. По теореме Куна-Таккера задачу поиска w можно представить как задачу поиска седловой точки функции Лагранжа. Тогда w можно представить как

$$w = \sum_i^{|D|} \lambda_i c_i \overline{d_\iota}, \lambda_i \geq 0, \tag{5.20}$$

где λ_i – множитель Лагранжа;

c_i – метка класса;

$\overline{d_\iota}$ – вектор признаков, описывающих i-й отзыв.

Параметр b определяется из выражения:

$$b = w \cdot \overline{d_i} - c_i, \lambda_i > 0 \tag{5.21}$$

Для обучения классификатора необходимо найти вектор множителей λ_i. Для этого необходимо решить задачу квадратичной оптимизации, которая в случае линейной неразделимости выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} -L(\lambda) = -\sum_{i=1}^{|D|} \lambda_i + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{|D|}\sum_{j=1}^{|D|} \lambda_i \lambda_j c_i c_j \left(d_i \cdot d_j\right) \to \min \lambda \\ 0 \le \lambda_i \le S, 1 \le i \le |D| \\ \sum_{i=1}^{|D|} \lambda_i c_i = 0 \end{cases}, \tag{5.22}$$

где S – параметр настройки метода, позволяющий регулировать отношение между максимизацией ширины, разделяющей полосы и минимизацией суммарной ошибки.

Классификация производится по знаку линейного решающего правила, определяющего, по какую сторону гиперплоскости находится отзыв:

$$c_{SVM} = \mathrm{sign}(\sum_{i=1}^{|D|} \lambda_i c_i d_i \cdot d - b. \tag{5.23}$$

Однако задача квадратичной оптимизации нахождения разделяющей гиперплоскости имеет кубическую вычислительную сложность от объёма обучающей выборки. Для сокращения времени обучения классификатора использовался алгоритм обучения Sequential Minimal Optimization [188]. Данный алгоритм использует свойство сильной разрежённости матрицы объектов-признаков некоторых задач классификации, к которым относится задача классификации тональности.

5.3 Методы повышения точности классификации тональности

Для повышения точности классификации в данной работе используется мета алгоритм машинного обучения ансамблей классификаторов, который именуется бэггингом (bootstrap aggregating, bagging). Впервые был предложен Л. Брейманом [143].

Алгоритм бэггинга представлен на рис. 5.9. Из исходного обучающего множества отзывов D длины $|D|$ формируются различные обучающие подмножества отзывов D_t той же длины $|D|$ с помощью бутстрепа – случайного

выбора с возвращениями. При этом некоторые документы попадают в подмножества по нескольку раз, а некоторые – ни разу. Доля отзывов, оказавшихся в каждом подмножестве, стремится к $1 - e^{-1} \approx 0{,}632$ при $|D| \to \infty$. Далее строятся контрольные множества отзывов вычитанием из множества D подмножества D_t. По обучающим подмножествам отзывов строятся классификаторы h_t. Их ошибка классификации e_t оценивается по контрольной подвыборке и затем сравнивается с допустимой ошибкой классификации e. Если ошибка построенного классификатора меньше допустимой ошибки, то он добавляется в ансамбль. Классификация отзывов производится ансамблем построенных и допущенных классификаторов с помощью простого голосования.

Вход: множество размеченных отзывов $(\mathrm{d}_1, \mathrm{y}_1), (\mathrm{d}_2, \mathrm{y}_2), \dots, (\mathrm{d}_\mathrm{m}, \mathrm{y}_\mathrm{m}) D = (d_1, c_1), \dots, (d_m, c_m)$; множество классов $c_\mathrm{i} \in \mathrm{C} = \{\mathrm{positive}, \mathrm{negative}\}; \mathrm{y}_\mathrm{i} \in \mathrm{Y} = \{+1, \text{-}1\}$ T – число классификаторов в ансамбле; $\lvert D \rvert$ – число отзывов в обучающей выборке; ee – допустимая ошибка классификации
1. Для $t = 1$ до T делать
2. Случайно выбрать $\lvert D \rvert$ отзывов из D для формирования обучающего множества $D_t \mathrm{D_t}$. 3. Построить контрольное множество отзывов из множества D/D_t отзывов. 4. Построить классификатор h_t на обучающем множестве D_t 5. Оценить ошибку e_t классификатора h_t на контрольном множестве D/D_t 6. Если $e \geq e_t$ тогда добавить классификатор $h_t \mathrm{h_t}$ в ансамбль
Выход: $H(d) = \mathrm{sign}(\sum_{t=1}^{T} h_t(d))$ $\mathrm{H(d)} = \mathrm{sign}\left(\sum_{\mathrm{t=1}}^{\mathrm{T}} \alpha_\mathrm{t} \mathrm{h_t(d)}\right)$ ансамбль классификаторов.

Рис. 5.9. Алгоритм построения ансамбля классификаторов методом бэггинга

Эффективность бэггинга объясняется двумя обстоятельствами. Во-первых, благодаря различности базовых классификаторов их ошибки взаимно компенсируются при голосовании. Во-вторых, выбросы могут не попадать в некоторые обучающие подмножества. Тогда классификатор, построенный по подмножеству, может оказаться точнее классификатора, построенного по полной выборке. Бэггинг особенно эффективен на малых выборках, когда исключение

даже небольшой доли обучающих отзывов приводит к построению существенно различных базовых классификаторов. Бэггинг используется в данной работе в качестве мета алгоритма построения ансамбля наивных байесовских классификаторов.

После разделения отзывов по тональности следующим этапом является классификация отзывов по выраженным в них эмоциям клиентов.

5.4 Распознавание эмоций клиентов из отзывов

После определения полярности тональности отзывов переходим к шагу определения эмоциональной окраски внутри полярных классов «позитив» и «негатив». Рассмотрим задачу извлечения и учёта эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов об оказанных услугах. Требуется из собранных отзывов по интересующей услуге идентифицировать в них эмоционально окрашенную информацию, классифицировать отзыв по проявляемым в их тексте эмоциям, провести количественный и качественный анализ отзывов и выработать правила принятия решений для повышения эффективности процесса оказания услуг [123]. В данной работе будут рассматриваться пять основных эмоций: радость, удовлетворённость, дискомфорт, отвращение, гнев.

На этапе оценки эмоций клиентов входными данными являются классифицированные по полярности тональности отзывы в виде двух классов: позитивные и негативные. Уровень удовлетворённости клиентов услуг зависит от соответствия процесса оказания услуг их требованиям. Априори клиент ожидает получить услугу высокого качества, и несоответствие этому ожиданию вызывает негативные эмоции. Именно эти эмоции наиболее важны для лица, принимающего решение. Сила эмоциональной окраски в каждой из этих групп различна, соответственно, и веса данных отзывов в правилах принятия решений будут отличаться.

Рассмотрим задачу анализа эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов в терминах задачи распознавания образов в следующей постановке. Пусть имеется множество текстовых отзывов

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_N\}$ – множество объектов распознавания.

Имеются непересекающиеся подмножества – классы

$W_1, W_2, \dots, W_s, s > 1$.

Соотношение между объектами и классами задаётся индикаторной функцией $g(t): T \to W$.

Также имеется множество эмоционально окрашенных слов

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ – пространство признаков, воспринимаемых наблюдателем.

$h(t): T \to X$ – функция, ставящая в соответствие каждому объекту t_i точку x(t) в пространстве признаков.

Векторы $t_1\{x_1, x_2, \dots, x_M\}, \dots, t_N\{x_1, x_2, \dots, x_M\}$ – образы объектов, воспринимаемые наблюдателем.

Имеется $f(x): X \to W$ – решающее правило – оценка для $g(t)$ на основании $h(t)$, т.е. $f(x) = f\big(h(t)\big)$.

Дано: текстовые отзывы $T = \{t_1, t_2, \dots, t_N\}$, пять непересекающихся классов W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, эмоционально окрашенные слова

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$.

Требуется: определить класс W каждого объекта из множества T.

Для данной задачи разработан модифицированный метод на основе лингвистического метода, дополненный графематическим анализом и алгоритмом нечёткого поиска по словарю. В простом виде словарь представляет список слов со значением эмоциональности для каждого слова.

Для реализации нечёткого поиска выбран алгоритм расширения выборки. В качестве метрики, используемой в алгоритме нечёткого поиска, выбрана метрика Дамерау – Левенштейна. Так как большинство ошибок при наборе текста – транспозиции, данная метрика даёт наилучшие результаты на практике [92].

Рассмотрим математическую постановку задачи нечёткого поиска в словаре в терминах теории распознавания образов.

Пусть имеется алфавит

$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_s\}$,

$|A| = s, s > 1$ – любое конечное множество символов.

Слово w в алфавите A длины n определяется как конечная последовательность символов алфавита $A, w =< w_1, w_2, w_3 \ldots w_n >, w_i \in A, i = 1, \ldots, n$. Словарем именных компонент U будем называть заданное конечное множество слов, определённых на алфавите A:

$U = \{u_1, u_2, u_3, \ldots, u_m\}, |U| = m, m \geq 1$, пусть k – число допустимых ошибок в слове.

С учётом этого, рассматриваемая задача может быть формально поставлена следующим образом.

Дано: слово-образец w, словарь U, целое $k > 0$ и функция расстояния d, являющаяся метрикой.

Требуется: найти все j такие, что $d(w, u_j) \leq k, u_j \in U$, где d – расстояние Дамерау-Левенштейна, определяемое как минимальное количество операций замены, вставки, удаления и транспозиции символов, необходимых для преобразования одного слова в другое.

Предлагаемый метод автоматического распознавания эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов сферы услуг

Предлагаемый метод автоматического распознавания эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов состоит из следующих этапов (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Этапы метода распознавания эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов

Этап	Описание
Создание словаря эмоционально окрашенных слов, характерных для данной предметной области	Включение 50 оценочных слов

Продолжение табл. 5.1

Этап	Описание
Присвоение весов оценочным словам	Шкала от [-5:0) для отрицательно ориентированных слов и до [0;5] для положительно ориентированных слов
Пополнение словаря оценочных слов	Используется тезаурус. Синонимы оценочных слов вносятся в словарь с такой же эмоциональностью, а антонимы вносятся с

	противоположной эмоциональностью. Также словарь дополняется словосочетаниями и жаргонизмами предметной области
Хранение словаря эмоционально окрашенных слов	Используется библиотека, реализующая алгоритм стэмминга
Создание словаря слов модификаторов	Словарь состоит из двух групп слов. Первая группа – слова, увеличивающие вес соседнего слова (например, «более»). Вторая группа – слова, уменьшающие вес соседнего слова (например, «менее»). Слова-модификаторы изменяют вес соседнего слова на некоторый процент
Учёт отрицания	Частицы и слова отрицания инвертируют вес эмоционально окрашенного слова, находящегося после отрицания

Для апробации предложенного подхода введём оцениваемый список услуг на примере туристического комплекса с их аспектами, которые наиболее важны в оценке эмоций, испытываемых по отношению к данной услуге (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Фрагмент перечня услуг, оказываемых туристическим комплексом

Услуга	Аспекты услуг
Транспорт	Удобство транспорта Новизна транспорта Качество перевозки Стоимость услуги
Проживание	Комфортабельность номеров Площадь номера Новизна мебели и техники Качество прилегающей территории Расстояние до пляжа, мест досуга Чистота номеров при заселении Сложности при заселении Стоимость услуги
Обслуживание	Периодичность уборки номеров Вежливость персонала Доступность ресепшен Доставка в номер Стоимость услуг
Питание	Вкусовые качества Размер порций Подача Время ожидания заказа Выбор в меню

Эмоциональность текстовых отзывов определим на основе подсчёта весов, входящих в него эмоционально окрашенных слов. Веса эмоционально окрашенных слов извлекаются из словаря, формирование которого было описано выше. При поиске эмоционально окрашенных слов будем использовать Snowball stemmer

[183], что позволит убрать зависимость от формы слова. Для исключения орфографических ошибок в эмоционально окрашенных словах используем алгоритм расширения выборки с расстоянием Дамерау – Левенштейна [92].

Время его работы сильно зависит от числа ошибок k и от размера алфавита A и в случае использования бинарного поиска по словарю составляет

$$O((m|A|)^k \cdot m \cdot \log n).$$

Пусть количество ошибок в слове $k = 1$, размер алфавита русского языка $A = 33$.

Расчёт расстояния Дамерау – Левенштейна D_{ij} производится по формуле:

$$D_{ij} = \min\left(X_B + 1, X_Y + 1, X_З + C_{\text{замены}}, X_{\text{т}} + C_{\text{транспозиции}}\right),$$

где $C_{\text{замены}} = \begin{cases} 1, \text{если } S_1[i] \neq S_2[j] \\ 0, \text{иначе} \end{cases}$, X_B – число вставок, X_Y – число удалений, $X_З$ – число замен, $X_{\text{т}}$ – число транспозиций,

$$C_{\text{транспозиции}} = \begin{cases} 1, \text{если } S_1[i] = S_2[j-1] \text{и } S_1[i-1] = S_2[j] \\ \infty, \text{иначе} \end{cases}.$$

Пример работы алгоритма нечёткого поиска для слова «хороший» показан на рис. 5.10.

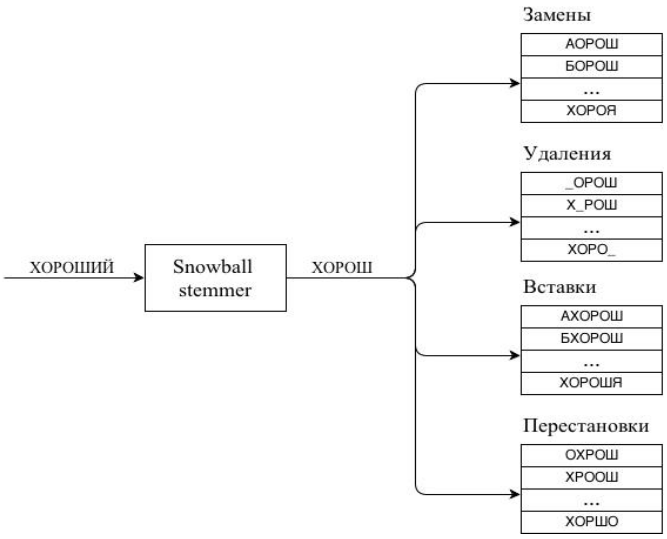


Рис. 5.10. Пример работы алгоритма нечёткого поиска

После генерации возможных вариантов слов осуществляется поиск по словарям в базе данных.

После того как были выявлены эмоционально окрашенные слова, входящие в отзыв, для каждого текстового отзыва подсчитывается оценка, равная среднему весу эмоций входящих в него оценочных слов:

$$W_T = \frac{\sum_{i=1}^{N} W_i}{N},$$

где W_T – оценка текстового отзыва; W_i – вес эмоционально окрашенного слова i; N – количество эмоционально окрашенных слов в отзыве T.

Слова-модификаторы и слова, выражающие отрицание, не являются эмоционально окрашенными, а изменяют вес слов при определении эмоции отзыва.

В качестве примера рассмотрим следующие конструкции отзывов.

Приятный сервис.

Оценка сервиса выражена словом «приятный», то есть 3. Согласно таблице 5.3, оценка соответствует эмоции «радость».

Очень приятный сервис.

Слово-модификатор «очень» увеличивает вес оценки, то есть 3*(1+0,5) = 4,5. Согласно таблице 5.3, оценка соответствует эмоции «радость».

Неприятный сервис.

Оценка эмоции равна весу слова «приятный», инвертированному из-за предлога «не», то есть -3. Согласно таблице 5.3, оценка соответствует эмоции «гнев».

Не очень приятный сервис.

Оценка предложения равна весу слова «приятный», инвертированному из-за частицы «не» и уменьшенному на 50% из-за слова-модификатора «очень», то есть эмоция оценивается как -3*(1-(0,5)) = -1,5. Согласно таблице, 5.3 оценка соответствует эмоции «отвращение».

Очень неприятный сервис.

Оценка предложения равна инвертированной оценке «очень приятный сервис», то есть -4,5. Согласно таблице 5.3, оценка соответствует эмоции «гнев».

Если не было выделено ни одной из представленных выше конструкций, то система не может классифицировать отзыв.

Далее необходимо определить, какие эмоции содержит проанализированный отзыв. Для этого рассчитаем оценку для каждой эмоции.

В отзыве часто фигурируют определенные аспекты, которые наиболее важны для выбранной предметной области. Поэтому необходимо, чтобы система выделяла упоминание этих аспектов в тексте и искала эмоционально окрашенные слова, связанные с ними. Для данной цели может использоваться open-source library Free Ling. Данная библиотека помогает выполнять графематический анализ текста с целью выявления в тексте зависимостей между словами. Для каждого предложения стоится граф.

Рассмотрим следующее предложение: «В этом отеле качественный сервис и вежливый персонал» (рис. 5.11).

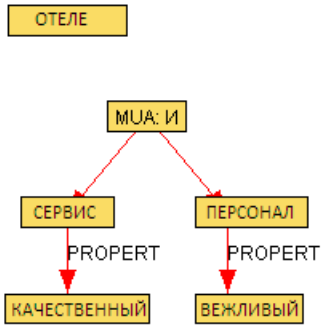


Рис. 5.11. Граф предложения, построенный с помощью open-source library Free Ling

Затем выделяются заранее заданные аспекты услуги, и для них вычисляется оценка веса эмоции по формуле:

$$W_{Pj} = \frac{\sum_{i=1}^{N} W_{ij}}{N},$$

где W_{Pj} – оценка эмоции, вызванной услугой; W_{ij} – вес эмоции оценочного слова, относящегося к аспекту в текстовом отзыве i; N – количество эмоционально окрашенных слов, относящихся к аспекту услуги P, то есть для каждой услуги, упомянутой в отзыве, выставляется средняя оценка эмоции.

Аналогичным образом оцениваем «баллы» эмоций каждой услуги на основании всех отзывов. Качество услуг и её аспектов описывается путём

определения эмоции, к которой относится его оценка. Будем использовать эмоции W в соответствии с оценкой, описанной в табл. 5.3.

Таблица 5.3 – Классификатор рассматриваемых эмоций

Обозначение эмоции	Эмоция	Значение оценок эмоции
W1	Радость	[5; 3]
W2	Удовлетворённость	(3; 1]
W3	Дискомфорт	(1; -1)
W4	Отвращение	[-1; -3)
W5	Гнев	[-3; -5]

Для реализации анализа ЭОИ из отзывов клиентов разработан метод анализа эмоциональной окраски отзывов, рис. 5.12.

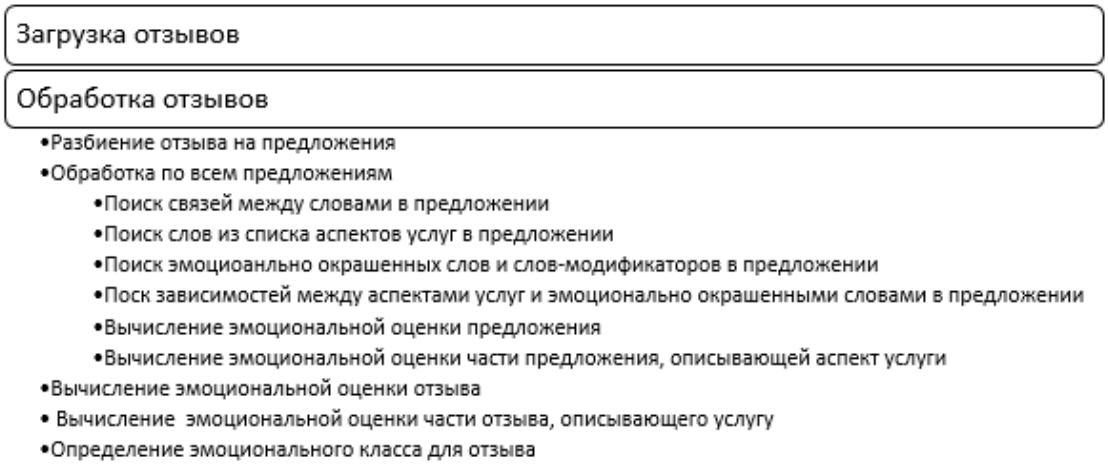


Рис. 5.12. Метод анализа эмоциональной окраски отзывов

<u>Алгоритм учёта эмоционально окрашенной информации в отзывах клиентов</u>

Разработанный алгоритм анализа эмоционально окрашенной информации в отзывах клиентов для задачи в терминах теории распознавания образов представлен на рис. 5.13.

На основе разработанного алгоритма проектируется прототип интеллектуальной системы учёта эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов сферы услуг на примере туристического комплекса.

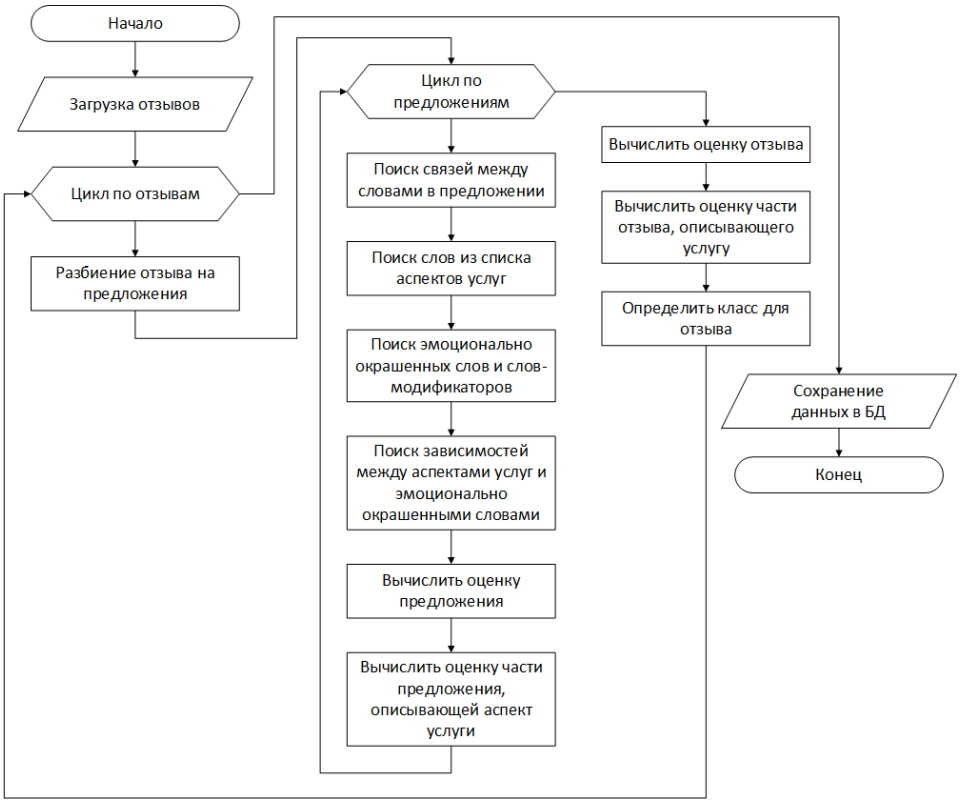


Рис. 5.13. Алгоритм анализа эмоционально окрашенной информации в отзывах

Выводы по главе 5

Разработан подход к поддержке принятия решений на этапе анализа обратной связи от клиентов на основе анализа ЭОИ из отзывов клиентов на естественном языке, размещённых в сети Интернет. Важную роль приобретают методы сбора и анализа информации об удовлетворённости клиентов и испытываемых ими эмоциях, от которых будет зависеть эффективность принимаемых решений по повышению эффективности процесса оказания услуг.

Разработана концептуальная схема управления процессом оказания услуг на основе мониторинга и измерения эмоционально окрашенной информации и удовлетворённости клиентов. Разработаны модели и методы анализа отзывов клиентов, основанные на адаптации моделей и методов обработки естественного неструктурированного языка, методов машинного обучения для обработки текстовых данных из отзывов клиентов.

ГЛАВА 6 ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ ПРИ АСПЕКТНОМ АНАЛИЗЕ ОТЗЫВОВ И ОЦЕНКЕ УДОВЛЕТВОРЁННОСТИ КЛИЕНТОВ НА ЭТАПЕ АНАЛИЗА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Шестая глава посвящена разработке моделей и методов поддержки принятия решений на этапе аспектного анализа отзывов и оценке удовлетворённости клиентов при анализе обратной связи от клиентов, а также разработке программного обеспечения анализа ЭОИ на этапе анализа обратной связи от клиентов. Анализ эмоциональной тональности отзывов позволяет оценить общую удовлетворённость клиентов, однако не даёт ответа на вопрос, что именно нравится или не нравится автору отзыва. Для того чтобы ответить на этот вопрос, во-первых, необходимо выяснить, какие аспекты упоминаются и оцениваются клиентами в отзывах. Во-вторых, оценить лексическую тональность автора в отношении упоминаемых в его отзыве аспектов услуги. Для извлечения аспектов услуг используется частотный подход. Для уменьшения размерности задачи выделенные аспекты собираются в аспектные группы. Разработанный метод аспектного анализа эмоциональности состоит в выполнении двух этапов: во-первых, извлечение аспектов продукции, во-вторых, определение эмоциональности предложений, в которых они упоминаются.

Предложены методы количественного и качественного анализа удовлетворённости клиентов, основанные на проведённом анализе отзывов клиентов. Разработанный метод количественного анализа позволяет проводить анализ удовлетворённости как в отношении своих услуг, так и услуг конкурентов. Качественный анализ удовлетворённости клиентов устанавливает взаимосвязи между удовлетворённостью услугой и отдельными её аспектами, а также позволяет оценить значимость аспектов для клиента. Качественный анализ основан на разработке модели дерева решений удовлетворённости клиента. Построенная модель дерева решений позволяет учитывать влияние на удовлетворённость не только отдельных эмоциональных высказываний в отношении аспектов, но и их

взаимное присутствие (или отсутствие) в тексте отзыва. С помощью модели дерева решений можно прогнозировать эмоциональность отзыва в зависимости от подаваемых на вход различных аспектных высказываний разной эмоциональности. На основе проведённого количественного и качественного анализа удовлетворённости клиентов аналитиком разрабатывается план мероприятий. Предложена методика по разработке плана мероприятий для повышения эффективности процесса оказания услуг и удовлетворённости клиентов. В соответствии с предложенными моделями, методами и алгоритмами разработан прототип СППР на примере туристического комплекса. Для оценки эффективности разработанного прототипа СППР были собраны данные из 635824 отзывов в секторе курортно-гостиничного бизнеса на русском языке, размещённые на популярном сайте tophotels.ru, за период 2014-2019 гг. В качестве мер для оценки эффективности классификаторов тональности использовались точность классификации, ROC-анализ и AUC (площадь под ROC-кривой). Полученные оценки точности классификации оказались достаточно высокими по сравнению с известными результатами других исследований по анализу тональности. Проведённое качественное исследование позволило определить основные пути повышения удовлетворённости клиентов отеля «А» путём повышения уровня качества в проблемных аспектных группах. Были обнаружены аспектные группы, способствующие удовлетворённости клиентов при наличии неудовлетворённости по значимым аспектным группам «Сервис» и «Питание».

6.1 Модели и методы аспектного анализа отзывов клиентов

Анализ эмоциональной тональности отзывов позволяет оценить общую удовлетворённость клиентов, однако не даёт ответа на вопрос, что именно нравится или не нравится автору отзыва. Для того чтобы ответить на этот вопрос, во-первых, необходимо выяснить, какие аспекты упоминаются и оцениваются клиентами в отзывах. Во-вторых, оценить лексическую тональность автора в отношении упоминаемых в его отзыве аспектов услуги [121].

Под аспектом понимаются характеристики, атрибуты, качества, свойства, характеризующие услугу. Процесс идентификации аспектов услуги из отзывов относится к задачам извлечения информации (information extraction) из неструктурированных и слабоструктурированных текстовых документов. Существует несколько подходов к решению задачи извлечения аспектов услуги.

1) Извлечение аспектов на основе частоты употребления существительных и фраз с существительными. На большом множестве текстовых документов подсчитываются частоты употребления существительных и фраз с их употреблением. Далее на основе полученных частот производится расчёт метрик и ранжирование полученных аспектов. В данном подходе применяются методы построения ассоциативных правил [161], методы на основе метрики TF-IDF [172], методы сравнения расчётных частот со словарными частотами, полученными из текстовых корпусов [202].
2) Извлечение аспектов на основе обнаружения связи между существительными и оценочными словами [168, 227]. Подход основан на следующем принципе: после оценочных слов, как правило, следует объект оценки, который является искомым аспектом услуги.
3) Извлечение аспектов с помощью машинного обучения с учителем [155, 195]. В качестве признаков, как правило, рассматриваются последовательности частей речи или употребляемых слов. Наиболее популярным методом обучения с учителем является обучение на основе скрытых марковских процессов.
4) Извлечение аспектов с помощью машинного обучения без учителя [51]. Наибольшую популярность получили методы машинного обучения без учителя на основе вероятностного латентно-семантического индексирования (Probabilistic Latent Semantic Indexing, PLSI) [159] и скрытого размещения Дирихле (Latent Dirichlet Allocation, LDA) [135]. Данные методы позволяют строить модель коллекции текстовых документов и определять, к каким темам (или аспектам) относится каждый документ и какие слова образуют каждую тему. Такие модели осуществляют т.н. мягкую кластеризацию,

позволяя документу или теме относиться к нескольким темам с различными вероятностями.

В данной работе используется подход к извлечению аспектов на основе частот. Предполагается, что в отзывах, посвящённых одной продукции, слова, обозначающие аспекты услуг, упоминаются потребителями значительно чаще, чем во всем языке в целом. Математически это означает, что частоты употребления некоторых слов в отзывах и в текстовом корпусе языка будут отличаться. Поэтому, чтобы извлечь слова-аспекты, относящиеся к услуге, необходимо сравнить частоты слов, употребляемых в отзывах, с их словарными частотами. Значительные положительные отклонения частот некоторых слов, вычисленных на основе отзывов, будут свидетельствовать об их связи с услугой и относиться к её аспектам.

Под частотным словарём понимается множество слов языка с информацией о частоте их встречаемости. Частотные словари строятся на основе текстовых корпусов. Для этого берётся большое число наборов различных текстов, представительных для языка в целом, и из них извлекаются все словоформы с подсчётом частот их употребления. Подобные частотные словари существуют и для русского языка. Один из них [63] используется в данной работе.

Как уже упоминалось выше, количество аспектов, определяющих качество услуги и оказывающих влияние на удовлетворённость клиентов, у услуги может быть очень велико. Подобная ситуация имела место в ходе проведения вычислительных экспериментов. К тому же, аспекты могут быть выражены в тексте словами-синонимами. В таких случаях имеет смысл объединение отдельных слов, обозначающих аспекты услуги, в аспектные группы.

Единственным отличием является то, что при аспектном анализе эмоциональности на вход классификатора будет подаваться не отзыв, а предложение с употреблением слов из аспектных групп продукции.

Описанные принципы положены в основу разработанного метода аспектного анализа эмоциональности, представленного на рис. 6.1. Разработанный метод содержит следующие предположения:

- если в предложении отзыва упоминается какой-либо аспект услуги, то лексическая тональность этого предложения определяет удовлетворённость клиента данным аспектом;
- если предложение отзыва содержит более одного аспекта, то лексическая тональность этого предложения определяет удовлетворённость клиента по каждому аспекту.

Разработанный метод аспектного анализа эмоциональности состоит в выполнении двух этапов: во-первых, извлечение аспектов услуг, во-вторых, определение эмоциональности предложений, в которых они упоминаются. В качестве слов-претендентов на аспекты услуги рассматриваются существительные, употребляемые во множестве отзывов. Автоматическая идентификация существительных осуществляется с помощью частотного словаря [63], который, помимо частот, содержит информацию о том, к какой части речи относится слово. Для каждого существительного производится оценка частот употребления на множестве отзывов. Далее полученные частоты сравниваются со словарными частотами путём нахождения разности между частотами. Значительные отклонения частот свидетельствуют о том, что существительное является аспектом услуги. Далее список существительных сортируется в порядке убывания. Извлечённые аспекты разбиваются на аспектные группы.

На втором этапе производится разбивка отзывов на предложения и их классификация по эмоциональности. Однако не все предложения имеют ярко выраженную эмоциональность, часть из них являются повествовательными и не содержат субъективного мнения, даже при упоминании какого-либо аспекта услуги. Наличие подобных предложений может искажать результаты анализа. Поэтому имеет смысл отфильтровывать эти предложения, тем самым они будут образовывать класс нейтральных предложений. Критерием фильтрации является параметр. Значение параметра подбирается эмпирическим путём. В случае классификации эмоциональности с помощью наивного байесовского классификатора предложение отфильтровывается при выполнении одного из условий:

$$\left\{\frac{\text{score}[pos]}{\text{score}[neg]} < h \middle| h > 1, \text{score}[pos] > \text{score}[neg]\right\}; \quad (6.1)$$

$$\left\{\frac{\text{score}[neg]}{\text{score}[pos]} < h \middle| h > 1, \text{score}[neg] > \text{score}[pos]\right\}, \quad (6.2)$$

где $\text{score}[neg]$ – оценка негативной эмоциональности;

$\text{score}[pos]$ – оценка позитивной эмоциональности.

В случае классификации эмоциональности с помощью метода опорных векторов предложение отфильтровывается при выполнении условия:

$$\left\{\left|\sum_{i=1}^{|D|} \lambda_i c_i d_i \cdot d - b\right| < h \middle| h \in (0; \infty)\right\}. \quad (6.3)$$

Предложения, в которых выявлена яркая позитивная или негативная эмоциональность и в которых содержится упоминание аспектов услуги, помечаются как мнения клиентов. Именно они используются при последующем анализе удовлетворённости клиентов, как по отдельным аспектам, так и в целом.

Метод аспектного анализа эмоциональности представлен на рис. 6.1.

Вход: множество отзывов D
Первый этап
Извлечь все существительные S на множестве отзывов D. Посчитать частоты употреблений существительных $\forall t = \overline{1, \lvert S \rvert}: f_t = N_t / N$ на всем множестве отзывов D, где N – число употреблений всех слов, N_t – число употреблений i-го существительного. Посчитать отклонения $\forall t: \Delta_t = f_t - f_t^v$ между посчитанными частотами f_t и словарными частотами f_t^v. Отсортировать множество существительных S по убыванию Δ_i. Разбить множество существительных S с $\Delta_i > 0$ на аспектные группы.
Выход: множество аспектных групп и составляющие их слова-аспекты.
Второй этап
Разбить множество отзывов на множество предложений. Классифицировать каждое предложение по эмоциональности. Для каждого предложения выполняется проверка: если оценка эмоциональности предложения (негативная или позитивная) превышает некоторый порог h и содержит хотя бы одно существительное из какой-либо аспектной группы, то предложение помечается как мнение об аспекте услуги.
Выход: позитивные и негативные предложения $\{Neg_{i1}, \dots, Neg_{im}, Pos_{i1}, Pos_{im}\}$ с упоминаниями слов из аспектных групп.

Рис. 6.1. Метод аспектного анализа эмоциональности

6.2 Исследование удовлетворённости клиентов

Результаты анализа тональности и эмоциональности отзывов и аспектного анализа эмоциональности по предложениям представляют собой матрицу данных, каждая строка которой соответствует одному отзыву. В общем виде столбцам матрицы данных соответствует набор данных (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Набор данных

Переменные	Значение / Формула расчёта
$\{Data_i, Obj_i, Rev_i, \dots, Sent_i, Neg_{i1}, \dots, Neg_{im}, Pos_{i1}, \dots, Pos_{im}\}$	В общем виде столбцам матрицы данных соответствует набор данных
$Data_i$	Дата публикации i-го отзыва или дата оказания услуги (строковый тип данных)
Obj_i	Наименование услуги, в отношении которой проводится исследование удовлетворённости, или её производителя (строковый тип данных)
Rev_i	Текст i-го отзыва (строковый тип данных)
$Sent_i$	Лексическая эмоциональность i-го отзыва (строковый тип данных, negative/positive)
Neg_{ij}	Негативные предложения с упоминанием слов из j-й аспектной группы в i-м отзыве (строковый тип данных)
Pos_{ij}	Позитивные предложения с упоминанием слов из j-й аспектной группы в i-м отзыве (строковый тип данных)
i	Номер отзыва
j	Номер аспектной группы услуг
m	Число аспектных групп

Количественный анализ удовлетворённости клиентов

Полученных результатов достаточно для того, чтобы провести количественное исследование удовлетворённости клиентов. Столбец данных Obj_i, содержащий наименование услуги или её производителя, по сути является идентификатором отзывов. С его помощью однозначно идентифицируются отзывы об услугах организации, проводящей исследование удовлетворённости, и отзывы об услугах конкурентов. Это позволяет проводить анализ удовлетворённости как в отношении своих услуг, так и услуг конкурентов. [15]

Дата публикации или дата оказания услуги, содержащаяся в столбце $Data_i$, позволяет разбивать отзывы по различным периодам (дням, неделям, месяцам, годам). Это даёт возможность анализировать динамику удовлетворённости

клиентов, выявлять тенденции в удовлетворённости и осуществлять мониторинг аномальных отклонений и всплесков.

Столбец данных $Sent_i$ представляет вектор оценок лексической эмоциональности отзывов, которая отражает степень удовлетворённости клиента услугой в целом. Данные оценки получаются с помощью применения классификатора эмоций, построенного на основе предложенных методов и моделей.

Столбцы данных Neg_{ij} и Pos_{ij} содержат негативные и позитивные предложения автора i-го отзыва с упоминанием слов из j-й аспектной группы. Если в отзыве нет таких предложений или они не имеют ярко выраженной эмоциональности, то соответствующие ячейки Neg_{ij} и Pos_{ij} будут пустыми. Возможна другая ситуация, когда в отзыве присутствует несколько предложений с упоминанием слов из одной аспектной группы. Тогда в ячейках Neg_{ij} или Pos_{ij} в зависимости от эмоций может присутствовать более одного предложения. Столбцы Neg_{ij} и Pos_{ij} позволяют проводить анализ удовлетворённости клиентов по отдельным аспектам услуг, что соответствует требованиям стандарта ИСО 10004.

Полученные результаты анализа загружаются в хранилище данных. Для оперативного анализа и последующей обработки данных используется технология OLAP (Online Analytical Processing). Данная технология основана на принципах многомерного представления и анализа данных. С помощью OLAP данные представляются в виде многомерного куба, по которому можно получать необходимые срезы данных для анализа удовлетворённости клиентов.

Рассмотрим математическую модель количественной оценки удовлетворённости клиентов.

Количественная оценка удовлетворённости клиентов в целом представляет собой долю позитивных отзывов относительно всех отзывов по данной услуге и рассчитывается по формуле:

$$\text{УП} = \frac{N^{pos}}{N^{pos}+}, \tag{6.4}$$

где N^{pos} – число позитивных отзывов об услугах, т.е. для которых $Sent_i =$ «positive»; N^{neg} – число негативных отзывов об услугах, т.е. для которых $Sent_i =$ «negative».

Оценка удовлетворённости клиентов j-й аспектной группой представляет собой долю отзывов, в которых имеются позитивные предложения с упоминанием слов j-й аспектной группы относительно числа отзывов, содержащих эмоционально окрашенные предложения с упоминанием слов j-й аспектной группы и рассчитывается по формуле:

$$\text{УП}_j = \frac{n_j^{pos}}{n_j^{pos} + n_j^{neg}} \cdot 100\%, \tag{6.5}$$

где n_j^{pos} – число отзывов, содержащих позитивные предложения с упоминанием слов j-й аспектной группы, для которых $Pos_{ij} \neq null$;

n_j^{neg} – число отзывов содержащих негативные предложения с упоминанием слов j-й аспектной группы, т.е. для которых $Neg_{ji} = null$;

j – номер аспектной группы.

Разработан метод количественного анализа удовлетворённости клиентов на основе ЭОИ (рис. 6.2).

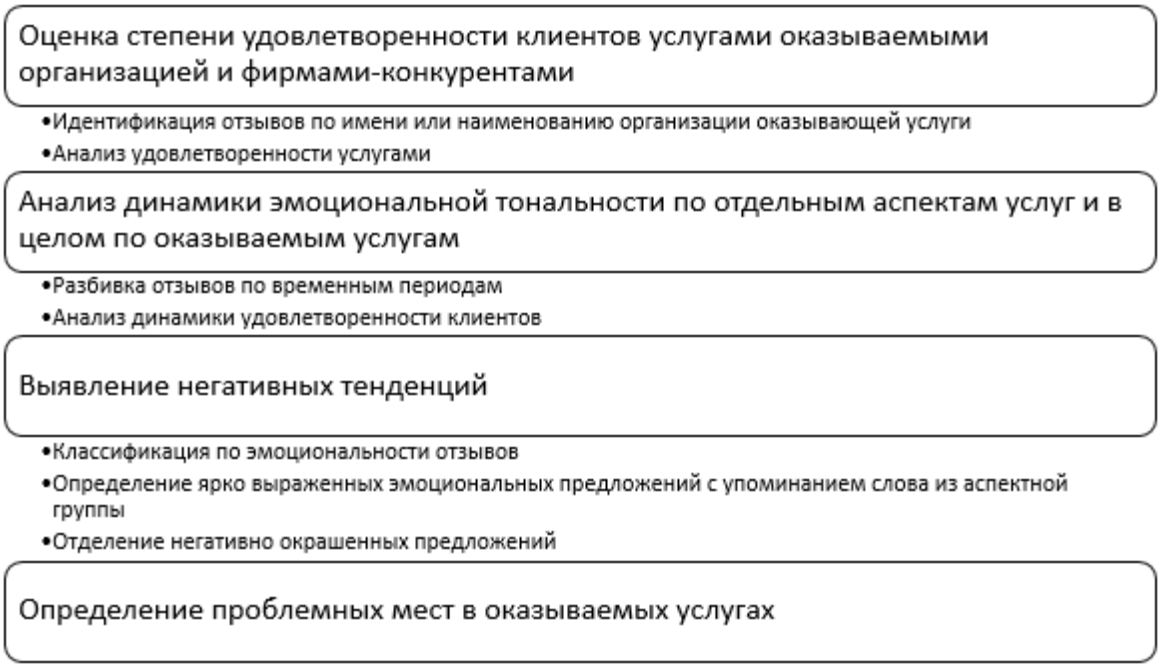


Рис. 6.2. Метод количественного анализа удовлетворённости клиентов на основе ЭОИ

Качественный анализ удовлетворённости клиентов

Для проведения качественного анализа удовлетворённости клиентов необходимо установить взаимосвязи между удовлетворённостью услугой и отдельными её аспектами, а также оценить значимости аспектов для клиента.

Данная схема реализуется с использованием анализа предварительно преобразованных данных методом деревьев решений. Основные его преимущества – простота интерпретации, способность объяснять ситуации при помощи булевой логики и визуализации полученного дерева. Данный метод также является методом машинного обучения и использует модель «белого ящика». Для построения деревьев решений в данной работе используется алгоритм C4.5 [194].

На рис. 6.3 представлен метод качественного анализа удовлетворённости клиентов, разработанный в соответствии с этими задачами.

Вход: позитивные и негативные предложения $\{Neg_{i1}, \dots, Neg_{im}, \dots, Pos_{i1}, \dots, Pos_{im}\}$ с упоминаниями слов из аспектных групп. Тональные метки $Sent_{\mathrm{i}}$.
Преобразовать строковые данных $\{Sent_i, Neg_{i1}, \dots, Neg_{im}, Pos_{i1}, \dots, Pos_{im}\}$ в логический тип данных для всех отзывов i по следующим правилам: Если $Sent_i =$ positive, то $newSent_i = 1$, иначе $newSent_i = 0$ Если $Neg_{ij} \neq null$, то $newNeg_{ij} = 1$, иначе $newNeg_{ij} = 0$ Если $Pos_{ij} \neq null$, то $newPos_{ij} = 1$, иначе $newPos_{ij} = 0$ Построить деревья решений на всех отзывах i и на отзывах по продукции отдельных предприятий, при этом бинарная переменная $newSent_i$ является зависимой переменной (класс негативных и позитивных отзывов), а бинарные переменные $\{newNeg_{i1}, \dots, newNeg_{im}, \dots, newPos_{i1}, \dots, newPos_{im}\}$ являются независимыми переменными (атрибутами). Рассчитать значимости аспектных групп.
Выход: дерево решений и его логическое представление в виде правил, оценки значимостей аспектных групп.

Рис. 6.3. Метод качественного анализа удовлетворённости клиентов

Выходом разработанной схемы является построенное решающее дерево. Пример модели дерева решений удовлетворённости клиента представлен на рис. 6.4. Узлами дерева являются аспектные переменные $\{newNeg_{i1}, \dots, newNeg_{im}, \dots, newPos_{i1}, \dots, newPos_{im}\}$, т.е. возможное наличие в отзыве эмоциональных предложений, содержащих слова из какой-либо аспектной группы. Рёбрами дерева являются значения аспектных переменных. Каждая

аспектная переменная $\{newNeg_{i1}, \dots, newNeg_{im}, \dots, newPos_{i1}, \dots, newPos_{im}\}$ принимает два значения: 0 или 1, т.е. эмоциональные предложения с упоминанием слов из аспектной группы могут либо присутствовать в отзыве, либо отсутствовать. Листьями дерева являются классы эмоциональности отзыва, т.е. каждая ветвь приводит либо к положительному отзыву, либо к негативному отзыву, что соответствует удовлетворённости или неудовлетворённости клиента.

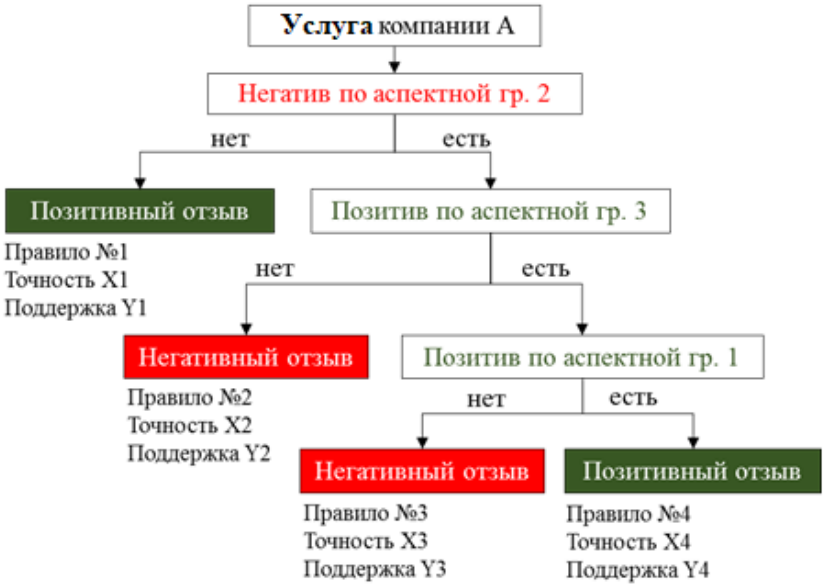


Рис. 6.4. Пример модели дерева решений удовлетворённости клиента

Каждая ветвь построенного дерева решения представляет собой логическую конструкцию и называется правилами. Каждое правило можно представить в виде булевских функций в дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ) или на естественном языке. Так дерево, представленное на рис. 6.4, состоит из четырёх правил:

$$\begin{cases} 1)\ \overline{\text{Нег. асп. гр. 2}} \rightarrow \text{Поз. отзыв} \\ 2)\ \text{Нег. асп. гр. 2} \cap \overline{\text{Поз. асп. гр. 3}} \rightarrow \text{Нег. отзыв} \\ 3)\ \text{Нег. асп. гр. 2} \cap \text{Поз. асп. гр. 3} \cap \overline{\text{Поз. асп. гр. 1}} \rightarrow \text{Нег. отзыв} \\ 4)\ \text{Нег. асп. гр. 2} \cap \text{Поз. асп. гр. 3} \cap \text{Поз. асп. гр. 1} \rightarrow \text{Поз. отзыв} \end{cases} \quad (6.6)$$

Преимуществом метода деревьев решений также является возможность статистически оценить каждое построенное правило. Для этого используются оценки достоверности и поддержки правила.

