

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**

2.3.4 - Управление в организационных системах

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
доктора технических наук

Ростов-на-Дону – 2024

Работа выполнена на кафедре вычислительной математики и кибернетики
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Научный консультант:

доктор физико-математических наук, профессор

Угольников Геннадий Анатольевич

Официальные оппоненты: **Грибова Валерия Викторовна,**

доктор технических наук, профессор,

член-корреспондент РАН, заместитель директора
по научной работе ФГБУН «Институт автоматизации
и процессов управления ДВО РАН»

Буркова Ирина Владимировна,

доктор технических наук, доцент,

ведущий научный сотрудник лаборатории №57
"Активных систем" ФГБУН "Институт проблем
управления РАН им. В.А. Трапезникова"

Леденёва Татьяна Михайловна,

доктор технических наук, профессор,

заведующая кафедрой вычислительной математики и
прикладных информационных технологий ФГБОУ ВО
"Воронежский государственный университет"

Защита состоится «10» июня 2024 года в 14:00 на заседании диссертационного
совета ЮФУ 801.02.01 на базе Института математики, механики и компьютерных
наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета по адресу: 344090, г.
Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 8А, а. 211.

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной научной библиотеке им.
Ю.А. Жданова Южного федерального университета по адресу: 344090, г. Ростов-
на-Дону, ул. Зорге, 21Ж, и на сайте www.sfedu.ru.

Автореферат разослан « » _____ 2024 года.

Учёный секретарь
диссертационного совета, д.т.н.



Горбанева
Ольга Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 обуславливает 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. Ильсова, Н.И. Юсуповой, Г.А. Угольниченко, L. Ciabattini, 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-Rowe, S. Richardson, S.S. Tomkins, P. Ekman, C. Strapparava, A. Balahur, R. Plutchik и др. Результаты анализа работ показали, что ведущие исследователи концентрируют свое 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, М. 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, А. Agarwal, R.K. Bakshi, E. Kouloumpis, Z. Wang, A.B. Жовнерчук, С. Zucco, В. 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 обуславливает 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 учете 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 при управлении 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 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, посвященная 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 объём работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 367 страниц текста, включая 154 рисунка, 45 таблиц и список литературы из 227 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность и значимость диссертационного исследования, определены цель и задачи, показаны научная и практическая ценность полученных результатов и методологический аппарат диссертации.

В первой главе проводится анализ проблемной ситуации, связанной с обработкой ЭОИ для поддержки принятия решений. На первом этапе исследования проведён анализ основных публикаций по рассматриваемой теме на русском языке на портале eLibrary и на английском языке на портале ScienceDirect. Анализ динамики количества публикаций по таким ключевым словам, как «аффективные вычисления», «анализ настроений», «оценка эмоций», «анализ тональности» показал, что наблюдается их значительный рост за последние пять лет. Это говорит об актуальности темы исследования и высоком интересе к ней международного научного сообщества. На втором этапе исследования проведен семантический анализ основных релевантных публикаций.

Проведён анализ теоретических и практических подходов к управлению процессом оказания услуг, который позволил разработать схему основных применяемых методов и решаемых задач в области аффективных вычислений, показывающую современное положение развития исследований в рассматриваемой области.

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

Во второй главе разрабатываются концептуальные положения поддержки

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

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, в свою очередь, зависит от соответствия процесса оказания услуг требованиям клиентов и от эмоций, которые они испытывают до, во время и после потребления услуги.

Для выявления взаимосвязей внутри организации сферы услуг был разработан ландшафт процессов. Выделены основные требования клиентов: выполненная услуга, компетентное консультирование, всеобъемлющий сервис. Если услуга будет соответствовать этим требованиям, то, 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. могут привести к потере клиентской базы и источника доходов. Поэтому управленческие решения должны быть направлены на уменьшение случаев возникновения отрицательных эмоций у клиентов.

Основным бизнес-процессом и объектом управления в организациях сферы услуг является процесс оказания услуг. Разработана модель бизнес-процесса оказания услуг, которая состоит из таких подпроцессов, как формирование идеи об услуге, формирование технологического процесса оказания услуг, формирование профиля клиента, формирование пакета услуги, формирование графика оказания услуг, потребление услуг, анализ обратной связи от клиентов, оценка эффективности оказания услуги, выработка и принятие управленческих решений (на данном этапе может реализоваться два сценария: либо принимается решение о закрытии услуги, либо корректируется технологический процесс оказания услуги). Для учёта в процессе поддержки принятия управленческих решений эмоций клиентов были проанализированы процессы анализа и обработки ЭОИ. Были выделены такие процессы, как идентификация, формализация, классификация ЭОИ, учёт ЭОИ в поддержке принятия решений и оценка эффективности процесса оказания услуг на основе ЭОИ.