Достоверность представляет собой меру точности правила и измеряется в процентах от объёма исходной обучающей выборки, в нашем случае от числа обучающих отзывов. Достоверность показывает, какая доля отзывов, содержащих данное правило, имеет эмоциональность отзыва, соответствующую данному правилу, и рассчитывается по формуле:

$$T(R,C) = \frac{N(R,C)}{N(R)} \cdot 100\%, \tag{6.7}$$

где $N(R,C)$ – число отзывов в обучающей выборке, содержащих условия правила R и принадлежащих к классу C;

$N(R)$ – число отзывов в обучающей выборке, содержащих условия правила R.

Поддержкой называется доля отзывов, содержащих условия правила R относительно всего множества отзывов. Поддержка характеризует степень распространённости правила и рассчитывается по формуле:

$$S(R < C) = \frac{N(R)}{N} \cdot 100\%, \tag{6.8}$$

где N – общее число отзывов в обучающей выборке;

$N(R)$ – число отзывов в обучающей выборке, содержащих условия правила R;

Значимость аспектной группы отражает, насколько сильно эмоциональность отзывов определяется позитивной или негативной эмоциональностью данной аспектной группы. После построения дерева классификационных правил по методике, приведённой в [84], рассчитывается значимость. Число переменных $\{newNeg_{i1}, \dots, newNeg_{im}, \dots, newPos_{i1}, \dots, newPos_{im}\}$ равно $2m$. Тогда формула для расчета значимости q-й аспектной переменной из $\{newNeg_{i1}, \dots, newNeg_{im}, \dots, newPos_{i1}, \dots, newPos_{im}\}$ будет иметь вид:

$$З_q = \frac{\sum_{j=1}^{k_q}\left(E_{q,j} - \sum_{i=1}^{n_{q,j}} E_{q,j,i} \cdot \frac{N_{q,j,i}}{N_{q,j}}\right)}{\sum_{l=1}^{2m}\sum_{j=1}^{k_i}\left(E_{l,j} - \sum_{i=1}^{n_{l,j}} E_{l,j,i} \cdot \frac{N_{l,j,i}}{N_{l,j}}\right)} \cdot 100\%, \tag{6.9}$$

где $З_q$ – значимость q-й аспектной переменной;

k_l – количество узлов, которые были разбиты по аспектной переменной l;

$E_{l,j}$ – энтропия родительского узла, разбитого по аспектной переменной l;

$E_{l,j,i}$ – дочерний узел для j-ого узла, который был разбит по аспектной переменной l;

$N_{l,j}$, $N_{l,j,i}$ – количество примеров в соответствующих узлах;

$n_{l,j}$ – количество дочерних узлов для j-ого родительского узла.

Значимость аспектных переменных измеряется в процентах. Сумма значимостей по всем аспектным переменным составляет 100%.

Описанная схема качественного анализа данных позволяет понять, какие эмоциональные высказывания об аспектах услуги влияют на эмоциональность всего отзыва или, другими словами, какие аспекты услуги и каким образом влияют на удовлетворённость клиента. Построенная модель дерева решений позволяет учитывать влияние на удовлетворённость не только отдельных эмоциональных высказываний в отношении аспектов, но и их взаимное присутствие (или отсутствие) в тексте отзыва. Возможно обнаружение эффекта замещения, когда неудовлетворённость одним аспектом услуги может замещаться удовлетворённостью другим аспектом или аспектами услуг, что в конечном счёте приводит к удовлетворённости услугами и позитивному отзыву. Модель дерева решений также позволяет выявить наиболее значимые аспекты услуг, которые являются ключевыми для клиента.

С помощью модели дерева решений можно прогнозировать эмоциональность отзыва в зависимости от подаваемых на вход различных аспектных высказываний разной эмоциональности. По сути, это даёт возможность экспериментально оценить удовлетворённость клиента в зависимости от удовлетворённости отдельными атрибутами услуг. Прогнозирование и анализ влияния различных входных вариантов на удовлетворённость клиентов в конечном итоге позволяет эффективно распределять бюджет организации на поддержание высокого качества оказываемых услуг.

Поддержка принятия решений при разработке мероприятий по повышению эффективности процесса оказания услуг

Разработан метод поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг с учётом ЭОИ из отзывов клиентов (рис. 6.5).

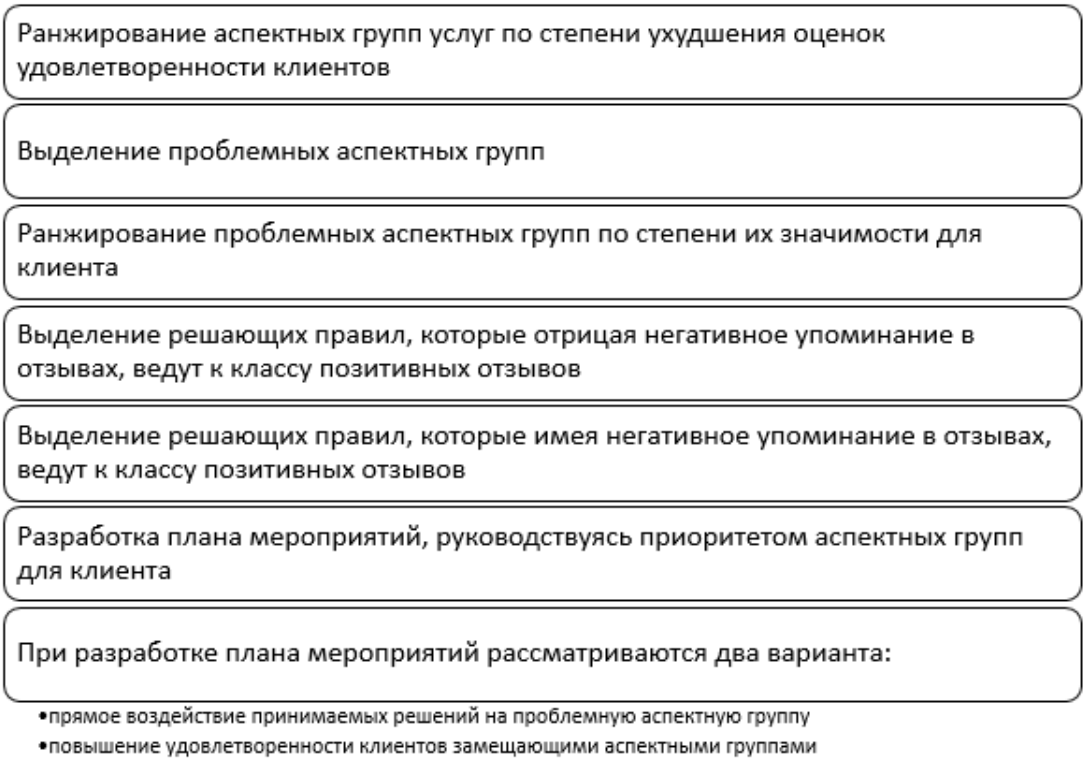


Рис. 6.5. Метод ППР при управлении процессом оказания услуг с учётом ЭОИ из отзывов клиентов

На основе проведённого количественного и качественного анализа удовлетворённости клиентов аналитиком разрабатывается план мероприятий. В соответствии с этим разработана пошаговая инструкция по разработке плана мероприятий для повышения эффективности процесса оказания услуг и удовлетворённости клиентов.

1. Ранжировать аспектные группы услуг по степени отклонения оценок удовлетворённости от оценок удовлетворённости услуг конкурентов или оценок удовлетворённости предыдущих периодов.
2. Выделить проблемные аспектные группы, по которым наблюдаются неблагоприятные отрицательные отклонения.
3. Ранжировать проблемные аспектные группы по степени их значимости для клиента.
4. Для каждой проблемной аспектной группы выделить решающие правила, которые содержат логическое отрицание негативных упоминаний по аспектной группе с позитивной эмоциональностью отзыва на выходе.

5. Для каждой проблемной аспектной группы выделить решающие правила, которые содержат негативные упоминания по аспектной группе с позитивной эмоциональностью отзыва на выходе.
6. Разработать план мероприятий по повышению удовлетворённости клиентов аспектными группами услуг, по которым наблюдаются отрицательные отклонения. При разработке плана мероприятий и принятии соответствующих решений руководствоваться приоритетом по значимостям аспектных групп для клиента.
7. При разработке плана мероприятий по повышению удовлетворённости клиентов отдельной аспектной группой рассматривать два варианта: 1) прямое воздействие принимаемых решений на проблемную аспектную группу или 2) опосредованное воздействие на проблемную аспектную группу путём повышения удовлетворённости замещающих аспектных групп. При выборе руководствоваться достоверностью и поддержкой полученных правил.

Для более детальной проработки плана мероприятий по повышению эффективности процесса оказания услуг негативные и позитивные упоминания, извлечённые из отзывов, могут направляться в функциональные подразделения организации в соответствии с курируемыми ими аспектами услуг.

6.3 Разработка прототипа системы поддержки принятия решений на примере туристического комплекса

В соответствии с разработанными моделями, методами и алгоритмами разработан прототип ИСППР на примере туристического комплекса. Выполнение функций каждой подсистемы обеспечивается соответствующим программным обеспечением.

1. Подсистема мониторинга и сбора данных обеспечивается модулем для веб-парсинга Content Downloader [88].
2. Подсистема хранения данных обеспечивается системой управления реляционными базами данных Microsoft SQL Server [86].

3. Подсистема анализа данных обеспечивается разработанной программой «Анализатор тональности» для классификации тональности текста с использованием машинного обучения [96]. Используется аналитическая платформа Deductor для построения деревьев решений [85]. Разработанный модуль Emotion Analyzer используется для автоматического распознавания эмоционально окрашенной информации из отзывов.
4. Подсистема взаимодействия с пользователем реализуется при помощи стандартного функционала Microsoft Excel [87].

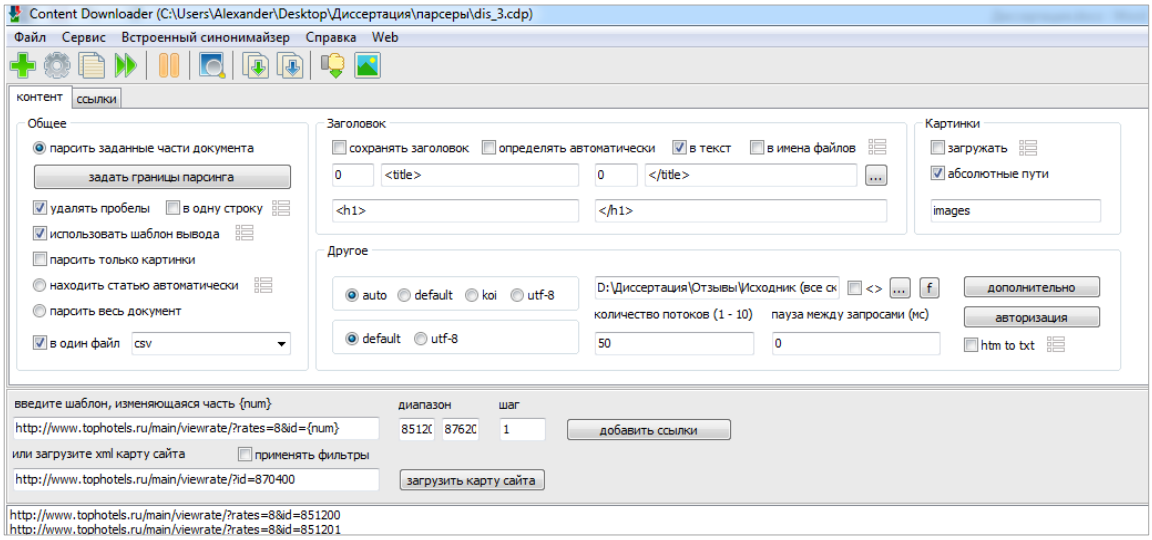


Рис. 6.6. Интерфейс модуля Content Downloader

Модуль Content Downloader предназначен для профессионального сбора контента с любых интернет-ресурсов. В данной работе он используется для сбора отзывов клиентов об отелях и гостиницах мира. Принцип работы с Content Downloader достаточно прост. Интерфейс модуля интуитивен и способствует пониманию пользователя (рис. 6.6). Модуль имеет инструменты работы с HTML-кодом интернет-страниц. Сбор контента производится путём указания границ HTML-кода нужного контента на интернет-странице. Программа имеет возможность многопоточного сбора данных, обеспечивает предварительную обработку контента в процессе сбора, удаляя фрагменты HTML-кода.

Собираемый контент сохраняется в одном из доступных форматов. Одним из таких форматов является CSV (Comma-Separated Values) – текстовый формат,

предназначенный для отображения табличных данных. В данном формате каждая строка соответствует строке таблицы, а значения отдельных столбцов разделяются специальным символом, например запятой («,») или точкой с запятой («;»). Такой формат позволяет сохранять собираемый контент с интернет-страницы в табличном виде, что очень удобно для последующей работы с данными. Например, при сборе отзывов клиентов собираемый контент сохраняется в соответствующие столбцы таблицы: дата, наименование услуги, организация, текст отзыва, оценки по услуге и т.д.

В системе управления реляционными базами данных Microsoft SQL Server используется язык запросов Transact-SQL для обеспечения хранения собираемых отзывов, результатов анализа тональности отзывов и аспектного анализа тональности. Для загрузки собранного контента в формате CVS в базу данных используется инструмент SQL Server Import and Export Wizard. Для управления базой данных отзывов используется инструмент SQL Server Management Studio. База данных обеспечивает функцию контроля загружаемых данных путём поиска и удаления дубликатов отзывов клиентов.

Для реализации методов и моделей обработки и анализа текстовых данных была разработана специальная программа «Анализатор тональности» (рис. 6.7). Программа разработана по принципу объектно-ориентированного программирования на языке C# [87, 83] в среде разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio [117]. Язык программирования C# отличается простотой, объектной ориентированностью, типовой защищённостью, функцией «сборки мусора», поддержкой совместимости версий и др. Применение языка C# на платформе Visual Studio позволило легко и быстро разработать программу для анализа текста.

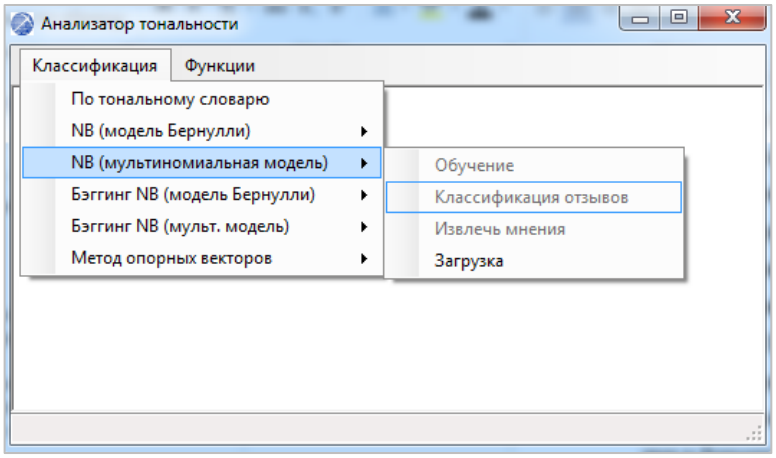


Рис. 6.7. Интерфейс модуля «Анализатор тональности»

Модуль «Анализатор тональности» обрабатывает данные, представленные в формате CSV. Результаты обработки также выгружаются в формате CSV. Для работы с текстовыми данными используются системные словари, которые подгружаются во время запуска программы.

Главный словарь содержит список всевозможных слов и словоформ. Первичное наполнение главного словаря производится словами из частотного словаря. Последующее наполнение словаря производится путём извлечения слов и словоформ из множества отзывов. Главный словарь используется для индексирования отзывов с целью ускорения процесса обработки и сокращения требований к объёму оперативной памяти.

Частотный словарь содержит список слов, их части речи и частоты употребления, полученные на основе данных корпуса русского языка [63]. Используется для извлечения аспектов услуг. Аспектный словарь содержит слова-аспекты, которые образуют аспектные группы. Наполнение производится после процедуры извлечения аспектов услуг. Используется при аспектном анализе тональности. Словарь слов-исключений содержит список часто употребляемых слов, которые не несут смысловой нагрузки; используется для их поиска и исключения при обработке текста. Словарь позитивных и негативных слов используется для словарной классификации тональности.

При обработке текста все слова проходят процедуру лемматизации. Для обеспечения процедуры лемматизации используется библиотека для лемматизации

Lemma Gen [46], реализованная на основе машинного обучения. Библиотека включает 15 языков, в том числе русский язык.

При программной обработке текстовых документов пользователи сталкиваются с проблемой переполнения оперативной памяти и с низкой скоростью обработки текстовых данных. Это связано с тем, что отдельное слово представляет собой массив символов, поэтому текст занимает большой объем оперативной памяти. Интуитивно напрашивается решение хранить в оперативной памяти не слова, а лишь указатели на слова из некоторого списка. Сам список слов будет храниться в некотором отсортированном массиве, который не занимает много места. Ссылка представляет собой номер ячейки массива слова, является целочисленной переменной и занимает гораздо меньше памяти, чем массив символов.

Описанный подход реализован в «Анализаторе тональности». Функцию отсортированного списка слов выполняет главный словарь. Загружаемый текстовый отзыв раскладывается на отдельные слова, которые лемматизируются. Затем производится их бинарный поиск по главному словарю для определения ячеек-указателей и их записи в целочисленный массив. В конечном итоге отзыв представляет собой массив целочисленных переменных-указателей, длина которого равна количеству слов в отзыве.

«Анализатор тональности» имеет функцию извлечения аспектов. На вход подаётся массив отзывов. На выходе получается файл, содержащий список слов, отсортированный по убыванию величины разности частот. В начале полученного списка находятся слова, характеризующие товар или услугу. Данные слова являются аспектами услуг. Объединение близких по смыслу аспектов образует аспектные группы.

В программе «Анализатор тональности» реализованы шесть методов машинного обучения для классификации тональности:

1. наивный байесовский классификатор на основе мультиномиальной модели;
2. наивный байесовский классификатор на основе модели Бернулли;
3. метод опорных векторов;

4. построение ансамблей наивных байесовских классификаторов (мультиномиальная модель);
5. построение ансамблей наивных байесовских классификаторов (модель Бернулли);
6. классификация по словарю негативных и позитивных слов.

Для обучения классификатора пользователь указывает путь к обучающей выборке позитивных и негативных отзывов. Также можно указать множество неразмеченных отзывов, которые нужно классифицировать. Информацию о параметрах обученного классификатора можно сохранить и впоследствии загружать его снова для классификации вновь поступающих отзывов.

При классификации тональности отзывов на вход подаётся массив отзывов. На выходе получается файл с вектором тональных меток $\{neg; pos\}$. При аспектной классификации тональности на вход подаётся массив отзывов. На выходе получается файл, содержащий негативные и позитивные предложения, в которых упоминаются слова, являющиеся аспектами услуг.

Данные предложения разбиты по столбцам $Neg_{i1}, \dots, Neg_{im}, Pos_{i1}, \dots Pos_{im}$ в соответствии с их тональностью и принадлежностью аспекта к аспектной группе. Получаемые результаты анализа тональности консолидируются и подгружаются в базу данных.

Разработанная для автоматического определения эмоционально окрашенной информации из отзывов программа была названа Emotion Analyzer.

Загрузка программы сопровождается главной страницей (рис. 6.8).

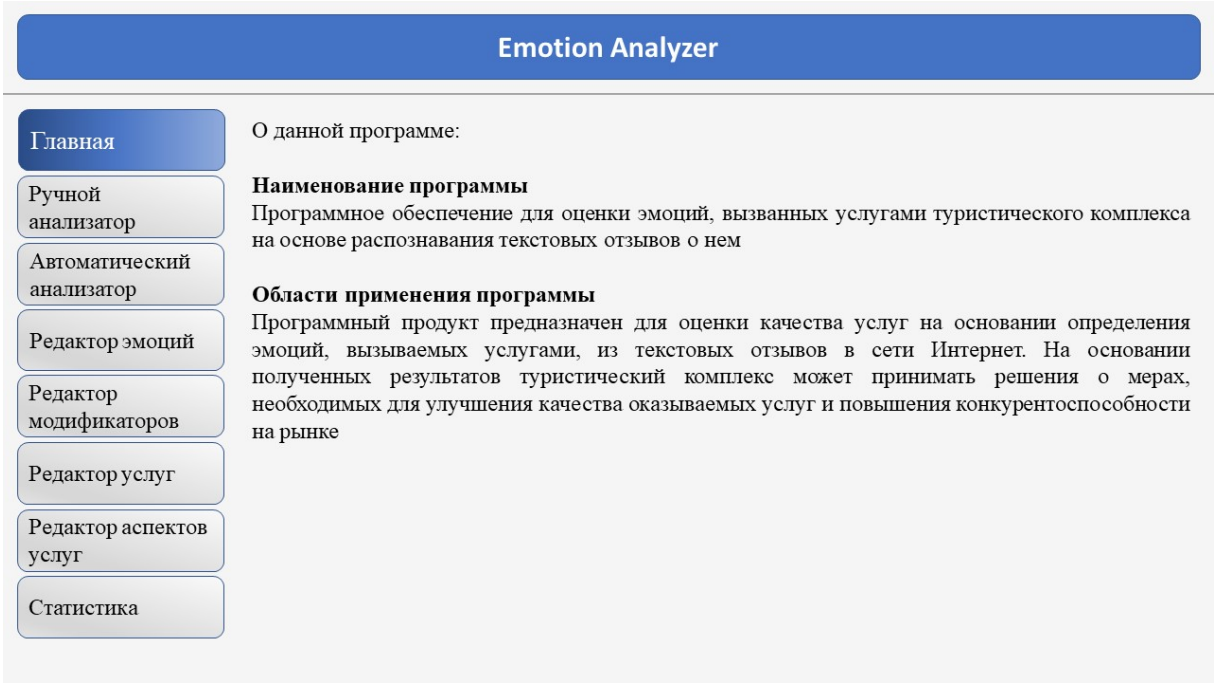


Рис. 6.8. Главная страница модуля Emotion Analyzer

Раздел «Ручной анализатор» позволяет в ручном режиме загрузить отзыв, проанализировать его и вывести результаты анализа. Ручной режим требуется для проверки корректности работы программы и сравнения с «ручным» расчётом. Окно программы показано на рис. 6.9.

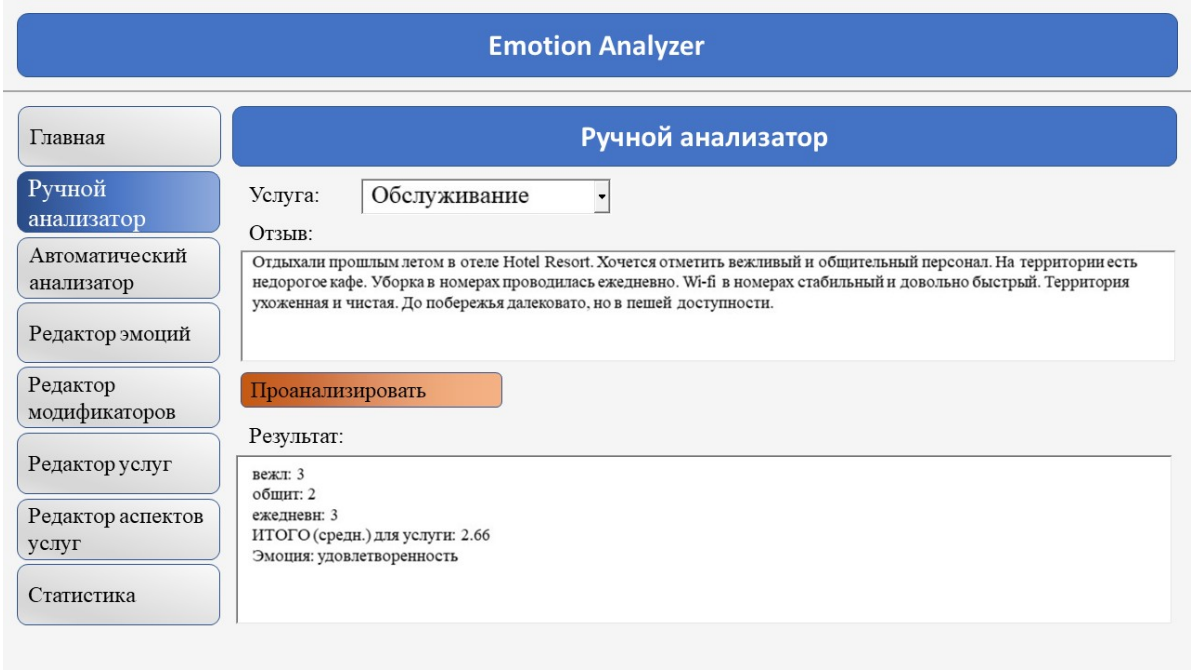


Рис. 6.9. Окно ручного анализатора EmotionAnalyzer

Редактор эмоций позволяет добавить в базу эмоционально окрашенные слова и присвоить им веса по шкале [-5;5], где -5 выражает эмоцию крайнего гнева, а 5 – эмоцию крайней радости (рис. 6.10), а также найти занесённое в базу слово и изменить его оценку; редактор модификаторов (рис. 6.11) позволяет внести в базу слово-модификатор.

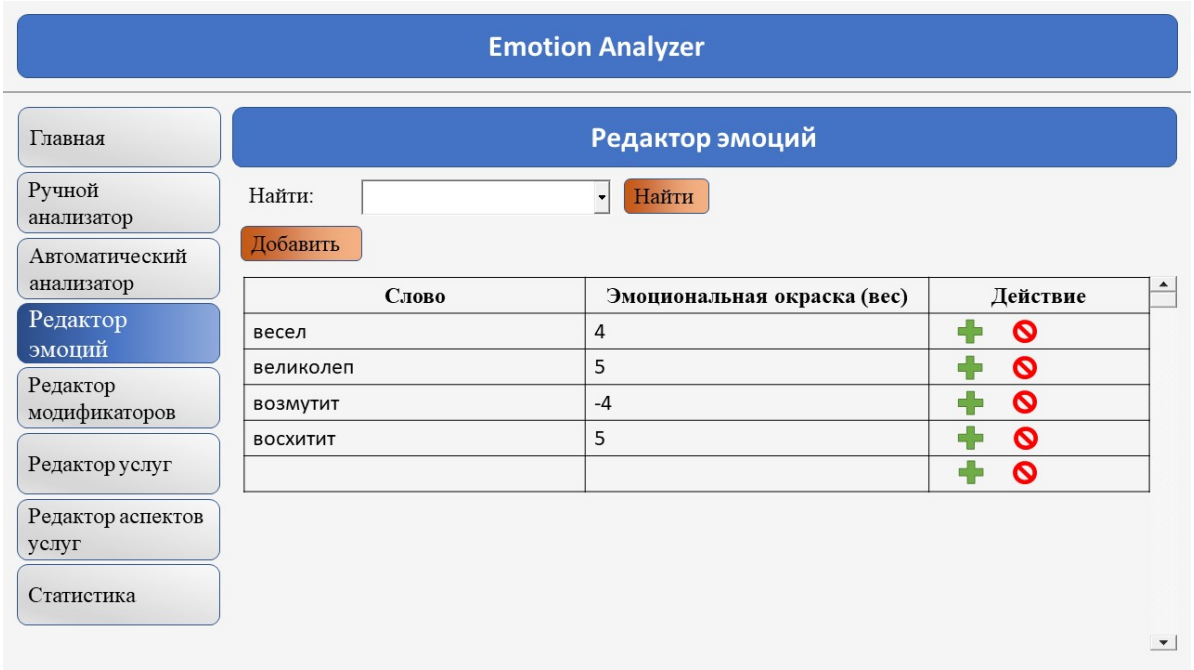


Рис. 6.10. Окно редактора эмоций Emotion Analyzer

Рис. 6.11. Окно редактора слов-модификаторов Emotion Analyzer

Редактор услуг и их аспектов позволяет добавить услуги и их аспекты. Были добавлены услуги: транспорт, проживание и обслуживание. Для аспектов, соответствующих услугам (табл. 5.2) добавляются слова-маркёры, например, для аспектов транспортных услуг это слова «автобус», «перевозка», «трансфер», «такси», «водитель» и т.д.

Окно «Статистика» показывает статистику по всем услугам на основании всех отзывов: количество отзывов, где упомянута услуга, средняя эмоциональная оценка, данная в отзыве об услуге, и эмоция, соответствующая этой оценке в соответствии с таблицей 5.3. Окно статистики показано на рис. 6.12.

Для построения деревьев решений используется аналитическая платформа Deductor (рис. 6.13). Она предназначена для аналитической обработки данных и позволяет решать широкий спектр аналитических задач. Построение деревьев в Deductor'е реализуется по методу C4.5.

Услуга	Количество отзывов, упоминающих услугу	Средняя эмоциональная окраска (вес)	Класс эмоций
Транспорт	99	0.9	Дискомфорт
Питание	63	-1.6	Отвращение
Проживание	120	3.4	Радость
Обслуживание	107	1.7	Удовлетворенность

Рис. 6.12. Окно статистики Emotion Analyzer

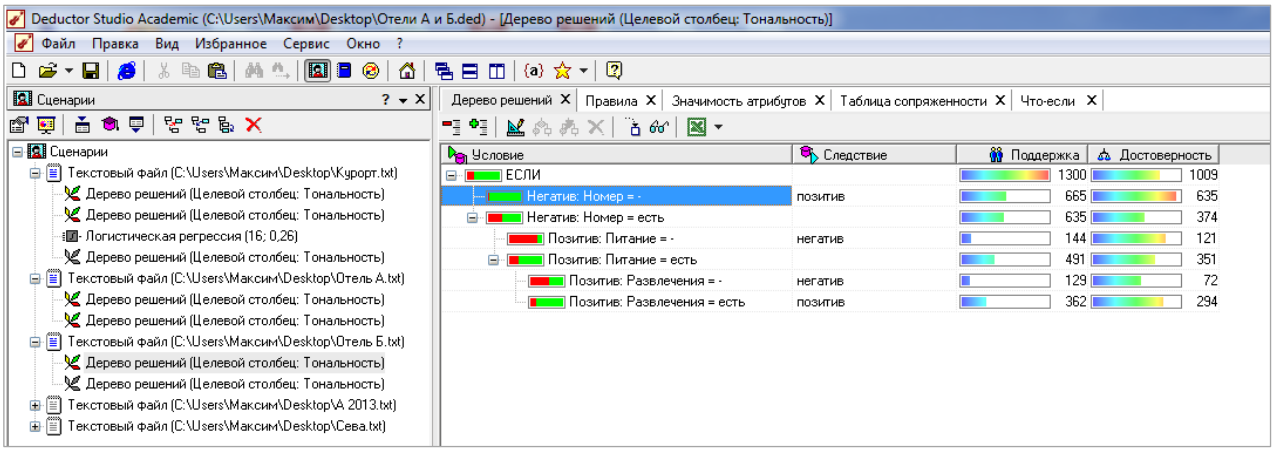
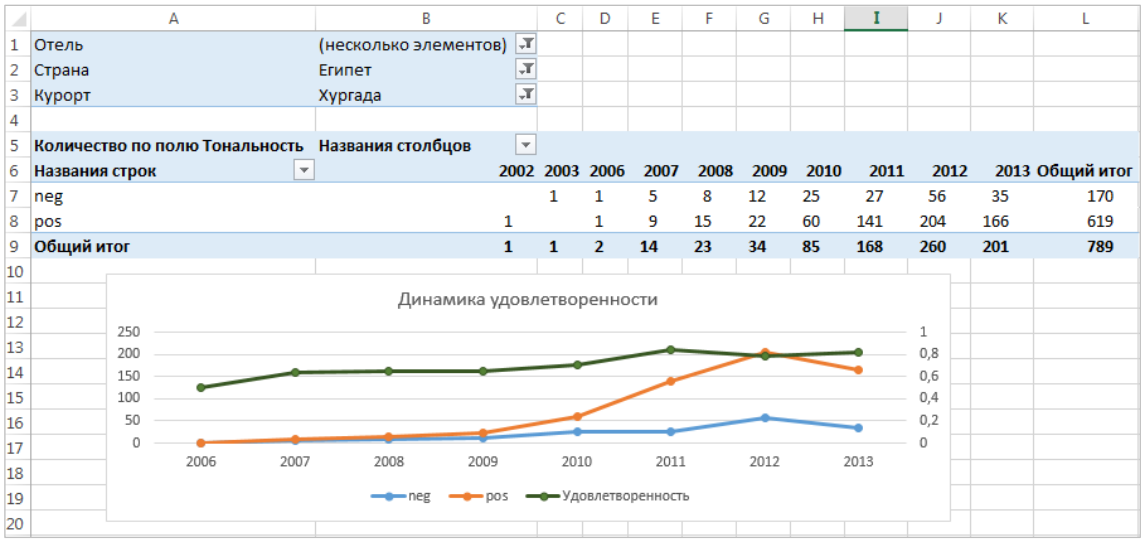


Рис. 6.13. Интерфейс аналитической платформы Deductor

Обработка данных реализуется по схеме качественного анализа удовлетворённости клиентов. Результаты анализа тональности, преобразованные к логическому типу данных, поступают на вход Deductor’a. Для построения дерева решения задаётся зависимая переменная – бинарный вектор тональных меток отзывов и независимые переменные – бинарные векторы тональных меток аспектных групп. На выходе получается построенное дерево решений, логические правила и оценки их достоверности и поддержки, оценки значимости аспектных групп.

Консолидация результатов обработки и анализа отзывов производится в Microsoft Excel (рис. 6.14). Из Excel производится подключение к базе данных SQL Server, откуда подгружаются данные для построения OLAP-кубов и анализа различных срезов данных. В Excel’e производится построение графиков удовлетворённости клиентов. Аналитик на основе имеющейся совокупной информации и в соответствии с разработанной инструкцией создаёт план мероприятий по повышению эффективности процесса оказания услуг и удовлетворённости клиентов.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Отель	(несколько элементов)										
2	Страна	Египет										
3	Курорт	Хургада										
4												
5	**Количество по полю Тональность**	**Названия столбцов**										
6	**Названия строк**	**2002**	**2003**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**Общий итог**
7	neg		1	1	5	8	12	25	27	56	35	170
8	pos	1		1	9	15	22	60	141	204	166	619
9	**Общий итог**	**1**	**1**	**2**	**14**	**23**	**34**	**85**	**168**	**260**	**201**	**789**

Рис. 6.14. Рабочее поле Microsoft Excel

6.4 Результаты анализа эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений

Для оценки эффективности разработанного прототипа ИСППР были собраны данные из 635824 отзывов в секторе курортно-гостиничного бизнеса на русском языке, размещённые на популярном сайте tophotels.ru, за период 2014-2019 гг. [47].

Описательная статистика по собранным отзывам приведена в табл. 6.2. Для написания отзыва об отеле авторами в среднем используется 37 предложений и 352 слова. Наиболее часто встречающиеся отзывы состоят из 10 предложений и 82 слов. Максимальный по размеру отзыв состоит из 453 предложений. Максимальное число употреблённых в одном отзыве слов составляет 5318.

Таблица 6.2 – Описательная статистика по отзывам

Статистические показатели	Предложения, шт.	Слова, шт.
Среднее число	37	352,1
Медиана	26	250
Мода	10	82
Стандартное отклонение	38,2	353,7
Минимум	1	3
Максимум	453	5318

Для проведения анализа, обработки собранных данных и построения рабочего классификатора, который используется для классификации по тональности всего множества собранных отзывов, была произведена оценка эффективности разработанных методов классификации тональности на основе машинного обучения. Для оценки эффективности методов классификации тональности использовалась разработанная программа «Анализатор тональности».

В задачи оценки эффективности методов входило:

- сравнить методы машинного обучения: наивный байесовский классификатор, метод опорных векторов, мета алгоритм бэггинга;
- сравнить эффективность методов при использовании частного и бинарного векторного представления отзывов;
- оценить влияние часто употребляемых слов на качество классификации;
- оценить влияние отрицательных частиц «не» и «ни» на точность классификации;
- выбрать эффективный метод построения классификатора для разметки всего множества собранных отзывов.

В качестве мер для оценки эффективности классификаторов тональности использовалась точность классификации (Accuracy), ROC-анализ и AUC (площадь под ROC-кривой). Точность классификации рассчитывается по формуле:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \cdot 100\%, \quad (6.10)$$

где TP – число верно классифицированных положительных отзывов;

TN – число верно классифицированных негативных отзывов;

FP – число неверно классифицированных положительных отзывов;

FN – число неверно классифицированных негативных отзывов.

ROC-анализ используется для оценки качества бинарной классификации методов машинного обучения. В основе ROC-анализа (Receiver Operator Characteristic) лежит построение ROC-кривой, которая показывает зависимость числа верно классифицированных позитивных отзывов от числа неверно классифицированных негативных отзывов. ROC-кривая идеального

классификатора проходит через координаты {(0, 0), (0, 1), (1, 1)}, поэтому чем ближе ROC-кривая располагается к верхнему левому углу, тем выше обобщающая способность классификатора.

Для сравнения нескольких ROC-кривых используется мера AUC (Area Under Curve) – площадь под ROC-кривой. Значение AUC лежит в диапазоне от 0,5 до 1. Чем ближе значение к единице, тем выше обобщающая способность классификатора. Схема построения ROC-кривой и вычисления AUC представлена на рис. 6.15.

Вход: контрольное множество отзывов D с вектором оценок тональности $f_i = \frac{\text{score}_\text{i}[pos]}{\text{score}_\text{i}[neg]}, \forall i = \overline{1, \lvert D \rvert}$ и метки тональности $\{C^+, C^-\}$
1. Вычислить количество позитивных c^+ и негативных отзывов c^- в каждом классе в множестве D. 2. Упорядочить множество D по убыванию значений оценок тональности f. 3. Установить начальную точку $(X_0, Y_0) \coloneqq (0,0)$, $AUC = 0$. 4. Для всех $i \coloneqq 1..\lvert D \rvert$ на упорядоченном множестве D выполнить: 4.1. Если $D_i \in C^-$, то сместить кривую на шаг вправо: $X_i \coloneqq X_{i-1} + \frac{1}{C^{-1}}; Y_i \coloneqq Y_{i-1}$, $AUC \coloneqq AUC + \frac{1}{C^{-1}} \cdot Y_i$. иначе сместить кривую на шаг вверх: $X_i \coloneqq X_{i-1}; Y_i \coloneqq Y_{i-1} + \frac{1}{C^+}$.
Выход: последовательность точек$\{(X_i, Y_i)\}_{i=0}^{C}$ ROC-кривой, AUC – площадь под ROC-кривой.

Рис. 6.15. Схема построения ROC-кривой

Интернет-ресурс tophotels.ru использует 5-бальную оценочную шкалу. Отзыв может иметь суммарное количество баллов по трём аспектам от 3 до 15. Обучение классификаторов производилось на выборке позитивных и негативных отзывов, сформированной на основе информации из авторских оценок по аспектам $\{Place_i, Foos_i, Service_i\}$. Выборку позитивных отзывов составили 15790 отзывов с суммарной авторской оценкой 15 баллов. Выборку негативных отзывов составили 15790 отзывов с суммарными авторскими оценками 3 и 4 балла. При дальнейшей обработке данных авторские оценки не используются.

Для классификации тональности отзывов использовалась бинарная шкала (негатив и позитив) в предположении, что отсутствие негатива является

позитивным моментом для отеля. В работе [140] показано, что процедура лемматизации способствует повышению точности классификации тональности текстов на русском языке, поэтому она использовалась по умолчанию во всех классификаторах. Для оценки эффективности классификаторов использовались два тестовых набора отзывов [6].

Обучающая выборка сформирована из 15790 позитивных и 15790 негативных отзывов (набор №1). Оценка точности классификации производилась по схеме перекрёстной проверки с разбивкой 31580 отзывов на десять подвыборок в одинаковых пропорциях позитивных и негативных отзывов. Каждый классификатор обучается на девяти подвыборках и оценивается по контрольной десятой подвыборке. Процедура повторяется десять раз, т.е. каждая подвыборка отзывов один раз используется в качестве контрольной и девять раз – в качестве обучающей. Оценкой скользящего контроля является усреднённая по всем разбиениям точность классификации на контрольных подвыборках.

Нужно отметить, что первый данный набор состоит из сильно негативных (суммарная оценка составляет менее пяти баллов) и сильно позитивных отзывов (суммарная оценка составляет 15 баллов). Классифицировать такие отзывы значительно легче и, соответственно, оценки точности классификации будут высокими. Для анализа точности классификаторов был сформирован второй набор отзывов (набор №2), состоящий из 623 случайно выбранных отзывов с различными значениями суммарных баллов. Набор отзывов состоит из 497 позитивных и 126 негативных отзывов, размеченных вручную. Данный набор не использовался при обучении.

Результаты оценки эффективности классификаторов на основе методов машинного обучения представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Оценка эффективности методов машинного обучения для задачи классификации тональности отзывов

№	Методы машинного обучения	Векторное отображение отзыва	Часто употребляемые слова	Тэги «не_» и «ни_»	Набор №1 (31 580 отзывов)		Набор №2 (623 отзыва)	
					Точность	AUC	Точность	AUC
1	SVM*, линейное ядро	Частотное	-	-	94,2%	-	83,1%	-
2	SVM, линейное ядро	Бинарное	-	-	95,7%	-	84,1%	-
3	NB**	Бинарное	-	-	96,1%	-	83,7%	-
4	NB	Частотное	-	-	97,6%	99,5%	92,6%	96,1%
5	NB	Частотное	**Исключены**	-	97,7%	-	92,7%	-
6	Бэггинг NB (допустимая ошибка 2,5%)	Частотное	-	-	97,6%	-	92,8%	-
7	NB	Частотное	-	**Да**	98,1%	99,6%	93,6%	96,6%
8	NB	Частотное	**Исключены**	**Да**	97,9%	-	93,6%	-
9	Бэггинг NB (допустимая ошибка 2%)	Частотное	-	**Да**	98,0%	-	93,7%	-
10	Бэггинг NB (допустимая ошибка 2%)	Частотное	**Исключены**	**Да**	98,1%	-	93,7%	-

*** SVM – метод опорных векторов**

**** NB – наивный байесовский классификатор; для частотного вектора используется мультиномиальная модель, для бинарного вектора используется модель Бернулли**

При построении классификаторов №1-6 присутствие в тексте отрицательных частиц «не» и «ни» не учитывалось, однако определить их наличие позволили методы машинного обучения, которые эффективнее справляются с рассматриваемой задачей. Классификаторы №7-10 были обучены на тех же обучающих отзывах с единственной разницей, что написанные раздельно отрицательные частицы «не» и «ни» были сцеплены символом «_» с последующим словом (например, «не_плохой»). Таким образом, если слово «плохой» чаще встречается в негативных отзывах, то помеченная словоформа «не_плохой» уже чаще встречается в позитивных отзывах. Это помогает классификатору использовать отрицания и верно классифицировать тональность. Использование данной техники обучения позволило повысить точность классификации тональности на 0,5-1%. В проведённом вычислительном эксперименте метод NB (классификаторы №3 и №4) на порядок превзошёл метод SVM (классификаторы №1 и №2) в обоих случаях. Поэтому в дальнейшем анализе эффективности метод SVM не участвовал. [221]

Для метода NB наиболее эффективным оказалось применение частотного представления отзывов (классификатор №4 против классификатора №3) и, соответственно, реализация метода NB по мультиномиальной модели (против модели Бернулли). Разница в точности классификации составила 1,5% на наборе №1 и 8,9% на наборе №2.

Использование техники исключения часто употребляемых слов не даёт заметного прироста точности классификации тональности. В среднем прирост точности составляет 0-0,1% (классификаторы №4 и №5, №9 и №10).

Прирост точности классификации тональности при применении мета алгоритма бэггинга для построения ансамбля наивных байесовских классификаторов оказался также незначительным. В среднем прирост точности составляет 0-0,1% (классификаторы №4 и №6, №7 и №9).

В целом стоит отметить, что полученные оценки точности классификации (на наборе №1 – 98,1% верно классифицированных отзывов; на наборе №2 – 93,7% верно классифицированных отзывов) оказались достаточно высокими по

сравнению с известными результатами других исследований по анализу тональности [182, 184, 186, 201], использующими более сложные техники. Возможно, что причины кроются в большом объёме обучающей выборки – 31580 отзывов, ограниченности предметной области и высоком качестве анализируемых данных.

В качестве рабочего классификатора для разметки всего множества собранных отзывов, а также для проведения аспектного анализа тональности был выбран наивный байесовский классификатор №7, реализованный по мультиномиальной модели, и обученный на отзывах с помеченными отрицаниями. Алгоритм бэггинга и техники исключения часто употребляемых слов не использовались ввиду незначительности оказываемого эффекта на точность классификации тональности.

На рис. 6.16 изображены ROC-кривые для классификаторов №7 и №4. Видно, что классификатор №7 распознает значительную долю положительных отзывов прежде, чем начинает ошибаться. Классификатор №4 хорошо распознает 80% положительных отзывов, после чего идёт умеренный рост доли ошибок (правый рисунок). Значения AUC для классификатора №7 составляют 99,6% для первого набора данных и 96,6% – для второго набора данных, что говорит о его высокой обобщающей способности.

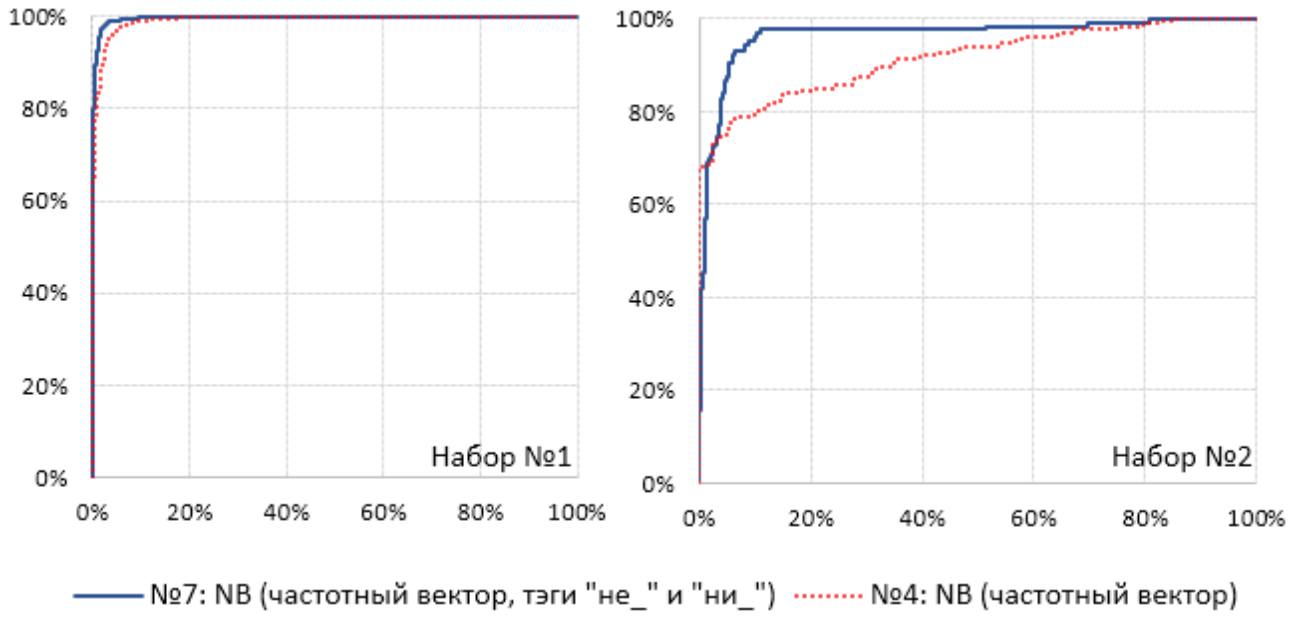


Рис. 6.16. Сравнение ROC-кривых классификаторов №7 и №4

Разметка оставшихся 604244 отзывов осуществлялась с помощью классификатора №7. После разметки отзывов по тональности в структуру базы данных было добавлено поле $\{Sent_i\}$, в котором обозначается тональность отзыва.

На следующем этапе обработки данных был проведён аспектный анализ тональности. В связи с этим с использованием программы «Анализатор тональности» из множества отзывов об отелях были извлечены слова, которые употребляются значительно чаще, чем в других предметных областях или другом корпусе русского языка.

Далее из полученного списка были взяты только существительные (остальные слова были отфильтрованы). Полученный список существительных представляет собой различные аспекты курортно-гостиничного бизнеса. Т.к. полученный список содержит достаточно большое число аспектов (около 1400 слов), список существительных был разбит по аспектным группам, каждая из которых касается какой-либо области управления гостиничной деятельностью. На рис. 6.17 представлены полученные аспектные группы и фрагменты списков слов-аспектов.

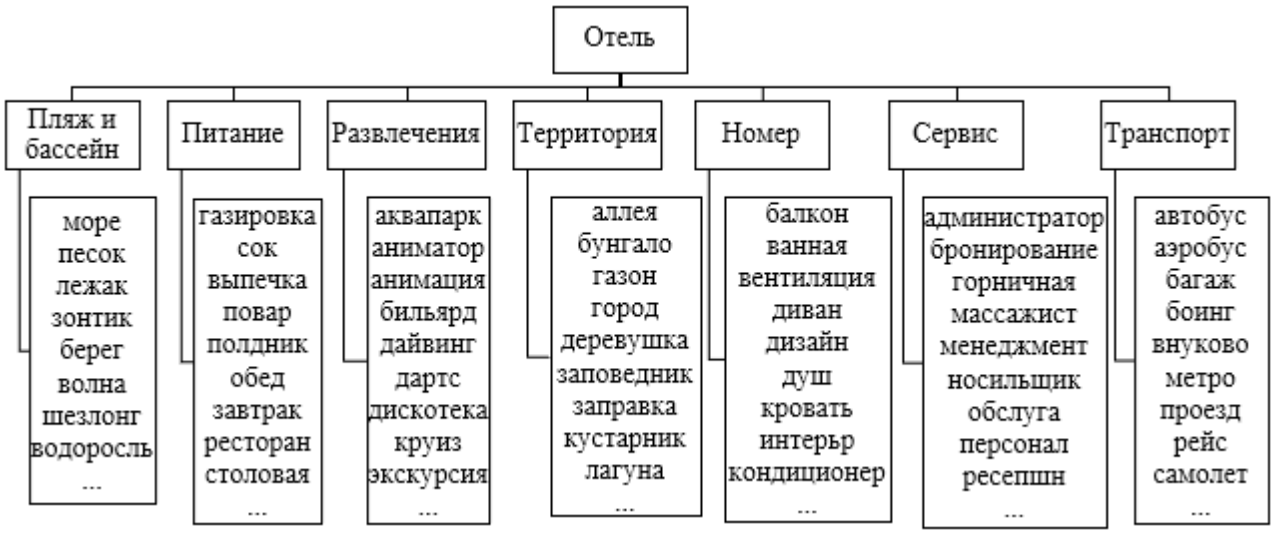


Рис. 6.17. Аспектные группы для курортно-гостиничного бизнеса

Далее, в соответствии с методом аспектного анализа, из отзывов были извлечены предложения, в которых употребляются слова-аспекты из аспектных групп. Извлечённые предложения были размечены по тональности с помощью

обученного классификатора №7. Однако не все предложения с упоминанием аспектов имели ярко выраженную тональность, поэтому тональными признавались предложения, для которых оценка тональности превышала порог h. Параметр h подбирался опытным путем, и его значение составило 1,025. Доля текста с ярко выраженной тональностью составила 57% от исходного объёма.

По завершении аспектного анализа тональности в структуру базы данных были добавлены поля $\{Neg_{1i}, \dots, Neg_{7i}, Pos_{1i}, \dots, Pos_{7i}\}$, содержащие негативные и позитивные предложения с упоминаниями аспектов из семи аспектных групп.

Дополнительно были сформированы аспектные группы, касающиеся упоминаний в отзывах отравлений и воровства. Для этого в структуру базы данных были добавлены поля $\{Intox_i, Theft_i\}$. Полученный набор данных выглядит следующим образом:

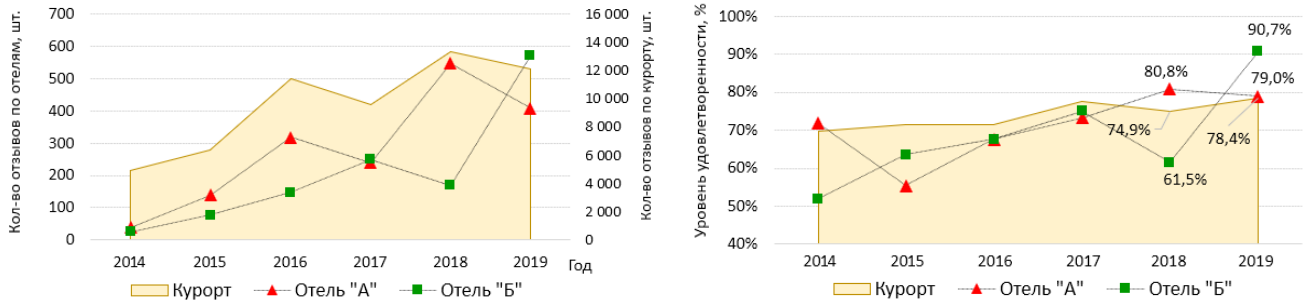
$$\{Hotel_i, Country_i, Resort_i, Date_i, Review_i, Sent_i,$$
$$Neg_{i1}, \dots, Neg_{i7}, Pos_{i1}, \dots, Pos_{i7}, Intox_i, Theft_i\}. \quad (6.11)$$

Для проведения качественного исследования удовлетворённости клиентов текстовая часть данных $\{Sent_i, Neg_{i1}, \dots, Neg_{i7}, Pos_{i1}, \dots, Pos_{i7}, Intox_i, Theft_i\}$ была преобразована в логический тип в соответствии со схемой проведения качественного анализа, представленной на рис. 6.3. Полученные бинарные данные использовались для построения деревьев решений. Описанный подход обработки данных изложен в работах [27, 29].

Приведём пример количественного и качественного исследования удовлетворённости клиентов для двух 5-звездочных отелей «А» (1692 отзыва) и «Б» (1300 отзывов), расположенных на курорте Алания (всего 63472 отзыва) в Турции.

Первый шаг –количественное исследование динамики удовлетворённости клиентов двух конкурирующих отелей «А» и «Б» в целом и по отдельным аспектным группам. Второй шаг – сравнение полученных результатов со средней удовлетворённостью по всему курорту, выявление негативных тенденций по отдельным аспектным группам отелей и определение проблемных мест качества оказываемых гостиничных услуг.

На рис. 6.18 (а) представлена динамика количества публикуемых отзывов, сгруппированных по дате посещений отелей. Динамика количества публикуемых отзывов по отелю «А» сильно коррелирует с динамикой по всему курорту. На обоих рисунках наблюдается тенденция роста публикации отзывов, что может прямо коррелировать с ростом спроса на туры в Турцию. Однако по отелю «Б» наблюдается провал в 2018 г., а по отелю «А» – в 2017 и 2019 гг.



а б

Рис. 6.18: а) количество опубликованных отзывов по дате посещения отелей; б) динамика уровня удовлетворённости клиентов по годам

Динамика общей удовлетворённости клиентов по отелям и курорту представлена на правом графике рис. 6.18 (б). Уровень удовлетворённости клиентов отелей снижается в сезон летних отпусков. В этот период отели максимально заполнены и работают в режиме высокой загруженности, что приводит к нарушениям в обслуживании.

Отель «А» смог повысить уровень качества обслуживания в 2018 г. Это способствовало повышению уровня удовлетворённости до 80,8%, что выше среднего на 5,9%. Однако в 2019 году наблюдалось снижение до 79,0%, что соответствует среднекурортному значению в 78,4%.

По отелю «Б», напротив, в 2018 г. наблюдалось резкое падение удовлетворённости клиентов с 74,9% до 61,5%. Но в 2019 г. отель сумел повысить качество обслуживания, что привело к столь же значительному росту удовлетворённости клиентов – до 90,7%, что на 12,3% больше среднего значения.

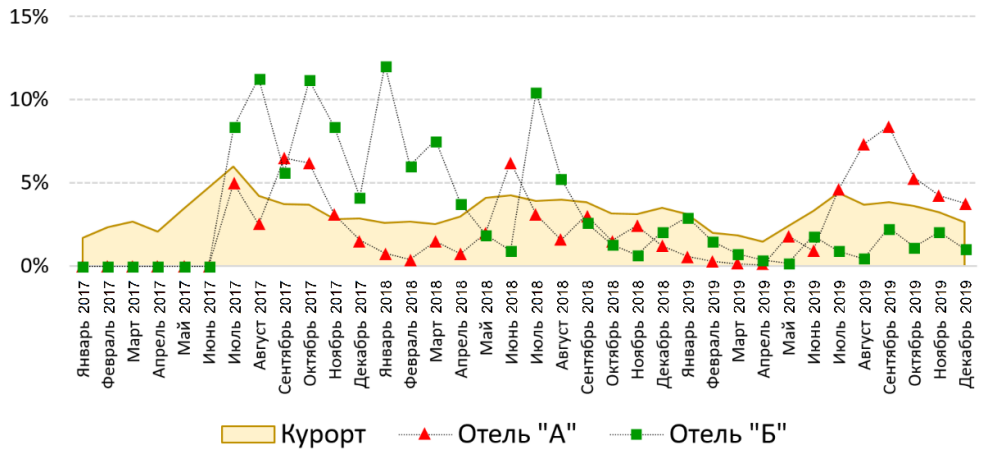
Попробуем на основе результатов аспектного анализа выяснить причины низкой удовлетворённости клиентов отеля «Б» в 2018 г. и отеля «А» в 2019 г.

Для выявления причин падения уровня удовлетворённости клиентов в 2018 г. рассмотрим диаграмму, представленную на рис. 6.20 (а). На диаграмме видно, что в 2018 г. отель «Б» уступал среднекурортным значениям удовлетворённости по таким аспектам, как «Номер» (Δ12%), «Территория» (Δ8%), «Сервис» (Δ5%), «Пляж» (Δ3%) и «Развлечения» (Δ3%). Отметим, что причиной недовольства клиентов территорией и номерами отеля «Б» стал начавшийся ремонт номеров и корпусов отеля, который принёс свои плоды в 2019 г. Удовлетворённость клиентов по аспектным группам отеля «А» соответствовала среднему уровню по курорту, незначительно превосходя его.

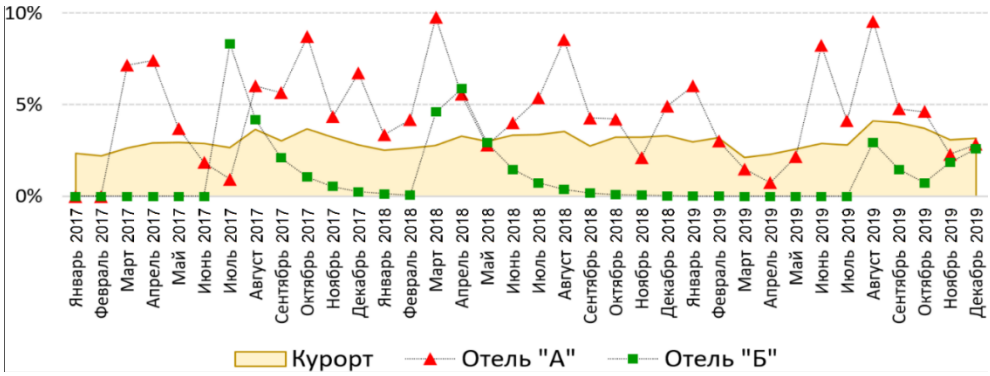
Помимо этого, в отеле «Б» в июле 2018 г. было зарегистрировано большое число случаев отравлений. На рис. 6.19 (а) видно, что волна отравлений началась в 2017 г. В 2019 г. доля упоминаний случаев отравлений в отеле «Б» снижается. По отелю «А» наблюдается увеличение данного индикатора в августе-сентябре 2019 г., что может вносить свой вклад в снижение общей удовлетворённости клиентов в 2019 г.

На рис. 6.19 (б) виден всплеск упоминаний о случаях воровства в отеле «Б» в марте-апреле 2018 г., а также о случаях воровства в августе 2018 г. По отелю «А» также наблюдаются периодические всплески упоминаний о воровстве выше среднего уровня, однако по сравнению с отелем «Б» они носят довольно случайный характер.

На рис. 6.20 (б) видно, что в 2019 г. удовлетворённость клиентов отеля «Б» на порядок превосходит среднекурортные значения по всем аспектным группам. Удовлетворённость клиентов отеля «А» опустилась ниже средних значений по таким аспектам, как «Сервис» (Δ3%), «Питание» (Δ3%), «Пляж» (Δ3%) и «Транспорт» (Δ4%).

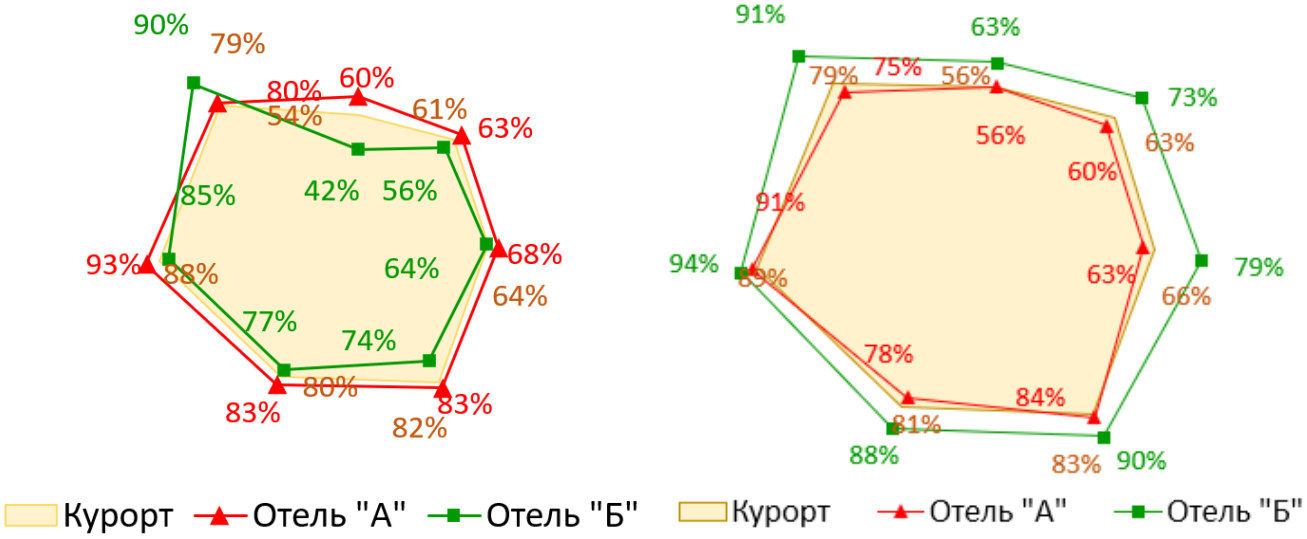


а



б

Рис. 6.19. Динамика доли отзывов с упоминанием слов из дополнительной группы: а) «Отравления»; б) «Воровство»



а б

Рис. 6.20. Сравнение уровня удовлетворённости клиентов по аспектным группам: а) в 2018 г.; б) в 2019 г.

Подобную картину можно увидеть в табл. 6.4, которая содержит помесячные значения удовлетворённости клиентов по аспектным группам. Ячейки покрашены в зависимости от величины значения удовлетворённости. Красные ячейки соответствуют значениям удовлетворённости ниже среднего, а зелёные – значениям выше среднего. Видно, что отель «Б» в летний сезон 2018 г. уступал по всем показателям с учётом всплесков случаев отравлений и воровства. Но в 2019 г. ситуация кардинально изменилась в лучшую сторону. По отелю «А» в 2019 г. наблюдается снижение удовлетворённости клиентов по аспектам «Пляж», «Питание», «Сервис», «Транспорт».

Перед управляющим отеля «А» встаёт вопрос, на какие аспекты качества гостиничной деятельности необходимо направить усилия в первую очередь. Какие аспекты гостиничных услуг наиболее значимы для клиента? Можно ли заместить неудовлетворённость сервисом, например, удовлетворённостью от более качественного питания, отсутствием очередей в ресторане, анимационным вечерним представлением? Ответы на возникшие вопросы даёт качественное исследование удовлетворённости клиентов на основе данных анализа тональности отзывов клиентов.

Для апробации подхода к автоматическому распознаванию эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов были отобраны отзывы на русском языке об отеле «А», имеющем четыре «звезды», за 2018-2020 гг. с сайта tophotels.ru, всего 834 отзыва. Данные агрегированы по кварталам. Проведён анализ динамики изменения эмоционального отношения клиентов к тем или иным аспектам туристических услуг. Для вычислительного эксперимента выбраны следующие туристические услуги: транспорт (120 отзывов), питание (734 отзыва), проживание (792 отзыва), обслуживание (439 отзывов).

Таблица 6.4 – Помесячная диаграмма уровня удовлетворённости клиентов

Год	Дата посещения	Отель «А»									Отель «Б»								
		Пляж	Питание	Развлечения	Территория	Номер	Сервис	Транспорт	Отравления	Воровство	Пляж	Питание	Развлечения	Территория	Номер	Сервис	Транспорт	Отравления	Воровство
2018	01.01.2018	86%	64%	89%	86%	54%	61%	88%	3%	3%	84%	66%	86%	78%	42%	56%	95%	3%	3%
	01.02.2018	86%	64%	95%	87%	59%	63%	88%	2%	1%	84%	70%	87%	80%	46%	63%	94%	1%	2%
	01.03.2018	85%	71%	97%	90%	64%	68%	94%	3%	2%	88%	65%	89%	76%	39%	66%	97%	8%	5%
	01.04.2018	84%	69%	91%	86%	58%	64%	76%	3%	2%	81%	62%	85%	79%	40%	59%	93%	4%	2%
	01.05.2018	85%	70%	94%	86%	61%	67%	77%	5%	2%	77%	58%	71%	71%	32%	52%	80%	7%	1%
	01.06.2018	86%	69%	95%	88%	62%	69%	76%	4%	4%	88%	79%	86%	77%	52%	59%	90%	4%	1%
	01.07.2018	84%	67%	92%	85%	59%	60%	88%	5%	4%	69%	75%	93%	51%	26%	55%	45%	2%	0%
	01.08.2018	81%	64%	92%	81%	55%	57%	86%	5%	3%	62%	63%	80%	63%	30%	45%	56%	1%	7%
	01.09.2018	84%	70%	91%	79%	58%	68%	71%	5%	1%	63%	60%	73%	63%	33%	45%	78%	15%	4%
	01.10.2018	83%	68%	90%	81%	57%	63%	82%	3%	1%	62%	48%	87%	56%	35%	35%	72%	7%	2%
	01.11.2018	79%	66%	92%	83%	59%	62%	74%	2%	0%	75%	60%	93%	70%	47%	67%	86%	4%	1%
	01.12.2018	77%	66%	93%	80%	60%	62%	77%	2%	0%	83%	70%	92%	73%	53%	65%	85%	5%	0%

Окончание таблицы 6.4

Год	Дата посещения	Отель «А»									Отель «Б»								
		Пляж	Питание	Развлечения	Территория	Номер	Сервис	Транспорт	Отравления	Воровство	Пляж	Питание	Развлечения	Территория	Номер	Сервис	Транспорт	Отравления	Воровство
2019	01.01.2019	81%	68%	94%	82%	61%	64%	75%	3%	1%	92%	75%	94%	78%	57%	70%	92%	2%	4%
	01.02.2019	82%	66%	95%	85%	62%	64%	87%	1%	3%	88%	82%	95%	88%	61%	75%	96%	1%	2%
	01.03.2019	78%	61%	94%	81%	57%	57%	77%	1%	1%	93%	86%	95%	89%	66%	79%	98%	2%	1%
	01.04.2019	75%	58%	91%	82%	52%	57%	89%	3%	2%	93%	89%	95%	90%	74%	82%	99%	1%	0%
	01.05.2019	76%	59%	91%	83%	52%	59%	80%	2%	4%	86%	81%	92%	88%	67%	74%	97%	0%	0%
	01.06.2019	77%	62%	90%	81%	53%	59%	65%	2%	2%	88%	80%	95%	88%	62%	71%	91%	3%	1%
	01.07.2019	77%	66%	91%	83%	58%	63%	72%	5%	3%	89%	76%	94%	87%	61%	69%	89%	3%	3%
	01.08.2019	75%	67%	92%	89%	59%	63%	76%	2%	1%	87%	79%	92%	91%	63%	76%	94%	2%	2%
	01.09.2019	79%	67%	88%	94%	54%	57%	88%	1%	1%	84%	78%	94%	86%	65%	76%	86%	2%	2%
	01.10.2019	74%	64%	83%	88%	53%	50%	44%	7%	0%	88%	77%	95%	88%	59%	71%	85%	1%	3%
	01.11.2019	77%	63%	86%	86%	56%	57%	62%	3%	0%	89%	76%	94%	93%	59%	70%	90%	2%	2%
	01.12.2019	80%	63%	83%	88%	52%	58%	41%	4%	0%	86%	78%	94%	95%	61%	71%	91%	1%	1%

Для автоматического определения эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов на русском языке использовалась программа Emotion Analyzer на языке Java, реализующая предложенный подход. Для оценки эффективности реализованных моделей и методов в программе предусмотрен ручной и автоматический режимы оценки. Раздел «Ручной анализатор» позволяет в ручном режиме загрузить отзыв, проанализировать его и вывести результаты анализа. Редактор эмоций позволяет добавить в базу эмоционально окрашенные слова и присвоить им веса, также найти занесённое в базу слово и изменить его оценку; редактор модификаторов позволяет внести в базу слово-модификатор. Редактор услуг и их аспектов позволяет добавить услуги и их аспекты. Разработанное программное обеспечение показывает статистику по всем услугам на основании всех отзывов: количество отзывов, где упомянута услуга, средняя эмоциональная оценка, данная в отзыве об услуге, и эмоция, соответствующая этой оценке.

На рис. 6.21 показана динамика изменения эмоционального отношения клиентов к выбранным услугам.

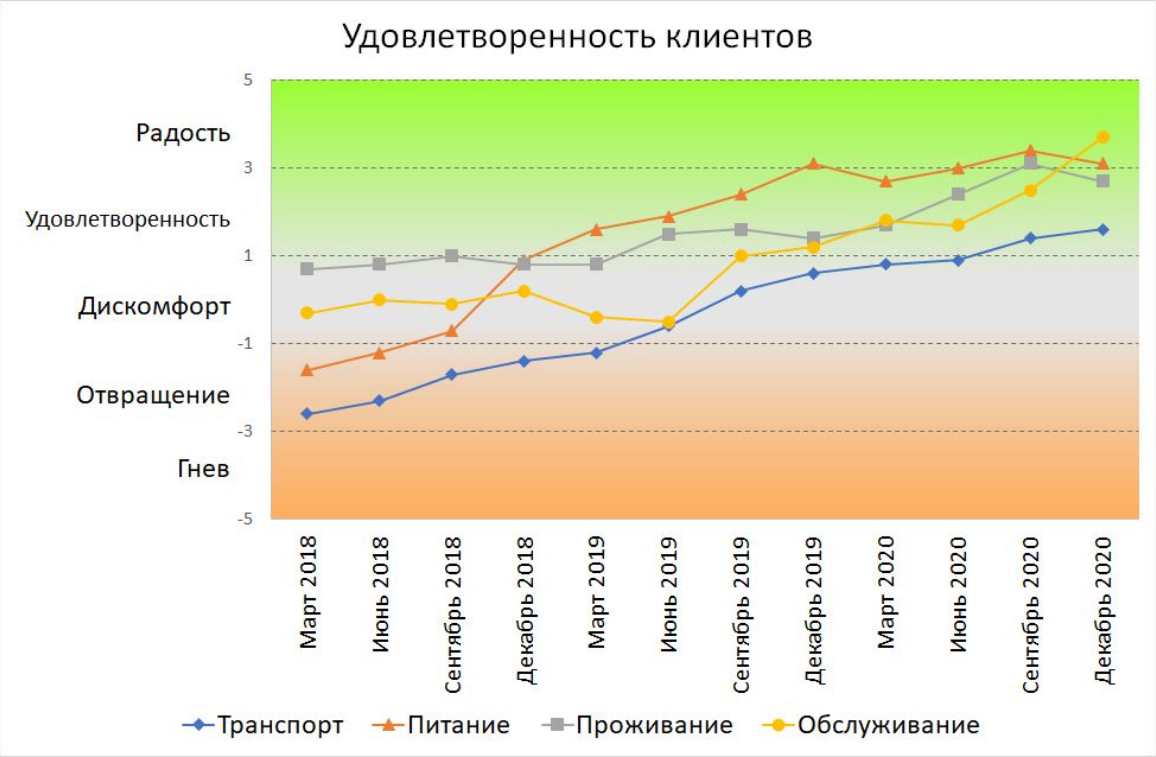


Рис. 6.21. Динамика изменения эмоционального отношения клиентов к туристическим услугам

Анализ результатов вычислительного эксперимента показал, что для отеля «А» по услуге «проживание» характерны положительные эмоции, это связано с относительно новым фондом номеров отеля и их удобной планировкой. По услуге «транспорт» обратная ситуация: большинство клиентов выразили отрицательные эмоции. Руководству отеля стоит обратить внимание на эту услугу. Возможно, такой результат был связан с малым количеством упоминаний об этой услуге в рассматриваемой выборке отзывов. По услуге «питание» заметно значительное улучшение за последние годы. С 2019 г. эта услуга стабильно получает положительные отзывы. «Обслуживание» в этом отеле до 2020 г. было на среднем уровне. 2020 г. был для туристического комплекса сложным. Ограничения, связанные с пандемией, привели к сильному снижению потока клиентов. Значительно сократилось и количество отзывов за этот период. Отзывы в 2020 г. имеют по большей части положительные эмоции, т.к. клиенты в целом рады возможности путешествовать и готовы оценивать работу отеля на более высоком уровне. В свою очередь, отели относятся к клиентам с большим вниманием.

Для проведения качественного анализа использовалось аналитическое программное обеспечение Deductor Academic. Для построения дерева решений использовались результаты аспектного анализа, преобразованные к логическому типу данных по схеме, представленной на рис. 6.3. Переменная тональности отзыва $\{newSent_i\}$ в данном случае используется в качестве зависимой бинарной переменной, а в качестве независимой – событие присутствия или отсутствия в тексте отзыва сильно тональных предложений с упоминанием слов, относящихся к аспектным группам $\{newNeg_{i1}, \dots, newNeg_{i7}, newPos_{i1}, \dots newPos_{i7}, newIntox_i, newTheft_i\}$.

Сначала было построено дерево по отзывам об отелях всего курорта (63472 отзыва) для выявления закономерностей между общей удовлетворённостью и удовлетворённостью отдельными аспектными группами. Полученное дерево представлено на рис. 6.22.

Условие	Следствие	Поддержка	Достоверность
ЕСЛИ		63472	47323
Негатив: Сервис = -		41887	36558
Позитив: Питание = -		10506	7103
Негатив:Питание = -		7906	6222
Негатив: Номер = -	positive	6747	5662
Негатив: Номер = есть		1159	599
Позитив: Развлечения = -	negative	730	497
Позитив: Развлечения = есть	positive	429	327
Негатив:Питание = есть		2600	1719
Позитив: Развлечения = -		1692	1344
Негатив: Номер = -		787	524
Позитив: Пляж = -	negative	441	356
Позитив: Пляж = есть	positive	346	178
Негатив: Номер = есть	negative	905	820
Позитив: Развлечения = есть		908	533
Негатив: Номер = -	positive	456	335
Негатив: Номер = есть	negative	452	254
Позитив: Питание = есть		31381	29455
Негатив:Питание = -	positive	23629	23021
Негатив:Питание = есть		7752	6434
Позитив: Пляж = -		780	424
Негатив: Номер = -	positive	408	286
Негатив: Номер = есть	negative	372	234
Позитив: Пляж = есть	positive	6972	6010
Негатив: Сервис = есть		21585	10820
Позитив: Питание = -		6216	5295
Позитив: Развлечения = -	negative	4406	4065
Позитив: Развлечения = есть		1810	1230
Негатив: Номер = -	positive	432	260
Негатив: Номер = есть	negative	1378	1058
Позитив: Питание = есть		15369	9844
Позитив: Развлечения = -		4200	2487
Негатив:Питание = -		1436	905
Позитив: Номер = -		722	371
Позитив: Территория = -	negative	398	252
Позитив: Территория = есть	positive	324	205
Позитив: Номер = есть	positive	714	554
Негатив:Питание = есть		2764	1956
Позитив: Территория = -	negative	1201	1033
Позитив: Территория = есть		1563	923
Позитив: Сервис = -	negative	811	570
Позитив: Сервис = есть	positive	752	399
Позитив: Развлечения = есть		11169	8131
Негатив:Питание = -	positive	3656	3230
Негатив:Питание = есть		7513	4901
Позитив: Пляж = -	negative	471	322
Позитив: Пляж = есть		7042	4752
Позитив: Номер = -		1997	1039
Позитив: Сервис = -	negative	1063	668
Позитив: Сервис = есть		934	563
Негатив: Пляж = -	positive	547	391
Негатив: Пляж = есть	negative	387	215
Позитив: Номер = есть	positive	5045	3794

Рис. 6.22. Дерево решений, построенное на основе отзывов о курорте

Предсказательная точность построенного дерева оценивалась на контрольной выборке, состоящей из 10% отзывов от исходной выборки отзывов по курорту, и составила 87,2%. При этом точность предсказания негативного отзыва составляет 63%, а позитивного – 94,3%. Построенное дерево описывается 27 правилами. Дерево имеет достаточно сложную структуру и сложно анализируется, поэтому будет проще рассмотреть извлечённые правила с уровнем достоверности более 80% и поддержкой более 5%. Извлечённые правила представлены в табл. 6.5.

Для выявления закономерностей, присущих отелям, были построены деревья решений по выборке отзывов отеля «А» и отеля «Б». Полученные деревья решений представлены на рис. 6.23. Они имеют более простую структуру и содержат по четыре правила. Предсказательная точность дерева отеля «А» оценивалась на контрольной выборке, состоящей из 10% отзывов от исходной выборки отзывов по отелю «А», и составила 83,4%. Предсказательная точность дерева отеля «Б» оценивалась на контрольной выборке, состоящей из 10% отзывов от исходной выборки отзывов по отелю «Б», и составила 94,6%. Извлечённые правила представлены в табл. 6.5.

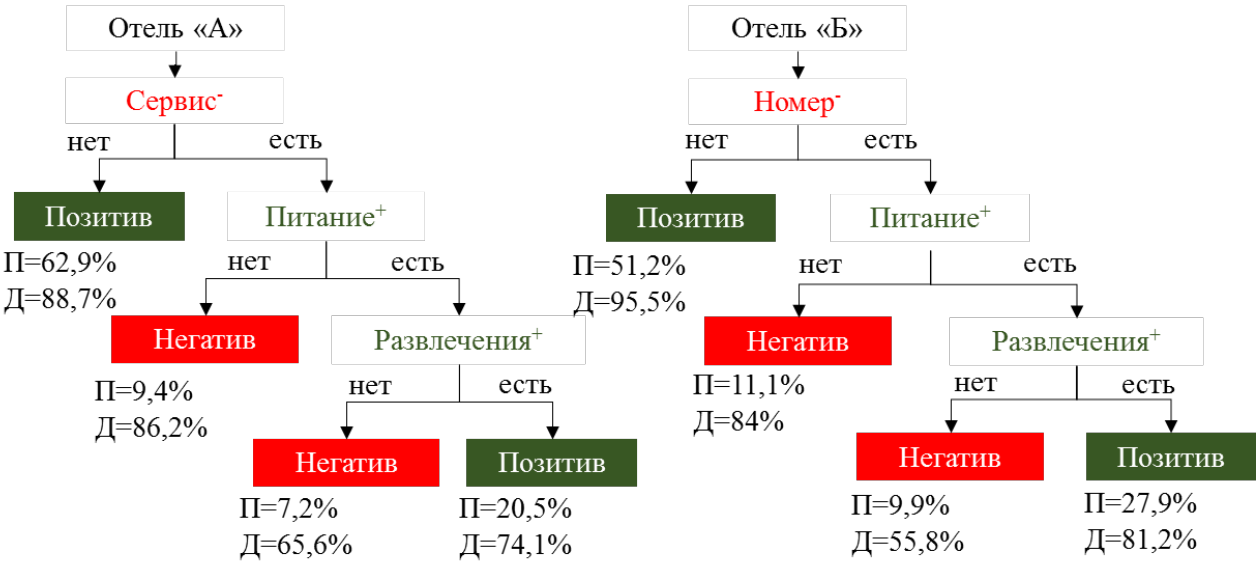


Рис. 6.23. Дерево решений, построенное на основе отзывов об отелях (П – поддержка, Д – достоверность)

Таблица 6.5 – Правила деревьев решений

№	Правила	Тональность отзыва	Поддержка	Достоверность
Извлеченные правила по всем отелям курорта (с достоверностью более 80% и поддержкой более 5%)				
1	$\overline{\text{Сервис}^-} \cap \text{Питание}^+ \cap \overline{\text{Питание}^-}$	Позитив	37,2%	97,4%
2	$\overline{\text{Сервис}^-} \cap \text{Питание}^+ \cap \text{Питание}^- \cap \text{Пляж}^+$	Позитив	11%	86,2%
3	$\overline{\text{Сервис}^-} \cap \overline{\text{Питание}^+} \cap \overline{\text{Питание}^-} \cap \overline{\text{Номер}^-}$	Позитив	10,6%	83,9%
4	$\text{Сервис}^- \cap \overline{\text{Питание}^+} \cap \overline{\text{Развлечение}^+}$	Негатив	6,9%	92,3%
5	$\text{Сервис}^- \cap \text{Питание}^+ \cap \overline{\text{Питание}^-} \cap \text{Развлечение}^+$	Позитив	5,8%	88,4%
Извлеченные правила по отзывам об отеле «А»				
6	$\overline{\text{Сервис}^-}$	Позитив	62,9%	88,3%
7	$\text{Сервис}^- \cap \text{Питание}^+ \cap \text{Развлечение}^+$	Позитив	20,5%	74,1%
8	$\text{Сервис}^- \cap \overline{\text{Питание}^+}$	Негатив	9,4%	86,2%
9	$\text{Сервис}^- \cap \text{Питание}^+ \cap \overline{\text{Развлечение}^+}$	Негатив	7,2%	65,6%
Извлеченные правила по отзывам об отеле «Б»				
10	$\overline{\text{Номер}^-}$	Позитив	51,2%	95,5%
11	$\text{Номер}^- \cap \text{Питание}^+ \cap \text{Развлечение}^+$	Позитив	27,9%	81%
12	$\text{Номер}^- \cap \overline{\text{Питание}^+}$	Негатив	11,1%	84%
13	$\text{Номер}^- \cap \text{Питание}^+ \cap \overline{\text{Развлечение}^+}$	Негатив	9,9%	55,8%

Проведём анализ полученных правил в табл. 6.5. Аспектная группа выделяется красным цветом в случае, когда имеется неудовлетворённость по ней со стороны клиента. Аспектная группа выделяется зелёным цветом в случае, когда имеется удовлетворённость по ней со стороны клиента. Например, запись $\overline{\text{Сервис}^-}$ означает отсутствие неудовлетворённости по аспекту «Сервис», однако не означает удовлетворённости. Другая запись Сервис^+ означает присутствие удовлетворённости со стороны клиента, но не означает отсутствия неудовлетворённости по аспекту «Сервис».

Правила №1-4 являются общими для всех отелей курорта, в том числе и для отелей «А» и «Б». Условия правила №1 встречаются в 37,2% отзывов, а само правило имеет достоверность 97,4%. Из него следует, что отсутствие неудовлетворённости по аспектам «Сервис» и «Питание» приводит к позитивности отзыва с вероятностью 97,4%. Таким образом, для управляющего отелем очень

важно поддерживать высокое качество по данным аспектам обслуживания в первую очередь.

Если же со стороны клиента присутствует неудовлетворённость по аспекту «Питание», то необходимо, чтобы клиент отмечал и положительные моменты в аспекте «Питание», помимо негативных, и был бы удовлетворён аспектом «Пляж». В этом случае отзыв будет позитивным с вероятностью 86,2% (правило №2). Подобные условия присутствуют и в правиле №3.

Особенный интерес представляют правила №4 и №5. При условии неудовлетворённости по аспекту «Сервис», но удовлетворённости по аспектам «Питание» и «Развлечения» вероятность того, что отзыв будет позитивным, составляет 88,4% (правило №5). И напротив, отсутствие удовлетворённости по аспектам «Питание» и «Развлечения» и наличие неудовлетворённости по аспекту «Сервис» приводит к получению негативного отзыва с вероятностью 92,3%. Таким образом, аспекты «Питание» и «Развлечение» способствуют повышению удовлетворённости клиентов и в некоторых случаях могут замещать неудовлетворённость клиента по аспекту «Сервис».

Подобные правила можно обнаружить и в деревьях по отелям «А» – правило №7 и «Б» – правило №11. По отелю «А», как и в целом по курорту, основным фактором повышения удовлетворённости является отсутствие неудовлетворённости по «Сервису» (правило №6). Для отеля «Б» фактором неудовлетворённости был аспект «Номер». В 2019 г. проблема с номерами была решена, что способствовало росту удовлетворённости клиентов отеля «Б».

Полученные результаты анализа подтверждаются рассчитанными оценками значимости аспектных групп (табл. 6.6). Здесь интерес представляет следующее наблюдение. Значимость неудовлетворённости по «Сервису» составляет 34,8%, а значимость удовлетворённости значительно ниже и составляет только 0,7%. По аспекту «Питание» оценки значимости сопоставимы и составляют 30,3% по удовлетворённости и 16% по неудовлетворённости. Также сопоставимы оценки значимости по «Номеру» (4% и 2,1%). По аспекту «Развлечения» значимость имеет только удовлетворённость по данной аспектной группе, то же самое выполняется

для аспектов «Пляж» и «Территория». Аспектная группа «Транспорт» не имеет значимости ни по удовлетворённости, ни по неудовлетворённости.

Таблица 6.6 – Оценки значимости аспектных групп

Аспект	Курорт	Отель «А»	Отель «Б»
Сервис$^{-}$	34,8%	60,2%	-
Питание$^{+}$	30,3%	27,2%	30,3%
Питание$^{-}$	16%	-	-
Развлечение$^{+}$	8,5%	12,7%	12,4%
Номер$^{-}$	4%	-	57,3%
Пляж$^{+}$	2,5%	-	-
Номер$^{+}$	2,1%	-	-
Территория$^{+}$	1%	-	-
Сервис$^{+}$	0,7%	-	-
Пляж$^{-}$	0,2%	-	-
Транспорт$^{+}$	-	-	-
Воровство	-	-	-
Отравления	-	-	-
Развлечения$^{-}$	-	-	-
Территория$^{-}$	-	-	-
Транспорт$^{-}$	-	-	-

Проведённое качественное исследование позволило определить основные пути повышения удовлетворённости клиентов отеля «А» с помощью повышения уровня качества в проблемных аспектных группах. Были обнаружены аспектные группы, способствующие удовлетворённости клиентов при наличии неудовлетворённости по значимым аспектным группам «Сервис» и «Питание». Для этого по дереву решений были отфильтрованы правила, содержащие неудовлетворённость по проблемным аспектам, но в итоге приводящие к позитивному отзыву. Также отфильтрованы правила, содержащие в условии отсутствие неудовлетворённости по проблемной аспектной группе и приводящие к позитивному отзыву. Найденные правила и примеры соответствующих управленческих решений представлены в табл. 6.7.

Таблица 6.7 – Применение результатов обработки данных для поддержки принятия решений по управлению качеством для отеля «А»

Приоритетность	Аспектные группы	Отклонение удовлетворённости от средних значений	Значимость аспектной группы (неуд. /удовл.)	Правила с итогом Позитив	П	Д	Примеры рекомендуемых управленческих решений
1	Сервис	-3%	По курорту: 34,8% / 0,7%	№1 $\overline{\text{Сервис}^{-}} \cap \text{Питание}^{+} \cap \overline{\text{Питание}^{-}}$	37,2%	97,4%	Обучить и мотивировать обслуживающий персонал, провести проверку качества ресторанного обслуживания, провести развлекательные мероприятия и т.д.
				№5 $\text{Сервис}^{-} \cap \text{Питание}^{+} \cap \overline{\text{Питание}^{-}} \cap \text{Развлечение}^{+}$	5,8%	88,4%	
			По отелю: 60,2% / 0%	№6 $\overline{\text{Сервис}^{-}}$	62,9%	88,3%	
				№7 $\text{Сервис}^{-} \cap \text{Питание}^{+} \cap \text{Развлечение}^{+}$	20,5%	74,1%	
2	Питание	-3%	По курорту: 16% / 30,3%	№1 $\overline{\text{Сервис}^{-}} \cap \text{Питание}^{+} \cap \overline{\text{Питание}^{-}}$	37,2%	97,4%	Разнообразить ассортимент блюд, сократить очереди в ресторане, организовать сбор мусора на пляже и т.д.
				№2 $\overline{\text{Сервис}^{-}} \cap \text{Питание}^{+} \cap \text{Питание}^{-} \cap \text{Пляж}^{+}$	11%	86,2%	
			По отелю: 0% / 27,2%	-	-	-	
3	Пляж	-3%	По курорту: 0,2% / 2,5%	-	-	-	См. выше
4	Транспорт	-4%	По курорту: 0% / 0%	-	-	-	Аспект не существенен или может находиться вне зоны компетенций
5	Номер	0%	По курорту: 2,1% / 4%	-	-	-	-
6	Развлечения	+2%	По курорту: 0% / 8,5%	-	-	-	-
7	Территория	+1%	По курорту: 0% / 1%	-	-	-	-

По приоритетности в первую очередь менеджеру отеля «А» необходимо принять решения по повышению качества сервиса, далее по качеству питания и пляжа и/или бассейна. Проблемы, связанные с транспортом (касающиеся перелётов, раннего заселения, хранения багажа и т.п.), не существенны и могут решаться в рамках улучшения сервиса. Процесс повышения качества сервиса

может занять время, поэтому как оперативное средство повышения удовлетворённости клиентов может помочь проведение увеселительных мероприятий, анимационных программ совместно с решением проблем в ресторанном обслуживании и содержании пляжа и/или бассейна. Конкретные управленческие решения принимаются на основе информации о существующих проблемах, содержащейся в негативных отзывах клиентов. Извлечённые высказывания по аспектам могут направляться в соответствующие службы отеля.

Выводы по главе 6

Разработаны модели и методы поддержки принятия решений при анализе отзывов клиентов, основанные на методе извлечения аспектов оказываемых услуг, методе проведения аспектного анализа тональности текстовых данных, методе идентификации специфичных эмоциональных реакций, что позволяет оценивать степень удовлетворённости клиентов как количественно, так и качественно.

В соответствии с разработанными моделями, методами и алгоритмами предложен прототип СППР для туристического комплекса. Проведённое исследование позволило определить основные пути повышения удовлетворённости клиентов отеля «А» с помощью повышения уровня качества в проблемных аспектных группах. Были обнаружены аспектные группы, способствующие удовлетворённости клиентов при наличии неудовлетворённости по значимым аспектным группам «Сервис» и «Питание». Для этого по дереву решений были отфильтрованы правила, содержащие неудовлетворённость по проблемным аспектам, но в итоге приводящие к позитивному отзыву.

ГЛАВА 7 ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ НА ЭТАПЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОКАЗАНИЯ УСЛУГ

В главе разрабатываются модели и методы поддержки принятия решений с учётом эмоционально окрашенной информации на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг. Разработан подход к оценке эффективности услуг, основанный на расчёте интегрального показателя эффективности, агрегирующего в себя как количественные, так и качественные показатели процесса оказания услуг, включая эмоционально окрашенную информацию клиента после процесса потребления услуги. Разработана математическая модель расчёта интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг, основанная на аппарате нечёткой логики. Эмоционально окрашенная информация представлена в этой модели лингвистической переменной, терм-множество которой и функция принадлежности определяются экспертным путём. Разработана методика оценки эффективности услуг на основе анализа ЭОИ, состоящая из следующих этапов: формирование системы показателей, характеризующих процесс оказания услуг, и определение их количественных носителей; ранжирование качественных показателей; определение предпочтений показателей и коэффициента уровня значимости для каждого показателя; экспертное построение лингвистической переменной и задание терм-множества её значений по каждому показателю; формирование функции принадлежности; распознавание уровней показателей на основе набора классификаторов; расчёт самого интегрального показателя эффективности и интерпретация получившегося значения. Разработан алгоритм оценки эффективности оказания услуг. На этапе проектирования разработан набор моделей в нотации UML, позволивший создать прототип СППР на примере системы моментальных платежей. На этапе апробации разработанного прототипа СППР был проведён численный эксперимент для услуги, не учитывающей эмоционально окрашенную информацию в процессе оказания услуг, и с учётом эмоционально окрашенной информации в процессе оказания услуг. Анализ

полученных результатов показал, что с учётом эмоций клиентов наблюдается «высокая» эффективность, показатель составил 0,77. Показатель эффективности без учёта эмоций составил 0,62, что соответствует «среднему» уровню эффективности.

7.1 Разработка подхода к поддержке принятия решений на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации

Оценка эффективности в сфере услуг зависит от мнения клиента, степени его удовлетворённости и эмоций, испытываемых им в процессе оказания услуг [54, 55, 56, 105].

Чтобы достоверно рассчитать общую оценку эффективности услуги, используются как её качественные, так и количественные характеристики. Также можно придать качественным характеристикам количественную форму для большей наглядности и возможности контроля, используя, например, экспертные оценки и аппарат нечёткой логики [19, 76].

Применяемый комплекс методов из разработанной методологии поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг на рис. 7.1 выделен жирным шрифтом.

Контроль эффективности оказания услуг осуществляется за счёт вычисления интегрального показателя эффективности, который учитывает эмоционально окрашенную информацию от клиентов и объективные показатели оказанной услуги. В случае если эффективность оказания услуги не соответствует ожиданиям клиента, плановым или нормативным показателям организации, то ЛПР может внести соответствующие коррективы. Далее подробно рассмотрим модели и методы поддержки принятия решений на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг, сосредоточив своё внимание на анализе эмоционально окрашенной информации в процессе оценки эффективности.