Объектом управления в рассматриваемой организационной системе служит процесс оказания услуг. На рис. 1 подробно рассмотрен жизненный цикл данного процесса. Особенностью предлагаемого подхода к управлению организационной системой сферы услуг является разработка новых механизмов управления, основанных на анализе ЭОИ на каждом этапе данного жизненного цикла. В рамках рассмотренных задач разрабатываются механизмы управления в новых условиях (с учётом дополнительной информации), основанные на анализе эмоционально окрашенной информации клиентов. Применение адекватных механизмов управления в организационной системе обеспечивает реализацию функций управления. Разработанная структурная схема управления процессом оказания услуг представлена на рис. 2.

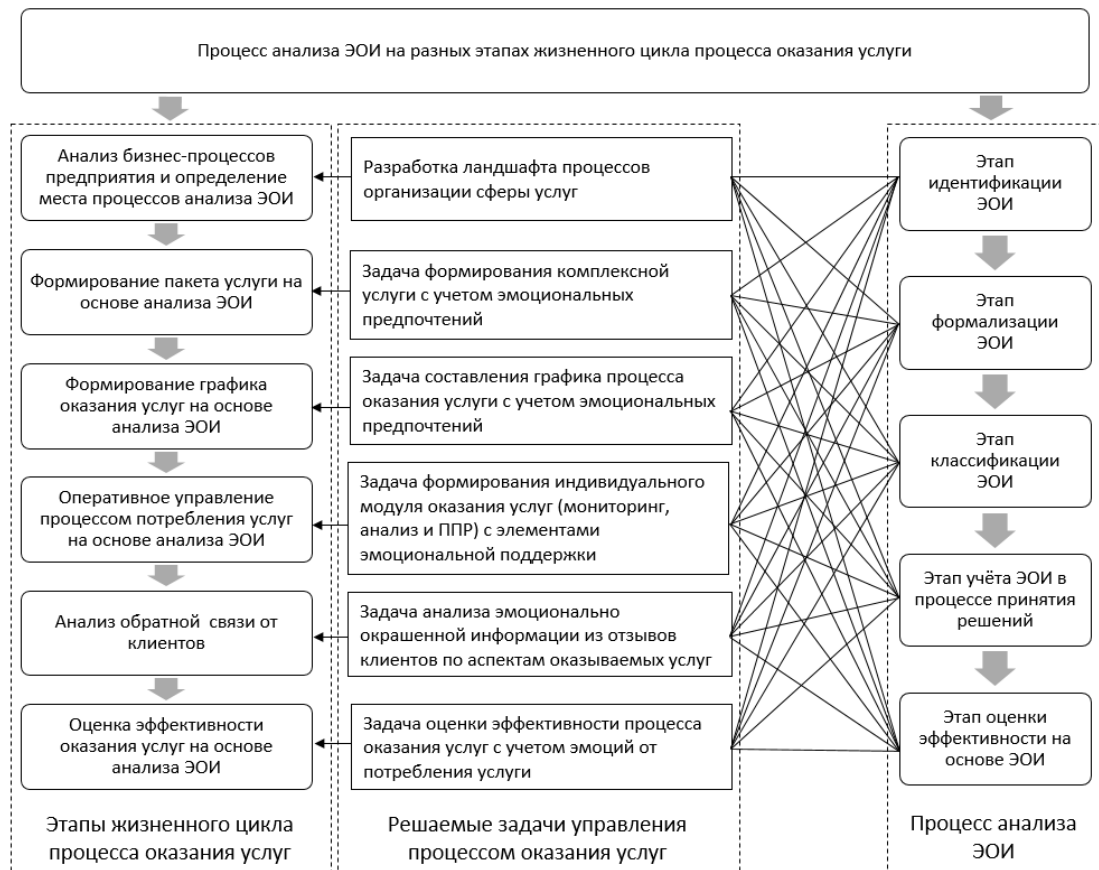


Рис. 1. Задачи управления на этапах жизненного цикла процесса оказания услуг

Рассматриваемый жизненный цикл процесса оказания услуг хорошо виден в разработанной схеме управления. Процесс планирования (Блок планирования) состоит из формирования идеи об услуге, технологического процесса, профиля клиента (именно здесь появляется формализованная эмоционально окрашенная информация, показанная на схеме красным цветом), пакета услуги и 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. После потребления услуги анализируется обратная связь от клиента в виде отзывов и формализованной эмоции после потребления. На этапе оценки обратной связи устанавливается уровень удовлетворённости клиентов и интегральный показатель эффективности оказываемых услуг. Эта информация направляется на принятие решений. Контур обратной связи замыкается.

В контуре адаптации содержатся разработанные модели и методы анализа ЭОИ, автоматизирующие процессы поддержки принятия решений на этапе планирования и оперативного управления потреблением услуг. Уровень обучения содержит базу ретроспективной информации, позволяющую корректировать используемые модели.