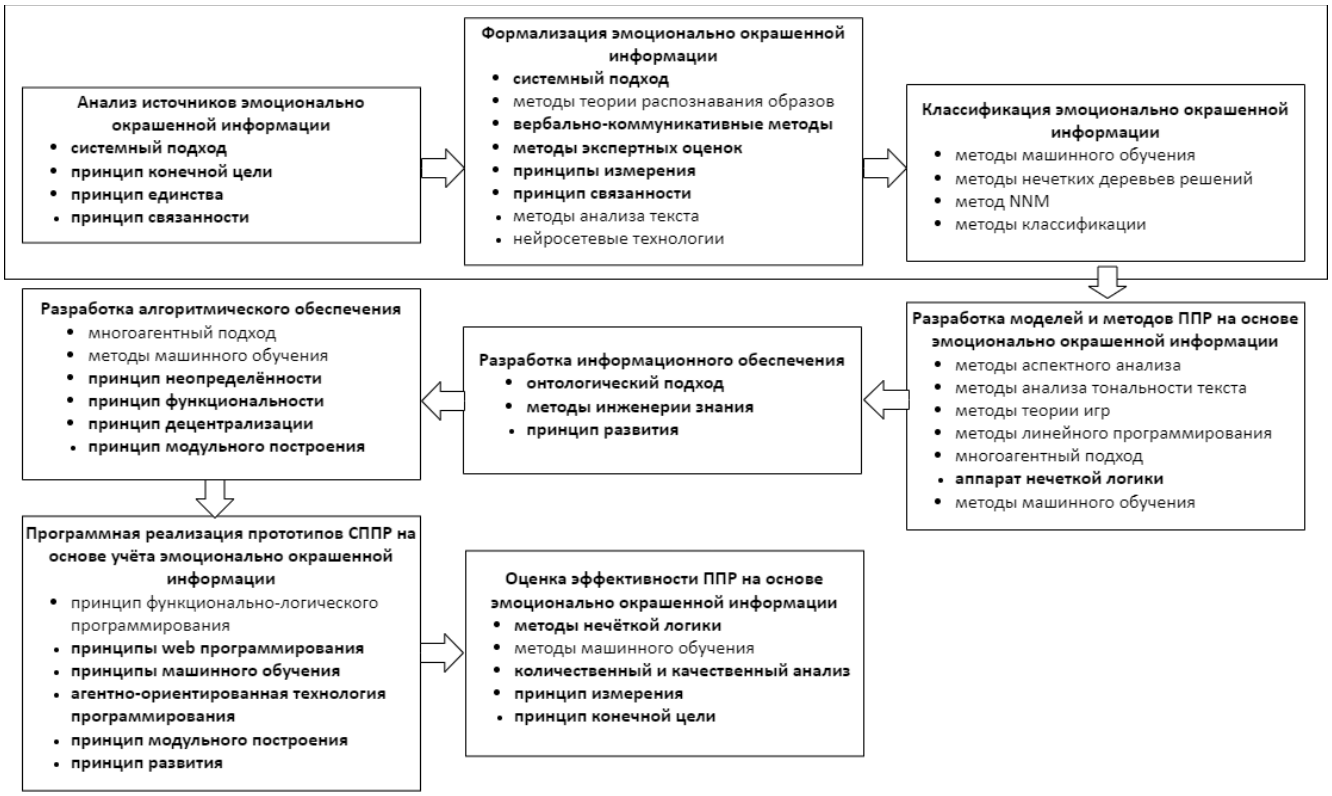


Рис. 7.1. Актуализация разработанной методологии ППР на основе анализа ЭОИ на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг

7.2 Модели и метод оценки эффективности процесса оказания услуг на основе эмоционально окрашенной информации

Пусть дана услуга с неким набором характеристик, описывающих эту услугу. Характеристики могут быть как количественными, так и качественными.

Также дана качественная характеристика, описывающая эмоционально окрашенную информацию, поступающую от клиента непосредственно после оказания услуги.

Необходимо провести анализ и качественно оценить эффективность данной услуги по её характеристикам, учитывая в модели эмоции клиента. Разработана математическая модель задачи оценки эффективности процесса оказания услуг.

Пусть дан оцениваемый процесс оказания услуг, характеризуемый совокупностью показателей $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$,

где $X = X^a \cup X^b$ – совокупность количественных и качественных характеристик услуг;

$X^a \cap X^b = \emptyset$, то есть множество количественных и качественных характеристик не пересекаются,

X^a – множество количественных характеристик,

X^b – множество качественных характеристик оценки эффективности оказания услуг.

Требуется определить индекс эффективности оказанной услуги $Q(\mathrm{X})$ с учётом эмоций клиентов и оценить текущее состояние процесса оказания услуг.

Каждой характеристике X_i поставим в соответствие уровень значимости p_i:

1) Если все характеристики равнозначны, то $p_i = \frac{1}{n}, i = 1 \dots n$.
2) Если характеристики не равнозначны, то уровень значимости определяется по правилу Фишберна: $p_i = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)}$.
3) Если характеристики имеют отношения как безразличия, так и предпочтения, то

$$z_{i-1} = \begin{cases} z_i, F_{i-1} \approx F_i \\ z_i + 1, F_{i-1} > F_i \end{cases}, z_n = 1, i = n..2.$$

Тогда общий знаменатель для дробей Фишберна вычисляется как сумма полученных числителей:

$$K = \sum_{i=1}^{n} z_i, p_i = \frac{z_i}{K}.$$

Пенташкала оценки характеристик оказываемых услуг имеет следующие значения «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий». Лингвистическая классификация характеристик $\mathrm{X_i}$ проводится ЛПР в диалоге со специалистом по знаниям в сфере оказания услуг.

Весовые коэффициенты для уровней значимости пенташкалы $\mathrm{r_k}$, $\mathrm{k} = 1, \dots, 5$ оцениваются экспертным путем.

Для множества качественных характеристик $\mathrm{X^b}$ набор функций принадлежности задаётся стандартно по выбранной пенташкале. Для классификации множества количественных характеристик $\mathrm{X^a}$ экспертам необходимо определить пятёрку нечётких Т-чисел $\mathrm{b_k} = (\mathrm{c_{k1}}, \mathrm{c_{k2}}, \mathrm{c_{k3}}, \mathrm{c_{k4}})$, $\mathrm{k} = 1, \dots, 5$ которые определяют набор функций принадлежности $\lambda_{\mathrm{ki}}(\mathrm{X_i}), \mathrm{k} = 1, \dots, 5$, для

каждой характеристики $X_i \in X^a$, где $c_{k1}, c_{k2}, c_{k3}, c_{k4}$ – это узловые точки трапециевидного нечёткого числа.

Всему набору функций принадлежности $\lambda_{ki}(X_i)$ по каждому показателю X_i отвечает система Т-чисел. Тогда промежуточные коэффициенты имеют вид: $Y_k(X) = \frac{\sum_{i=1}^{N} \delta_i p_i \lambda_{ki}(X_i)}{\sum_{i=1}^{N} \delta_i p_i} \leq 1$, где $k = 1, \dots, 5$,

$$\delta_i = \begin{cases} -1, \text{если рост } X_i \text{ сопровождается падением } Q \\ 1, \text{в проотивном случае} \end{cases}$$

Формула расчёта интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг тогда имеет вид: $Q(X) = \sum_{k=1}^{5} r_k Y_k(X)$.

Для принятия решения об уровне эффективности оказания услуг предлагается классификация по выбранной пенташкале.

Разработан метод оценки эффективности процесса оказания услуг с учётом как количественных, так и качественных показателей процесса, включая анализ эмоций клиентов после потребления услуги в виде лингвистической переменной (рис. 7.2).

Предварительная обработка показателей процесса оказания услуг, включая эмоциональную оценку потребленных услуг клиентом

Определение весовых коэффициентов показателей

Классификация уровней количественных показателей

Определение функций принадлежности всех показателей, включая ЭОИ

Расчет промежуточных коэффициетов

Расчет интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг

Интерпретация интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг

Рис. 7.2. Метод оценки эффективности услуг с учётом ЭОИ

7.3 Методика оценки эффективности услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации

Оценка эффективности оказания услуг проводится с помощью расчёта интегрального показателя и дальнейшей интерпретации его значения. Однако перед его расчётом необходимо выполнить некоторые подготовительные процедуры, а именно:

1. Эксперт или группа экспертов формирует систему наиболее важных показателей и их количественные носители. Показатели выбираются по принципу соответствия сферы применения. Иными словами, показатели должны отражать текущее состояние процесса услуги.
2. Если присутствуют качественные показатели, необходимо определить приоритетность их значений от «очень низкого» до «очень высокого» значения показателя путём ранжирования.
3. Определяют типы отношения между факторами и выстраивают показатели по убыванию предпочтения факторов. Далее необходимо определить коэффициент уровня значимости для каждого параметра X_i.
4. Эксперт строит лингвистическую переменную и задаёт терм-множество её значений. К примеру, лингвистическая переменная «Уровень взимаемой комиссии» может быть задана нечётким множеством $\{\text{Низкий}, \text{Средний}, \text{Высокий}\}$.
5. Затем эксперту необходимо определить и сопоставить для каждого значения лингвистической переменной функцию принадлежности уровня для нечётких подмножеств. Часто используют функции принадлежности трапециевидного типа.
6. У набора функций принадлежности определяют узловые точки. Таким образом был построен набор классификаторов для разбиения полного множества значений показателя на нечёткие подмножества. Классификатор включает в себя лингвистическую переменную, построенную на носителе, её терм-множество, набор функций принадлежности и узловые точки.
7. Распознают уровень показателей на основе набора классификаторов.

8. После этого рассчитывают сам интегральный показатель эффективности и интерпретируют получившееся значение.

Общая схема расчёта показана на рис. 7.3.

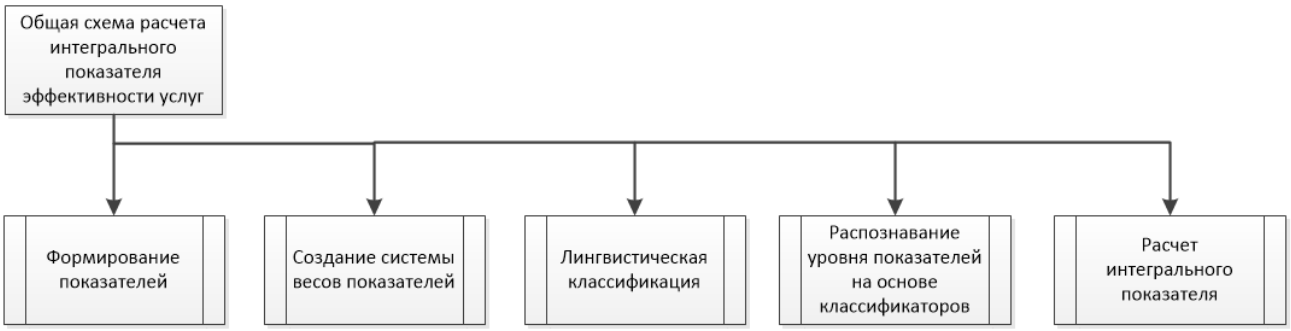


Рис. 7.3. Общая схема расчёта интегрального показателя эффективности услуг

7.3.1 Описание показателей для оценки процесса оказания услуг

Первым шагом анализа услуги является разработка шкалы оценки процесса оказания услуг. Для примера взяты финансовые услуги оплаты. Характеристики оценки процесса оказания услуг приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1 – Характеристики оценки процесса оказания услуг

Тип характеристики	Номер характеристики	Название характеристики	Обозначение характеристики
Количественные	1	Скорость оказания услуг	X_1
	2	Ассортимент оказания услуг	X_2
	3	Комиссия	X_3
	4	Распространённость терминалов	X_4
Качественные	5	Эмоциональная реакция клиента	X_5

Далее необходимо перевести количественные показатели в качественные нечёткие характеристики. Для этого эксперты оценивают услугу по её характеристикам и соотносят по количественному показателю уровень оценки. Уровни оценки представлены в виде нечёткого множества следующего вида: ОЧЕНЬ НИЗКИЙ, НИЗКИЙ, СРЕДНИЙ, ВЫСОКИЙ, ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ.

7.3.2 Предварительная обработка эмоционально окрашенной информации

В табл. 7.1 присутствует показатель эмоционального отклика клиента. Для этого эксперт или группа экспертов выбирает те эмоции, которые могут возникнуть у клиентов во время получения услуги и которые он может выразить в конце процесса. В данной работе были выбраны эмоции возмущения, сожаления, тревоги, безразличия и удовлетворения. Данный набор эмоций зависит от кругозора эксперта и исследуемой сферы, поэтому может кардинально различаться.

Так как эмоции трудно поддаются формализации, необходимо обозначить предпочтения значений этого качественного показателя путём ранжирования дискретного множества допустимых значений показателя по некой шкале.

В работе [68] говорилось о том, что эмоции, наряду с уровнем знаний о продукте либо услуге, влияют на вовлеченность клиентов в торговую деятельность предприятия, соответственно, и на готовность к совершению покупки.

Исходя из этого, предприятия будут стремиться вызвать только положительные эмоции у клиента, что повышает шансы не только на его повторный визит, но и расширение клиентской базы посредством «сарафанного радио», когда постоянный клиент рекомендует предприятие потенциальным клиентам с похожими запросами. Поэтому шкала, по которой будут нормированы эмоции, будет называться «Шкала удовлетворённости запросов».

На основе этой шкалы дадим ранги эмоциям.

Множество эмоций имеет вид E = {«Возмущение», «Сожаление», «Тревога», «Безразличие», «Удовлетворение»}.

Очевидно, что из данного набора наиболее желательна эмоция «Удовлетворение», и она занимает первое место по шкале предпочтения. Для определения наименее предпочтительной эмоции рассмотрим смысл тройки негативных эмоций из набора.

Тревога – результат мыслей человека, основанных на размышлении о своём будущем, эмоциональное состояние острого мучительного бессознательного беспокойства, связанное с прогнозированием неудачи или ожиданием в условиях неопределённости. Ключевое понятие здесь – неопределённость. Иными словами,

индивид чувствует беспокойство, когда он не знает точных последствий своих действий. Например, при использовании услуги платежа тревога может возникнуть у клиента в результате недостаточного информирования клиента о статусе перевода денежных средств.

Сожаление – одна из разновидностей печали. Возникает при неудовлетворении какой-либо из потребностей индивида или невозможности добиться важной для человека цели, выражается в смирении.

Возмущение синонимично понятию «гнев». Самой распространённой причиной возникновения такой эмоции является существование препятствия к достижению цели или удовлетворению потребности. В отличие от печали, сопровождается агрессией, что может вызвать самые разнообразные последствия.

Из вышеизложенного следует, что наиболее «опасной» и, следовательно, нежелательной эмоцией клиента для организации является возмущение. Поэтому данной эмоции соответствует последнее, пятое, место по шкале предпочтения.

Приведём соответствие рангов шкалы ко всем значениям показателя «Эмоциональная реакция клиента». Результаты ранжирования представлены в табл. 7.2.

Таблица 7.2 – Результаты ранжирования эмоций

Эмоция	Ранг
Удовлетворение	1
Безразличие	2
Тревога	3
Сожаление	4
Возмущение	5

Результат ранжирования может различаться для других сфер деятельности.

Теперь качественный показатель «Эмоциональная реакция клиента» X_5 можно заменить на количественную характеристику «Уровень предпочтения эмоции» X_5, значением которой выступает вероятность повторного визита клиента.

Далее эксперты соотносят значения характеристик с уровнем количественного показателя, используя таблицу с лингвистическим описанием уровней для каждой характеристики (табл. 7.3).

Таблица 7.3 – Лингвистическая классификация

Хар-ка	Описание для уровня:				
	ОН	Н	СР	В	ОВ
X_1	Неприемлемая скорость оказания услуг. Может быть решающим фактором для потери клиента	Низкая скорость оказания услуг	Приемлемая скорость оказания услуг	Скорость выше средней	Очень высокая скорость оказания услуг, которая соответствует даже завышенным требованиям
X_2	Выбор услуг крайне мал, для клиента может отсутствовать нужная конфигурация определенной услуги	Малое количество услуг, параметры услуг жёсткие, отсутствуют уникальные услуги	Кол-во доступных услуг среднее, есть небольшое количество уникальных услуг	Возможность незначительно настраивать параметры услуги под свои нужды	Достаточное количество гибких параметров услуги, возможность подобрать оптимальный вариант
X_3	Размер комиссии большой, списывается при каждом платеже	Размер комиссии небольшой	Размер комиссии средний, списывается при условии превышения макс. суммы платежа	Размер комиссии небольшой, списывается при условии превышения макс. платежа	Комиссии нет
X_4	Представлены небольшим количеством только в больших городах	Малое количество в городах	Терминалы распространены в городах	Терминалы довольно распространены, малое количество в сельской местности	Терминалы распространены повсеместно
X_5	«Возмущение»	«Сожаление»	«Тревога»	«Безразличие»	«Удовлетворение»

7.3.3 Определение весовых коэффициентов для характеристик

Сопоставим с показателем X_i уровень его значимости для анализа p.

Пусть n – количество факторов, которые должны быть учтены в модели. Для того чтобы оценить уровень, необходимо расположить в порядке убывания

значимости параметры для анализа. Для расчёта уровня значимости используют следующие формулы:

1) Если параметры равнозначны, то

$$p_i = \frac{1}{n}, i = 1 \dots n. \tag{7.1}$$

2) Если предполагается, что параметры влияют на конечный результат с разной силой, то уровень значимости определяется по правилу Фишберна [107]:

$$p_i = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)}. \tag{7.2}$$

Правило Фишберна отражает ситуацию, когда об уровне значимости показателей не известно ничего, кроме того, что $p_1 \geq p_2 \geq \cdots \geq p_n$.

3) Когда в системе весов присутствуют как отношения безразличия, так и отношения предпочтения, для вычисления числителя рациональных дробей используют следующую схему:

$$r_{i-1} = \begin{cases} r_i, F_{i-1} \approx F_i \\ r_i + 1, F_{i-1} > F_i \end{cases}, r_n = 1, i = 2..n. \tag{7.3}$$

Тогда общий знаменатель для дробей Фишберна вычисляется как сумма полученных числителей:

$$K = \sum_{i=1}^{n} r_i. \tag{7.4}$$

$$p_i = \frac{r_i}{K}. \tag{7.5}$$

Смешанная система предпочтений Фишберна обобщает частные случаи 1 и 2. Количество вариантов систем предпочтений составляет 2^{n-1} для n альтернатив.

Покажем на примере расчёт весов Фишберна для системы из двух факторов с учётом и без учёта предпочтений.

Если первый фактор равнозначен второму $F_1 \approx F_2$, то веса факторов равны $p_1 = p_2 = \frac{1}{n} = \frac{1}{2}$.

Если же эксперт определил первый фактор как более важный для модели, то веса рассчитываются как

$$p_1 = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)} = \frac{2(2-1+1)}{2(2+1)} = \frac{2}{3};$$

$$p_2 = \frac{2(2-2+1)}{2(2+1)} = \frac{1}{3}.$$

В табл. 7.4 показан результат расчёта весов Фишберна для учёта предпочтений по критериям оценки факторов при $N = 2$.

Таблица 7.4 – Расчёт весов Фишберна для двух характеристик

Схема предпочтений	Вес p_1	Вес p_2
$F_1 \approx F_2$	1/2	1/2
$F_1 > F_2$	2/3	1/3

Для большей наглядности возьмём четвёрку факторов со смешанной системой предпочтений. Пусть $F_1 > F_2 > F_3 \approx F_4$, тогда числители для четырех факторов равны соответственно:

$$r_4 = 1,$$

$$r_3 = r_4 = 1,$$

$$r_2 = r_3 + 1 = 2,$$

$$r_1 = r_2 + 1 = 3.$$

Знаменатель для данных дробей Фишберна будет иметь вид:

$$K = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 3 + 2 + 1 + 1 = 7.$$

Конечные веса равны:

$$p_1 = \frac{r_1}{K} = \frac{3}{7}; p_2 = \frac{2}{7}; p_3 = p_4 = \frac{1}{7}.$$

Таблица 7.5 – Расчёт весов Фишберна для четырёх характеристик

Схема предпочтений	Вес p_1	Вес p_2	Вес p_3	Вес p_4
$F_1 \approx F_2 \approx F_3 \approx F_4$	1/4	1/4	1/4	1/4
$F_1 \succ F_2 \approx F_3 \approx F_4$	2/5	1/5	1/5	1/5
$F_1 \approx F_2 \succ F_3 \approx F_4$	2/6	2/6	1/6	1/6
$F_1 \approx F_2 \approx F_3 \succ F_4$	2/7	2/7	2/7	1/7
$F_1 \succ F_2 \succ F_3 \approx F_4$	3/7	2/7	1/7	1/7
$F_1 \succ F_2 \approx F_3 \succ F_4$	3/8	2/8	2/8	1/8
$F_1 \approx F_2 \succ F_3 \succ F_4$	3/9	3/9	2/9	1/9
$F_1 \succ F_2 \succ F_3 \succ F_4$	4/10	3/10	2/10	1/10

В табл. 7.5 представлены различные варианты схем предпочтений и рассчитанные веса для четырёх факторов.

Сумма всех весов равна единице: $\sum_1^n p_i = 1$.

7.3.4 Качественная классификация уровней количественных показателей

Аналитики часто сталкиваются с проблемой необходимости качественной интерпретации количественных параметров деятельности предприятия. Когда ЛПР читает отчёт с результатами рабочего периода, он задаёт себе вопрос: «Значение показателя X, равное x, – это много или мало?». Таким образом ЛПР старается провести лингвистическую классификацию, поскольку качественная информация проще для понимания.

Для того чтобы провести качественную оценку уровня факторов, необходимы два обязательных действия.

Прежде всего нужно выбрать лингвистическую шкалу для оценивания. Существует несколько основных видов лингвистических шкал. Простейшая бинарная шкала, как понятно из названия, использует только два терма для классификации, например, такой является шкала «Высокий/Низкий уровень показателя». Шкала вида «Высокий/Средний/Низкий уровень показателя» называется тринарной шкалой. Шкала с пятью уровнями, например, «Очень низкий/ Низкий/Средний/Высокий/Очень высокий» является пенташкалой.

Далее предстоит сбор нужной информации для оценивания. Эта информация должна включать в себя однотипные количественные данные, собранные в один момент времени.

На данном этапе существует серьёзная проблема, которая заключается в большой трудности соблюдения статистической однородности данных, так как присутствует некоторая доля неопределённости экономической информации. По мнению А.О. Недосекина [72, 116], это вызвано несколькими причинами:

1) на фирмы и на рынок в целом одновременно оказывают влияние огромное количество различный факторов;
2) рынок крайне непредсказуем в своих реакциях на какие-либо воздействия.

Теперь перечислим несколько принципов лингвистической классификации:

1) лингвистическую классификацию используют для набора значений параметра, измеренных примерно в одно и то же время;
2) лингвистическая интерпретация результатов, полученных на одном временном интервале, может в будущем подвергнуться корректировке.

В такой ситуации, когда информация о рынке хранит в себе некоторую неопределённость по своей сути и существуют ограничения на получение данных, продиктованные принципами, изложенными выше, создать статистическую выборку нужного объёма представляется сложной задачей. Для её упрощения А.О. Недосекин ввёл понятие «квазистатистика» [72, 21].

Пусть дано несколько интервалов анализа одного типа (рис. 7.4-7.5). Для каждого интервала строятся гистограммы по исследуемому признаку. Если существуют незначительные различия при их сопоставлении, то допустимо объединить данные для целей лингвистической классификации. Объединённые гистограммы в этом случае будут признаны квазистатистикой. По такому же принципу строится квазистатистика гистограмм, описывающих состояние разных отраслей [73].

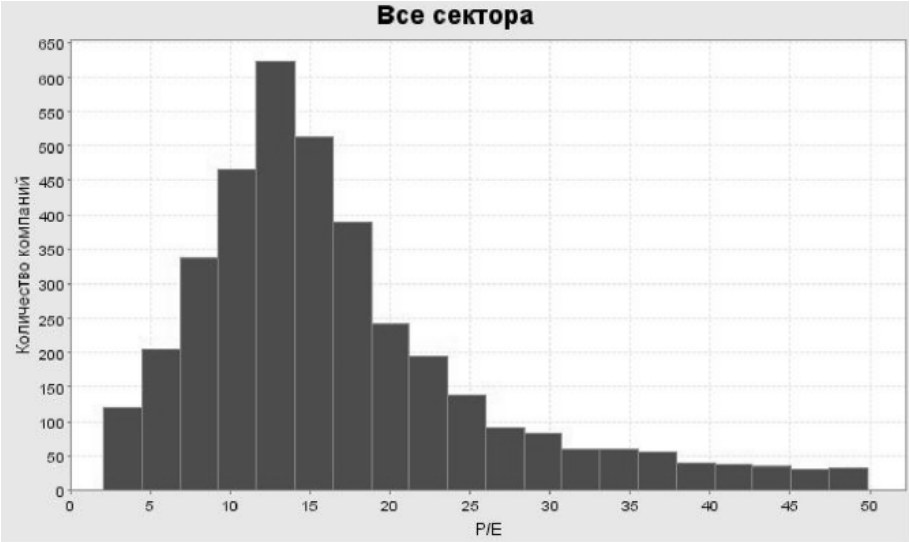


Рис. 7.4. Гистограмма P/E по всей экономике США (февраль 2003 г.)

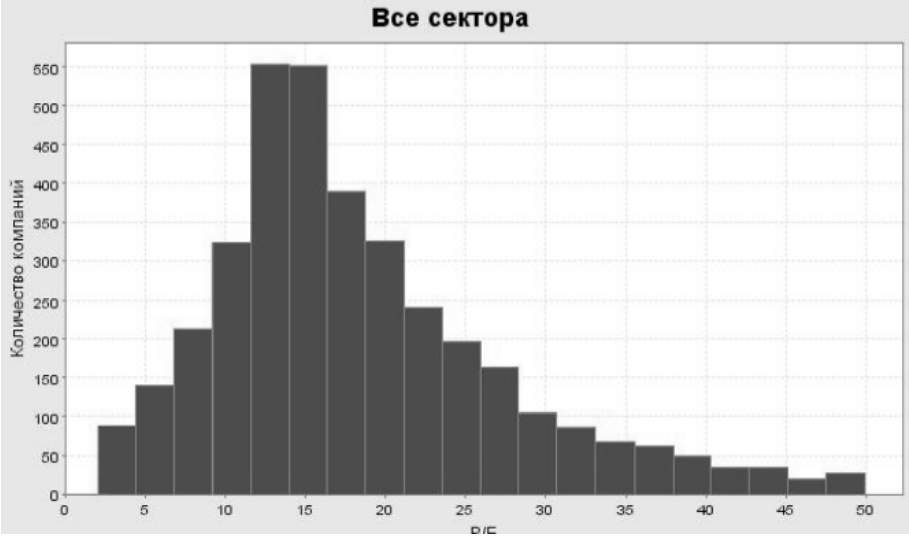


Рис. 7.5. Гистограмма P/E по всей экономике США (июль 2003 г.)

В общем случае гистограмма – это объект следующего вида:

$\Gamma = \{X, N, \Delta, Z\}$,

где $X = \{x_{\min}, x_{\max}\}$ – интервал анализа носителя,

N – число ячеек гистограммы, $\Delta = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{N}$ – вектор числа попаданий квазистатистики в соответствующую ячейку гистограммы размерности N.

После исследования данных и определения их как квазистатистики нужно построить сам нечёткий классификатор. Первым этапом его построения будет определение лингвистической переменной с набором термов.

Лингвистическая переменная по Заде – это формализм вида:

$$A = \{a, T(a), U, G, M\}, \tag{7.6}$$

где a – название переменной; T – терм-множество значений; U – носитель; G – синтаксическое правило, порождающее термы множества T; M – семантическое правило, которое каждому значению a ставит в соответствие его смысл $M(a)$, причем $M(a)$ обозначает нечеткое подмножество носителя U [74].

Например, возьмём лингвистическую переменную «Температура воздуха». Определим синтаксическое правило G как определение «Комфортная», налагаемое на лингвистическую переменную A. Тогда полное терм-множество значений $T = \{T1 = \text{«Комфортная температура»}, T2 = \text{«Некомфортная температура»}\}$. Носителем выступает отрезок от 10 до 35 градусов Цельсия. На этом носителе

определены две функции принадлежности: $\mu_{T_1}(u)$ для $T1$ и $1-\mu_{T_1}(u)$ для $T2$, которые соответствуют своим нечётким множествам.

Полученную лингвистическую классификацию представляют в виде таблицы, где на пересечении показателей и их качественных значений находится набор чисел, характеризующий данные функции принадлежности (табл. 7.6).

Таблица 7.6 – Полученная лингвистическая классификация

Обозначение показателя	T-числа для термов соответствующей лингвистической переменной				
	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
X_1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}
…	…	…	…	…	…
X_n	T_{n1}	T_{n2}	T_{n3}	T_{n4}	T_{n5}

7.3.5 Определение функций принадлежности

При отсутствии достоверной и полноразмерной статистики эксперт может учитывать некоторую долю неопределённости в данных, используя такие нечёткие формализмы, как: 1) переход от классических вероятностных распределений к вероятностным распределениям с нечёткими параметрами; 2) замена количественных вероятностей качественными; 3) распознавание уровня состояния систем с помощью нечётких классификаторов.

В данных методах применяют функции принадлежности.

Функция принадлежности нечёткого подмножества $\mu_a(u)$ – функция, областью определения которой является носитель U, а областью определений – интервал от нуля до единицы. Функции принадлежности показывают принадлежность элемента носителя U к нечеткому подмножеству A. Если значение функции принадлежности какого-либо элемента носителя равно единице, этот элемент принадлежит нечёткому множеству с абсолютной уверенностью. С убыванием функции снижается степень принадлежности [39]. Элемент носителя считается не принадлежащим множеству A, когда соответствующая функция принадлежности равна нулю.

Рассмотрим виды кусочно-линейных функций принадлежности, которые состоят из отрезков прямых. Наиболее распространёнными кусочно-линейными функциями являются треугольные и трапециевидные функции, которые построены на основе соответствующих нечётких чисел.

Нечёткое число представляет собой нечёткое подмножество универсального подмножества вещественных чисел U. При этом их функция принадлежности должна отвечать некоторым требованиям:

1) она должна быть нормальной, то есть должен существовать такой элемент носителя, при котором функция принадлежности равна своему максимуму, равному единице;
2) она должна быть выпуклой. Иными словами, функция должна убывать до и после достижения единицы.

Пусть A – лингвистическая переменная «Значение параметра X». Для А определено терм-множество, состоящее из двух значений: $T = \{$«X лежит в диапазоне примерно от a до b», «X не лежит в диапазоне примерно от a до b»$\}$. Тогда функция принадлежности $\mu_{T1}(A)$ выглядит следующим образом (рис. 7.6).

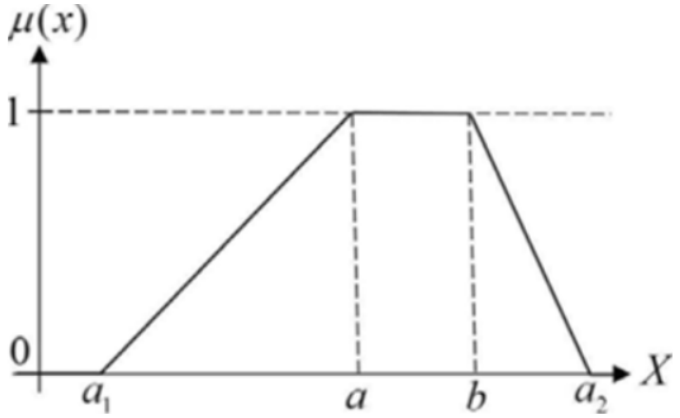


Рис. 7.6. Вид трапециевидной функции принадлежности

Если же для А выделим терм-множество $T_1 = \{$«X примерно равно a»$\}$, то функция принадлежности будет иметь вид (рис. 7.7):

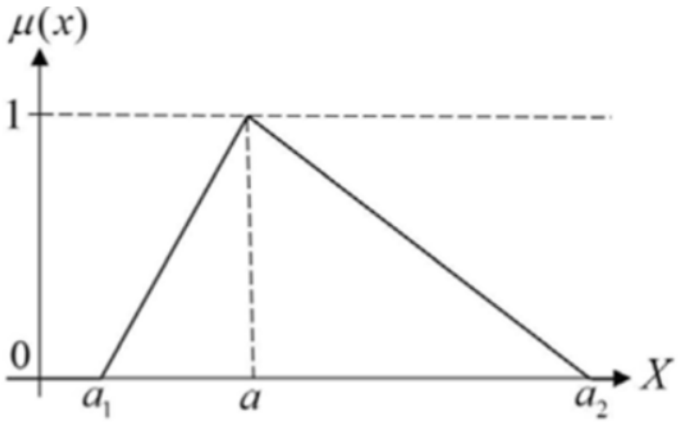


Рис. 7.7. Вид треугольной функции принадлежности

В ситуации, когда X равен a, степень уверенности в оценке возрастет до своего максимума – единицы. Такие функции рационально использовать при нечётких описаниях вида «Среднее значение параметра приблизительно равно некоему значению». Для трапециевидных функций «некое значение» заменяют на «некоторый интервал значений», делая акцент на возможности функции принимать максимум на нескольких последовательных абсциссах носителя.

При переходе от экспертных оценок к нечёткому представлению выполняют следующие действия [75].

Группа экспертов сопоставляет количественные значения параметра X и его качественное описание – нечёткое множество лингвистической переменной, для которой параметр X является носителем. В результате получают интервалы вида $[a_i, b_i]$. Количество интервалов равно количеству экспертов в группе. Вершинами трапециевидной функции принадлежности являются числа вида $(a, 0), (b, 1), (c, 1), (d, 0)$, где $a = \min_i(a_i), b = \min_i\big(\max_i(a_i), \min_i(b_i)\big), c = \max_i\big(\max_i(a_i), \min_i(b_i)\big), d = \max_i(b_i)$ (рис. 7.8).

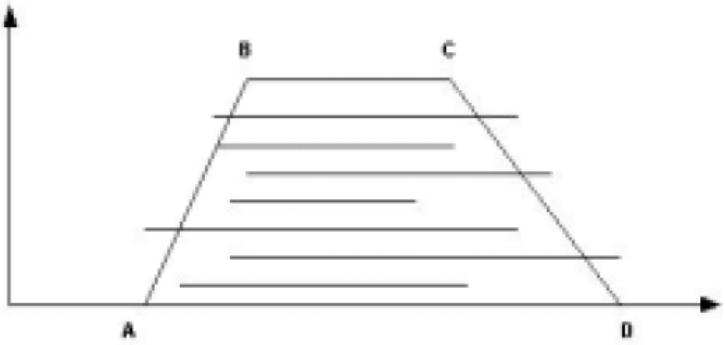


Рис. 7.8. Построение функции принадлежности на основе экспертных оценок

7.3.6 Распознавание уровня показателей на основе набора классификаторов

Эксперт определяет текущие значения показателей и оформляет их в таблице следующего вида (табл. 7.7).

Таблица 7.7 – Текущие значения показателей

Обозначение показателя	Текущее значение показателя
X_1	x_1
…	…
X_i	x_i
…	…
X_n	x_n

Далее на этом этапе формируется матрица, где по столбцам располагаются показатели со своими весами, а по строкам – качественные градации со своими узловыми точками. На пересечении строк и столбцов оказывался уровень принадлежности i-го фактора к j-й качественной градации.

Построенную матрицу приводят к следующему виду (табл. 7.8).

Таблица 7.8 – Результат лингвистической классификации

Обозначение показателя	Результат классификации по подмножествам				
	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	T_{i4}	T_{i5}
X_1	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}
…	…	…	…	…	…
X_i	λ_{i1}	λ_{i2}	λ_{i3}	λ_{i4}	λ_{i5}
…	…	…	…	…	…
X_n	λ_{n1}	λ_{n2}	λ_{n3}	λ_{n4}	λ_{n5}

7.3.7 Расчёт интегрального показателя эффективности

Перед расчётом самого интегрального показателя эффективности необходимо рассчитать промежуточные коэффициенты. Они высчитываются по следующей формуле [125]:

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} \delta_j * p_j * \lambda_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} \delta_j * p_j}, \tag{7.7}$$

где δ_j – коэффициент, показывающий характер связи между фактором и интегральной оценкой. Его значение равно единице, если связь прямая, или минус единице в противном случае; p_j – коэффициент значимости признаков.

Верхний предел возможного значения промежуточного коэффициента составляет единица:

$$Y_i \leq 1. \tag{7.8}$$

Интегральный показатель эффективности рассчитывается посредством двойной свёртки показателей принадлежности с набором весов для показателей и весов для их качественных классов. Значение итогового показателя лежит в промежутке от нуля до единицы. Чем выше значение коэффициента, тем выше качество предоставленной услуги:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} k_i * Y_i, \tag{7.9}$$

где k_i – весовой коэффициент для терм-множества пенташкалы, задается экспертным путём; n – количество качественных градаций пенташкалы.

После расчёта интегрального показателя его значение интерпретируют с помощью лингвистической классификации.

7.3.8 Интерпретация результатов расчёта интегрального коэффициента эффективности

Для того чтобы провести лингвистическую классификацию интегрального показателя эффективности услуг, эксперты строят классификатор для показателя Q. Данный классификатор является стандартным пятиуровневым классификатором на 01-носителе.

Для понимания сущности стандартного классификатора на 01-носителе совершим следующие действия.

Введём лингвистическую переменную «Уровень показателя» и определим для неё носитель в виде отрезка от нуля до единицы на вещественной оси. Такой носитель вида [0,1] является универсальным и выделен в отдельную категорию как 01-носитель.

После этого сформируем терм-множество для переменной «Уровень показателя» с пятью значениями T = {«Очень низкий», «Низкий», «Средний», «Высокий», «Очень высокий»}.

Для описания подмножеств нечёткого терм-множества введём систему из пяти функций принадлежности, основанных на трапециевидных числах. её вид показан ниже (рис. 7.9).

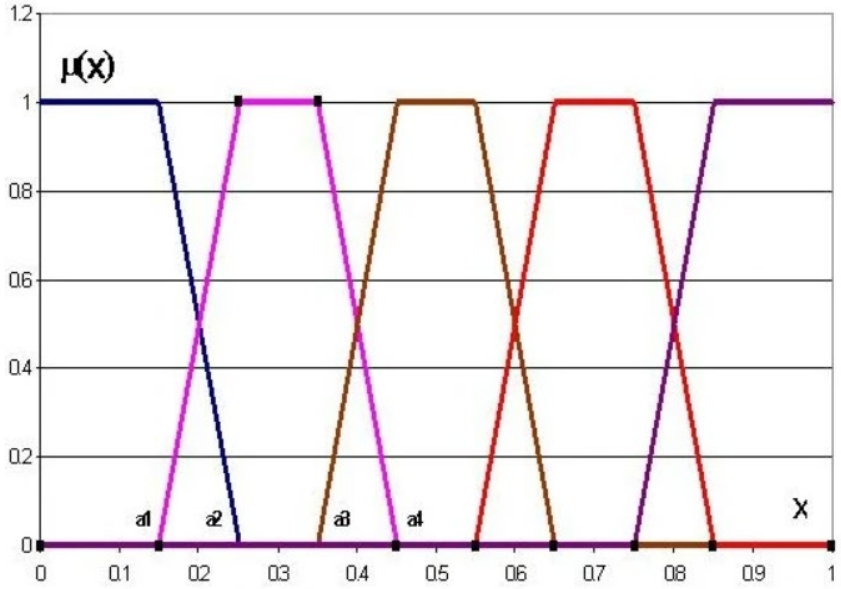


Рис. 7.9. Стандартный пятиуровневый классификатор на 01-носителе

Также введём набор узловых точек $a_i = (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9)$. Узловые точки являются, с одной стороны, точками максимумов соответствующих функций принадлежности, а с другой стороны – точками минимумов остальных функций. Иными словами, это те значения параметра, которые можно однозначно отнести к одному классу. Также узловые точки стоят на равном расстоянии друг от друга и симметричны точке 0.5.

Тогда стандартным пятиуровневым нечётким классификатором на 01-носителе является комплекс из данной лингвистической переменной, её 01-носителя и набора её узловых точек.

Построенный классификатор представляет собой один из видов «серой» шкалы Поспелова, которая относится к полярной шкале. В таких шкалах противоположные свойства лингвистической переменной сменяют друг друга постепенно. В таком случае чем больше проявляется свойство A^{+}, тем меньше проявляется свойство A^{-}. Также в таких классификаторах присутствует такая нейтральная точка, принадлежащая двум функциям принадлежности, где противоположные свойства проявляются с одинаковой силой. Нейтральные точки в стандартном пятиуровневом классификаторе на 01-носителе задаются набором точек (0.2, 0.4, 0.6, 0.8).

В случае, когда о факторе известно только то, что он может принимать значение от нуля до единицы, использование такого классификатора для перевода количественных оценок в качественные является оправданным и эффективным. Также сумма всех функций принадлежности стандартного нечёткого классификатора равна единице.

В случае, когда эксперт располагает некоторым объёмом информации о показателе услуги, использованные в модели функции принадлежности могут лежать на носителе несимметрично и классификатор в таком случае не будет стандартным.

Теперь построим стандартный пятиуровневый классификатор для интегрального показателя эффективности Q, который в данной работе выполняет роль меры эффективности финансовых услуг с учётом эмоций. Так как этот пятиуровневый классификатор является стандартным, его узловыми точками являются числа $\{0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9\}$ (табл. 7.9).

Таблица 7.9 – Классификатор для интегрального показателя эффективности

Ограничение по значению, Q	Классификация уровня эффективности услуг	Функция принадлежности (показывает степень уверенности эксперта)
$0 \leq Q \leq 0{,}15$	«Очень низкий уровень»	1
$0{,}15 < Q < 0{,}25$	«Очень низкий уровень»	$\mu_1 = 10 * (0{,}25 - q)$
	«Низкий уровень»	$\mu_2 = 1 - \mu_1$
$0{,}25 \leq Q \leq 0{,}35$	«Низкий уровень»	1
$0{,}35 < Q < 0{,}45$	«Низкий уровень»	$\mu_2 = 10 * (0{,}45 - q)$
	«Средний уровень»	$\mu_3 = 1 - \mu_2$
$0{,}45 \leq Q \leq 0{,}55$	«Средний уровень»	1
$0{,}55 < Q < 0{,}65$	«Средний уровень»	$\mu_3 = 10 * (0{,}65 - q)$
	«Высокий уровень»	$\mu_4 = 1 - \mu_3$
$0{,}65 \leq Q \leq 0{,}75$	«Высокий уровень»	1
$0{,}75 < Q < 0{,}85$	«Высокий уровень»	$\mu_4 = 10 * (0{,}85 - q)$
	«Очень высокий уровень»	$\mu_5 = 1 - \mu_4$
$0{,}85 \leq Q \leq 1{,}0$	«Очень высокий уровень»	1

7.4 Алгоритмизация методов решения задачи оценки эффективности процесса оказания услуг

Разработан алгоритм оценки эффективности оказания услуг (рис. 7.10) [101].

Основным этапами работы алгоритма являются: выбор показателей, классификация эмоционально окрашенной информации, определение весов для показателей, расчёт узловых точек классификаторов, классификация уровней показателей, определение функций принадлежности показателей, расчёт интегрального показателя эффективности и интерпретация уровня интегрального показателя эффективности. [67]

При проектировании прототипа СППР выбрана клиент-серверная архитектура разработки ПО. Клиентами являются модуль опроса клиента, модуль лица, принимающего решения, и модуль администратора. С помощью веб-сервиса, расположенного на хосте, клиенты соединяются с базой данных MS SQL, на которой содержатся данные о проведённых операциях, данные терминалов, включённых в систему моментальных платежей, данные о предоставляемых услугах. Разработан алгоритм взаимодействия модулей (рис. 7.11).

Основными этапами алгоритма являются: выбор эмоции, отправка данных на сервер, вычисление оценки эффективности, запись операции в базу данных, вывод уведомления, оценка уровня эффективности, вывод показателя эффективности, не соответствующего нормативу.

Рис. 7.10. Алгоритм оценки эффективности оказания услуг

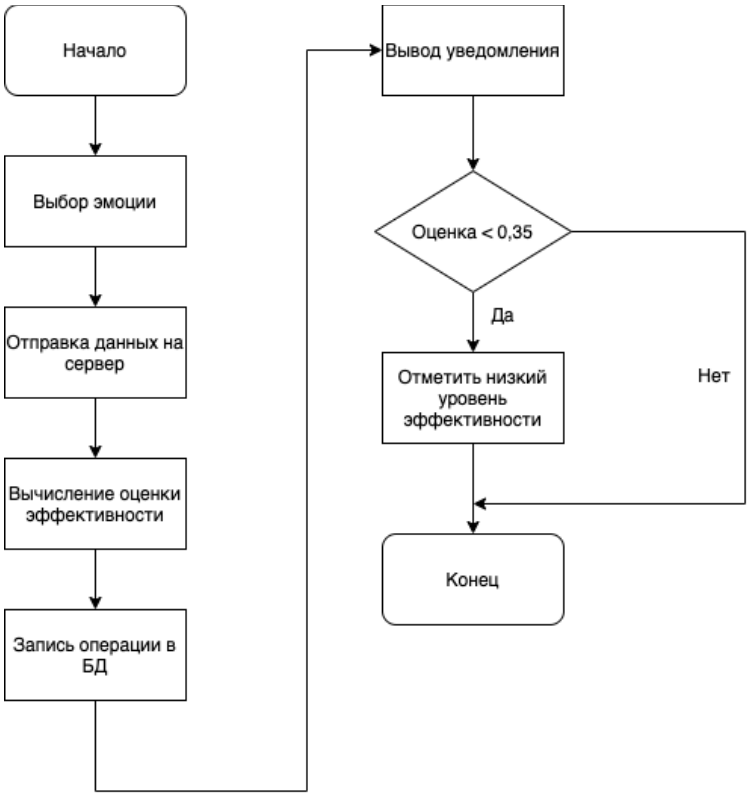


Рис. 7.11. Алгоритм взаимодействия модулей при оценке эффективности оказания услуг

7.5 Разработка прототипа системы поддержки принятия решений на примере организации, оказывающей финансовые услуги оплаты

Система моментальных платежей (СМП) – это платёжная система, позволяющая осуществлять мгновенные платежи и переводы средств между физическими и юридическими лицами [53, 57, 58, 59, 90, 120]. Под мгновенностью платежа понимается круглосуточная возможность совершения безопасной и защищённой денежной транзакции с уведомлением сторон об окончательном завершении процесса расчёта [98, 99].

Для оценки эффективности услуг был разработан модуль оценки эффективности услуг, встраиваемый в СППР, работающую в рамках системы моментальных платежей. Для создания клиент-серверного приложения оценки эффективности выбран язык программирования C#, с использованием платформы для создания классических приложений Windows Forms. В качестве серверной части было создано веб-приложение ASP.NET, содержащее веб-сервис WCF, с

помощью которого и была реализована связь клиентских приложений с базой данных и на котором происходит вычисление.

Разрабатываемое приложение является клиент-серверным. Клиентами являются модуль опроса клиента, модуль лица, принимающего решения, и модуль администратора. С помощью веб-сервиса, расположенного на хосте, клиенты соединяются с базой данных MS SQL, на которой содержатся данные о проведённых операциях, данные терминалов, включённых в систему моментальных платежей, данные о предоставляемых услугах. Также для вычислений в базе данных хранятся параметры, по которым и проводится оценка эффективности. Все вычисления проводятся на сервере.

Разрабатываемое программное обеспечение состоит из четырёх частей:

- веб-сервиса, располагаемого на хосте, на котором происходят вычисления и с помощью которого осуществляется связь между приложениями-клиентами и сервером;
- модуля опроса клиента об эмоциональном состоянии, который используется на платёжном терминале;
- модуля лица, принимающего решения;
- модуля администратора.

Для наглядности структура системы показана на рис. 7.12.

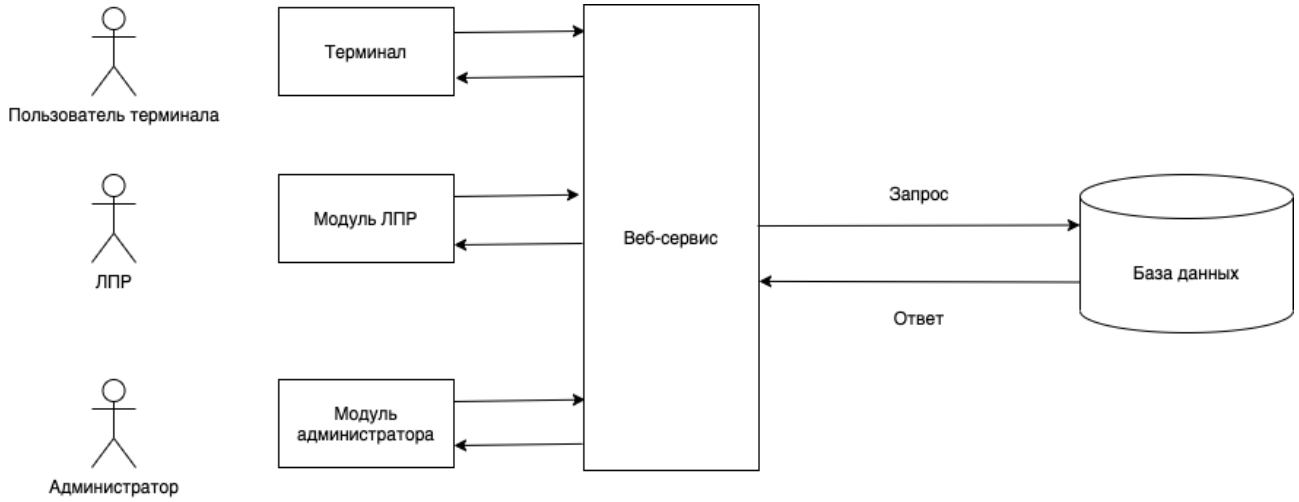


Рис. 7.12. Структура ПО оценки эффективности услуг

Для полного понимания взаимодействия модулей рассмотрим диаграмму последовательностей с точки зрения менеджера (рис. 7.13).

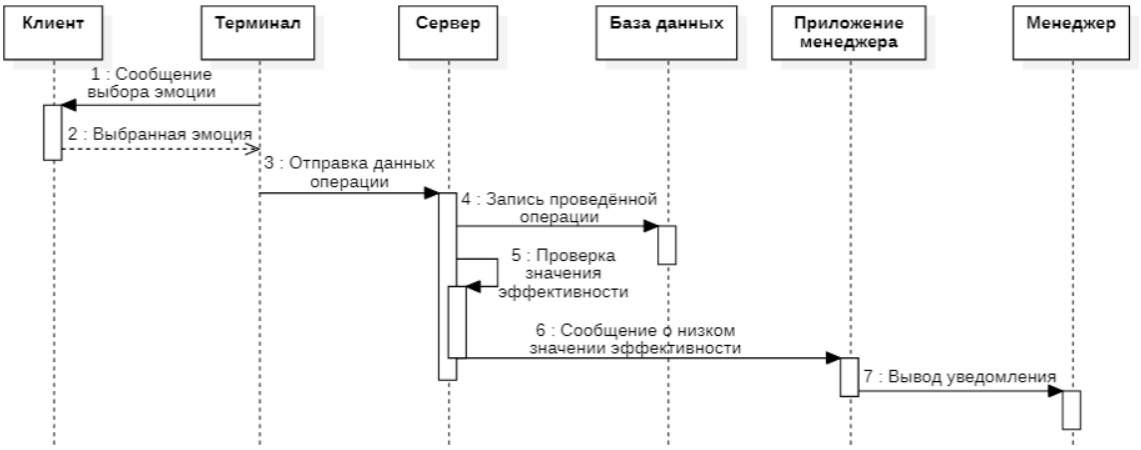


Рис. 7.13. Диаграмма последовательности для менеджера и клиента

Клиенту предлагают опрос, он выбирает одну из эмоций, после чего данные о платеже отправляются на сервер, где вычисляется оценка эффективности. Лицу, принимающему решение, приходят уведомления о совершенных операциях; в случае, когда эффективность будет меньше порогового значения, это уведомление будет отличаться цветом для привлечения внимания менеджера, чтобы он принял решение о дальнейших действиях.

На рис. 7.14 показана диаграмма последовательности с точки зрения администратора.

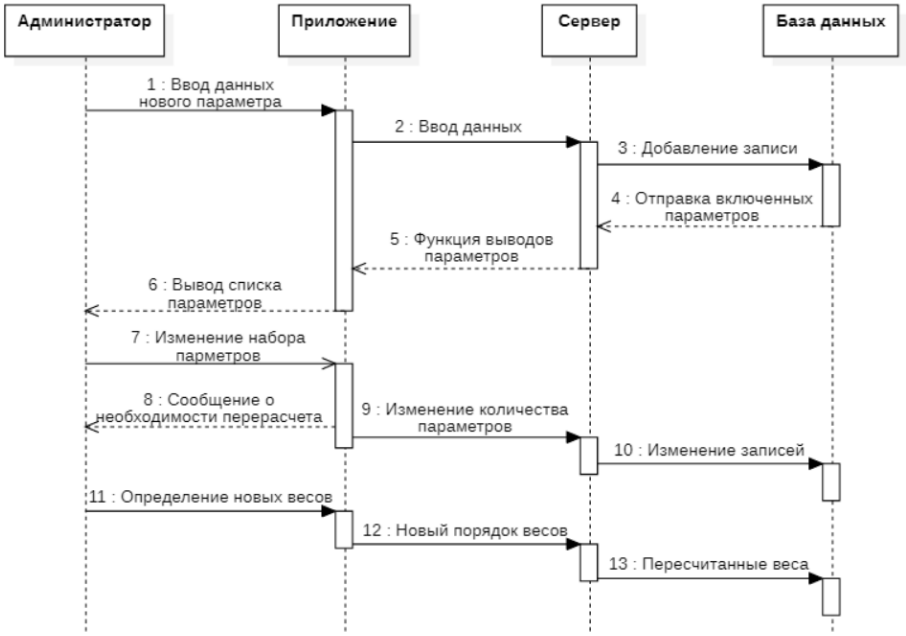


Рис. 7.14. Диаграмма последовательности для администратора

Администратор может изменить способ вычисления оценки с помощью добавления нового параметра, исключения параметров, изменения значимости факторов.

Рассмотрим структуру базы данных, изображённую на рис. 7.15.

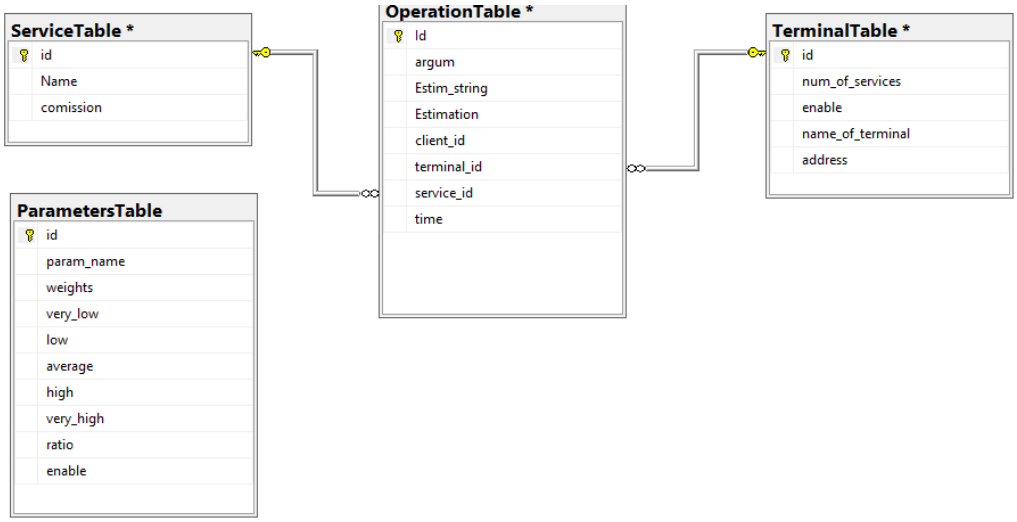


Рис. 7.15. Структура базы данных разработанной системы

В таблицу Operation Table записываются данные о прошедшей операции – характеристики платежа, оценка эффективности, её качественная интерпретация, идентификаторы клиента, терминала и услуги, а также время совершения операции.

В таблицах Terminal Table и Service Table хранятся данные о терминалах и услугах.

В таблице Parameters Table хранятся данные о параметрах для вычисления оценки эффективности: название параметра, его вес, узловые точки для пяти уровней, связь и то, включён ли параметр в формулу.

При проектировании программного обеспечения оценки эффективности процесса оказания услуг с учётом эмоционально окрашенной инфлюации была разработана диаграмма классов (рис. 7.16).

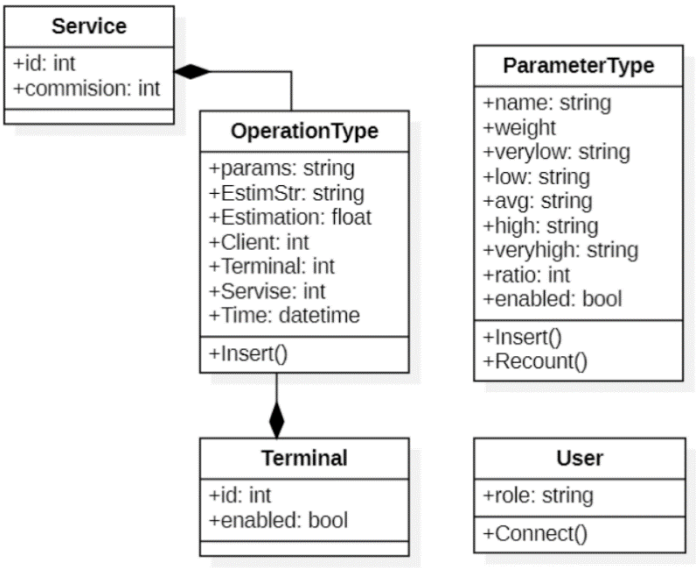


Рис. 7.16. Диаграмма классов разработанной системы

В табл. 7.10 представлено описание используемых функций.

Таблица 7.10 – Описание функций

Функции веб-сервиса	Описание функции
Estimate(OperationType operation)	Вычисление интегральной оценки эффективности
EstStr(float Q)	Вычисление лингвистической оценки эффективности
ExcludeParam(List<string> p)	Исключение параметра из вычислений
GetParameters()	Получение списка параметров
IncludeParam(List<string> p)	Включение параметров в вычисления
InsertOperation(OperationType operation)	Добавление проведённой операции в БД
InsertParameter(ParameterType parameter)	Добавление параметра в БД
SendWarningMsg(string msg, OperationType operation)	Отправление уведомления
WeightsRecount(List<string> p, List<float> w)	Пересчёт весов факторов

7.5.1 Описание интерфейса пользователей

Работа модуля опроса об эмоциональном состоянии представлена на рис. 7.17: пять изображений с эмоциями, по нажатию на каждое из которых выводится сообщение «Спасибо за отклик!».

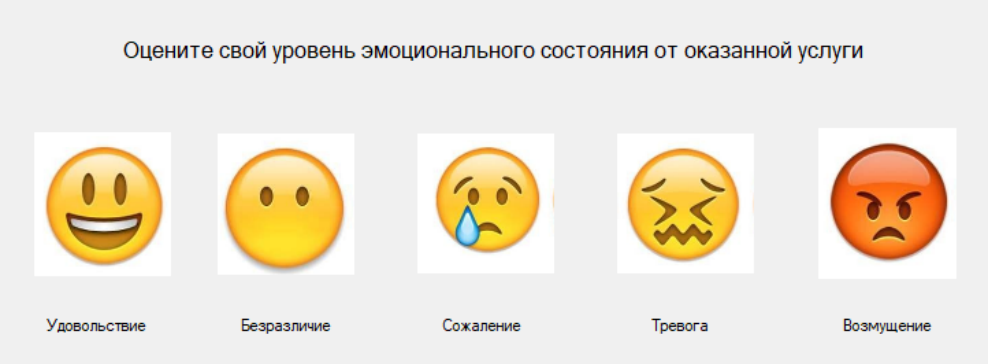
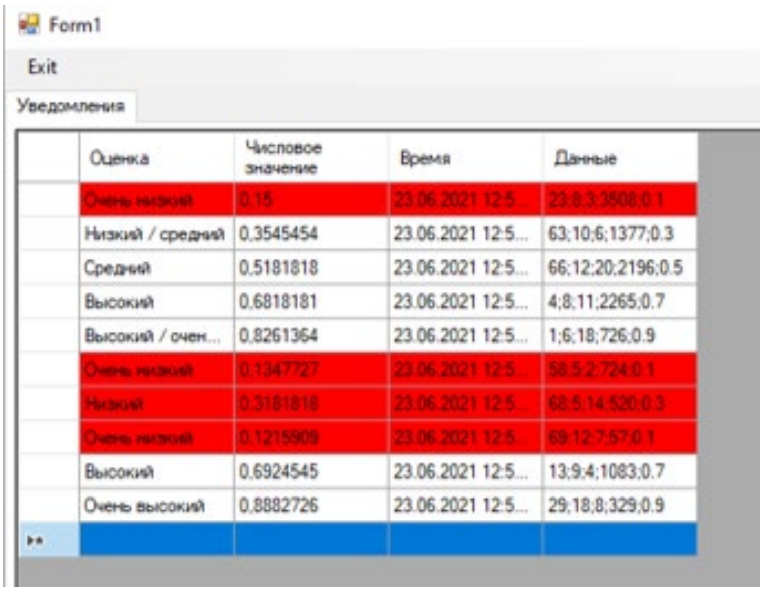


Рис. 7.17. Интерфейс формы опроса клиентов СМП

Модуль лица, принимающего решение, состоит из таблицы, в которую выводятся данные о прошедших услугах (рис. 7.18).



Оценка	Числовое значение	Время	Данные
Очень низкий	0.15	23.06.2021 12:5...	23;8;3;3508;0.1
Низкий / средний	0,3545454	23.06.2021 12:5...	63;10;6;1377;0.3
Средний	0,5181818	23.06.2021 12:5...	66;12;20;2196;0.5
Высокий	0,6818181	23.06.2021 12:5...	4;8;11;2265;0.7
Высокий / очен...	0,8261364	23.06.2021 12:5...	1;6;18;726;0.9
Очень низкий	0,1347727	23.06.2021 12:5...	58;5;2;724;0.1
Низкий	0,3181818	23.06.2021 12:5...	68;5;14;520;0.3
Очень низкий	0,1215909	23.06.2021 12:5...	69;12;7;57;0.1
Высокий	0,6924545	23.06.2021 12:5...	13;9;4;1083;0.7
Очень высокий	0,8882726	23.06.2021 12:5...	29;18;8;329;0.9

Рис. 7.18. Интерфейс модуля менеджера (ЛПР)

Модуль администратора состоит из трёх вкладок, с помощью которых можно изменять набор параметров для вычисления, изменять значимость параметров, просматривать уведомления о проведённых операциях и их характеристиках.

Выберем параметры, которые будут использоваться в расчётах показателя эффективности услуг (рис. 7.19).

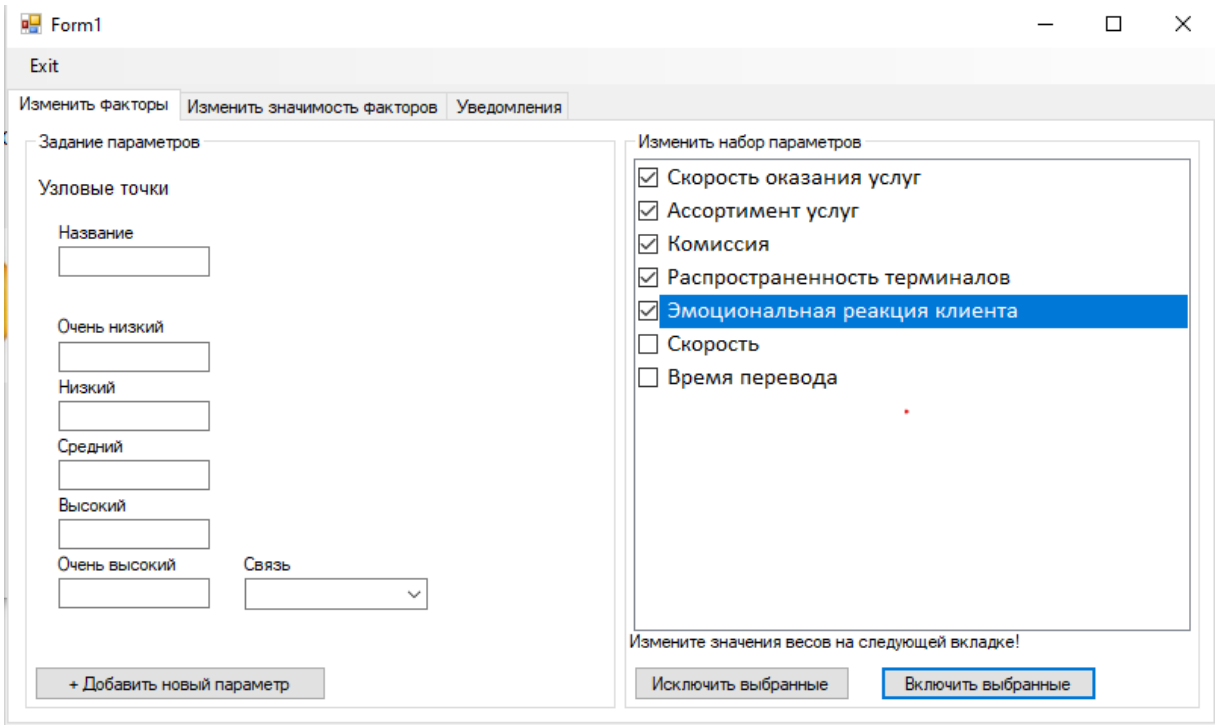
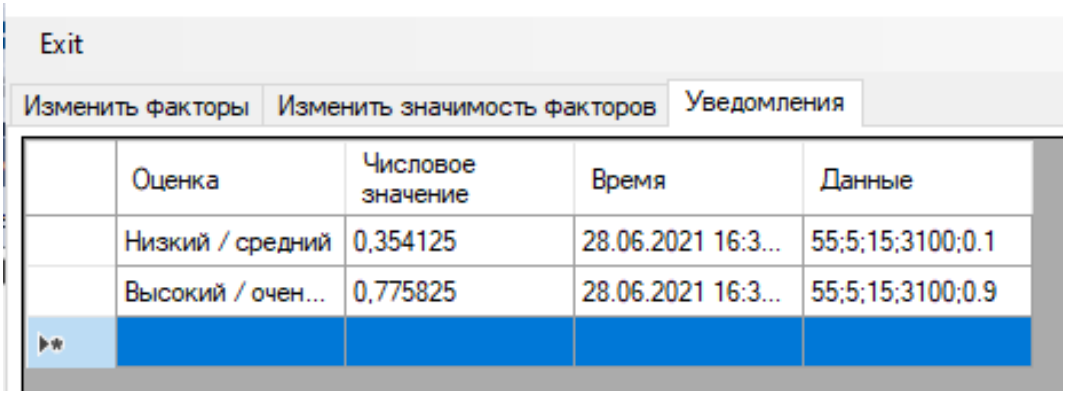


Рис. 7.19. Выбор параметров

В результате выполнения программы получим оценки эффективности услуг, характеристики которых были приведены выше. На рис. 7.20 представлены уведомления, которые показывают оценку эффективности и её качественную интерпретацию, а также данные о проведённой операции.



	Оценка	Числовое значение	Время	Данные
	Низкий / средний	0,354125	28.06.2021 16:3...	55;5;15;3100;0.1
	Высокий / очен...	0,775825	28.06.2021 16:3...	55;5;15;3100;0.9
▶*				

Рис. 7.20. Вычисленные оценки эффективности оказанных услуг

7.6 Результаты анализа эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений

Выберем в качестве параметров оценки эффективности финансовых услуг следующие характеристики (табл. 7.11).

Таблица 7.11 – Носители для характеристик

Характеристика	Обозначения	Носитель
Скорость оказания услуг	X_1	[1, 70] шт./ч
Ассортимент услуг	X_2	[1, 20] шт.
Комиссия	X_3	[0, 20] %
Распространённость терминалов	X_4	[0, 4000] шт.
Эмоциональная реакция клиента	X_5	[0,1]

Теперь необходимо составить функции принадлежности уровней для каждой характеристики.

Ранее говорилось, что именно эмоции клиента играют важнейшую роль в сфере услуг. В связи с этим будем считать фактор, описывающий эмоции в модели, наиболее значимым. Остальные параметры являются равнозначными друг другу. Тогда схема предпочтений имеет вид:

$$F_1(X_5) > F_2(X_1) \approx F_3(X_2) \approx F_4(X_3) \approx F_5(X_4).$$

Так как в модели присутствуют и отношения безразличия, и отношения предпочтения, для расчёта весов будем использовать формулу (7.3).

$$r_5 = 1,$$

$$r_2 = r_3 = r_4 = r_5 = 1,$$

$$r_1 = 2,$$

$$K = \sum_{1}^{5} r_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 2 = 6,$$

$$p_1 = \frac{2}{6} = \frac{1}{3},$$

$$p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = \frac{1}{6}.$$

Результаты расчёта весов представлены в табл. 7.12.

Таблица 7.12 – Результат расчёта весов для численного эксперимента

Обозначение показателя	Название показателя	Вес r_i	Вес p_i
X_1	Скорость оказания услуг	1	1/6
X_2	Ассортимент услуг	1	1/6
X_3	Комиссия	1	1/6
X_4	Распространённость терминалов	1	1/6
X_5	Эмоциональная реакция клиента	2	2/6

Составим функции принадлежности. Эксперты определили зоны на носителях, на которых они могут уверенно определить тот или иной уровень характеристики. Результаты представлены в табл. 7.13-7.22.

Таблица 7.13 – Экспертные оценки для фактора X_1

№ эксперта	Н	СР	В
1	[3,5]	[4,14]	[14,50]
2	[2,4]	[5,15]	[15,60]

В таблице представлены интервалы вещественной оси $[a, b]$. Определим

$$A = \min_i\{a_i\},$$

$$B = \min_i\{\max_i(a_i)\min_i(b_i)\},$$

$$C = \max_i\{\max_i(a_i)\min_i(b_i)\},$$

$$D = \max_i\{b_i\}. \quad (7.10)$$

Тогда четыре пары чисел вида (A,0), (B,1), (C,1), (D,0) будут вершинами трапециевидной функции принадлежности (рис. 7.21).

Рис. 7.21. Составление функции принадлежности

Для уровня «Низкий» функция принадлежности выглядеть следующим образом:

n_1, n_2 – отрезки вещественной оси, сформированные экспертами. На основе этих данных были составлены функции принадлежности для всех показателей (рис. 7.22).

Рис. 7.22. Функции принадлежности для фактора X_1

Функции принадлежности всех уровней для параметра X_1 выглядят следующим образом:

Для компактной записи трапециевидные функции принадлежности рекомендуется записывать трапециевидными числами вида $\beta(a_1, a_2, a_3, a_4)$, где a_1, a_4 – абсциссы нижнего основания; a_2 и a_3 – абсциссы верхнего основания трапеции в зоне с ненулевой принадлежностью носителя к данному нечёткому множеству. Для лингвистической переменной показатель «Скорость оказания услуг» μ_x представлен в виде

$$\beta_1(0, 0, 2, 3),$$
$$\beta_2(2, 3, 4, 5),$$
$$\beta_3(4, 5, 14, 15),$$
$$\beta_4(14, 15, 50, 60),$$
$$\beta_5(50, 60, 70, 70).$$

Результаты классификации лингвистической переменной «Скорость оказания услуг» сформированы в таблицу и показаны ниже (табл. 7.14).

Таблица 7.14 – T-числа для лингвистической переменной «Скорость оказания услуг»

Обозначение показателя	T-числа для термов данной лингвистической переменной				
	ОН	Н	СР	В	ОВ
X_1	{0,0,2,3}	{2,3,4,5}	{4,5,14,15}	{14,15,50,60}	{50,60,70,70}

Аналогичным образом построим функции принадлежности для остальных характеристик (табл. 7.15).

Таблица 7.15 – Экспертные оценки для фактора X_2

№ эксперта	н	ср	В
1	[2,4]	[6,10]	[10,15]
2	[3,6]	[4,9]	[9,16]

Функции принадлежности для лингвистической переменной «Ассортимент услуг» (рис. 7.23):

Рис. 7.23. Функции принадлежности для фактора X_2

Для лаконичности и удобства представим классификатор в виде:

$$\beta_1(0,0,2,3),$$

$$\beta_2(2,3,5,6),$$

$$\beta_3(4,6,9,10),$$

$$\beta_4(9,10,15,16),$$

$$\beta_5(15,16,20,20)$$ (табл. 7.16 и 7.17).

Таблица 7.16 – T-числа для лингвистической переменной «Ассортимент услуг»

Обозначение показателя	T-числа для термов данной лингвистической переменной				
	ОН	Н	СР	В	ОВ
X_2	{0,0,2,3}	{2,3,5,6}	{4,6,9,10}	{9,10,15,16}	{15,16,20,20}

Таблица 7.17 – Экспертные оценки для фактора X_3

№ эксперта	Зоны полной уверенности для уровней:		
	н	Ср	в
1	[2,4]	[5,13]	[13,17]
2	[1,5]	[3,10]	[10,15]

Составим функции принадлежности (рис. 7.24):

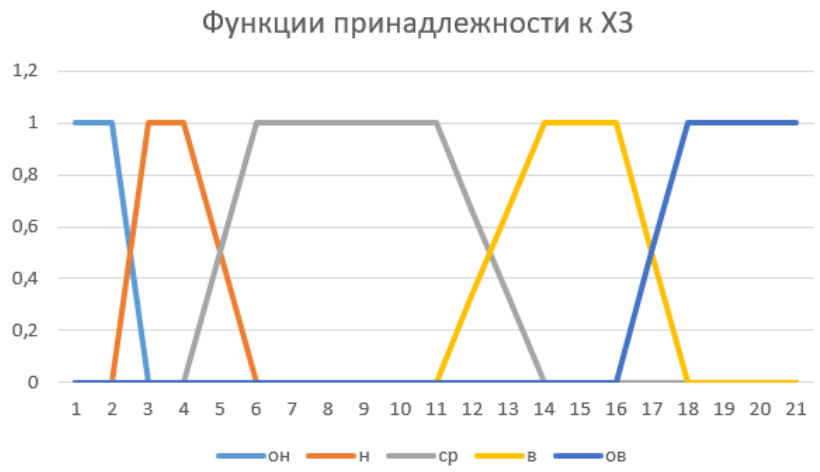


Рис. 7.24. Функции принадлежности для фактора X_3

Трапециевидные числа, описывающие данный набор функций принадлежности (табл. 7.18, 7.19 и рис. 7.25):

$$\beta_1(0,0,2,3),$$

$$\beta_2(2,3,4,6),$$

$$\beta_3(4,6,11,14),$$

$$\beta_4(11,14,16,18),$$

$$\beta_5(16,18,21,21).$$

Таблица 7.18 – T-числа для лингвистической переменной «Комиссия»

Обозначение показателя	T-числа для термов данной лингвистической переменной				
	ОН	Н	СР	В	ОВ
X_3	{0,0,2,3}	{2,3,4,6}	{4,6,11,14}	{11,14,16,18}	{16,18,21,21}

Таблица 7.19 – Экспертные оценки для фактора X_4

№	н	ср	В
1	[100,300]	[300,1000]	[1100,3000]
2	[200,400]	[400,1100]	[1000,3500]

Рис. 7.25. Функции принадлежности для фактора X_4

Для краткости запишем этот классификатор следующим набором чисел (табл. 7.20, 7.21 и рис. 7.26):

Таблица 7.20 – T-числа для лингвистической переменной «Распространенность терминалов»

Обозначение показателя	T-числа для термов данной лингвистической переменной				
	ОН	Н	СР	В	ОВ
X_1	{0,0,100,200}	{100,200,300,400}	{300,400,1000,1100}	{1000,1100,3000,3500}	{3000,3500,4000,4000}

Таблица 7.21 – Экспертные оценки для интегрального показателя эффективности

№	н	ср	В
1	[0.15,0.35]	[0.35,0.55]	[0.55,0.85]
2	[0.25,0.45]	[0.45,0.65]	[0.65,0.75]

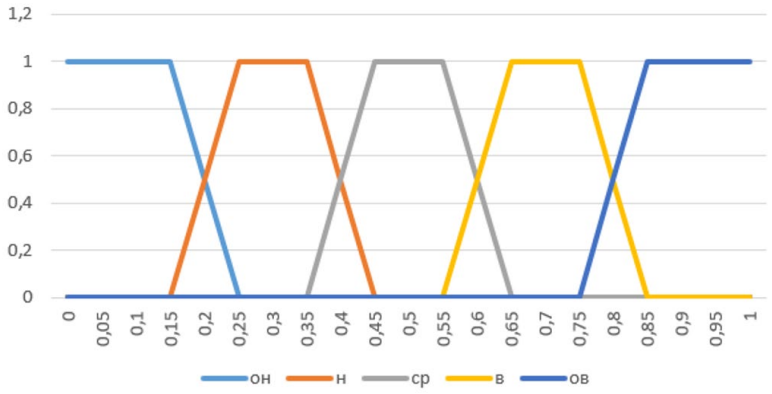


Рис. 7.26. Функции принадлежности для интегрального показателя эффективности

$$\beta_1(0, 0, 0.15, 0.25),$$
$$\beta_2(0.15, 0.25, 0.35, 0.45),$$
$$\beta_3(0.35, 0.45, 0.55, 0.65),$$
$$\beta_4(0.55, 0.65, 0.75, 0.85),$$
$$\beta_5(0.75, 0.85, 1, 1).$$

Узловые точки для стандартного 5-уровневого классификатора на 01-носителе рассчитаны и известны. Это набор трапециевидных чисел {0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9} (табл. 7.22).

Таблица 7.22 – T-числа для лингвистической переменной «Значение интегрального показателя эффективности услуг»

Обозначение показателя	T-числа для термов данной лингвистической переменной				
	ОН	Н	СР	В	ОВ
X_5	{0, 0, 0.15, 0.25}	{0.15, 0.25, 0.35,0.45}	{0.35, 0.45, 0.55, 0.65}	{0.55, 0.65, 0.75, 0.85}	{0.75, 0.85, 1, 1}

Для оценки эффективности разработанной методики оценки и прототипа СППР были оценены две услуги с разными наборами значений показателей услуг, отличающиеся только наличием показателя «Эмоциональная реакция клиента», так как в данной работе рассматривается вопрос целесообразности включения аффектов в методы определения удовлетворённости клиента. Значения остальных показателей в наборе идентичны. В такой услуге нет приоритета между показателями, поэтому веса для всех четырёх характеристик одинаковы и равны 0,25.

Эти данные представлены в табл. 7.23.

Результаты распознавания уровня показателей приведены на основе данных таблицы 7.3 и представлены в табл. 7.24.

Таблица 7.23 – Текущие значения параметров услуг

Обозначение показателя	Наименование показателя	Значение показателя для 1-й услуги	Значение показателя для 2-й услуги
X_1	Скорость оказания услуг	55	55
X_2	Ассортимент услуг	5	5
X_3	Комиссия	15	15
X_4	Распространённость терминалов	3100	3100
X_5	Эмоциональная реакция клиентов	«Доволен/Довольна»	-

Таблица 7.24 – Результат классификации текущих значений показателей по подмножествам

Наименование показателя	Результат классификации по подмножествам				
	ОН	Н	СР	В	ОВ
Скорость оказания услуг	0	0	0	0.5	0.5
Ассортимент услуг	0	0.5	0.5	0	0
Комиссия	0	0	0	1	0
Распространённость терминалов	0	0	0	0.8	0.2
Эмоциональная реакция клиентов (1-я услуга)	1/0	0/0	0/0	0/0	0/1

Рассчитаем промежуточные коэффициенты для выбранных услуг. Для этого необходимо определить, как изменится эффективность процесса оказания услуги, если значение показателя повысится или снизится, то есть определить характер связи между ними. Результаты приведены в табл. 7.25.

Таблица 7.25 – Характер связи между факторами и интегральным показателем эффективности

Обозначение показателя	Наименование показателя	Характер связи	Значение δ_i
X_1	Скорость оказания услуг	Прямая связь	1
X_2	Ассортимент услуг	Прямая связь	1
X_3	Комиссия	Обратная связь	-1
X_4	Распространённость терминалов	Прямая связь	1
X_5	Эмоциональная реакция клиентов	Прямая связь	1

Коэффициенты значимости характеристик возьмём из ранее составленной табл. 7.13. Рассчитаем промежуточные коэффициенты для первой услуги:

$$Y_{\text{ОН}} = \frac{\delta_1 * p_1 * \lambda_{1\text{ОН}} + \delta_2 * p_2 * \lambda_{2\text{ОН}} + \cdots + \delta_5 * p_5 * \lambda_{5\text{ОН}}}{\delta_1 * p_1 + \delta_2 * p_2 + \cdots + \delta_5 * p_5};$$

$$Y_{\text{ОН}} = \frac{1 * 0.16 * 0 + 1 * 0.16 * 0 - 1 * 0.16 * 0 + 1 * 0.16 * 0 + 1 * 0.33 * 1}{1 * 0.16 + 1 * 0.16 - 1 * 0.16 + 1 * 0.16 + 1 * 0.33} = \frac{0.33}{0.65} = 0.507.$$

Аналогично рассчитаем промежуточные коэффициенты остальных градаций пенташкалы для всех услуг. Полученные результаты представим в табл. 7.26.

Эксперты оценили значимость градаций пенташкалы как k = {0.075, 0.3, 0.5, 0.7, 0.925}. Зная эти коэффициенты, теперь можно рассчитать интегральные показатели эффективности для двух услуг и сравнить получившиеся значения.

По формуле (7.9) рассчитаем интегральный показатель эффективности для двух объектов:

$$Q_1 = k_1 * Y_{11} + k_2 * Y_{12} + k_3 * Y_{13} + k_4 * Y_{14} + k_5 * Y_{15};$$

$$Q_1 = 0.075 * 0 + 0.3 * 0.126 + 0.5 * 0.126 + 0.7 * 0.075 + 0.925 * 0.673 = 0.775825;$$

$$Q_2 = k_1 * Y_{21} + k_2 * Y_{22} + k_3 * Y_{23} + k_4 * Y_{24};$$

$$Q_2 = 0.075 * 0 + 0.3 * 0.25 + 0.5 * 0.25 + 0.7 * 0.15 + 0.925 * 0.35 = 0.62875.$$

Таблица 7.26 – Результаты расчёта промежуточных коэффициентов

Объект	Градация	Промежуточный коэффициент Y_i
Первая услуга	ОН	0
	Н	0.126
	СР	0.126
	В	0.075
	ОВ	0.673
Вторая услуга	ОН	0
	Н	0.25
	СР	0.25
	В	0.15
	ОВ	0.35

Интегральные показатели по услугам рассчитаны. Теперь с помощью табл. 7.9 дадим им качественную оценку, а также выявим степень уверенности эксперта в классификации. Результаты приведены в табл. 7.27.

Таблица 7.27 – Результаты расчёта интегрального показателя для трёх услуг

Номер оказанной услуги i	Значение интегрального показателя эффективности Q_i	Качественная классификация показателя	Степень уверенности эксперта в классификации
1	0.775825	В/ОВ	0,75 / 0,25
2	0.62875	СР/В	0,213/ 0,787

Качество первой услуги определено как преимущественно «Высокое» со степенью уверенности 0,75.

При сравнении результатов расчёта интегрального показателя эффективности оказанной услуги с учётом эмоций наблюдается высокая эффективность. Такая ситуация объясняется высокими значениями характеристики «Эмоция клиента». Также можно заметить, что значение оценки эффективности услуги, проведённой без учёта эмоций, ниже, что говорит о положительном

влиянии учёта эмоций при оценке эффективности. Из этого можно сделать вывод о том, что включение дополнительного параметра «Эмоциональная реакция клиента» в математическую модель позволяет получить более точную и реальную оценку эффективности, что даёт возможность ЛПР выбирать более подходящую стратегию ведения бизнеса.

Выводы по главе 7

Разработан подход к поддержке принятия решений на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг на основе анализа ЭОИ, использующий как качественные, так и количественные характеристики процесса оказания услуг.

Разработаны модели и методы оценки эффективности процесса оказания услуг, основанные на обработке эмоционально окрашенной информации и применении методов нечёткой логики, которые являются универсальными относительно структуры показателей эффективности процесса разных типов и обеспечивают проведение как количественного, так и качественного исследования степени удовлетворённости участников процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ.

При проектировании прототипа СППР при оказании услуг оплаты разработаны алгоритм оценки эффективности оказания услуг и ряд моделей в нотации UML.

Для оценки эффективности услуг разработан модуль оценки эффективности услуг, встраиваемый в СППР, работающую в рамках системы моментальных платежей.

Анализ эффективности предложенного метода и анализ внедрения в практику деятельности финансовой организации разработанного прототипа СППР показал, что интегральная оценка эффективности оказываемых услуг оплаты изменилась и с учётом эмоционально окрашенной информации составила 0,77, а оценка эффективности без учёта эмоций составила 0,62. Результаты классификации уровня эффективности показали, что эффективность оказания услуг выросла со «среднего» уровня до «высокого».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработаны концептуальные положения поддержки принятия решений в организационной системе сферы услуг при управлении процессом оказания услуг, базирующиеся на новом механизме управления на основе анализа эмоционально окрашенной информации, как совокупность процедур принятия управленческих решений, взаимосвязанных друг с другом по разработанной схеме, которая отражает структурные особенности взаимодействия основных блоков в управляющей части системы управления и включении в процесс принятия решений субъективной эмоционально окрашенной информации, что позволяет формулировать задачи с учётом слабо формализуемой информации, строить модели, которые отражают свойства реальных объектов, а также повышать уровень удовлетворённости клиентов.

2. Разработан проблемно ориентированный комплекс моделей и методов поддержки принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации на каждом этапе жизненного цикла процесса оказания услуг в новой постановке:

- модели и методы оперативного планирования процесса оказания услуг, состоят из моделей и методов формирования пакета услуг, сформулированных в терминах целочисленного линейного программирования, опирающихся на экономические аспекты оказания услуг и учитывающих эмоциональные предпочтения клиентов и моделей и методов формирования графика оказания услуг, сформулированных в многоагентной парадигме, учитывающих формализованные технологические особенности процесса оказания услуг, эмоциональные предпочтения клиентов, а также общие для всех участников процесса оказания услуг критерии эффективности плана оказания услуг, что позволяет составить план оказания услуг под конкретного клиента и повысить его удовлетворённость за счёт учёта эмоциональных предпочтений и технологических и экономических условий оказания услуг;
- модели и методы оперативного управления процессом потребления услуг основаны на мониторинге оценок эмоционального состояния клиентов в

процессе потребления услуг за счёт комбинации вербально-коммуникативных методов, нейросетевых технологий и методов машинного обучения, и адаптации процесса оказания услуг под индивидуальные особенности и состояния клиентов, что даёт возможность повышать лояльность клиентов за счёт улучшения их эмоционального состояния в процессе потребления услуги посредством осуществления автоматизированной эмоциональной поддержки и подбора формы предоставления услуги в соответствии с индивидуальными особенностями;

- модели и методы анализа данных обратной связи от клиентов основаны на адаптации моделей и методов обработки естественного языка, методов машинного обучения для обработки текстовых данных из отзывов клиентов; методе извлечения аспектов оказываемых услуг; методе проведения аспектного анализа тональности текстовых данных; методе идентификации специфичных эмоциональных реакций, что позволяет оценивать степень удовлетворённости клиентов как количественно, так и качественно, не только клиентов рассматриваемой организации, но и клиентов конкурирующих компаний на рынке;
- модели и методы оценки эффективности процесса оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации разработаны с применением аппарата нечёткой логики, являются универсальными относительно структуры показателей эффективности управления разных типов и обеспечивают учёт как количественных так и качественных типов показателей, что даёт возможность не только оценить эффективность оказываемых услуг, но рассматривать динамику этого показателя во времени, что позволяет проводить непрерывный мониторинг эффективности процесса оказания услуг.

3. Разработано алгоритмическое обеспечение для систем поддержки принятия решений, в состав которого включены:

- алгоритмы сбора и формализации эмоционально окрашенной информации на основе методов анализа текста и распознавания по лицу позволяющие формализовать семантику эмоций участников процесса оказания услуг;

- алгоритмы классификации эмоционально окрашенной информации на основе нечёткой логики и машинного обучения, позволяющие оценивать степень принадлежности источника эмоционально окрашенной информации к тому или иному классу для последующей выработки управленческих решений;
- алгоритмы поддержки принятия решений с учётом эмоционально окрашенной информации, основанные на применении нечёткой логики, многоагентного подхода, семантического анализа текста, нейросетевых технологий и онтологического моделирования предметных областей, что позволяет учитывать индивидуальные особенности объектов в виде эмоционально окрашенной информации при формировании управленческих решений;
- алгоритм оценки эффективности процесса оказания услуг на основе обработки эмоционально окрашенной информации с применением нечёткой логики, обеспечивающий проведение как количественного, так и качественного исследования уровня удовлетворённости клиентов.

4. Предложенные алгоритмы позволили разработать программное обеспечение прототипов СППР при управлении процессом оказания услуг на примере организационных систем сферы услуг в индустрии здоровья и красоты, дистанционном образовании, туристическом комплексе, финансовом секторе.

5. Разработано информационное обеспечение СППР при управлении процессом оказания услуг, базирующееся на формализации семантических особенностей предметных областей в виде онтологических моделей, содержащих эмоционально окрашенную информацию, что позволило формализовать предметные области оказания услуг.

Разработано программное обеспечение прототипов СППР для организационных систем сферы услуг в индустрии здоровья и красоты, дистанционном образовании, туристическом комплексе, финансовом секторе, базирующееся на предложенных концептуальных положениях, реализующее модели, методы и алгоритмы в виде взаимосвязанных программных модулей, позволяющее повышать эффективность принятия решений за счёт учёта эмоционально окрашенной информации при выработке управленческих решений.

Расчёт экономической эффективности внедрения СППР в работу организации индустрии здоровья и красоты показал, что затраты на разработку и использование системы являются экономически целесообразными: срок окупаемости составляет 7 месяцев, чистый дисконтированный доход – 163,4 тыс. руб., а коэффициент экономической эффективности равен 1,72. Временные затраты на составление комплексной услуги уменьшились на 1 час, временные затраты на составление графика оказания услуг – на 2 часа для каждого клиента.

Натурный эксперимент в дистанционном образовании показал, что количество случаев, когда обучающиеся испытывали положительные эмоции, было больше на 8,67% с использованием СППР. Уровень знаний студентов, использовавших разработанную систему поддержки принятия решений, после обучения был выше. Количество студентов, успешно сдавших тестирование, было на 12,33% больше с использованием СППР.

Анализ внедрения в практику деятельности финансовой организации, разработанного прототипа СППР показал, что интегральная оценка эффективности оказываемых услуг оплаты изменилась и с учётом эмоционально окрашенной информации составила 0,77, а без учёта эмоций составила 0,62. Результаты классификации уровня эффективности показали, что эффективность оказания услуг выросла со «среднего» уровня до «высокого».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, В.В. Инструментальные средства для разработки мультиагентных систем промышленного масштаба / В.В. Андреев, С.В. Батищев, К.В. Ивкушкин, Т.В. Искварина, П.О. Скобелев // Тр. VI Междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». – Самара: Самарский научный центр РАН, 2004. – С. 233-240.
2. Анохин, П.К. Эмоции / П.К. Анохин // Большая медицинская энциклопедия, Т. 35. – 2-е изд. – М: Наука, 1964. – С. 339-367.
3. Афанасьев, В.Н. Математическая теория конструирования систем управления: [Учеб. пособие для втузов] / В.Н. Афанасьев, В.Б. Колмановский, В.Р. Носов. – М.: Высш. шк., 1989. – 447 с.
4. Богданова, Д.Р. Автоматизированный учёт эмоций клиентов в процессе оказания туристических услуг / Д.Р. Богданова, Е.Ю. Сазонова, А.Ф. Асылгужин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – № 1. – С. 64-68.
5. Богданова, Д.Р. Алгоритмизация решения задачи составления комплексной услуги с учётом эмоциональных предпочтений клиентов на основе модификации метода ветвей и границ / Д.Р. Богданова // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 11.
6. Богданова, Д.Р. Анализ методов повышения эффективности работы предприятия / Д.Р. Богданова // Принятие решений в условиях неопределённости: Межвузовский сборник научных трудов. – Часть 1. – Уфа: УГАТУ, 2006. – С. 32-45.
7. Богданова, Д.Р. Задача поддержки принятия решений при формировании расписания прохождения процедур отдыхающими в санаторно-курортном комплексе / Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, Д.А. Ризванов // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2008. – Т.15, № 2. – С. 261-263.

8. Богданова, Д.Р. Инструменты эмоционального искусственного интеллекта в системах поддержки принятия решений для дистанционного образования / Д.Р. Богданова // Вестник УГАТУ. – 2021. – Том 25. – № 2 (92). – С. 71-80.
9. Богданова, Д.Р. Интеллектуальный анализ текста для обеспечения поддержки принятия решений по управлению качеством продукции (глава в коллективной монографии) / Н.И. Юсупова, А.Ф. Кудряшев, О.И. Елхова, Д.В. Попов, Д.А. Ризванов и др. // Методические аспекты искусственного интеллекта. – М.: Машиностроение, 2014. – 262 с.
10. Богданова, Д.Р. Информационные технологии и санаторно-курортное лечение / Д.Р. Богданова // Научно-практический журнал «Табигат». – 2007. – № 11 (70). – С. 21-22.
11. Богданова, Д.Р. Математическое и программное обеспечение для поддержки принятия решений в санаторно-курортном комплексе / Д.Р. Богданова, Д.В. Попов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. Сер. «Технические науки». – 2007. – Т. 2, № 4 (10). – С. 214-222.
12. Богданова, Д.Р. О применении методов динамического программирования для решения задачи о назначении процедур отдыхающим в санаторно-курортном учреждении / Д.Р. Богданова // Экономика и математические методы. Материалы региональной конференции. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2007. – С. 51-57.
13. Богданова, Д.Р. Обзор методов оценки эмоциональной окраски текстов / Д.Р. Богданова, А.М. Рахимов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 11-16.
14. Богданова, Д.Р. Определение эффективности рекламной кампании с использованием аффективных вычислений / Д.Р. Богданова // Шаталинские чтения, 2023.
15. Богданова, Д.Р. Оценка степени удовлетворённости клиентов сферы услуг на основе учёта их эмоционально окрашенной информации / Д.Р. Богданова

// Системная инженерия и информационные технологии. – 2021. – Т. 3, № 3 (7). – С. 72-81.

16. Богданова, Д.Р. Поддержка принятия решений при календарном планировании в санаторно-курортном комплексе / Д.Р. Богданова // Вестник УГАТУ. Серия «Управление, вычислительная техника и информатика». – 2007. – Т. 9, № 5 (23). – С. 47-53.
17. Богданова, Д.Р. Поддержка принятия решений при оказании персонализированных услуг с применением эмоционального искусственного интеллекта / Д.Р. Богданова, В.А. Котельников, А.Р. Юламанова // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2023. – № 1 (19). – С. 51-62.
18. Богданова, Д.Р. Поддержка принятия решений при оперативном планировании в санаторно-курортном учреждении / Д.Р. Богданова // Материалы круглого стола «Информационные технологии и математические методы исследования в экономике» Башкирско-Саксонского форума. – Уфа: Изд. УГАТУ, 2007. – С. 11-24.
19. Богданова, Д.Р. Поддержка принятия решений при управлении процессом проведения платежа в системе моментальных платежей / Д.Р. Богданова, В.А. Котельников, Н.И. Юсупова // Вестник Южно-Уральского государственного университета, серия «Компьютерные технологии, управление и радиоэлектроника». – Челябинск, 2019. – Т. 19, № 4 (2019). – С.166-172.
20. Богданова, Д.Р. Подход к разработке системы календарного планирования с применением онтологической базы знаний / Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, Д.А. Ризванов, Н.Н. Мухачева, А.Г. Абайтуллин, В.А. Симонов, А.Ф. Галямов // Материалы XXXIV Международной конференции и дискуссионного научного клуба «Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе» (IT+SE’07) приложение к журналу «Отрытое образование». – 2007. – С. 82-84.

21. Богданова, Д.Р. Применение искусственных нейронных сетей для оценки кредитного риска в рамках CRM системы коммерческого банка / Д.Р. Богданова, З.В. Максименко // Нейрокомпьютеры Разработка и применение. – Издательство «Радиотехника», 2013. – № 3. – С. 53-58.
22. Богданова, Д.Р. Согласование мнений экспертов при оценке уровня знаний студентов при дистанционном образовании / Д.Р. Богданова, К.М. Нецветаева, Ю.Ф. Ахметова // Вестник УГАТУ. – Уфа, 2014. – Т. 18, № 5 (66). – С. 102-104.
23. Богданова, Д.Р. Формализация задачи составления графика прохождения процедур отдыхающими в лечебных заведениях / Д.Р. Богданова // Интеллектуальные системы обработки информации и управления: сб. стат. РЗША, Т. 1. – Уфа: «Технология», 2006. – С. 18-22.
24. Бойко, М.В. Алгоритмическое и программное обеспечение для анализа тональности текстовых сообщений с использованием машинного обучения / М.В. Бойко, Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова // Вестник УГАТУ. – Уфа, 2012. – Т. 16. № 6 (51). – С. 91-99.
25. Бойко, М.В. Использование сентимент анализа для текстов на русском языке на основе применения методов машинного обучения / М.В. Бойко, Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова // Компьютерные науки и информационные технологии: чет. XIV Междунар. конф. Уфа-Гамбург-Норвежские Фьорды. – Норвегия, 2012. – Т. 1. – С. 73-79.
26. Бойко, М.В. Исследование мнений потребителей с использованием информационных технологий / М.В. Бойко, НИ. Юсупова, Д.Р. Богданова // Информационные технологии и системы: матер. 1-й Междунар. конф. – Челябинск: изд-во Челябинск. гос. ун-та, 2012. – С. 142–145.
27. Бойко, М.В. Математическое обеспечение для поддержки принятия решений при управлении качеством продукции на основе анализа текстовой информации [Электронный ресурс] / М.В. Бойко, Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. –

№ 3. – Режим доступа: www.science-education.ru/117-13024 (дата обращения: 30.05.2014).

28. Бойко, М.В. Математическое обеспечение исследования мнений потребителей в клиент-ориентированном маркетинге / М.В. Бойко // Мавлютовские чтения: Всероссийская молодёжная научная конференция: сбор. тр. – Уфа, 2012. – Т. 3. – С.77-78.
29. Бойко, М.В. Модели и методы управления качеством на основе применения технологий искусственного интеллекта / М.В. Бойко, Н.И. Юсупова, А. Хильберт, Д.Р. Богданова // 2-я Международная конференция «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений». – Уфа, 2014.
30. Бойко, М.В. Особенности реализации алгоритмов сентимент-анализа на базе машинного обучения / М.В. Бойко // 9-я всероссийская зимняя школа-семинар аспирантов и молодых учёных «Актуальные проблемы науки и техники». – Уфа, 2014.
31. Бурков, В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / В.Н. Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков, под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. – М: Либроком, 2009. – 264 с.
32. Бурков, В.Н. Теория управления организационными системами и другие науки об управлении организациями / В.Н. Бурков, М.В. Губко, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков // журнал «Проблемы управления». – № 4. – 2012. – С. 2-10.
33. Бурлачук, Л.Ф. Словарь-справочник по психологической диагностике / Л.Ф. Бурлачук, С.М. Морозов; Отв. ред. Крымский С.Б. – Киев: Наукова Думка,1989. – 200 с.
34. Винклер, А. Интеллектуальные технологии поддержки принятия решений в общественном и индивидуальном транспорте / А. Винклер, Б. Хорват // Интеллектуальные технологии принятия решений. – 2017. – Т. 11, № 4. – С. 441-449.

35. Виттих, В.А. Разработка мультиагентной системы для моделирования процессов принятия решений в компаниях с сетевой организацией / В.А. Виттих, П.О. Скобелев // Труды 16 Международного конгресса ИМАКС-2000. – Лозанна, Швейцария, 2000. – С. 526.
36. Воронцов, К.В. Лекции по статистическим (байесовским) алгоритмам классификации [Электронный ресурс] / К.В. Воронцов. – 2008. – Режим доступа: www.ccas.ru/voron/download/Bayes.pdf (дата обращения: 30.05.2014).
37. Горовой, В.А. Модель классификации методов оценки онтологий / В.А. Горовой // Искусственный интеллект: философия, методология, инновации: материалы международной молодёжной конференции. – СПб: Санкт-Петербург, 2007. – С. 307-310.
38. ГОСТ Р 54732-2011/ISO/TS 10004:2010. Менеджмент качества. Удовлетворённость потребителей. Руководящие указания по мониторингу и измерению. – М.: Стандартинформ, 2010. – 28 с.
39. Гребнев, Л. и др. Образование: услуга или жизнь? // Вопросы экономики. – 2005. – № 3. – С. 20-40.
40. Григорьева, Д.Р. Основы нечёткой логики: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и лабораторным работам / Д.Р. Григорьева, Г.А. Гареева, Р.Р. Басыров – Набережные Челны: Изд-во НЧИ КФУ, 2018. – 42 с.
41. Грушевицкая, Т.Г. Основы межкультурной коммуникации: Учебник для вузов / Т.Г. Грушевицкая, В.Д. Попков, А.П. Садохин; под ред. А.П. Садохина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 352 с.
42. Гузаиров, М.Б. Методические аспекты искусственного интеллекта: монография / М.Б. Гузаиров, Н.И. Юсупова, А.Ф. Кудряшев, О.И. Елхова, Д.В. Попов, Д.А. Ризванов, К.Р. Еникеева, М.Ю. Доломатов, Р.А. Ярцев, О.Н. Сметанина, М.А. Верхотуров, Г.Н. Верхотурова, Г.А. Макеев, М.М. Гаянова, М.В. Бойко, Д.Р. Богданова, А.В. Климова, А.Ф. Галямов, Ю.В. Орехов, Э.Ю. Орехов, О.М. Верхотурова, И.Р. Минигулова,

Н.Е. Малахов, Е.Н. Малахов, К.Г. Фурман, Н.В. Виноградова, Л.Б. Султанова, Н.Р. Салахова, Д.В. Варыгин. – Москва: Машиностроение, 2014. – 262 с. – ISBN 978-5-94275-766-3.

43. Еникеев, М.И. Общая и социальная психология: учебник для вузов / М.И. Еникеев. – М.: НОРМА: ИНФРА-М, 1999. – 611 с.
44. Ермаков, А.Е. Лингвистическая модель для компьютерного анализа тональности публикаций СМИ / А.Е. Ермаков, С.Л. Киселев // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: труды Междунар. конференции Диалог'2005. – М.: Наука. – 2005. – С. 312-313.
45. Ильин, Е.П. Эмоции и чувства / Е.П. Ильин. – 2-е изд. – СПб: Питер, 2011. – 782 с.
46. Интернет-ресурс по лемматизации [Электронный ресурс]: страница загрузки библиотеки методов лемматизации. – Режим доступа: http://lemmatise.ijs.si/Software/Version3.
47. ИСО 8402-94. Управление качеством и обеспечение качества – Словарь. – 1994. – 15 с.
48. Клещев, А.С. Каталог свойств онтологий. Принципы организации каталога / А.С. Клещев, Е.А. Шалфеева. – Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2007. – 20 с.
49. Клишина, Ю.С. Классификация и назначение метрик для оценки параметров онтологических моделей / Ю.С. Клишина, В.А. Мохов, О.А. Наугольнов // «Фундаментальные основы, теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики» Материалы 19-ой Международной молодёжной научно-практической конференции. – Новочеркасск: ООО «Лик», 2018. – С. 102-108.
50. Коржов, В. Многоуровневые системы клиент-сервер / В. Коржов // Сети/Network world. – 1997. – № 06.
51. Коршунов, А. Тематическое моделирование текстов на естественном языке [Электронный ресурс] / А. Коршунов, А. Громзин // Труды института системного программирования РАН. – 2012. – Т. 23. – Режим доступа:

http://cyberleninka.ru/article/n/tematicheskoe-modelirovanie-tekstov-na-estestvennom-yazyke (дата обращения 06.06.2014).

52. Котельников, В.А. Онтологический репозиторий услуг системы моментальных платежей / В.А. Котельников, Д.Р. Богданова, Н.И. Юсупова // Научный журнал «Онтология проектирования». – 2019. – Т. 9. – № 3 (33). – С. 333-344.
53. Котельников, В.А. Онтологическое описание сетевых сервисов для распределённой системы финансовых операций / В.А. Котельников // Труды Казанской школы по компьютерной и когнитивной лингвистике TEL-2006: сб. ст. – Казань: Отечество, 2007. – С. 127-138.
54. Котельников, В.А. Оценка надёжности распределённой системы моментальных платежей / В.А. Котельников, Н.И. Юсупова, И.И. Карамова // Интеллектуальные технологии обработки информации и управления: материалы 3-й Международной конференции. – Уфа, 2015. – Т. 1. – С. 45-51.
55. Котельников, В.А. Поддержка принятия решений при управлении качеством оказания услуг финансового посредничества в системе моментальных платежей на основе технологий искусственного интеллекта / В.А. Котельников, Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова // Информационные технологии и системы: материалы 5-й Международной научной конференции. – Банное, Россия, 2016. – С. 103-115.
56. Котельников, В.А. Проектирование программного модуля оценки качества услуг системы моментальных платежей / В.А. Котельников, Д.Р. Богданова, И.И. Салахутдинова // Информационные технологии для интеллектуальной поддержки принятия решений: материалы 4-й Международной конференции. – Уфа, 2016. – Т. 1. – С. 105-114.
57. Котельников, В.А. Разработка единого информационного пространства для реализации системы моментальных платежей / В.А. Котельников, Н.И. Юсупова // Интеллектуальные технологии обработки информации и управления: материалы 2-й Международной конференции. – Уфа, 2014. – С. 125-131.

58. Котельников, В.А. Разработка сетевых сервисов на основе онтологий для интернет-коммерции: принципы и технологии / В.А. Котельников, Д.В. Попов // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2008. – Т. 15, № 1. – С. 145-148.
59. Котельников, В.А. Распределённая система моментальных платежей на основе сетевых сервисов / В.А. Котельников // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: материалы конференции-конкурса работ студентов, аспирантов и молодых учёных. – Новосибирск, Академгородок: НГУ, 2007. – С. 114-119.
60. Котельников, В.А. Системные модели оказания услуг финансового посредничества в системе моментальных платежей интеллекта / В.А. Котельников, Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, Д.В. Попов // Научный журнал «Фундаментальные исследования». – 2015. – № 11 ч. 1. – С. 71-76.
61. Личко, А.Е. Биологические и психологические основы нарушений поведения у подростков-Психопатии и акцентуации характера у подростков / А.Е. Личко // Психическое здоровье детей страны-будущее здоровье нации. – 2016. – С. 519-538.
62. Личко, А.Е. Патохарактерологический диагностический опросник / А.Е. Личко, Н.Я. Иванов – М.: Фолиум. – 1995.
63. Ляшевская, О.Н. Новый частотный словарь русской лексики [Электронная версия издания] / О.Н. Ляшевская, С.А. Шаров. – 2011. – Режим доступа: http://dict.ruslang.ru/freq.php.
64. Маннинг, К. Введение в информационный поиск: пер. с англ. / К. Маннинг, П. Рагхаван, Х. Шютце. – М.: Вильямс, 2011. – 528 с.
65. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов (редакция вторая), утверждённые Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике № ВК 477 от 21.06.1999 г.

66. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник для вузов в 5 т. / К.А. Пупков [и др.]; под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 784 с.
67. Минеева, Е.А. Оценка удовлетворённости клиентов медицинской организации с учётом эмоционально окрашенной информации / Е.А. Минеева, Д.Р. Богданова, В.А. Котельников // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – 11(2).
68. Миронова, Н.В. Маркетинг различных типов услуг [Электронный ресурс] / Н.В. Миронова // Компания ANTEMA. – Режим доступа: http://www.antema.ru/library/marketing_obwie_voprosy/marketing_uslug/mironova_nv_marketing_razlichnyh_tipov_uslug/ (дата обращения 03.04.2021).
69. Молинари, А. Классификация студентов на основе нечёткой логики для разработки индивидуальных учебных планов / А. Молинари, И. Тревизан, Д.Р. Богданова, Ю.Ф. Ахметова // Вестник УГАТУ. – Уфа, 2013. – Т. 17, № 6 (59). – С. 35-38.
70. Муромцев, Д.И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé: методическое пособие / Д.И. Муромцев. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 62 с.
71. Мыльник В.В. Исследование систем управления / В.В. Мыльник, Б.П. Титаренко, В.А. Волочиенко. – 3-е изд. – М.: Трикста: Акад. проект, 2004. – 350 с.
72. Недосекин, А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечётких описаний [Электронный ресурс] / А.О. Недосекин. – Режим доступа: http://ifel.ru/br7/3.pdf (дата обращения 01.04.2021).
73. Недосекин, А.О. Лингвистический анализ гистограмм экономических факторов [Электронный ресурс] / А.О. Недосекин, С.Н. Фролов. – Режим доступа: http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/econ/2008/02/2008-02-09.pdf (дата обращения 02.04.2021).
74. Недосекин, А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечётко-множественных описаний: автореф. дисс. … док. эк. наук. 08.00.13 / А.О. Недосекин. – Санкт-

Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов, 2003. – 280 с.

75. Недосекин, А.О. Применение теории нечётких множеств в бизнесе, экономике и финансах / А.О. Недосекин. – Режим доступа: http://fsscef.narod.ru/2004/FSSCEF_N.pdf (дата обращения 02.04.2021).
76. Нецветаева, К.М. Управление процессом оказания дистанционных образовательных услуг на основе учёта индивидуальных особенностей студентов / К.М. Нецветаева, О.Г. Старцева, Д.Р. Богданова, В.А. Котельников // Современные наукоёмкие технологии. – 2019. – № 9. – С. 90-94.
77. Николенко, С.И. Байесовские классификаторы. Курс лекций / С.И. Николенко. – СПб.: ПОМИ РАН. – 2011. – Режим доступа: http://logic.pdmi.ras.ru/~sergey/teaching/mlaptu11/03-classifiers.pdf (дата обращения: 30.05.2014).
78. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: МПСИ, 2005. – 584 с.
79. Нуриахметов, А.И. Распознавание эмоций на изображениях и искусственные иммунные системы / А.И. Нуриахметов, Д.Р. Богданова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – № 9(3).
80. Ойнер, О.К. Управление результативностью маркетинга / О.К. Ойнер. – М.: Юрайт, 2013. – 343 с.
81. Олссон, Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олссон, Д. Пиани. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб: Невский диалект, 2001. – 556 с.
82. Осгуд, Ч. Приложение методики семантического дифференциала к исследованиям по эстетике и смежным проблемам / Ч. Осгуд, Д. Суси, П. Танненбаум // Искусствометрия. Методы точных наук и семиотики, под ред.: Ю.М. Лотман, В.М. Петров. – М.: ЛКИ, 2007 г. – С. 278-297.

83. Официальный сайт библиотеки MSDN компании Microsoft [Электронный ресурс]: описание языка C#. – Режим доступа: http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/kx37x362.aspx.
84. Официальный сайт компании BaseGroup Labs [Электронный ресурс]: Deductor. Руководство по алгоритмам. Версия 5.2.0. – Режим доступа: https://basegroup.ru/deductor/manual/guide-algorithm-520.
85. Официальный сайт компании BaseGroup Labs [Электронный ресурс]: описание продукта Deductor. – Режим доступа: http://www.basegroup.ru/download/deductor/.
86. Официальный сайт компании Microsoft [Электронный ресурс]: описание продукта Microsoft SQL Server. – Режим доступа: http://www.microsoft.com/sqlserver/en/us/default.aspx.
87. Официальный сайт компании Microsoft [Электронный ресурс]: описание продукта Microsoft Excel. – Режим доступа: http://office.microsoft.com/en-us/microsoft-excel-spreadsheet-software-FX101825647.aspx.
88. Официальный сайт компании SBFactory [Электронный ресурс]: описание продукта Content Downloader. – Режим доступа: http://sbfactory.ru/?p=600.
89. Пазельская, А.Г. Метод определения эмоций в текстах на русском языке / А.Г. Пазельская, А.Н. Соловьев // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: сб. научных статей. – М.: изд-во РГГУ, 2011. – вып. 10 (17). – С. 510-522.
90. Платёжная система [Электронный ресурс] // Интернет-страница открытой энциклопедии. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Платёжная_система (дата обращения: 23.05.18).
91. Пятифакторная модель личности и опросник Большая пятёрка [Электронный ресурс] // Experimental psychic: портал о психологии. – Режим доступа: https://experimental-psychic.ru/oprosnik-bolshaya-pyaterka-5pfq/ (дата обращения: 22.12.2020).

92. Расстояние Дамерау-Левенштейна [Электронный ресурс] // Интернет-страница открытой энциклопедии. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Damerau–Levenshtein_distance.
93. Риттер, А.С. Искусственный интеллект – одно из направлений развития цифровой экономики в России [Электронный ресурс] /А.С. Риттер, Н.Р. Амирова // Экономическое развитие в XXI веке: тенденции, вызовы и перспективы: сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Казань, 2018. – С. 219-222. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36706884.
94. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2008613990 Многоагентная система составления графика оказания услуг на основе онтологической базы знаний / Д.В. Попов, Д.Р. Богданова, Д.А. Ризванов // Роспатент. М.: Зарег. В Реестре программ для ЭВМ 21.08.2008 г.
95. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 50200601236 Автоматизированная система «Санаторно-курортное лечение»: программа для ЭВМ. Версия 1.0 / А.Ю. Крайнов, Б.Н. Федоров, Д.В. Попов, Д.А. Ризванов, Д.Р. Богданова, А.В. Кривошеев, А.Р. Габдулхакова // ФГУП ВНТИЦ. – 2006. – С. 254-256.
96. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2012611352. Классификация тональности текста с использованием машинного обучения / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, М.В. Бойко // Роспатент. М.: Зарег. В Реестре программ для ЭВМ 02.02.2012 г.
97. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2012618338 Классификация клиентов предприятия на основе применения нечётких деревьев решений / А.П. Плотников, Д.Р. Богданова, Ю.Ф. Ахметова, Н.В. Шолохова // Роспатент. М.: Зарег. В Реестре программ для ЭВМ 14.09.2012 г.
98. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2015615591. Модуль проведения транзакций в системе моментальных платежей / Н.И. Юсупова,

Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, В.А. Котельников // Роспатент. М.: Зарег. в реестре программ для ЭВМ, 21.05.2015 г.

99. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2015616161. Модуль идентификации ошибок и сбоев системы моментальных платежей / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, В.А. Котельников // Роспатент. М.: Зарег. в реестре программ для ЭВМ 02.06.2015 г.
100. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2021619978. Информационная система автоматизированного составления индивидуального модуля дистанционного обучения с учётом эмоционального состояния обучающегося / А.Р. Юламанова, Д.Р. Богданова // Роспатент. М.: Зарег. в реестре программ для ЭВМ 21.07.2021 г.
101. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2021662991. Модуль оценки эффективности финансовых услуг с учётом эмоционально окрашенной информации клиентов / А.А. Тимербаева, Е.А. Минеева, Д.Р. Богданова // Роспатент. М.: Зарег. в реестре программ для ЭВМ 10.08.2021 г.
102. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2021663028. Модуль автоматизированного составления комплексной услуги в организациях индустрии здоровья и красоты с учётом эмоционально окрашенной информации клиента / А.О. Макулов, Д.Р. Богданова // Роспатент. М.: Зарег. в реестре программ для ЭВМ 11.08.2021 г.
103. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2022680084. Программный комплекс решения задач составления лечебных рекомендаций / Н.А. Ниязгулов, Д.Р. Богданова, Н.И. Юсупова // Роспатент. М.: Зарег. в реестре программ для ЭВМ 27.10.2022 г.
104. Сенькина, Г.В. Мультиагентная система составления расписания в санаторно-курортном комплексе: деп. рук. / Г.В. Сенькина, Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, Д.А. Ризванов, А.Р. Габдулхакова // УГАТУ, Уфа, 2007. – 233 с., ил. деп. в ВИНИТИ 29.08.2007, № 850-В2007.
105. Сервис электронных платежей «Яндекс. Деньги» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://money.yandex.ru/start (дата обращения: 12.12.2018).

106. Сидоров, П.И. Введение в клиническую психологию: Учебник для студентов медицинских вузов / П.И. Сидоров, А.В. Парняков. – М.: Академический Проект, Екатеринбург: Деловая книга, 2000. – С. 207-208.

107. Сизых, Д.С. Использование весов Фишберна для построения многомерных рейтингов с гибкой структурой [Электронный ресурс] / Д.С. Сизых. – Режим доступа: https://mlsd2020.ipu.ru/proceedings/341-347.pdf (дата обращения 01.04.2021).

108. Сикорский, И.А. Всеобщая психология с физиогномикой в иллюстрированном изложении / Проф. И.А. Сикорский. – 2-е изд., существенно доп. – Киев: Типография С.В. Кульженко, 1912. – 770 с.

109. Статья «Мимика» // Большая советская энциклопедия, Т. 16. – 3-е изд. – М: Сов. энциклопедия, 1974 г. – 791 с.

110. Тарасов, В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В.Б. Тарасов. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.

111. Теоретические основы создания и внедрения автоматизированных систем управления отраслью и промышленным предприятием / Под ред. канд. экон. наук В.А. Елисеева; М-во высш. и сред. спец. образования УССР. Донецкий гос. ун-т. – Донецк, 1971. – 402 с.

112. Типы личности [Электронный ресурс] // Интересные факты: информ. – справочный портал. – Режим доступа: https://interesnyefakty.org/tipy-lichnosti/ (дата обращения: 20.12.2020.

113. Тухватуллин, Р.И. Модель «виртуальный вуз» как подсистема информационно-образовательной среды вуза для управления качеством образовательных услуг / Р.И. Тухватуллин, Д.Р. Богданова, В.Б. Прудников, Г.Р. Бикбулатова // Научный журнал «Фундаментальные исследования». – 2015. – № 12 (часть 3). – С. 531-535.

114. Фатхи, В.А. Распознавание эмоций с помощью нейронных сетей [Электронная версия издания] / В.А. Фатхи, В.Г. Мохно // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации:

сборник статей VI Международной научно-практической конференции. – Пенза: Наука и Просвещение, 2019. – С. 45-47. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36756639.

115. Фомин, Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям / Г.П. Фомин. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2009. – 638 с.

116. Чернов, В.Г. Нечёткие множества. Основы теории и применения: учеб. Пособие / В.Г. Чернов, Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. –156 с.

117. Шилдт, Г. C# 4.0: полное руководство.: пер. с англ. / Г. Шилдт – М.: Издательский дом «Вильямс», 2011. – 1056 с.

118. Шишкин, О.П. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов: Учебник для вузов / О.П. Шишкин, А.Н. Парфенов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1973. – 406 с.

119. Экман, П. Система кодирования лицевых движений: метод измерения движений лица / П. Экман, В.В. Фризен // Консультации психологов Пресс. – Пало-Альто, Калифорния, 1978.

120. Энциклопедия платёжных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.roboxchange.com/Environment/Wiki/Main.aspx (дата обращения: 01.03.18).

121. Юсупова, Н.И. Алгоритмическое и программное обеспечение для анализа тональности текстовых сообщений с использованием машинного обучения / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, М.В. Бойко // Вестник УГАТУ. – 2012. – Т. 16. № 6 (51). – С. 91-99.

122. Юсупова, Н.И. Инструменты искусственного интеллекта для анализа эмоциональной окрашенной информации из отзывов клиентов сферы услуг / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, Н.П. Комендантова // Труды II Всероссийской научной конференции (с приглашением зарубежных учёных) «Фундаментальные проблемы информационной безопасности в

условиях цифровой трансформации», 30 ноября. – Ставрополь, Россия, 2020. – С. 294-297.

123. Юсупова, Н.И. Классификация клиентов на основе нечёткой информации / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, Ю.Ф. Ахметова // Вестник УГАТУ. – 2013. – Т. 17, № 5 (58). – С. 93-100. – ISSN 2225-2789.

124. Юсупова, Н.И. Математическое и информационное обеспечение мультиагентной системы моделирования сетевой структуры организации: деп. рук. / Н.И. Юсупова, Д.В. Попов, Д.А. Ризванов, Д.Р. Богданова, А.Р. Габдулхакова. – Уфа: УГАТУ, 2005. – 112 с., ил. деп. в ВИНИТИ 15.07.2005, № 1040-В2005.

125. Юсупова, Н.И. Математическое обеспечение для поддержки принятия решений при управлении качеством продукции на основе анализа текстовой информации / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, М.В. Бойко // Научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – Пенза: Издательский Дом Академия Естествознания. – 2014. – № 3. – С. 18. – ISSN: 1817-6321.

126. Юсупова, Н.И. Модели и методы поддержки выполнения проектов в распределённом информационном пространстве / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, Д.А. Ризванов, М.А. Тихов, А.Р. Габдулхакова // Вестник Иркутского государственного технического университета. – Иркутск, 2006. – Т. 3, № 2 (26). – С. 14-20.

127. Юсупова, Н.И. Мультиагентное моделирование процесса формирования сетевой структуры самообучающейся организации / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, Д.А Ризванов, А.Р. Габдулхакова, В.А. Симонов // Материалы 7-ой Международной конференции «Компьютерные науки и информационные технологии» (CSIT’2005). – Уфа-Ассы, Россия, 2005. – Т. 3. – С. 308-315.

128. Юсупова, Н.И. Обработка слабоструктурированной информации на основе методов искусственного интеллекта / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова,

М.В. Бойко // Монография. – М.: «Издательство «Инновационное машиностроение», 2016. – 250 с. – ISBN 978-5-9907308-7-8.

129. Язык программирования C#: история, специфика, место на рынке [Электронный ресурс] // GeekBrains. – Режим доступа: https://gb.ru/posts/yazyk-programmirovaniya-c-sharp-istoriya-specifika-mesto-na-rynke (дата обращения: 04.05.2021).

130. Abbasi, A. Sentiment analysis in multiple languages: Feature selection for opinion classification in web forums / A. Abbasi, H. Chen, A. Salem // ACM Transactions On Information Systems. – 2008. – V. 26, No. 3. – P. 1-34.

131. Allemang, D. Semantic Web for the Working Ontologist: Effective Modeling in RDFS and OWL / D. Allemang, J.A. Hendler. – Amsterdam [etc.]: Morgan Kaufman publ., 2011. – 384 p.

132. Arslanagic-Kalajdzic, M. The power of emotional value: Moderating customer orientation effect in professional business services relationships / M. Arslanagic-Kalajdzic, S. Kadic-Maglajlic, D. Miocevic // Industrial Marketing Management. – 2020. – V. 88. – P. 12-21.

133. Behare, N. A Theoretical Perspective on Customer Experience (CX) in Digital Business Strategy [Online resource] / N. Behare, S. Waghulkar, S.A. Shah // 2018 International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering (RICE). – San Salvador, El Salvador, 2018. – Available at: https://ieeexplore.ieee.org/document/8509079.

134. Behrens, W. Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies / W. Behrens, P.M. Hawranek. – Vienna: UNIDO, 1991. – 386 p.

135. Blei, D. Latent Dirichlet allocation / D. Blei, A. Ng, M. Jordan // The Journal of Machine Learning Research. – 2003. – No. 3. – P. 993-1022.

136. Bogdanova, D. Applying Affective Computing to Marketing Problems / D. Bogdanova, N. Yusupova, I. Trevisan, A. Molinari // DITEM 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. – Springer: Cham, 2022. – V. 432. – P. 145-158.

137. Bogdanova, D.R. Emotionally Colored Information and Decision Support Systems / D.R. Bogdanova // Proceedings of the 8th Scientific Conference on

Information Technologies for Intelligent Decision-Making Support (ITIDS 2020), Series: Advances in Social Science, Education and Humanities Research. – Atlantis Press, 2020. – V. 483. – P. 391-396.

138. Bogdanova, D.R. Methodological Bases for Decision Support in the Management of Services, Taking into Account the Personal Information of Customers / D.R. Bogdanova, G.R. Shakhmametova, A.M. Niiazgulov // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science, 2023. – P. 220-231.

139. Bogdanova, D.R. The Concept of a Decision Support System in the Management of Treatment and Accompaniment of the Patient with Bronchopulmonary Diseases / D.R. Bogdanova, N.I. Yusupova, R. Zulkarneev // Software Engineering Research in System Science. Lecture Notes in Networks and Systems. – Springer, 2023. – V. 722. – P. 78-89.

140. Boyko, M. Applying of Sentiment Analysis for Texts in Russian Based on Machine Learning Approach / M. Boyko, N. Yussupova, D. Bogdanova // The Second International Conference on Advances in Information Mining and Management. – Venice, Italy, 2012. – P. 8-14.

141. Boyko, M. Marketing research of consumer opinions with using information technologies / M. Boyko, A. Hilbert, N. Yussupova, D. Bogdanova // Proceedings of the 13th international workshop on computer science and information technologies CSIT'2011. – Garmisch-Partenkirchen, Germany, 2011. – V. 2. – P. 103-105.

142. Bozhkov, L. EEG-based Subject Independent Affective Computing Models / L. Bozhkov, P. Georgieva, I. Santos, A. Pereira, C. Silva // Procedia Computer Science. – 2015. – V. 53. – P. 375-382.

143. Breinman, L. Bagging Predictors / L. Breinman // Machine Learning. – 1996. – No. 24. – P. 123-140.

144. Cambria, E. Affective Computing and Sentiment Analysis / E. Cambria // IEEE Intelligent Systems. – 2016. – V. 31, No. 2. – P. 102-107.

145. Chiarello, F. Technical Sentiment Analysis. Measuring Advantages and Drawbacks of New Products Using Social Media [Online resource] / F. Chiarello,

A. Bonaccorsi, G. Fantoni, G. Ossola // Computers in Industry. – 2020. – V. 123, No. 6. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166361520305339.

146. Chrupala, G. Simple data-driven context-sensitive lemmatization [Online resource] / G. Chrupala // SEPLN. – Zaragoza, Spain, 2006. – Available at: http://doras.dcu.ie/15272/1/paper5.pdf (Accessed: 30.05.2014).

147. Chuang, L.-M. Towards an analytical framework of organizational innovation in the service industry [Online resource] / L.-M. Chuang, C.-C. Liu, W.-C. Tsai, C.-M. Huang // African Journal of Business Management. – 2010. – V. 4, No. 5. – P. 790-799. – Available at: https://academicjournals.org/journal/AJBM/article-abstract/D6B790C23352.

148. Chuang, H.-M. The Effects of Human Resource Capability and Internal Customer Satisfaction on Organizational Effectiveness / H.-M. Chuang, M.-J. Liu, Y.-S. Chen // International Journal of Distributed Sensor Networks. – 2015. – V. 11, No. 7. – Available at: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1155/2015/835194.

149. Colombetti, G. From affect programs to dynamical discrete emotions / G. Colombetti // Philosophical Psychology. – 2009. – V. 22, No. 4. – P. 407-425.

150. Dai, W. Emotion recognition and affective computing on vocal social media / W. Dai, D. Han, Y. Dai, D. Xu // Information & Management. – 2015. – V. 52, No. 7. – P. 777-788.

151. Demirkol, D. Evaluation of Student Information System (SIS) In Terms of User Emotion, Performance and Perceived Usability: A Turkish University Case (An Empirical Study) / D. Demirkol, C. Seneler // Procedia Computer Science. – Istanbul, 2019. – V. 158. – P. 1033-1051.

152. Ekman, P. An argument for basic emotions / P. Ekman // Cognition Emotion. – University of California, San Francisco, 1922. – V. 6, No. 3/4. – P. 169-200.

153. Espejo, R. Organizational Systems: Managing Complexity with the Viable System Model [Online resource] / R. Espejo, A. Reyes. – London: Springer, 2011. – 264 p. – Available at: https://books.google.ru/books?id=zMaZgw2a7DAC.

154. García-Díaz, J.A. Ontology-driven aspect-based sentiment analysis classification: An infodemiological case study regarding infectious diseases in Latin America / J.A. García-Díaz, M. Cánovas-García, R. Valencia-García // Future Generation Computer Systems. – 2020. – V. 112. – P. 641-657.

155. Ghani, R. Text mining for product attribute extraction / R. Ghani, K. Probst, Y. Liu, M. Krema, A. Fano // ACM SIGKDD Explorations Newsletter. – 2006. – No. 8 (1). – P. 41-48.

156. Grewal, D. Frontline Cyborgs at Your Service: How Human Enhancement Technologies Affect Customer Experiences in Retail, Sales, and Service Settings [Online resource] / D. Grewal, M. Kroschke, M. Mende, A.L. Roggeveen, M.L. Scott // Journal of Interactive Marketing. – 2020. – V. 51. – P. 9-25. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1094996820300773.

157. Halim, Z. A machine learning-based investigation utilizing the in-text features for the identification of dominant emotion in an email [Online resource] / Z. Halim, M. Waqar, M. Tahir // Knowledge-Based Systems. – 2020. – V. 208 – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950705120305724.

158. Hasenfeld, Y. Human Services as Complex Organizations [Online resource] / Y. Hasenfeld. – Newbury Park, Calif.: Sage Publications, 2009. – 608 p. – Available at: https://www.google.ru/books/edition/_/UnNVDwAAQBAJ?hl=ru.

159. Hofmann, T. Probabilistic latent semantic indexing / T. Hoffman // Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. – New-York, 1999. – P. 50-57.

160. Homburg, C. Responsiveness to customers and competitors: the role of affective and cognitive organizational systems / C. Homburg, M. Grozdanovic, M. Klarmann // Journal of Marketing. – 2007. – No. 71 (3). – P. 18-38. – Available at: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1509/jmkg.71.3.018.

161. Hu, M. Mining and summarization customer reviews / M. Hu, B. Liu // Proceedings of the tenth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. – Seattle, Washington, USA, 2004. – P. 168-177.

162. Information Management [Online resource] // Key Concepts in Information and Knowledge Management. – Available at: https://www.tlu.ee/~sirvir/Information%20and%20Knowledge%20Management/Key_Concepts_of_IKM/information_management.html.

163. Iulamanova, A. Decision Support in the Automated Compilation of Individual Training Module Based on the Emotional State of Students / A. Iulamanova, D. Bogdanova, V. Kotelnikov. // IFAC-PapersOnLine series. – Moscow, 2021. – V. 54, No. 13. – P. 85-90.

164. Johnson, M.S. Customer satisfaction, perceived risk and affective commitment: an investigation of directions of influence [Online resource] / M.S. Johnson, E. Sivadas, E. Garbarino // Journal of Services Marketing. – 2008. – V. 22, No. 5. – Available at: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/08876040810889120/full/html.

165. Jursic, M. LemmaGen: Multilingual Lemmatisation with Induced Ripple-Down Rules / M. Jursic, I. Mozetic, T. Erjavec, N. Lavrac // J. USC. – 2010. – No. 16 (9). – P. 1190-1214.

166. Kanayama, H. Deeper sentiment analysis using machine translation technology / H. Kanayama, T. Nasukawa, H. Watanabe // In Proceedings of the 20th international conference on computational linguistics. – Geneva, Switzerland, 2004. – P. 494-500.

167. Kazmaier, J. A generic framework for sentiment analysis: Leveraging opinion-bearing data to inform decision making [Online resource] / J. Kazmaier, J.H. van Vuuren // Decision Support Systems. – 2020. – V. 135. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167923620300592.

168. Kobayashi, N. Opinion mining on the Web by extracting subject-attribute-value relations / N. Kobayashi, R. Lida, K. Lnui, Y. Matsumoto // AAAI Spring Symposium: Computational Approaches to Analyzing Weblogs – Stanford, California, USA, 2006. – P. 86-92.

169. König, A.C. Reducing the Human Overhead in Text Categorization / A.C. König, E. Brill // Proceedings of the 12th ACM SIGHKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. – 2006. – P. 598-603.

170. Kovács, G. Informatics Tools, AI Models and Methods Used for Automatic Analysis of Customer Satisfaction / G. Kovács, D. Bogdanova, N.I. Yussupova, M. Boyko // Studies in Informatics and Control. – National Institute for R&D in Informatics, 2015. – V. 24, No. 3. – P. 261-270. – ISSN 1220-1766.

171. Kratzwald, B. Deep learning for affective computing: Text-based emotion recognition in decision support / B. Kratzwald, S. Ilić, M. Kraus, S. Feuerriegel, H. Prendinger // Decision Support Systems. – 2018. – V. 115. – P. 24-35.

172. Ku, L.-W. Opinion extraction, summarization and Tracking in news and blog corpora / L.-W. Ku, L.-Y. Lee, T.-H. Chen // AAAI Spring Symposium: Computational Approaches to Analyzing Weblogs. – 2006. – P. 100-107.

173. Lee, B. How do tourists with disabilities respond to service failure? An application of affective events theory [Online resource] / B. Lee, S. An, J. Suh // Tourism Management Perspectives. – 2021. – V. 38. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211973621000192.

174. Lin, H.-C.K. Applying sentiment analysis to automatically classify consumer comments concerning marketing 4Cs aspects [Online resource] / H.-C.K. Lin, T.-H. Wang, G.-C. Lin, S.-C. Cheng, H.-R. Chen, Y.-M. Huang // Applied Soft Computing. – 2020. – V. 97, part A. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1568494620306931.

175. McGrath, K. Affection not affliction: The role of emotions in information systems and organizational change [Online resource] / K. McGrath // Information and Organization. – 2006. – V. 16, No. 4. – P. 277-303. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1471772706000236.

176. Mehrabian, A. Framework for a comprehensive description and measurement of emotional states / A. Mehrabian // Genetic, Social, and General Psychology Monographs. – 1995. – V. 121 (3). – P. 339-361.

177. Miao, M. How do service employee's attitudes influence customer perception of service quality? / M. Miao, Y.-Z. Jiang, W.-D. Chun // 2009 6th International Conference on Service Systems and Service Management. – 2009. – P. 815-820.
178. Naseem, U. Transformer based Deep Intelligent Contextual Embedding for Twitter sentiment analysis / U. Naseem, I. Razzak, K. Musial, M. Imran // Future Generation Computer Systems. – 2020. – V. 113, No. 2. – P. 58-69.
179. Nasukawa, T. Sentiment analysis: capturing favorability using natural language processing / T. Nasukawa, J. Yi // Proceedings of the 2nd international conference on Knowledge capture. – Florida, USA, 2003. – P. 70-77.
180. Nuriakhmetov, A.I. Recognition of the emotional state of energy facilities operators based on artificial immune systems / A.I. Nuriakhmetov, D.R. Bogdanova, N.I. Yusupova // Journal of Physics: Conference Series, 2022. – V. 2388 012046. – P. 1-6.
181. Nwankwo, S. Developing a customer orientation / S. Nwankwo // Journal of Consumer Marketing. – 1995. – V. 12, No. 5. – P. 5-15.
182. O'Keefe, T. Feature selection and weighting methods in sentiment analysis / T. O'Keefe, I. Koprinska // Australasian Document Computing Symposium. – 2009. – P. 142-153.
183. Open-source library Snowball stemmer [Online resource]. – Available at: http://snowball.tartarus.org/.
184. Pang, B. A Sentimental Education: Sentiment Analysis Using Subjectivity Summarization Based on Minimum Cuts / B. Pang, L. Lee // Proceedings of the ACL. – 2004. – P. 271-278.
185. Pang, B. Opinion Mining and Sentiment Analysis/ B. Pang, L. Lee // Foundations and Trends in Information Retrieval. – 2008. – V. 2, 1-2. – P. 1-135.
186. Pang, B. Thumbs up? Sentiment Classification using Machine Learning Techniques / B. Pang, L. Lee, S. Vaithyanathan // Proceedings of the ACL-02 conference on Empirical methods in natural language processing. – 2002. – V. 10. – P. 79-86.

187. Pereira, J.P.R. Decision Support System for Evaluation of Organizational Management Structures: Methods and Models / J.P.R. Pereira, V. Loiko, T. Baranovskaya, A. Vostroknutov // 2018 International Conference on Intelligent Systems (IS). – 2018. – P. 861-869.
188. Platt, J.C. Fast training of support vector machines using sequential minimal optimization / J.C. Platt // Advances in Neural Information Processing. – 2000. – V. 12. – P. 547-553.
189. Plisson, J. A lemmatization web service based on machine learning techniques / J. Plisson, D. Mladenic, N. Lavrac, T. Erjavec // Proceedings of the 2th Language and Technology Conference. – 2005. – P. 369-372.
190. Plutchik, R., A general psychoevolutionary theory of emotion // Theories of Emotion / R. Plutchik. – Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1980. – P. 3-33.
191. Poria, S. A review of affective computing: From unimodal analysis to multimodal fusion / S. Poria, E. Cambria, R. Bajpai, A. Hussain // Information Fusion. – 2017. – V. 37. – P. 98-125.
192. Prabowo, R. Sentiment analysis: A combined approach / R. Prabowo, M. Thelwall // Journal of Informatics. – 2009. – V. 3, No. 2. – P. 143-157.
193. Protégé. – Available at: http://protege.stanford.edu (Accessed: 10.03.18).
194. Quinlan, J.R. C4.5: Programs for Machine Learning / J.R. Quinlan. – San Mateo: Morgan Kaufman Publishers Inc, 1993. – 302 c.
195. Rabiner, L.R. A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition / L.R. Rabiner // Proceedings of the IEEE. – 1989. – V. 77, No. 2. – P. 257-286.
196. Robertson, M. Two students from MIT and Stanford created an algorithm that detects human emotion / M. Robertson // INSIDER. – Available at: https://www.insider.com/simple-emotion-stanford-mit-students-2016-6 (Accessed: 06.02.2021).
197. Rocco, T.S. Taking the Next Step: Mixed Methods Research in Organizational Systems [Online resource] / T.S. Rocco, L.A. Bliss, S. Gallagher, A. Pérez // Information technology, learning, and performance journal. – 2003. – V. 21,

No. 1. – Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download ?doi=10.1.1.122.1050&rep=rep1&type=pdf.

198. Rosalind, W. Picard Affective computing / W. Rosalind. – MIT Press, 1997. – 292 p.

199. Russell, J.A. A circumplex model of affect / J.A. Russell // Journal of Personality and Social Psychology. – 1980. – No. 39 (6). – P. 1161-1178.

200. Sage, A.P. Behavioral and Organizational Considerations in the Design of Information Systems and Processes for Planning and Decision Support / A.P. Sage // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 1981. – V. 11, No. 9. – P. 640-678.

201. Saif, H. Semantic Sentiment Analysis of Twitter / H. Saif, Y. He, H. Alani // ISWC'12 Proceedings of the 11th international conference on The Semantic Web. – 2012. – P. 508-524.

202. Scaffidi, C. Red Opal: product-feature scoring from reviews / C. Scaffidi, K. Bierhoff, E. Chang, M. Felker, H. Ng, C. Jin // Proceedings of the 8th ACM conference on Electronic commerce. – San Diego, California, USA, 2007. – P. 182-191.

203. Shrestha, Y.R. Augmenting organizational decision-making with deep learning algorithms: Principles, promises, and challenges / Y.R. Shrestha, V. Krishna, G. von Krogh // Journal of Business Research. – 2021. – V. 123. – P. 588-603.

204. Soltani, Z. Customer relationship management mechanisms: A systematic review of the state-of-the-art literature and recommendations for future research / Z. Soltani, N.J. Navimipour, // Computers in Human Behavior. – 2016. – V. 61. – P. 667-688.

205. SQLite позволяет стать ближе к данным // Loginom. – Available at: https://loginom.ru/blog/sqlite (Accessed: 06.05.2021).

206. Startseva, O. Decision making support approach in the distance learning educational service management / O. Startseva, D. Bogdanova, K. Netsvetaeva, V. Kotelnikov // Humanistic Practice in Education in a Postmodern Age 2019. –

The European Proceedings of Social and Behavioral Sciences. – Ufa, 2019. – P. 875-885.

207. Subramony, M. Services Management Research: Review, Integration, and Future Directions / M. Subramony, S.D. Pugh // Journal of Management. – 2015. – No. 41 (1). – P. 349-373.

208. Tomkins, S.S. Affect Imagery Consciousness: The Positive Affects. V. 1 / S.S. Tomkins. – New York, NY, USA: Springer, 1962. – 837 p.

209. Vapnik, V. Support-Vector Networks / V. Vapnik, C. Cortes // Machine Learning. – 1995. – No. 20. – P. 273-297.

210. Vapnik, V.N. Statistical Learning Theory / V.N. Vapnik. – New-York: Wiley-Interscience, 1998. – 768 p.

211. Vartanov, A. Facial expressions and subjective assessments of emotions / A. Vartanov, V. Ivanov, I. Vartanova // Cognitive Systems Research. – 2020. – V. 59. – P. 319-328.

212. Wang, K. Wavelet packet analysis for speaker-independent emotion recognition / K. Wang, G. Su, L. Liu, S. Wang // Neurocomputing. – 2020. – V. 398. – P. 257-264.

213. Watson, D. Toward a consensual structure of mood / D. Watson, A. Tellegen // Psychol. Bull. – 1985. – V. 98, No. 2. – P. 2019-235.

214. Wu, X. Influence Mechanism of Information Technology on Quality Management and Organizational Performance [Online resource] / X. Wu, Y. Gu // 2009 International Conference on Industrial and Information Systems. – 2009. – Available at: https://ieeexplore.ieee.org/document/5116346.

215. Xiong, L. A general model for service quality delivery systems with time delays / L. Xiong, C. Han, X. Li, S. Xue, J. Xu // 2018 4th International Conference on Information Management (ICIM). – 2018. – P. 175-178.

216. Xu, X. Examining the role of emotion in online consumer reviews of various attributes in the surprise box shopping model [Online resource] / X. Xu // Decision Support Systems. – 2020. – V. 136. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167923620300993.

217. Yi, J. Sentiment analyzer: Extracting sentiments about a given topic using natural language processing techniques / J. Yi, T. Nasukawa, R. Bunescu, W. Niblack // Proceedings of the 3rd IEEE international conference on data mining. – Florida, USA, 2003. – P. 427-434.

218. Yusupova, N. Decision Support in the Management of Instant Payment Services / N. Yusupova, V. Kotelnikov, D. Bogdanova, L. Yatskovich // Proceedings of the VIth International Workshop «Critical Infrastructures: Contingency Management, Intelligent, Agent-Based, Cloud Computing and Cyber Security». – Advances in Intelligent Systems Research. – Atlantis Press, 2019. – V. 169.

219. Yusupova, N. Tools for affective computations in the management of energy facilities, considering the emotional state of operators / N. Yusupova, D. Bogdanova, N. Komendantova, E. Sirotenko, A. Niiazgulov // 2021 ICOECS: The international scientific and practical conference materials. – USATU, 2021. – P. 233-238.

220. Yusupova, N.I. Artificial intelligence tools for analyzing emotionally colored information from customer reviews in the service sector [Online resource] / N.I. Yusupova, D.R. Bogdanova, N.P. Komendantova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – V. 1069, No. 1. – Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1069/1/012013.

221. Yusupova, N.I. Assessing the Quality of Customer Service Based on the Emotional Satisfaction of Clients Using Artificial Immune System Technologies / N.I. Yusupova, D.R. Bogdanova, A.I. Nuriakhmetov // Pattern Recognition and Image Analysis, 2023. – V. 33, No. 3. – P. 544-554.

222. Yusupova, N.I. Classification of interaction participants in the formation of the trajectory of diagnosis and treatment of bronchopulmonary diseases to design agents of a multi-agent system / N.I. Yusupova, R.Z. Zulkarneev, D.A. Rizvanov, R.V. Nasyrov, D.R. Bogdanova // Software Engineering Application in Systems Design, Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, vol 596, P. 723-731.

223. Yusupova, N.I. Models and Methods for Quality Management Based on Artificial Intelligence Applications / N.I. Yusupova, G. Kovács, M. Boyko, D. Bogdanova // Acta Polytechnica Hungarica. – 2016. – V. 13, No. 3. – P. 45-60.

224. Yusupova, N.I. Semi-structured information in the field of artificial intelligence and information security: processing results [Online resource] / N.I. Yusupova, O.N. Smetanina, M.M. Gayanova, N.P. Komendantova // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. – V. 1069, No. 1. – Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1069/1/012012.

225. Zhu, L. EEG-based approach for recognizing human social emotion perception [Online resource] / L. Zhu, C. Su, J. Zhang, G. Cui, A. Cichocki, C. Zhou, J. Li // Advanced Engineering Informatics. – 2020. – V. 46. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034620301609.

226. Zhu, Z. Speech emotion recognition model based on Bi-GRU and Focal Loss / Z. Zhu, W. Dai, Y. Hu, J. Li // Pattern Recognition Letters. – 2020. – V. 140. – P. 358-365.

227. Zhuang, L. Movie review mining and summarization / L. Zhuang, F. Jing, X.-Y. Zhu // Proceedings of the 15th ACM international conference on Information and knowledge management. – 2006. – P. 43-50.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг кода программы

СППР для автоматизированного подбора индивидуального модуля оказания услуг на примере дистанционного образования.

Класс вопросов для выявления эмоционального состояния.

```
{
    class QEj
    {
        public string question; //вопрос
        public List<string> options; //варианты ответов
        public int type; //тип эмоции
        public QuestionE get()
        {
            QuestionE A = new QuestionE(); //создаём новый объект эмоционального вопроса
            A.set(question, options, type); //Записываем в него полученные данные
            return A; //возвращаем объект
        }
    }
}
```

Класс вопросов начального тестирования.

```
{
    class QNj
    {
        public string question; //вопрос
        public List<string> options; //варианты ответов
        public QuestionN get()
        {
            QuestionN A = new QuestionN(); //создаём новый объект вопроса начального
тестирования
            A.set(question, options); //Заполняем полученные данные
            return A; //возвращаем объект
        }
    }
}
```

Класс вопросов выбора предметов.

```
{
    class QPj
    {
        public string question; //вопрос
        public List<string> options; //варианты ответов
        public QuestionP get()
        {
            QuestionP A = new QuestionP(); //создаём объект вопроса на выбор предмета
            A.set(question, options); //заполняем полученные данные
            return A; //возвращаем объект
        }
    }
}
```

Класс вопросов на знание предметов.

```
{
    class QZj
    {
```

```
        public string question; //вопрос
        public int right; //правильные ответ
        public List<string> options; //варианты ответа
        public QuestionZ get()
        {
            QuestionZ A = new QuestionZ(); //создаём объект
            A.set(question, options, right); //заполняем данные
            return A; //возвращаем
        }
    }
}
```

Меню приложения.

```
{
    public partial class @base : UserControl
    {
        SingletonCS singl = SingletonCS.Initialize();
        public @base()
        {
            InitializeComponent();
        }
        public void get(string num)//настойка видимости кнопок
        {
            if (num == "0") yt_Button3.Visible = false;
            else
            {
                yt_Button1.Visible = false;
                yt_Button2.Visible = false;
            }
        }
        private void base_Resize(object sender, EventArgs e)//изменяем размеры
        {
            yt_Button1.Location = new Point((this.Width / 2) - 200, (this.Height / 3));
            yt_Button2.Location = new Point((this.Width / 2) - 200, (this.Height / 3)+70);
            yt_Button3.Location = new Point((this.Width / 2) - 200, (this.Height / 3));
            yt_Button4.Location = new Point((this.Width / 2) - 200, (this.Height / 3) + 140);
        }
        private void yt_Button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            Thread.Sleep(300);
            singl.Create(); //переходим к обучению
        }
        private void yt_Button2_Click(object sender, EventArgs e)//открываем профиль
        {
            byte[] data = Encoding.Unicode.GetBytes("profile"); //отправляем сообщение серверу
            singl.Stream.Write(data, 0, data.Length);
            Form1.ActiveForm.Controls.Clear(); //отчищаем консоль
            while (Form1.ActiveForm.Controls.Count > 0)
            {
                Form1.ActiveForm.Controls[0].Dispose();
            }
            var pf = new profile(); //открываем окно профиля
            Form1.ActiveForm.Controls.Add(pf);
            singl.resize(); //изменяем размеры
        }
        private void yt_Button3_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            Form1.ActiveForm.Controls.Clear(); //отчищаем консоль
            while (Form1.ActiveForm.Controls.Count > 0)
            {
                Form1.ActiveForm.Controls[0].Dispose();
            }
            var ad = new admin(); //открываем окно администратора
            ad.Name = "ad";
```

```
            Form1.ActiveForm.Controls.Add(ad);
            singl.resize(); //изменяем размеры
        }
        private void yt_Button4_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            //byte[] d2 = Encoding.Unicode.GetBytes("#USER_NOT_CONECTED");
            //singl.Stream.Write(d2, 0, d2.Length);
            //singl.Disconnect();
            Form1.ActiveForm.Controls.Clear(); //отчищаем консоль
            while (Form1.ActiveForm.Controls.Count > 0)
            {
                Form1.ActiveForm.Controls[0].Dispose();
            }
            entrance ent = new entrance(); //открываем окно авторизации
            ent.Name = "entrance";
            Form1.ActiveForm.Controls.Add(ent);
            singl.resize();
        }
    }
}
```

Регистрация и вход.

```
{
    public partial class entrance : UserControl
    {
        SingletonCS singl = SingletonCS.Initialize(); //общий класс соединения
        public entrance()
        {
            InitializeComponent();
            singl.Start(); //запускаем соединение
        }
        private void entrance_Resize(object sender, EventArgs e)//изменяем размеры
        {
            label1.Location = new Point((this.Width / 2) - 150, (this.Height / 3) - 100);
            label2.Location = new Point((this.Width / 2) - 150, (this.Height / 3) - 10);
            textBox1.Location = new Point((this.Width / 2) - 150, (this.Height / 3) - 70);
            textBox2.Location = new Point((this.Width / 2) - 150, (this.Height / 3) + 20);
            yt_Button1.Location = new Point((this.Width / 2) - 165, (this.Height / 3) + 100);
            yt_Button2.Location = new Point((this.Width / 2) - 165, (this.Height / 3) + 150);
        }
        private void yt_Button1_Click(object sender, EventArgs e)//вход в систему
        {
            byte[] data = Encoding.Unicode.GetBytes("Y"); //отправляем сообщение серверу
            singl.Stream.Write(data, 0, data.Length);
            Thread.Sleep(100);
            String message = textBox1.Text;
            if (message != null)
            {
                byte[] d = Encoding.Unicode.GetBytes(message); //отправляем сообщение серверу
                singl.Stream.Write(d, 0, d.Length);
            }
            message = textBox2.Text;
            Thread.Sleep(100);
            if (message != null)
            {
                byte[] d2 = Encoding.Unicode.GetBytes(message); //отправляем сообщение серверу
                singl.Stream.Write(d2, 0, d2.Length);
            }
            bool lk = true;
            while (lk)//проверяем правильность логина и пароля
            {
                if (singl.messageList.Count >= 1 && singl.messageList[0] == "Неверный
пароль!") { MessageBox.Show("Неверный пароль!"); singl.messageList.Clear(); lk = false; }
```

```
                if (singl.messageList.Count >= 1 && singl.messageList[0] == "Введён
неизвестный логин.") { MessageBox.Show("Введён неизвестный логин.");
singl.messageList.Clear(); lk = false; }
                if (singl.messageList.Count > 1 && singl.messageList[0] == "Вход произведён
успешно!")
                {
                    Form1.ActiveForm.Controls.Clear();
                    while (Form1.ActiveForm.Controls.Count > 0)
                    {
                        Form1.ActiveForm.Controls[0].Dispose();
                    }
                    @base bs = new @base(); //создаём основное окно программы
                    bs.Name = "bs";
                    bs.get(singl.messageList[1]);
                    Form1.ActiveForm.Controls.Add(bs);
                    singl.resize(); //меняем размеры
                    lk = false;
                    singl.messageList.Clear();
                }
            }
        }
        private void yt_Button2_Click(object sender, EventArgs e)//регистрация
        {
            byte[] data = Encoding.Unicode.GetBytes("N"); //отправляем сообщение серверу
            singl.Stream.Write(data, 0, data.Length);
            String message = textBox1.Text;
            Thread.Sleep(100);
            if (message != null)
            {
                data = Encoding.Unicode.GetBytes(message); //отправляем сообщение серверу
                singl.Stream.Write(data, 0, data.Length);
            }
            message = textBox2.Text;
            Thread.Sleep(100);
            if (message != null)
            {
                data = Encoding.Unicode.GetBytes(message); //отправляем сообщение серверу
                singl.Stream.Write(data, 0, data.Length);
            }
            bool lk = true;
            while (lk)//проверяем логин
            {
                if (singl.messageList.Count > 0 && singl.messageList[0] == "Логин уже занят")
{ MessageBox.Show("Логин уже занят"); singl.messageList.Clear(); lk = false; }
                if (singl.messageList.Count > 0 && singl.messageList[0] == "OK")
                {
                    singl.messageList.Clear();
                    Form1.ActiveForm.Controls.Clear();
                    while (Form1.ActiveForm.Controls.Count > 0)
                    {
                        Form1.ActiveForm.Controls[0].Dispose();
                    }
                    var bs = new @base(); //создаём основное окно программы
                    bs.Name = "bs";
                    bs.get("0");
                    Form1.ActiveForm.Controls.Add(bs);
                    singl.resize();
                    lk = false;
                }
            }
        }
    }

}
```

Сообщение об ошибке

```
{
    public partial class Form2 : Form
    {
        public Form2()
        {
            InitializeComponent();
        }
        public void setlab(string lab)
        {
            label1.Text = lab;
        }
        private void yt_Button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            this.Close();
        }
    }
}
```

Оказание эмоциональной поддержки.

```
{
    public partial class UserControl1 : UserControl
    {
        string sup;
        Support EmotionSupport = new Support(); //эмоциональная поддержка
        SingletonCS singl = SingletonCS.Initialize(); //общий класс соединения
        public UserControl1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        public void get(string support, string json)
        {
            panel1.Size = new Size(new Point(Form1.ActiveForm.Width - 52,
Form1.ActiveForm.Height - 228)); //меняем размер панели
            sup = support;
            if (support != "Сыграть с учеником в игру")
            EmotionSupport = JsonConvert.DeserializeObject<Support>(json); //считываем
эмоциональную поддержку
            if (support != "Сыграть с учеником в игру"&& support != "Показать часть
положительного видеоклипа")
            {
                ListBox lb = new ListBox();
                lb.BackColor = BackColor;
                for (int i = 0; i < EmotionSupport.ES.Count; i++)
                    lb.Items.Add(EmotionSupport.ES[i]);
                lb.Location = new Point(0,0);
                lb.Font = new Font("Arial",20);
                lb.Size = panel1.Size;
                panel1.Controls.Add(lb); //выводим эмоциональную поддержку
            }
            if (support == "Показать часть положительного видеоклипа")
            {
                EmotionSupport = JsonConvert.DeserializeObject<Support>(json);
                WebBrowser wb = new WebBrowser();
                wb.Navigate(EmotionSupport.ES[0]); //открываем видео
                wb.Name = "wb";
                wb.Location = new Point(0, 0);
                wb.Size = panel1.Size;
                panel1.Controls.Add(wb);
            }

            if (support == "Сыграть с учеником в игру")
```

```
            {
                var UC3 = new UserControl3(); //открываем игру
                UC3.Location = new Point(0, 0);
                UC3.Size = panel1.Size;
                panel1.Controls.Add(UC3);
            }
        }
        private void UserControl1_Resize(object sender, EventArgs e)//меняем размеры
        {
            yt_Button1.Location = new Point(this.Width-350, this.Height - 100);
            yt_Button2.Location = new Point(200, this.Height - 100);
            panel1.Size = new Size(new Point(this.Width -52, this.Height -200));
            label1.Location = new Point(this.Width/2-200, 10);
        }
        private void yt_Button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            if (sup == "Показать часть положительного видеоклипа") (panel1.Controls["wb"] as
WebBrowser).Url = null;
            byte[] dt = Encoding.Unicode.GetBytes("Ок"); //отправляем сообщение серверу
            singl.Stream.Write(dt, 0, dt.Length);
            Thread.Sleep(200);
            singl.Create(); //переходим к обучению
        }
        private void yt_Button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            if (sup == "Показать часть положительного видеоклипа") (panel1.Controls["wb"] as
WebBrowser).Url = null;
            byte[] data = Encoding.Unicode.GetBytes("back");
            singl.Stream.Write(data, 0, data.Length);
            Form1.ActiveForm.Controls.Clear(); //отчищаем консоль
            while (Form1.ActiveForm.Controls.Count > 0)
            {
                Form1.ActiveForm.Controls[0].Dispose();
            }
            var bs = new @base(); //создаём основную страницу
            bs.Name = "bs";
            bs.get("0");
            Form1.ActiveForm.Controls.Add(bs);
            singl.resize(); //изменяем размеры
        }
    }
}
```

Игра для эмоциональной поддержки.

```
{
    public partial class UserControl3 : UserControl
    {
        Random = new Random();
        Label firstClicked = null;
        Label secondClicked = null;
        List<string> icons = new List<string>()
    {
        "!", "!", "N", "N", ",", ",", "k", "k",
        "b", "b", "v", "v", "w", "w", "z", "z"
    };
        public UserControl3()
        {
            InitializeComponent();
            AssignIconsToSquares();
        }
        private void AssignIconsToSquares()
        {
            foreach (Control in tableLayoutPanel1.Controls)
            {
```

```
                Label iconLabel = control as Label;
                if (iconLabel != null)
                {
                    int randomNumber = random.Next(icons.Count);
                    iconLabel.Text = icons[randomNumber];
                    iconLabel.ForeColor = iconLabel.BackColor;
                    icons.RemoveAt(randomNumber);
                }
            }
        }
        private void CheckForWinner()
        {
            foreach (Control in tableLayoutPanel1.Controls)
            {
                Label iconLabel = control as Label;
                if (iconLabel != null)
                {
                    if (iconLabel.ForeColor == iconLabel.BackColor)
                        return;
                }
            }
            MessageBox.Show("Вы нашли пару всем значкам!", "Поздравляю!");
        }
        private void label1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            if (timer1.Enabled == true)
                return;
            Label clickedLabel = sender as Label;
            if (clickedLabel != null)
            {
                if (clickedLabel.ForeColor == Color.Black)
                    return;
                if (firstClicked == null)
                {
                    firstClicked = clickedLabel;
                    firstClicked.ForeColor = Color.Black;
                    return;
                }
                secondClicked = clickedLabel;
                secondClicked.ForeColor = Color.Black;
                CheckForWinner();
                if (firstClicked.Text == secondClicked.Text)
                {
                    firstClicked = null;
                    secondClicked = null;
                    return;
                }
                timer1.Start();
            }
        }
        private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
        {
            timer1.Stop();
            firstClicked.ForeColor = firstClicked.BackColor;
            secondClicked.ForeColor = secondClicked.BackColor;
            firstClicked = null;
            secondClicked = null;
        }
    }
}
```

Окно для образовательных материалов.

```
{
    public partial class UserControl4 : UserControl
```

```
    {
        Text textform = new Text();
        Audio audioform = new Audio();
        Video videoform = new Video();
        string type;
        SingletonCS singl = SingletonCS.Initialize(); //общий класс соединения
        public UserControl4()
        {
            InitializeComponent();
        }
        public void get(string form, string json)
        {
            type = form;
            panel1.Size = new Size(new Point(Form1.ActiveForm.Width - 52,
Form1.ActiveForm.Height - 228)); //изменение размеров панели
            if (type == "Аудио")
            {
                audioform = JsonConvert.DeserializeObject<Audio>(json); //чтение лекции
                WebBrowser wb = new WebBrowser(); //открытие лекции
                wb.Navigate(audioform.url);
                wb.Name = "wb";
                wb.Location = new Point(0, 0);
                wb.Size = panel1.Size;
                panel1.Controls.Add(wb);
            }
            if (type == "Видео")
            {
                videoform = JsonConvert.DeserializeObject<Video>(json); //чтение лекции
                WebBrowser wb = new WebBrowser(); //открытие лекции
                wb.Navigate(videoform.url);
                wb.Name = "wb";
                wb.Location = new Point(0, 0);
                wb.Size = panel1.Size;
                panel1.Controls.Add(wb);
            }
            if (type == "Текст")
            {
                textform = JsonConvert.DeserializeObject<Text>(json); //чтение лекции
                WebBrowser wb = new WebBrowser(); //открытие лекции
                wb.ScriptErrorsSuppressed = true;
                wb.Navigate(textform.url);
                wb.Name = "wb";
                wb.Location = new Point(0, 0);
                wb.Size = panel1.Size;
                panel1.Controls.Add(wb);
            }
        }
        private void UserControl4_Resize(object sender, EventArgs e)//изменение размеров
        {
            yt_Button1.Location = new Point(this.Width - 350, this.Height - 100);
            yt_Button2.Location = new Point(200, this.Height - 100);
            panel1.Size = new Size(new Point(this.Width - 52, this.Height - 228));
        }
        private void yt_Button1_Click(object sender, EventArgs e)//переход далее
        {
            (panel1.Controls["wb"] as WebBrowser).Url = null;
            byte[] dt = Encoding.Unicode.GetBytes("Ок");
            singl.Stream.Write(dt, 0, dt.Length);
            Thread.Sleep(200);
            singl.Create(); //обучение
        }
        private void yt_Button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            (panel1.Controls["wb"] as WebBrowser).Url = null;
            byte[] data = Encoding.Unicode.GetBytes("back"); //выход на главное окно
```

```
            singl.Stream.Write(data, 0, data.Length);
            Form1.ActiveForm.Controls.Clear(); //очищение консоли
            while (Form1.ActiveForm.Controls.Count > 0)
            {
                Form1.ActiveForm.Controls[0].Dispose();
            }
            var bs = new @base(); //создание главного окна
            bs.Name = "bs";
            bs.get("0");
            Form1.ActiveForm.Controls.Add(bs);
            singl.resize(); //изменение размеров
        }
    }
}
```

Классы для вопросов

```
{
    class QuestionE
    {
        private string question; //вопрос
        private List<string> options; //ответы
        private int type; //тип эмоции
        public void set(string question1, List<string> options1, int type1)//заполнение данных
        {
            question = question1;
            options = options1;
            type = type1;
        }
        public string getquestion()
        {
            return question;
        }
        public List<string> getoptions()
        {
            return options;
        }
        public int gettype()
        {
            return type;
        }
    }
}

{
    class QuestionN
    {
        private string question; //вопрос
        private List<string> options; //ответы
        public void set(string question1, List<string> options1)//заполнение данных
        {
            question = question1;
            options = options1;
        }
        public string getquestion()
        {
            return question;
        }
        public List<string> getoptions()
        {
            return options;
        }
    }
}
```

```
{
    class QuestionP
    {
        private string question; //вопрос
        private List<string> options; //ответы
        public void set(string question1, List<string> options1)//заполнение данных
        {
            question = question1;
            options = options1;
        }
        public string getquestion()
        {
            return question;
        }
        public List<string> getoptions()
        {
            return options;
        }
    }
}

{
    class QuestionZ
    {
        private string question; //вопрос
        private int right; //ответ
        private List<string> options; //варианты ответов
        public void set(string question1, List<string> options1, int right1)//заполнение
данных
        {
            question = question1;
            options = options1;
            right = right1;
        }
        public string getquestion()
        {
            return question;
        }
        public List<string> getoptions()
        {
            return options;
        }
        public int getright()
        {
            return right;
        }
    }
}
```

Класс со списком студентов

```
{
    class Admin
    {
        public List<List<string>> newad; //список студентов с характеристиками
    }
}
```

График изменения эмоционального состояния.

```
{
    public partial class Form3 : Form
    {
        public Form3()
```

```
        {
            InitializeComponent();
        }
        public void play(int[] point)
        {
            GraphPane pane = zedGraphControl1.GraphPane;
            // Очистим список кривых
            pane.CurveList.Clear();
            pane.Title.Text = "График эмоций";
            pane.XAxis.Title.Text = "";
            pane.YAxis.Title.Text = "";
            // Создадим список точек
            PointPairList list = new PointPairList();
            for (int i = 0; i < point.Length; i++)
                list.Add(i, point[i]);
            // Создадим голубую кривую с названием "Sinc"
            LineItem myCurve = pane.AddCurve("  ", list, Color.OliveDrab, SymbolType.None);
            // Обновляем данные об осях
            zedGraphControl1.AxisChange();

            // Обновляем график
            zedGraphControl1.Invalidate();
        }
    }
}
```

Программа для терминала системы моментальных платежей.

Запуск терминала.

```
Procedure StartingTermoks();
Var
    i: integer;
    ok: boolean;
Begin
    WM_SENDSMSALERT_MSG := RegisterWindowMessage('WM_SENDSMSALERT_MSG');
    ok := false;
    For i := 0 To PanelsMax - 1 Do
        If (MainForm.Panels[i].Visible = true) Then
            ok := true;
    MainForm.Panels[iTopPanel].Visible := true;
    If (ok = false) Then
        MainForm.VisibleMainPanel(0);
End;
```

Остановка терминала.

```
Procedure StopingTermoks();
Var
    i: integer;
Begin
    Try
        If ((MainForm.Panels[4 + MainForm.currentform].Visible = true) Or
(MainForm.Panels[6].Visible = true) Or (MainForm.Panels[7].Visible = true) Or
(MainForm.Panels[PanelsMax - 1].Visible = true)) And
            Status_CashCode Then
            exit;
        For i := 0 To 8 Do
            MainForm.Panels[i].Visible := false;
        MainForm.Panels[11].Visible := false;
        MainForm.Panels[iTopPanel].Visible := false;
    Except
    End;
End;
```

Примеры функций перехода между различными группами интерфейса при выборе услуги.

```
Procedure TMainForm.ImgBackFieldClick(Sender: TObject);
Var
    i: integer;
Begin
    If (currentgroup = '0') Then
    Begin
        hLog.Write('Вернулись в группу "Главная" (0)');
        VisibleMainPanel(0);
        exit;
    End;
    For i := 0 To Length(myXML.myForm) - 1 Do
    Begin
        If (myXML.myForm[i].to_group = currentgroup) And (myXML.myForm[i].Visible) Then
        Begin
            hLog.Write('Вернулись в группу "' + myXML.myForm[i].title + '" (' + currentgroup +
')');
            VisiblePanel(currentgroup, currentblock, currentinstructions);
            exit;
        End;
    End;
End;

Procedure TMainForm.ImgNextClick(Sender: TObject);
Begin
    hLog.Write('Перешли на следующую страницу');
    LastClick;
    MainForm.VisiblePanel(currentgroup, currentblock + 1, currentinstructions);
End;
```

Отображение информации о платеже.

```
Procedure TMainForm.VisiblePay();
Var
    i: integer;
    comission: Double;
    ini: TIniFile;
Begin
    MainForm.BlockPay := false;
    BlockReclamaAction := true;
    LoadImageFile(MainForm.PayPanel.ImgOper, _DIR_ + _screen_ + link_Field^.img);
    MainForm.PayPanel.LblOper.Caption := link_Field^.title;
    MainForm.PayPanel.LblSumm.Caption := IntToStr(MainForm._Total_Summ_);
    // Купюрник
    Try
        // Вывод информации о комиссии
        parse_commission(link_Field^.comiss);
        // подсчёт комиссии
        MainForm.PayPanel.LblComission2Summ.Caption := FormatFloat('0.##',
StrToFloat(link_Field^.limit_min));
        // ******************************
        comission := RoundTo(MainForm._Total_Summ_ * calculate_comission(link_Field^.comiss,
MainForm._Total_Summ_) / 100, -2);
        If (StrToFloat(link_Field^.limit_min) > comission) Then
            comission := StrToFloat(link_Field^.limit_min);
        If (MainForm._Total_Summ_ > comission) Then
            MainForm.PayPanel.LblComission3Summ.Caption := FormatFloat('0.##',
MainForm._Total_Summ_ - comission)
        Else
            MainForm.PayPanel.LblComission3Summ.Caption := '0.00';
```

```
    Except
    End;
    MainForm.PayPanel.LblWarningSumm.Caption := FormatFloat('0.##',
StrToFloat(link_Field^.min_summ));
    MainForm.PayPanel.Lblinfo1.Caption := '';
    For i := 0 To Length(link_Field^.field) - 1 Do
        MainForm.PayPanel.Lblinfo1.Caption := MainForm.PayPanel.Lblinfo1.Caption +
link_Field^.field[i].Name + ': ' + Mask_Text(link_Field^.field[i].mask, Field_text[i]) +
#10#13;
    If (link_Field^.id = '50') Or (link_Field^.id = '19') Or (link_Field^.id = '20') Then
        MainForm.PayPanel.Lblinfo1.Caption := link_Field^.field[0].Name + ': ' +
Mask_Text(link_Field^.field[0].mask, Field_text[0]);
    If (link_Field^.identified = '55') Then
    Begin
        MainForm.PayPanel.Lblinfo1.Caption := 'Необходимая сумма: ' +
Field_text[Length(link_Field^.field) - 1];
        MainForm.PayPanel.Lblinfo2.Caption := '';
        MainForm.PayPanel.Lblinfo3.Caption := '';
        MainForm.PayPanel.Lblinfo4.Caption := '';
    End;
    If (MainForm._Total_Summ_ > 0) Then
    Begin
        MainForm.PayPanel.ImgMain.Visible := false;
        MainForm.PayPanel.ImgCancel.Visible := true;
    End
    Else
    Begin
        MainForm.PayPanel.ImgMain.Visible := true;
        MainForm.PayPanel.ImgCancel.Visible := false;
    End;
    MainForm.PayPanel.LblSumm.Caption := IntToStr(MainForm._Total_Summ_);
    If (StrToFloat(link_Field^.min_summ) <= MainForm._Total_Summ_) And (_Total_Summ_ > 0) Then
    Begin
        MainForm.PayPanel.ImgPay.Visible := true;
        MainForm.PayPanel.ImgPayBack.Visible := false;
    End
    Else
    Begin
        MainForm.PayPanel.ImgPay.Visible := false;
        MainForm.PayPanel.ImgPayBack.Visible := true;
    End;
    MainForm.PayPanel.LblComission1.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblComission2.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblComission3.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblComission1Summ.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblComission2Summ.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblComission3Summ.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblComission1Bill.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblComission2Bill.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblComission3Bill.Visible := true;
    MainForm.PayPanel.LblWarning.Caption := MainForm.CaptionWarning;
    ini := TIniFile.Create(_DIR_ + 'temp.ini');
    info4 := ini.ReadString('info', link_Field^.id, '');
    MainForm.PayPanel.Lblinfo4.Caption := info4;
    ini.Free;
    MainForm.Panels[6].Visible := true;
    MainForm.Panels[7].Visible := false;
    MainForm.Panels[8].Visible := false;
    MainForm.Panels[11].Visible := false;
    MainForm.Panels[currentform].Visible := false;
    MainForm.Panels[2 + currentform].Visible := false;
    MainForm.Panels[4 + currentform].Visible := false;
    MainForm.Panels[DPanel].Visible := false;
    MainForm.Panels[iPanel].Visible := false;
    MainForm.Panels[aPanel].Visible := false;
```

```
End;
```

Получаем стоимость выбранной услуги.

```
Function GetCurrentPrice(id: String; len: integer): string;
Var
    ini: TIniFile;
    i, strlen, strprice: integer;
Begin
    currentprice := 0;
    currentcnt := 0;
    ini := TIniFile.Create(_DIR_ + 'news.ini');
    If (Not ini.SectionExists(id)) Then
        If (pos('_', id) > 0) Then
            Delete(id, pos('_', id), 20);
    Result := '0 руб., текущая длина: ' + IntToStr(len) + ' символов';
    If (len < 1) Or (Not ini.SectionExists(id)) Then
    Begin
        ini.Free;
        exit;
    End;
    strlen := ini.ReadInteger(id, 'Length', 0);
    strprice := ini.ReadInteger(id, 'Price', 0);
    For i := 0 To Length(AddArray) - 1 Do
        If AddArray[i].Selected And (AddArray[i].PriceLineAdd <> 0) Then
        Begin
            strprice := AddArray[i].PriceLineAdd;
        End;
    If strlen < 1 Then
    Begin
        currentprice := strprice;
        Result := IntToStr(strprice) + ' руб., текущая длина: ' + IntToStr(len) + ' символов';
        ini.Free;
        exit;
    End;
    If (len Mod strlen) = 0 Then
    Begin
        Result := IntToStr(currentprice + (len Div strlen) * strprice) + ' руб., текущая
длина: ' + IntToStr(len) + ' символов';
        currentprice := (len Div strlen) * strprice;
        currentcnt := ((len Div strlen));
    End
    Else
    Begin
        Result := IntToStr(currentprice + ((len Div strlen) + 1) * strprice) + ' руб., текущая
длина: ' + IntToStr(len) + ' символов';
        currentprice := ((len Div strlen) + 1) * strprice;
        currentcnt := ((len Div strlen) + 1);
    End;
    ini.Free;
End;
```

Для вычисления суммы комиссии считываем поле с размером комиссии и просматриваем его.

```
Procedure parse_commission(comiss: String);
Var
    param: TStringList;
    i: integer;
    old_comission: string;
Begin
    If (pos('||', comiss) = 0) Then
    Begin
```

```
        MainForm.PayPanel.LblComission1.Caption := 'Комиссия:';
        MainForm.PayPanel.LblComission1Summ.Caption := comiss;
        MainForm.PayPanel.LblComission1Bill.Caption := '%';
        exit;
    End;
    MainForm.PayPanel.LblComission1.Caption := '';
    MainForm.PayPanel.LblComission1Summ.Caption := '';
    MainForm.PayPanel.LblComission1Bill.Caption := '';
    old_comission := '0';
    param := ParseDelimited(comiss, '||');
    For i := 0 To trunc(param.Count / 2) - 1 Do
    Begin
        MainForm.PayPanel.LblComission1.Caption := MainForm.PayPanel.LblComission1.Caption +
'от ' + old_comission + 'р. до ' + param[i * 2] + 'р.' + # 10 #13;
        MainForm.PayPanel.LblComission1Summ.Caption :=
MainForm.PayPanel.LblComission1Summ.Caption + param[i * 2 + 1] + #10#13;
        MainForm.PayPanel.LblComission1Bill.Caption :=
MainForm.PayPanel.LblComission1Bill.Caption + '%' + #10#13;
        old_comission := FloatToStr(StrToFloat(param[2 * i]) + 1);
    End;
    param.Free;
End;
```

Далее вычисляется сумма.

```
Function calculate_comission(comiss: String; summ: integer): Double;
Var
    param: TStringList;
    i: integer;
Begin
    Result := 0;
    If (pos('||', comiss) = 0) Then
    Begin
        Try
            Result := StrToFloat(comiss);
        Except
        End;
        exit;
    End;
    param := ParseDelimited(comiss, '||');
    Result := StrToFloat(param[1]);
    For i := 0 To trunc(param.Count / 2) - 1 Do
    Begin
        Try
            Result := StrToFloat(param[2 * i + 1]);
            If (StrToFloat(param[2 * i]) >= summ) Then
                break;
        Except
        End;
    End;
    param.Free;
End;
```

Добавление заполненные поля услуг в чек.

```
Procedure FillAddArray(id: String);
Var
    i: integer;
    ini: TIniFile;
    param, str: string;
    strs: TStrings;
    Function GetStrs(stings: TStrings; indx: integer): string;
    Begin
        If (stings.Count <= indx) Then
```

```
            Result := ''
        Else
            Result := stings[indx];
    End;

Begin
    If Length(AddArray) > 0 Then
        exit;
    If (pos('_', id) > 0) Then
        Delete(id, pos('_', id), 20);
    ini := TIniFile.Create(_DIR_ + 'news.ini');
    If Not ini.SectionExists(id) Then
    Begin
        ini.Free;
        exit;
    End;
    param := 'Additional0';
    i := 0;
    strs := TStringList.Create;
    While ini.ValueExists(id, param) Do
    Begin
        str := ini.ReadString(id, param, '');
        strs := ParseDelimited(str, ';');
        SetLength(AddArray, i + 1);
        AddArray[i].Name := GetStrs(strs, 0);
        AddArray[i].PriceMultiplier := StrToIntDef(GetStrs(strs, 1), 0);
        AddArray[i].PriceLineAdd := StrToIntDef(GetStrs(strs, 2), 0);
        AddArray[i].PriceAdd := StrToIntDef(GetStrs(strs, 3), 0);
        AddArray[i].Selected := false;
        AddArray[i].Exclusive := (GetStrs(strs, 4) = 'ex');
        inc(i);
        param := 'Additional' + IntToStr(i);
    End;
    ini.Free;
End;
```

Оплата услуги.

```
Procedure TMainForm.ImgPayClick(Sender: TObject);
Var
    i: integer;
    F: TextFile;
    PhoneOper, Code: string;
    SummComiss, FullSumm: single;
    SC: string;
    Cash: TCashBlock;
    Error: boolean;
    brend, rednum, red, curgr: string;
    phone2: string;
    thread: THandle;
    lpThreadId: DWORD;
    fList: TStringList;
    Chek: string;
    term: string;
    Chektext, _date: string;
    res: integer;
    BillTmp: string;
Begin
    LastClick;
    // оплата
    hLog.Write('Нажали кнопку "Оплатить"');
    If BlockPay Then
        exit;
    BlockPay := true;
    // ************************************************************************
```

```
    hLog.Write('Блокировали CashCode');
    Try
        EnterCriticalSection(gCashThread.CS_accept);
        gCashThread.accept := true;
        LeaveCriticalSection(gCashThread.CS_accept);
    Except
    End;
    hLog.Write('Ждём купюру');
    WaitForSingleObject(CashEvent, 10000);
    hLog.Write('Дождались !!!');
    // * ЖКХ ********************************************************************
    If (link_Field^.id = '50') Then
    Begin
        Try
            AssignFile(F, payment_file_name);
            Append(F);
            phone2 := Field_text[1] + ';' + Field_text[3] + ';' + Field_text[4];
            Writeln(F, 'client1=' + SZEncodeBase64(phone2));
            Flush(F);
            CloseFile(F);
        Except
            on E: Exception Do
            Begin
                hLogError.Write('Exception: (PayClick) Can''t write to file ' +
payment_file_name + ':' + E.Message);
                hLog.Write('Exception: (PayClick) Can''t write to file ' + payment_file_name +
':' + E.Message);
                // exit;
            End;
        End;
    End;
    // ****************************************************************************
    SummComiss := RoundTo(MainForm._Total_Summ_ * calculate_comission(link_Field^.comiss,
MainForm._Total_Summ_) / 100, -2);
    If (StrToFloat(link_Field^.limit_min) > SummComiss) Then
        SummComiss := StrToFloat(link_Field^.limit_min);
    If (StrToFloat(link_Field^.limit_max) < SummComiss) Then
        SummComiss := StrToFloat(link_Field^.limit_max);
    If (link_Field^.max_summ <= MainForm._Total_Summ_) Then
        SummComiss := MainForm._Total_Summ_ - link_Field^.max_summ;
    SC := AnsiReplaceStr(FloatToStr(SummComiss), ',', '.');
    EnterCriticalSection(CS_RTerminalParam);
    PhoneOper := RTerminalParam.phone_oper;
    term := RTerminalParam.terminal;
    BillTmp := RTerminalParam.BillTemplate;
    LeaveCriticalSection(CS_RTerminalParam);
    If (MainForm._Total_Summ_ <= 0) Then
        DeleteFile(MainForm.payment_file_name);
    add_summ_sequence(MainForm._Total_Summ_);
    _date := DateTimeToStr(Now());
    Chek := ExtractFileName(payment_file_name);
    Delete(Chek, pos('.', Chek), 4);
    Chek := term + Chek;
    hLog.Write('Отправляем состояние купюроприёмника на сервер');
    Cash := ReadCash;
    Mon_Incass(Cash.R10, Cash.R50, Cash.R100, Cash.R500, Cash.R1000, Cash.CountCash,
Cash.SummCash, Chek);
    Chektext := '';
    fList := TStringList.Create;
    fList.Clear;
    red := 'Получатель : ';
    If link_Field^.identified = '55' Then
        red := 'Рубрика : ';
    If (link_Field^.Name <> '') Then
        fList.Add(red + link_Field^.Name);
```

```
    If (link_Field^.INN <> '') Then
        fList.Add('ИНН получателя: ' + link_Field^.INN);
    If (link_Field^.phonenum <> '') Then
        fList.Add('Справочная получателя: ' + link_Field^.phonenum);
    For i := 0 To Length(link_Field^.field) - 1 Do
        If ((link_Field^.id = '19') Or (link_Field^.id = '20')) And (i >= 2) Then
        Begin
            If (fields_visible[i - 2] = true) Then
                fList.Add('' + link_Field^.field[i].Name + ': ' + MainForm.Field_text[i]);
        End
        Else
            fList.Add('' + link_Field^.field[i].Name + ': ' + MainForm.Field_text[i]);
    If (link_Field^.id = '50') Then
    Begin
        fList.Clear;
        fList.Add('' + MainForm.GkhPanel.LblFIO.Caption);
        fList.Add('' + MainForm.GkhPanel.LblAdress.Caption);
        fList.Add('' + link_Field^.field[0].Name + ': ' + MainForm.Field_text[0]);
        Try
            Case StrToInt(Copy(MainForm.Field_text[1], 1, 2)) Of
                1: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Январь 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                2: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Февраль 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                3: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Март 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                4: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Апрель 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                5: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Май 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                6: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Июнь 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                7: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Июль 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                8: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Август 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                9:  fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Сентябрь 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                10: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Октябрь 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                11: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Ноябрь 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
                12: fList.Add('' + link_Field^.field[1].Name + ': Декабрь 20' +
MainForm.Field_text[1][3] + MainForm.Field_text[1][4] + ' г.');
            End;
        Except
        End;
        fList.Add('' + 'Дополнительная информация');
        fList.Add('' + MainForm.GkhPanel.LblPrivilege.Caption);
        fList.Add('' + MainForm.GkhPanel.LblTariff.Caption);
        fList.Add('' + MainForm.GkhPanel.LblTotal.Caption);
    End;
    Begin
        For i := currentblock - 1 To 5 Do
            If (fields_visible[i] = true) Then
                break
            Else
                currentblock := currentblock + 1;
    End;
    // Загрузка шаблона чека
    nList.Clear;
    Error := false;
    Try
        AssignFile(F, ExtractFilePath(Application.ExeName) + BillTmp);
        Reset(F);
```

```
        While Not Eof(F) Do
        Begin
            readln(F, Chektext);
            nList.Add(Chektext);
        End;
        CloseFile(F);
    Except
        on E: Exception Do
        Begin
            hLogError.Write('Exception: (ReadFile ' + link_Field^.bill + ') ' + E.Message);
            hLog.Write('Exception: (ReadFile ' + link_Field^.bill + ') ' + E.Message);
            Error := true;
        End;
    End;
    If (Error) Then
    Begin
        // чек по умолчанию
        nList.Clear;
        nList.Add('№ Терминала: <%term%>');
        nList.Add('ЧЕК № <%chek%>');
        nList.Add('Оператор: <%oper%>');
        nList.Add('Параметры оплаты:');
        nList.Add('<%params%>');
        nList.Add('Сумма к оплате:                <%summpay%> руб.');
        nList.Add('Сумма к получению:         <%summend%> руб.');
        nList.Add('Комиссия:                            <%comiss%> %');
        nList.Add('Не менее                             <%mincommiss%> руб.');
        nList.Add('Дата платежа: <%date%>');
        nList.Add('Справочная служба: <%phone%>');
        nList.Add('************************************');
    End;
    brend := '';
    rednum := '';
    curgr := MainForm.currentgroup;
    If link_Field^.identified = '55' Then
    Begin
        Delete(curgr, pos('_', curgr), 20);
    End;
    For i := 0 To Length(myXML.myForm) - 1 Do
        If (myXML.myForm[i].to_group = curgr) Then
        Begin
            brend := myXML.myForm[i].title;
            rednum := myXML.myForm[i].phonenum;
            break;
        End;
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%chek%>', Chek);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%summpay%>', IntToStr(MainForm._Total_Summ_));
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%summend%>',
MainForm.PayPanel.LblComission3Summ.Caption);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%comiss%>',
FloatToStr(calculate_comission(link_Field^.comiss, MainForm._Total_Summ_)));
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%comissum%>', FloatToStr(MainForm._Total_Summ_
- StrToFloat(MainForm.PayPanel.LblComission3Summ.Caption)));
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%brend%>', brend);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%cost%>', IntToStr(link_Field^.cost));
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%mincomiss%>', link_Field^.limit_min);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%date%>', _date);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%term%>', term);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%oper%>', link_Field^.title);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%redphone%>', rednum);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%phone%>', PhoneOper);
    nList.text := AnsiReplaceStr(nList.text, '<%params%>', TrimRight(fList.text));
    BlockReclamaAction := false;
    FullSumm := MainForm._Total_Summ_;
    hLog.Write('Start print Check');
```

```
    Printer.title := payment_file_name;
    If link_Field^.identified = '55' Then
        MoveSentToDeliver(payment_file_name);
    If nList.Count < 1 Then
    Begin
        ShowModalMsgWarning(-1, 'по тех. причинам чек не может быть распечатан');
        hLogError.Write('    Error: nList=nil');
        MainForm.Panels[QPanel].Visible := false;
        blockIFLY := false;
        payment_file_name := 'payment\not_a_file.pay';
        hLog.Write('Возврат на главную страницу');
        MainForm.VisibleMainPanel(0);
        PrinterTimer.Enabled := true;
        exit;
    End;
    hLog.Write('Печатаем чек');
    res := printChek(FullSumm, nList);
    nList.Clear;
    LastClick;
    If (mutex <> 0) Then
    Begin
        hLog.Write('(ImgPayClick) ReleaseMutex: ' + IntToStr(mutex));
        ReleaseMutex(mutex);
        mutex := 0;
    End;
    If (res = 0) Then
        ShowModalMsgWarning(3, 'Сохраняйте чек. ')
    Else
        ShowModalMsgWarning(-1, 'по тех. причинам чек не может быть распечатан');
    MainForm.Panels[QPanel].Visible := false;
    blockIFLY := false;
    payment_file_name := 'payment\not_a_file.pay';
    MainForm._Total_Summ_ := 0;
    hLog.Write('Возврат на главную страницу');
    MainForm.VisibleMainPanel(0);
    PrinterTimer.Enabled := true;
    currentifly := false;
End;
```

Процедура брони флаеров.

```
Procedure TMainForm.ImgIFLYOKClick(Sender: TObject);
Var
  msg: TMessageForm;
  flystr, flname, sms: string;
  F: TextFile;
  strs: TStrings;
  thread: THandle;
  lpThreadId1: DWORD;
Begin
  hLog.Write('Нажали кнопку "Согласен"');
  LastClick;
  If MainForm.Number4iFly = '' Then
  Begin
  End;
  // Бронирование Флаера
  If (blockIFLY) Then
    exit;
  blockIFLY := true;
  msg := TMessageForm.Create(Nil);
  msg.typemessage := 0;
  msg.msg.Caption := #10#13 + 'Дождитесь ответа от сервера';
  msg.Show;
  msg.Repaint;
  msg.Close;
```

```
  hLog.Write('(ImgIFLYOKClick) CreateIFLYOnLineThread returned: ' + MainForm.file_flyer);
  MainForm.Last_Click := Now;
  MainForm.ReturnTimer.Enabled := false;
  MainForm.ReturnTimer.Enabled := true;
  flname := Copy(file_flyer, 1, pos(';', file_flyer) - 1);
  Delete(file_flyer, 1, Length(flname) + 1);
  If (pos('-1;', file_flyer) = 1) Then
  Begin
    // Флаер не забронировался
    MoveSentToDeliver(flname);
    // все равно пробуем печатать
    If nList <> Nil Then
      nList.Add('СМС с номером флаера будет вам доставлена.');
    exit;
  End;
  msg.Free;
  flystr := Copy(file_flyer, 1, pos(';', file_flyer) - 1);
  sms := Copy(file_flyer, pos(';', file_flyer) + 1, Length(file_flyer));
  hLog.Write('Дождались положительного ответа № флаера: ' + flystr + ', сообщение: ' + sms);
  Number4iFly := '';
  // IFLY
  // запустить поток для оплаты iFLY
  hLog.Write('Отправляем платёж для флаера на сервер');
  MainForm.file_flyer := flname;
  If (thread <= 0) Then
  Begin
    hLogError.Write('Error: (CreateIFLYThread|Create thread) Can''t create thread
PreparePayment');
    logPreparePayment.Write('Error: (CreateIFLYThread|Create thread) Can''t create thread
PreparePayment');
    MoveSentToDeliver(MainForm.payment_file_name);
  End;
  CloseHandle(thread);
  logPreparePayment.Write('(CreateIFLYThread) Create Thread ');
  nList.Add(sms);
End;
```

Проведение процедуры инкассации.

```
Procedure TMainForm.WMIncasso(Var Message: TMessage);
Var
    Cash: TCashBlock;
    term, tmp: AnsiString;
    F: TextFile;
    text: TStringList;
    Cashincass: TincassBlock;
Begin
    ResetEvent(GlobalSemaphore);
    EnterCriticalSection(CS_RTerminalParam);
    term := RTerminalParam.terminal;
    LeaveCriticalSection(CS_RTerminalParam);
    Cash := ReadCash;
    Cashincass := ReadIncass('incass.dat');
    hLog.Write('Инкассация на сумму: ' + IntToStr(Cash.SummCash) + ' и количество купюр: ' +
IntToStr(Cash.CountCash));
    If (Cash.SummCash = 0) And (Cash.CountCash = 0) And (Cash.R1000 = 0) And (Cash.R500 = 0)
And (Cash.R100 = 0) And (Cash.R50 = 0) And (Cash.R10 = 0) Then
        exit;
    MainForm.ImgDelSpoolerClick(Nil);
    text := TStringList.Create;
    AssignFile(F, _DIR_ + 'check\encashment.tpl');
    Reset(F);
    While Not Eof(F) Do
    Begin
        readln(F, tmp);
        text.Add(tmp);
```

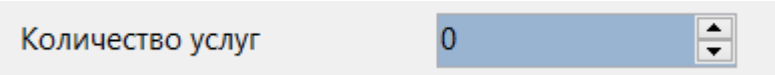
```
    End;
    CloseFile(F);
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%term%>', term);
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%R10%>', IntToStr(Cash.R10));
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%R50%>', IntToStr(Cash.R50));
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%R100%>', IntToStr(Cash.R100));
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%R500%>', IntToStr(Cash.R500));
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%R1000%>', IntToStr(Cash.R1000));
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%count%>', IntToStr(Cash.CountCash));
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%sum%>', IntToStr(Cash.SummCash));
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%date%>', DateTimeToStr(Now()));
    text.text := AnsiReplaceStr(text.text, '<%lastincass%>', '');
    // try
    Printer.title := 'incasso';
    printChek(0, text);
    PrinterTimer.Enabled := true;
    text.Free;
    Incass(Cash.R10, Cash.R50, Cash.R100, Cash.R500, Cash.R1000, Cash.CountCash,
Cash.SummCash);
    SaveCash(Cash, 'incass.dat');
    AssignFile(F, GetNameIncass);
    Rewrite(F);
    Write(F, '<incass dts="' + FormatDateTime('dd.mm.yyyy hh:mm:ss', Now) + '"><param term="'
+ term + '" R10="' + IntToStr(Cash.R10) + '" R50="' + IntToStr(Cash.R50) + '" R100="' +
IntToStr(Cash.R100)
        + '" R500="' + IntToStr(Cash.R500) + '" R1000="' + IntToStr(Cash.R1000) + '" summ="' +
IntToStr(Cash.SummCash) + '" count="' + IntToStr(Cash.CountCash) + '" /></incass>');
    CloseFile(F);
    Cash.CountCash := 0;
    Cash.SummCash := 0;
    Cash.R10 := 0;
    Cash.R50 := 0;
    Cash.R100 := 0;
    Cash.R500 := 0;
    Cash.R1000 := 0;
    SaveCash(Cash);
End;
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Численный эксперимент задачи составления комплексной услуги

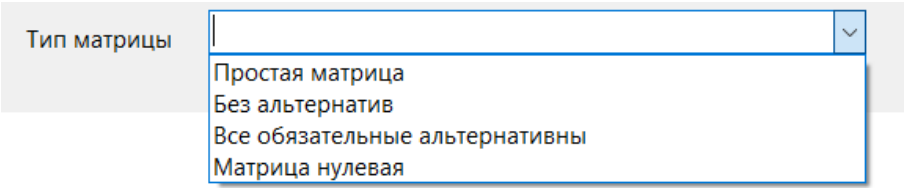
1. Характеристики входных данных

1) Количество услуг L. В рамках проводимого эксперимента максимальное количество услуг не превышает 100.

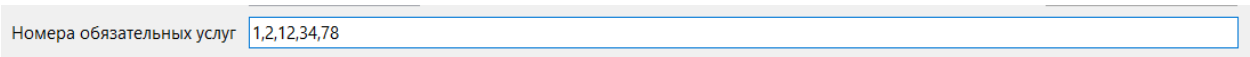


2) Матрица $A(p) = (a_{ij}^{p}), \mathrm{i} = \overline{1, \mathrm{L}}, \mathrm{j} = \overline{1, \mathrm{L}},$ однозначно определяющая протоколы оказания услуг для множества целевых состояний P, где

$a_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{p}} \in \{0,1\}, \mathrm{i} = \overline{1, \mathrm{L}}, \mathrm{j} = \overline{1, \mathrm{L}}$, 1 – если услуга входит в протокол оказания услуг и 0 в противном случае. В проводимом эксперименте для заполнения матрицы необходимо выбрать вид заполнения.



3) $A_p^o = \{a_1^o, \dots, a_{m_p}^o\}$ – множество обязательных услуг из протокола оказания услуг для целевого состояния p. В программу заносятся номера обязательных услуг через запятую.



4) $E^k = \{e_1^k, \dots . e_L^k\}$ – эмоциональные предпочтения клиента k относительно каждой услуги из протокола оказания услуг для целевого состояния p_k, дополненный 0 для типовых услуг, не входящих в протокол.

$\mathrm{e}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{k}} = \{0; 0{,}5; 0{,}75; 1; 1{,}25; 1{,}5\}$, где 0 – если услуга не входит в протокол оказания услуг для целевого состояния $\mathrm{p_k}$; 0,5 – «Раздражение»; 0,75- «Дискомфорт»; 1- «Равнодушие»; 1,25 – «Удовольствие»; 1,5 – «Радость».

5) C_l^p – полезность услуги l для целевого состояния p. Полезность услуги определяется по средствам экспертных оценок (от 0 до 10 баллов).

6) Q_k – бюджет клиента k и ограничение по стоимость комплексной услуги.

7) q_j- стоимость услуги l для целевого состояния p. Стоимость услуги может варьироваться от 0 до 1000.

2. Характеристики выходных данных

1) Комплексная услуга для клиента, в виде вектора

$X^k = (x_{ij}^k), i = \overline{1, L}, j = \overline{1, L}, x_{ij} = \{0,1\}$, 1- если типовая услуга входит в комплексную услуга и 0 в обратном случае;

2) Значение целевой функции при условии максимизации суммарной полезности комплексной услуги для клиента k с учётом эмоционально окрашенной информации в виде эмоциональных предпочтений.

Значение целевой функции | 54,75

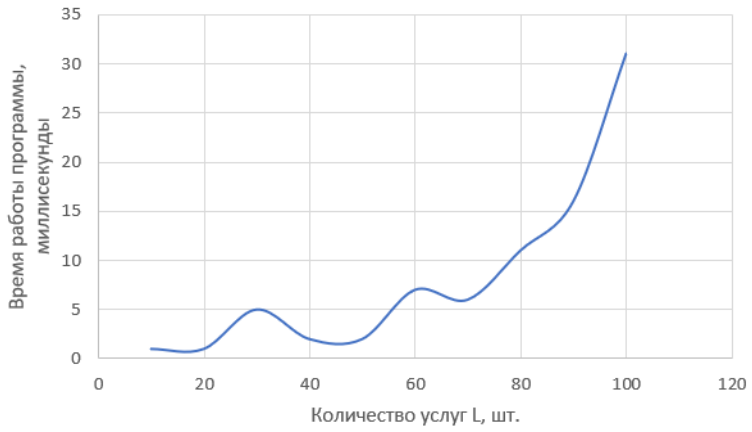
3) Время работы программы в миллисекундах.

Время выполнения | 576

3. Сводные результаты численного эксперимента:

<u>Зависимость времени выполнения от размерности входных данных.</u>

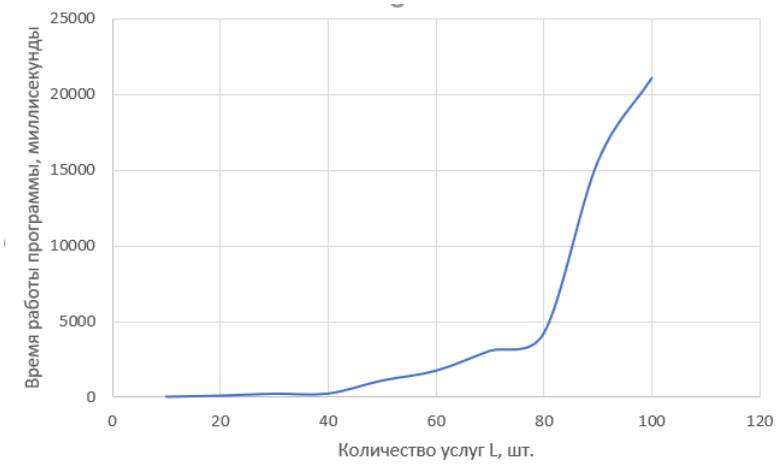
1. Простая матрица при малом бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Время работы программы, миллисекунды
10	1
20	1
30	5
40	2
50	2
60	7
70	6
80	11
90	16
100	31

Время работы программы при малом количестве услуг может слегка варьироваться, но при количестве услуг более 70 неизменно растёт. Максимальное время работы программы не превышает 35 миллисекунд. При этом минимальное время работы 1 миллисекунда.

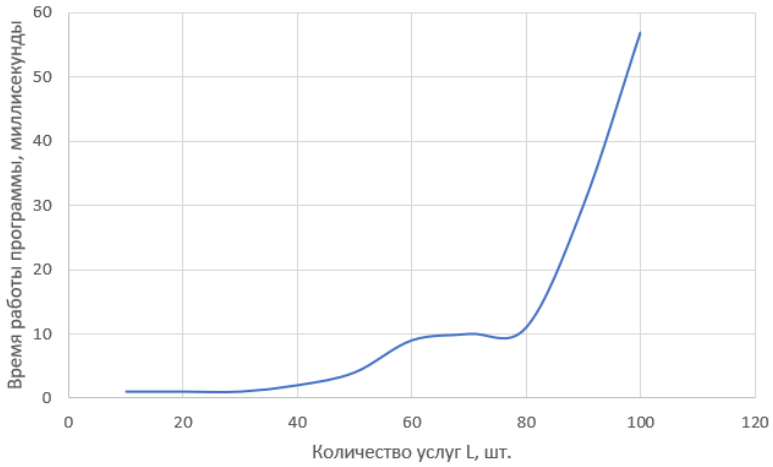
2. Простая матрица при высоком бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Время работы программы, миллисекунды
10	21
20	94
30	224
40	230
50	1090
60	1739
70	3054
80	4222
90	15555
100	21076

При увеличении бюджета клиента время выполнения программы заметно увеличивается. При этом при увеличении количества услуг время работы увеличивается без скачков. При этом минимальное время работы 21 миллисекунда.

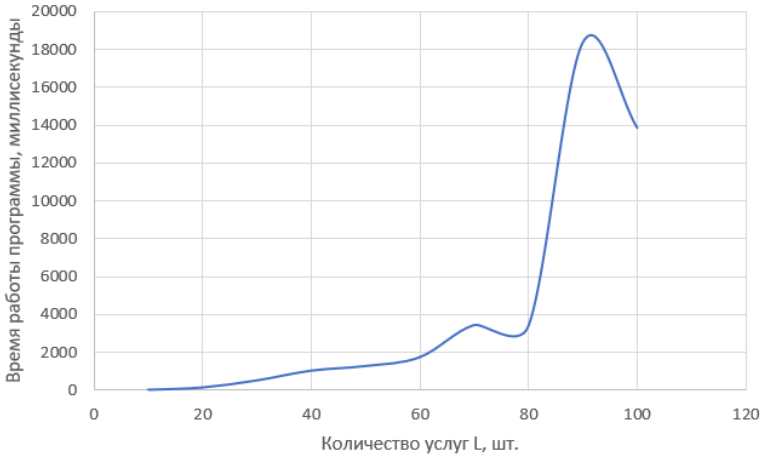
3. Матрица без альтернатив при малом бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Время работы программы, миллисекунды
10	1
20	1
30	1
40	2
50	4
60	9
70	10
80	11
90	30
100	57

При увеличении количества услуг время работы программы неизменно растёт. При количестве услуг менее 30 время работы программы составляет всего 1 миллисекунду. Максимальное время работы программы не превышает 60 миллисекунд. При этом минимальное время работы 1 миллисекунда.

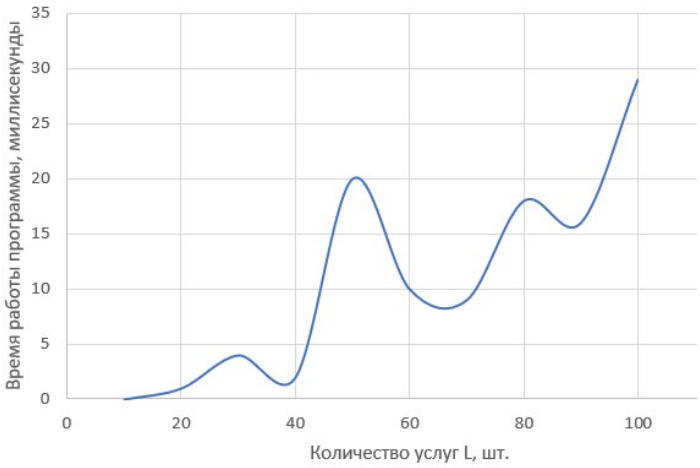
4. Матрица без альтернатив при высоком бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Время работы программы, миллисекунды
10	6
20	126
30	498
40	1015
50	1260
60	1724
70	3426
80	3380
90	18352
100	13834

При увеличении бюджета клиента время выполнения программы заметно увеличивается. При увеличении количества услуг время работы программы растёт. Замечен серьёзный скачок при количестве услуг 90. Максимальное время работы программы не превышает 20000 миллисекунд. При этом минимальное время работы 6 миллисекунд.

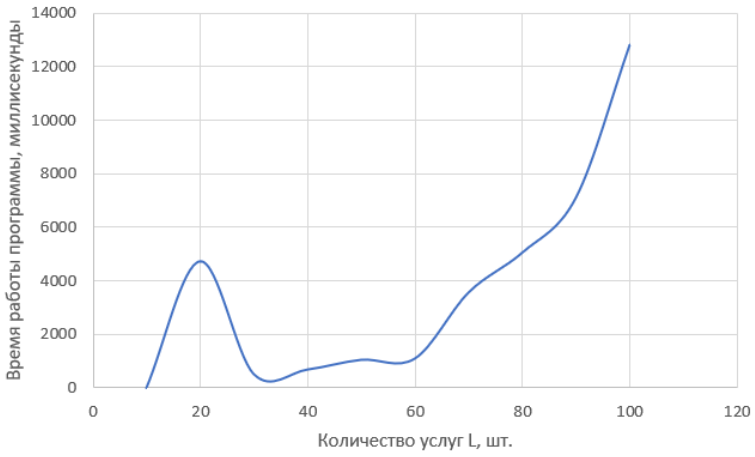
5. Матрица, где все обязательные альтернативны при малом бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Время работ программы, миллисекунд
10	0
20	1
30	4
40	2
50	20
60	10
70	9
80	18
90	16
100	29

По графику видно, что время работы программы при матрице, где все обязательные альтернативны растёт волнообразно. Замечен серьёзный скачок при количестве услуг 50. Максимальное время работы программы не превышает 30 миллисекунд.

6. Матрица, где все обязательные альтернативны при высоком бюджете клиента.

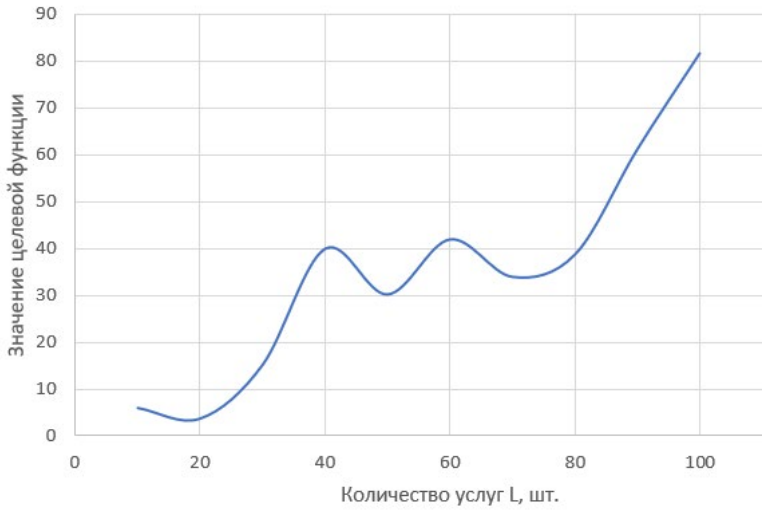


Количество услуг L, шт.	Время работы программы, миллисекунды
10	10
20	4742
30	531
40	700
50	1064
60	1112
70	3581
80	5068
90	7129
100	12832

При увеличении бюджета клиента время выполнения программы заметно увеличивается. При увеличении количества услуг время работы программы растёт. Замечен серьёзный скачок при количестве услуг 20. Максимальное время работы программы не превышает 13000 миллисекунд. При этом минимальное время работы 10 миллисекунд.

<u>Зависимость значения целевой функции от размерности входных данных.</u>

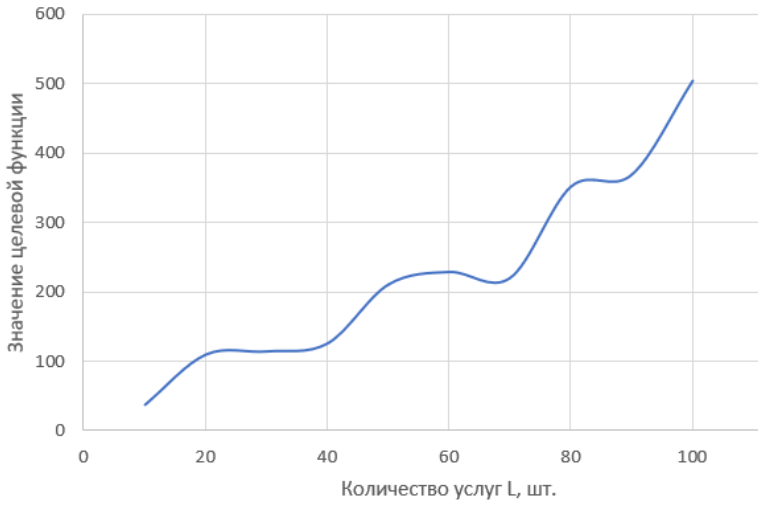
1. Простая матрица при малом бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Значени целевой функции
10	6
20	3,75
30	15,25
40	40
50	30,25
60	42
70	34
80	38,75
90	61,25
100	81,75

По графику видно, что значение целевой функции растёт волнообразно. Максимальное значение целевой функции не превышает 100. При этом минимальное значение 3,75.

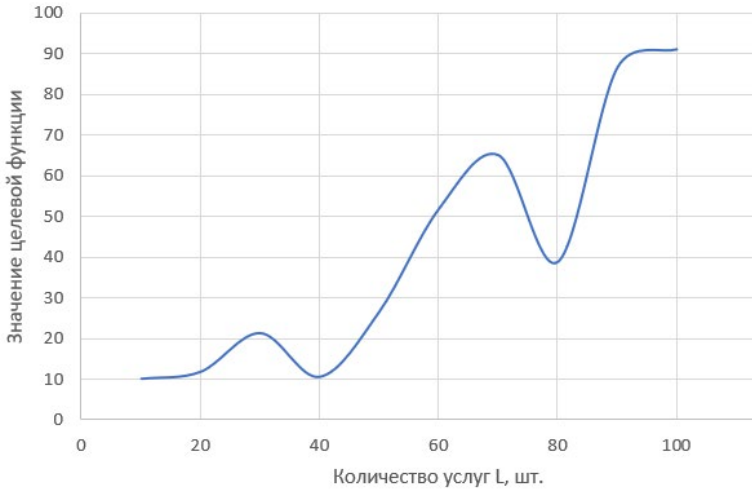
2. Простая матрица при высоком бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Значени целевой функции
10	37,75
20	110
30	114,5
40	126
50	210,75
60	228,75
70	220,25
80	351,5
90	368,75
100	503,75

При увеличении бюджета клиента значение целевой функции заметно увеличивается. При увеличении количества услуг значение целевой функции растёт. Максимальное значение целевой функции не превышает 510. При этом минимальное значение 37,75.

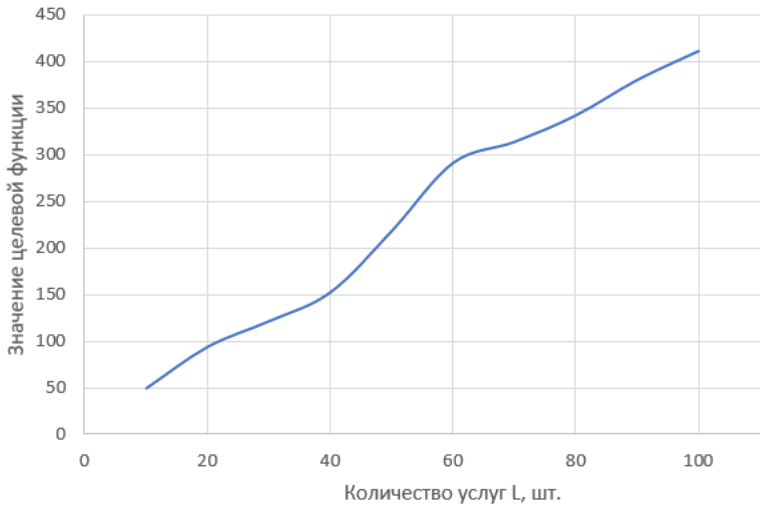
3. Матрица без альтернатив при малом бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Значение целевой функции
10	10
20	11,75
30	21,25
40	10,5
50	26,5
60	51,75
70	65
80	38,75
90	86,5
100	91

По графику видно, что при увеличении количества услуг значение целевой функции растёт волнообразно. Максимальное значение целевой функции не превышает 100. При этом минимальное значение 10.

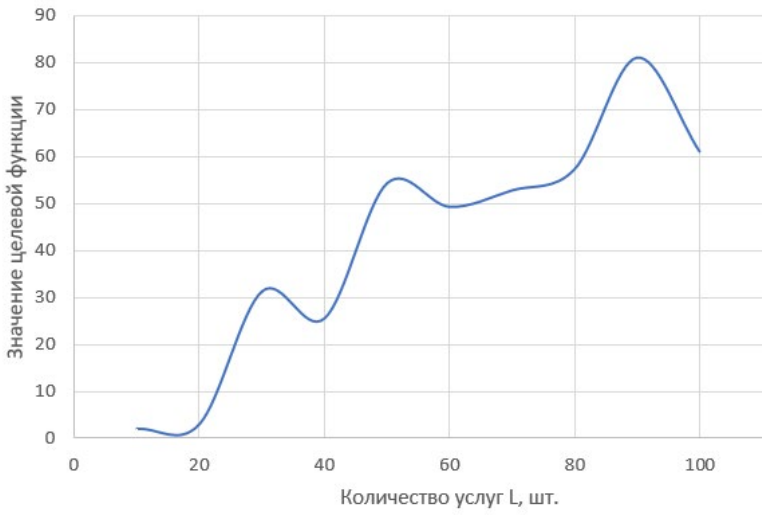
4. Матрица без альтернатив при высоком бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Значени целевой функции
10	49,25
20	93,75
30	121,25
40	152,25
50	218,25
60	291,25
70	313,75
80	342,25
90	380,25
100	411,25

При увеличении бюджета клиента значение целевой функции заметно увеличивается. При увеличении количества услуг значение целевой функции растёт без серьёзных скачков. Максимальное значение целевой функции не превышает 450. При этом минимальное значение 49,25.

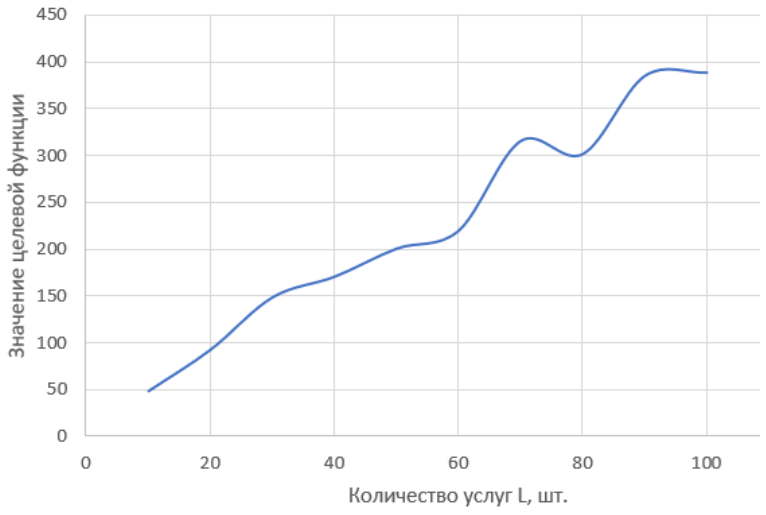
5. Матрица, где все обязательные альтернативны при малом бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Значени целевой функции
10	2
20	3
30	31,25
40	25,5
50	54,25
60	49,25
70	52,75
80	57,25
90	81
100	61

По графику видно, что при увеличении количества услуг значение целевой функции растёт волнообразно. Замечен серьёзный скачок при количестве услуг 90. Максимальное значение целевой функции не превышает 90. При этом минимальное значение 2.

6. Матрица, где все обязательные альтернативны при высоком бюджете клиента.



Количество услуг L, шт.	Значени целевой функции
10	47,75
20	92
30	148
40	170
50	200
60	219,25
70	315
80	301
90	384,5
100	388

При увеличении бюджета клиента значение целевой функции заметно увеличивается. При увеличении количества услуг значение целевой функции растёт без серьёзных скачков. Максимальное значение целевой функции не превышает 400. При этом минимальное значение 47,75.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Правила подбора эмоциональной поддержки представлены в таблице В.1.

Таблица В.1 – Подбор эмоциональной поддержки.

Испытываемая эмоция	Тип личности	Эмоциональная поддержка	Эмоция после эмоциональной поддержки
Гнев	Гипертимный	Похвалить ученика	Надежда
	Циклоидный	Показать часть положительного видеоклипа	Досада
	Лабильный	Подбодрить	Сожаление
	Астено-невротический	Выразить сочувствие	Досада
	Сенситивный	Подбодрить	Надежда
	Тревожно-педантический	Выразить сочувствие	Досада
	Интровертированный	Показать часть положительного видеоклипа	Сожаление
	Возбудимый	Подбодрить	Досада
	Демонстративный	Выразить восхищение	Интерес
	Неустойчивый	Выразить сочувствие	Скука
Отвращение	Гипертимный	Поздравить с успехами	Интерес
	Циклоидный	Похвалить ученика	Радость
	Лабильный	Показать часть положительного видеоклипа	Ожидание
	Астено-невротический	Поздравить с успехами	Интерес
	Сенситивный	Похвалить ученика	Интерес
	Тревожно-педантический	Выразить сочувствие	Ожидание
	Интровертированный	Показать часть положительного видеоклипа	Интерес
	Возбудимый	Выразить сочувствие	Досада
	Демонстративный	Поздравить с успехами	Радость
	Неустойчивый	Выразить сочувствие	Скука
Страх	Гипертимный	Выразить восхищение	Надежда
	Циклоидный	Подбодрить	Интерес
	Лабильный	Поздравить с успехами	Радость
	Астено-невротический	Выразить сочувствие	Тревога
	Сенситивный	Поздравить с успехами	Интерес
	Тревожно-педантический	Подбодрить	Ожидание
	Интровертированный	Похвалить ученика	Интерес
	Возбудимый	Поздравить с успехами	Тревога

Продолжение таблицы В.1.

	Демонстративный	Похвалить ученика	Интерес
	Неустойчивый	Подбодрить	Ожидание
Нейтральная эмоция	Гипертимный	Поздравить с успехами	Интерес
	Циклоидный	Похвалить ученика	Радость
	Лабильный	Выразить восхищение	Радость
	Астено-невротический	Похвалить ученика	Интерес
	Сенситивный	Выразить восхищение	Радость
	Тревожно-педантический	Подбодрить	Интерес
	Интровертированный	Похвалить ученика	Интерес
	Возбудимый	Поздравить с успехами	Радость
	Демонстративный	Выразить восхищение	Интерес
	Неустойчивый	Подбодрить	Интерес
Печаль	Гипертимный	Рассказать анекдот	Надежда
	Циклоидный	Выразить сочувствие	Надежда
	Лабильный	Подбодрить	Интерес
	Астено-невротический	Выразить сочувствие	Сожаление
	Сенситивный	Похвалить ученика	Интерес
	Тревожно-педантический	Подбодрить	Ожидание
	Интровертированный	Поздравить с успехами	Интерес
	Возбудимый	Подбодрить	Сожаление
	Демонстративный	Рассказать анекдот	Интерес
	Неустойчивый	Подбодрить	Ожидание

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Правила подбора формата подачи материала представлены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Правила подбора формата подачи материала.

Репрезентативная система	Эмоциональное состояние	Формат подачи материала
Видео	Радость	Видео
	Удивление	Видео
	Нейтральная эмоция	Видео
	Печаль	Видео
	Страх	Видео
	Отвращение	Видео
	Гнев	Видео
Аудио	Радость	Аудио
	Удивление	Аудио
	Нейтральная эмоция	Аудио
	Печаль	Аудио
	Страх	Видео
	Отвращение	Видео
	Гнев	Видео
Текст	Радость	Текст
	Удивление	Текст
	Нейтральная эмоция	Аудио
	Печаль	Аудио
	Страх	Видео
	Отвращение	Видео
	Гнев	Видео

Правила подбора уровня сложности материала представлены в таблице Г.2.

Таблица Г.2 – Правила подбора уровня сложности материала.

Мотивация к обучению	Начальная подготовка	Эмоциональное состояние	Уровень сложности материала
Высокая	Высокая	Радость	Высокий
		Удивление	Высокий
		Нейтральная эмоция	Высокий
		Печаль	Высокий
		Страх	Средний
		Отвращение	Средний
		Гнев	Средний
	Средняя	Радость	Высокий
		Удивление	Высокий
		Нейтральная эмоция	Высокий
		Печаль	Средний
		Страх	Средний

Продолжение таблицы Г.2.

Мотивация к обучению	Начальная подготовка	Эмоциональное состояние	Уровень сложности материала
Высокая	Средняя	Отвращение	Средний
		Гнев	Средний
	Низкая	Радость	Высокий
		Удивление	Высокий
		Нейтральная эмоция	Средний
		Печаль	Средний
		Страх	Средний
		Отвращение	Средний
		Гнев	Средний
Средняя	Высокая	Радость	Высокий
		Удивление	Высокий
		Нейтральная эмоция	Средний
		Печаль	Средний
		Страх	Средний
		Отвращение	Средний
		Гнев	Средний
	Средняя	Радость	Высокий
		Удивление	Высокий
		Нейтральная эмоция	Средний
		Печаль	Средний
		Страх	Низкий
		Отвращение	Низкий
		Гнев	Низкий
	Низкая	Радость	Высокий
		Удивление	Средний
		Нейтральная эмоция	Средний
		Печаль	Низкий
		Страх	Низкий
		Отвращение	Низкий
		Гнев	Низкий
Низкая	Высокая	Радость	Высокий
		Удивление	Средний
		Нейтральная эмоция	Средний
		Печаль	Средний
		Страх	Низкий
		Отвращение	Низкий
		Гнев	Низкий
	Средняя	Радость	Средний
		Удивление	Средний
		Нейтральная эмоция	Средний
		Печаль	Низкий
		Страх	Низкий
		Отвращение	Низкий
		Гнев	Низкий
	Низкая	Радость	Средний

Продолжение таблицы Г.2.

Мотивация к обучению	Начальная подготовка	Эмоциональное состояние	Уровень сложности материала
Низкая	Низкая	Удивление	Средний
		Нейтральная эмоция	Низкий
		Печаль	Низкий
		Страх	Низкий
		Отвращение	Низкий
		Гнев	Низкий

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Акты внедрения результатов диссертационной работы

«УТВЕРЖДАЮ»
Региональный директор
Дополнительного офиса «Уфимский»
Приволжского ф-ла
ПАО «Промсвязьбанк»
_____ А.В. Вяткин
«15» 05 2023 г.

АКТ
внедрения результатов диссертационной работы
Богдановой Дианы Радиковны
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
на тему «Модели и методы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации клиентов»

Мы, нижеподписавшиеся, составили настоящий акт о том, что в операционном офисе «Уфимский» филиала «Приволжский» ПАО «Промсвязьбанк» внедрены следующие результаты диссертационной работы Богдановой Дианы Радиковны:

- методика оценки эффективности процесса оказания услуг оплаты с учетом эмоционально окрашенной информации клиентов, позволяющая учесть, как количественные, так и качественные требования клиентов при оценке эффективности оказании финансовых услуг;
- алгоритм анализа эффективности оказания финансовых услуг, реализующий предложенную методику оценки эффективности с учетом эмоционально окрашенной информации клиентов, позволяющий на основе проведенной оценки, внести, при необходимости, корректирующие воздействия в процесс оказания услуг.

Внедрение указанных методики, модели и алгоритма позволило оценить эффективность процесса оказания финансовых услуг с учетом эмоционально окрашенной информации и повысить удовлетворенность клиентов филиала.

Системный аналитик Муртазин Т.И.

Специалист поддержки информационных систем Сафаров А.Р.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор салона красоты
«Округ стиля», г. Уфа
_____Котельникова М.Н.
«5» 10 20 23 г.

АКТ
внедрения результатов диссертационной работы
Богдановой Дианы Радиковны
на тему «Модели и методы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации клиентов»

Мы, нижеподписавшиеся, составили настоящий акт о том, что в салоне красоты «Округ стиля» в рамках договора ИФ-ВК-04-18-ИП внедрены следующие результаты диссертационной работы:

- концепция и математическая модель поддержки принятия управленческих решений в процессе оказания услуг, воздействующих на: график работы обслуживающего персонала, номенклатуру и профиль оказываемых услуг, контингент клиентов; штат сотрудников и специалистов, что является теоретической основой для эффективной деятельности организации;
- система моделей процесса оказания услуг, включающая структурную, функциональную, информационную и когнитивную, позволяющая описать основные бизнес процессы, для управления качеством оказываемых услуг;
- онтологическая база знаний, содержащая формализованные технологические особенности, представляющие собой ограничения, накладываемые на оказание услуг, применение которой позволяет научно обосновывать этот процесс;
- методика формирования графика оказания услуг с учетом эмоционально окрашенной информации и индивидуальных предпочтений клиентов, позволяющая повысить их удовлетворенность, применение которой приводит к возникновению преимуществ перед конкурентами на рынке услуг здоровья и красоты.

Использование предлагаемого в работе подхода способствует повышению пропускной способности салона и повышению удовлетворенности клиентов. Эти преимущества могут быть достигнуты посредством оптимизации системы управления на предприятии, путем концентрации внимания на эмоционально окрашенной информации клиентов в процессе оказания услуг.

Администратор салона Кильметова В.А.

Технолог Егорова С.А.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор туристического агентства
"ЭдЭм-Уфа"
_____ Хаматвалиева Е.Р.
«24» 08 2025 г.

АКТ
внедрения результатов диссертационной работы
Богдановой Дианы Радиковны
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
на тему «Модели и методы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации клиентов»

Мы, нижеподписавшиеся, составили настоящий акт о том, что в Туристическом агентстве "ЭдЭм-Уфа" внедрены следующие результаты диссертационной работы:

- комплекс моделей и методов решения задач принятия управленческих решений с учетом эмоционально окрашенной информации в системах поддержки принятия решений при анализе данных обратной связи от клиентов в виде отзывов на естественном языке, размещенных в сети Интернет;
- алгоритмическое и программное обеспечение системы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания туристических услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов, позволяющее оценить уровень удовлетворенности клиентов как количественно, так и качественно.

Предложенный в работе концептуальный подход, основанный на анализе эмоционально окрашенной информации из отзывов клиентов в сети Интернет при оценке степени удовлетворенности клиентов туристического комплекса, с применением технологий аффективных вычислений, при поддержке принятия решений при управлении процессом оказания услуг, может быть рекомендован для расширенного использования в организациях туристического комплекса.

Менеджер Сухова М.В.

Системный администратор Василенко Г.Р.

ЭРИДАН СЕРВИС

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

450057, г. Уфа, ул. Октябрьской Революции 72, ИНН 0274062457,

Р/с 40702810606440000355 в Отделение № 8598 ПАО Сбербанка г.Уфа,

к/с 30101810300000000601, БИК 048073601, КПП 027401001

Тел./факс (347) 291-29-45, 291-29-46, 275-10-46, 272-46-31, 273-42-24

E-mail: blagvest-nk@yandex.ru, Internet: www.blagovestnk.ru

Исх № 218 от 14 07 2023

АКТ
внедрения результатов диссертационной работы
Богдановой Дианы Радиковны
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
на тему «Модели и методы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации клиентов»

Мы, нижеподписавшиеся, составили настоящий акт о том, что в работу ООО «Эридан-сервис», г. Уфа внедрены следующие результаты диссертационной работы Богдановой Д.Р.:

- база знаний, основанная на онтологической модели представления знаний, позволяющая поддерживать принятие решений с учетом эмоционально окрашенной информации клиентов в процессе оказания услуг.

Разработанная БЗ позволяет хранить знания необходимые для осуществления процесса оказания услуг с учетом эмоционально окрашенной информации клиентов; организовать поддержку принятия решений с использованием механизма логического вывода; пополнять знания о новых бизнес сущностях, относящихся к работе предприятия; предоставлять информацию по имеющимся услугам на предприятии.

Директор, академик
Международной инженерной академии
диплом №2955 от 18.03.2021 — Амиров Р.М.

Исполнительный директор — Гизятов А.В.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор АНО ПО "Юридический колледж"
(г. Уфа)
_____ М.Е. Домрачева
«22» _____ 2023 г.

АКТ
о внедрении результатов диссертационной работы
Богдановой Дианы Радиковны
в учебный процесс АНО ПО "Юридический колледж" (г. Уфа)
на тему «Модели и методы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации клиентов»

Мы, нижеподписавшиеся, составили настоящий акт о том, что в АНО ПО "Юридический колледж" (г. Уфа) в учебный процесс внедрены следующие результаты диссертационной работы:

1. Методика поддержки принятия управленческих решений при формировании индивидуального модуля обучения на основе анализа эмоционального состояния обучающихся и их индивидуальных особенностей.
2. Алгоритм дистанционного обучения с автоматизированным составлением индивидуального модуля обучения и алгоритмы классификации учеников по классам эмоциональной поддержки и по форме подачи материала.
3. Информационное обеспечении СППР при автоматизированном составлении индивидуального модуля обучения с учетом эмоционального состояния обучающегося в виде базы данных, в которой хранится информация о профиле обучающегося, его индивидуальных особенностях, эмоционально окрашенная информация, вариации эмоциональной поддержки и обучающие материалы.
4. Прототип системы поддержки принятия решений при управлении дистанционным обучением на основе анализа эмоционального состояния обучающихся и их индивидуальных особенностей.

Внедрение результатов осуществлено для студентов специальности 40.02.01 «Право и организация социального обеспечения» в виде модуля дистанционного обучения по дисциплине «Психология», при участии 600 студентов, разделенных на 2 группы. Студенты первой группы проходили обучение с использованием системы поддержки принятия решений, а студенты второй – без применения СППР. Количество случаев, когда обучающиеся испытывали положительные эмоции, увеличилось на 8,67%. Уровень знаний студентов, использовавших разработанную систему поддержки принятия решений, после обучения был выше. Количество студентов, успешно сдавших тестирование, увеличилось на 12,33%.

Использование указанных материалов диссертационной работы позволяет повысить эффективность дистанционного обучения, создать эмоционально комфортную среду обучения, повысить мотивацию и вовлеченность студентов дистанционного образования.

Зам. директора по общим вопросам, кандидат экономических наук — Брюханов С.И.

Зам. директора по учебно-воспитательной работе — Гаджиева Е.С.

UNIVERSITÀ
DI TRENTO
Dipartimento di
Economia e Management

Trento, 20 febbraio 2023

CERTIFICATE
on the use of the results of the dissertation work of
Diana Radikovna Bogdanova

We, the undersigned, Prof. Italo Trevisan and Prof. Andrea Molinari hereby certify that in the period from 2012 to 2023 at the Department of Economics and Management of the University of Trento, the collaboration with Ms. Diana Radikovna Bogdanova within the Erasmus Programme, as well as the results of the dissertation work were used in the following scientific processes:

1. Models and methods of classifying students according to individual characteristics and emotional states in order to adjust the educational program.
2. Methodology of intellectual decision support in the management of the educational program with the implementation of emotional support.
3. The prototype of an automated module of training taking into account individual characteristics and emotional states of students, which can be used for different disciplines.
4. Methodology for intelligent decision support in managing the process of providing tourism services through automated evaluation of customer reviews on the Internet.

The results obtained are also reflected in joint publications (5 articles), reports at conferences and seminars "Information technologies for intellectual support of decision-making", "Computer science and information technology", "Information technology in marketing", as well as in the Trento Marketing Challenge.

The use of the above materials of the dissertation work allows:

- apply the developed models and methods in the management of the process of service provision in educational organizations;
- expand the possibilities of using information, software and computational means in solving marketing problems of keeping regular customers and attracting new ones.

Prof. Italo Trevisan

Prof. Andrea Molinari

Università degli Studi di Trento
Palazzo di Economia
via Vigilio Inama, 5 – 38122 Trento (Italy)
P.IVA – C.F. 00340520220
www.unitn.it

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по развитию образования
УУНиТ

Ю.В. Рахманова
(подпись, инициалы и фамилия)

«25» 11 2023 г.

АКТ

об использовании результатов диссертационной работы
Богдановой Дианы Радиковны
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
на тему «Модели и методы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа эмоционально окрашенной информации клиентов»

Мы, нижеподписавшиеся, составили настоящий акт о том, что научные и практические результаты исследований, полученные в процессе выполнения диссертационной работы Богдановой Дианы Радиковны, а именно:

- комплекс моделей и методов решения задач принятия решений на основе анализа эмоционально окрашенной информации в системах поддержки принятия решений при управлении дистанционным образованием;
- алгоритмическое, информационное обеспечение и программная реализация прототипа СППР для автоматизированного составления индивидуального модуля дистанционного обучения с учетом эмоционального состояния обучающихся, в том числе с инвалидностью и ОВЗ;

внедрены в работу отдела социально-психологической поддержки управления по социальной работе УУНиТ и используются в процессе оказание социально-психологической помощи студентам, в том числе с инвалидностью и ОВЗ.

Использование указанных материалов диссертационной работы позволяет обеспечить повышение качества процесса дистанционного обучения студентов, в том числе с инвалидностью и ОВЗ.

Результаты внедрения в работу отдела социально-психологической поддержки при оказании социально-психологической помощи студентам предложенных моделей, алгоритмов, информационного обеспечения и программной реализации СППР при управлении дистанционным образованием на основе анализа эмоционально окрашенной информации, направлены на марафон лучших практик по применению новых технологий обучения, воспитания и социализации обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов в вузах Российской Федерации, проводимый по заданию Министерства науки и высшего образования РФ.

Начальник отдела социально-психологической поддержки — Ю.В. Гладкова

Начальник отдела организации оздоровления и отдыха — И.М. Галимова

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ

5013 Информационная карта | 5418 Исходящий номер, дата | 7992 Инвентарный номер ФАП | 5436 Инвентарный номер ВНТИЦ

ИКАП 50 | 504-965ен 30.06.06 | | 5020060 1236

7839 Тип ЭВМ: **Pentium 4**

7902 Тип и версия ОС: **Windows 2000/XP**

5715 Инструментальное ПО: **1С Предприятие v 7.7**

7848 Оперативная память: **64000 и выше**

7965 Разновидность ПС
- 46 *Программный модуль*
- 55 *Программа*
- 64 *Пакет программ*
- 19 *Комплект программ*
- 73 *Библиотека программ*
- 82 *Программная система*
- 91 *Программный комплекс*
- 28 *Информационная структура*
- 37 *Прочее*

5679 Код программы по ЕСПД: 643.020 69436.00138-138

7884 Объём программы: **40000**

7362 Срок окончания разработки: 01.06.2006

7947 Описание программы

7956 Описание применения

7974 РТО: **3**

4956 Распространение ПП
- 35 *Организация разработчик*
- 44 *Организация, ведущая ФАП*

4511 Сертификация
- 34 *Сертифицирована*
- 43 *Несертифицирована*

Сведения об организации, представляющей АИП во ВНТИЦ

2457 Код ОКПО: **02069436**

2934 Телефон: **3472 730690**

2394 Телефакс: **3472 738888**

2754 Город: **Уфа**

1332 Сокращённое наименование министерства (ведомства): **Федеральное агентство по образованию**

2403 Код ВНТИЦ: 020302 298051

2151 Полное наименование организации: **Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный авиационный технический университет"**

2358 Сокращённое наименование организации: **ГОУ ВПО УГАТУ**

2655 Адрес организации: **450000, г.Уфа, К.Маркса, 12**

Сведения об организации-разработчике

2988 Телефон

3087 Телефакс

2781 Город

2187 Наименование организации

2385 Сокращённое наименование организации

2682 Адрес организации

6183 Авторы (разработчики ПС)

Крайнов А.Ю., Федоров Б.Н., Попов Д.В., Ризванов Д.А., Кривошеев А.В., Богданова Д.Р., Габдулхакова А.Р.

9045 Наименование программы

Автоматизированная система «Санаторно-курортное лечение». Версия 1.0.

9117 Реферат

Автоматизированная информационная система «Санаторно-курортное лечение» предназначена для учёта отдыхающих и ведения базы данных, которая должна сократить документооборот, упростить работу персонала, процесс обработки и занесения информации.

Система выполняет следующие функции:

1. Интеграцию данных об отдыхающих на основе создания единой базы данных (санаторий), включающую сведения о физических лицах, сведения о врачах, сведения о предоставляемых процедурах, сведения о медицинских работниках.

2. Автоматизацию учёта данных об отдыхающем, позволяющую:

- **осуществлять прием и размещение отдыхающих;**
- **формировать график приема процедур и посещения лечащего врача;**
- **производить добавление, изменение и удаление сведений об отдыхающем;**
- **на основе информации из базы данных получать статистические данные за определённый период (месяц, квартал, год);**
- **на основе информации из базы данных проводить анализ и учет количества отдыхающих, процедур, полученной прибыли и т.д.;**
- **осуществлять поиск и сортировку информации, содержащейся в базе данных, на основе запросов пользователя по заданным критериям.**

3. Администрирование системы, обеспечивающее: надежную защиту; резервное копирование и архивирование; разграничение прав доступа зарегистрированным пользователям путем задания, регистрации и замены имени пользователя и пароля.

4. Генерацию графика приема процедур отдыхающими, реализованную в интеллектуальном модуле составления расписания, реализованном с помощью библиотеки ABLE на платформе Java 2.

5436 50200601236

	Фамилия, инициалы	Должность	Уч. степень, звание	Подпись МП
Руковод. организ.	6111 **Бадамшин Р.А.**	6311 **проректор**	**д.т.н., профессор**	
Руковод. разр. (ФАП)	6120 **Попов Д.В.**	6320 **доцент**	**к.т.н., доцент**	

634 Индексы УДК	7434 Дата	7506 Входящий номер
004.4	20060802	A/107

5616 Коды тематических рубрик

5643 Ключевое слово

ФГУП "Всероссийский научно-технический информационный центр" Зарегистрировано в национальном информационном фонде неопубликованных документов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2008613990

Многоагентная система составления графика оказания услуг на основе онтологической базы знаний

Правообладатель(ли): ***Попов Денис Владимирович (RU), Богданова Диана Радиковна (RU), Ризванов Дмитрий Анварович (RU)***

Автор(ы): ***Попов Денис Владимирович, Богданова Диана Радиковна, Ризванов Дмитрий Анварович (RU)***

Заявка № **2008612889**

Дата поступления **27 июня 2008 г.**

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ

21 августа 2008 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2012611352

Классификация тональности текста с использованием машинного обучения

Правообладатель(ли): ***Юсупова Нафиса Исламовна (RU), Богданова Диана Радиковна (RU), Бойко Максим Викторович (RU)***

Автор(ы): ***Юсупова Нафиса Исламовна, Богданова Диана Радиковна, Бойко Максим Викторович (RU)***

Заявка № **2011619357**

Дата поступления **7 декабря 2011 г.**

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ

2 февраля 2012 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2015615591

Модуль проведения транзакций в системе моментальных платежей

Правообладатель: ***Богданова Диана Радиковна (RU)***

Авторы: ***Богданова Диана Радиковна (RU), Юсупова Нафиса Исламовна (RU), Попов Денис Владимирович (RU), Котельников Виталий Александрович (RU)***

Заявка № **2015612869**

Дата поступления **07 апреля 2015 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ ***21 мая 2015 г.***

Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2015616161

Модуль идентификации ошибок и сбоев системы моментальных платежей

Правообладатель: ***Богданова Диана Радиковна (RU)***

Авторы: ***Богданова Диана Радиковна (RU), Юсупова Нафиса Исламовна (RU), Попов Денис Владимирович (RU), Котельников Виталий Александрович (RU)***

Заявка № **2015612774**

Дата поступления **07 апреля 2015 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ ***02 июня 2015 г.***

Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021619978

ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ "Информационная система автоматизированного составления индивидуального модуля дистанционного обучения с учетом эмоционального состояния обучающегося"

Правообладатели: ***Юламанова Аделина Рамилевна (RU), Богданова Диана Радиковна (RU)***

Авторы: ***Юламанова Аделина Рамилевна (RU), Богданова Диана Радиковна (RU)***

Заявка № **2021619124**

Дата поступления **09 июня 2021 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ ***21 июня 2021 г.***

Руководитель Федеральной службы

по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021662991

ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ "Модуль оценки эффективности финансовых услуг с учетом эмоционально окрашенной информации клиентов"

Правообладатели: ***Тимербаева Альбина Алфритовна (RU), Минеева Екатерина Андреевна (RU), Богданова Диана Радиковна (RU)***

Авторы: ***Тимербаева Альбина Алфритовна (RU), Минеева Екатерина Андреевна (RU), Богданова Диана Радиковна (RU)***

Заявка № **2021662287**

Дата поступления **30 июля 2021 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ ***10 августа 2021 г.***

Руководитель Федеральной службы

по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021663028

ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ "Модуль автоматизированного составления комплексной услуги в организациях индустрии здоровья и красоты с учетом эмоционально окрашенной информации клиента"

Правообладатели: ***Макулов Артур Олегович (RU), Богданова Диана Радиковна (RU)***

Авторы: ***Макулов Артур Олегович (RU), Богданова Диана Радиковна (RU)***

Заявка № **2021662120**

Дата поступления **30 июля 2021 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ ***11 августа 2021 г.***

Руководитель Федеральной службы

по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022680084

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СОСТАВЛЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Правообладатели: ***Ниязгулов Альберт Минниахметович (RU), Богданова Диана Радиковна (RU), Юсупова Нафиса Исламовна (RU)***

Авторы: ***Ниязгулов Альберт Минниахметович (RU), Богданова Диана Радиковна (RU), Юсупова Нафиса Исламовна (RU)***

Заявка № **2022669416**

Дата поступления **18 октября 2022 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ ***27 октября 2022 г.***

Руководитель Федеральной службы

по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов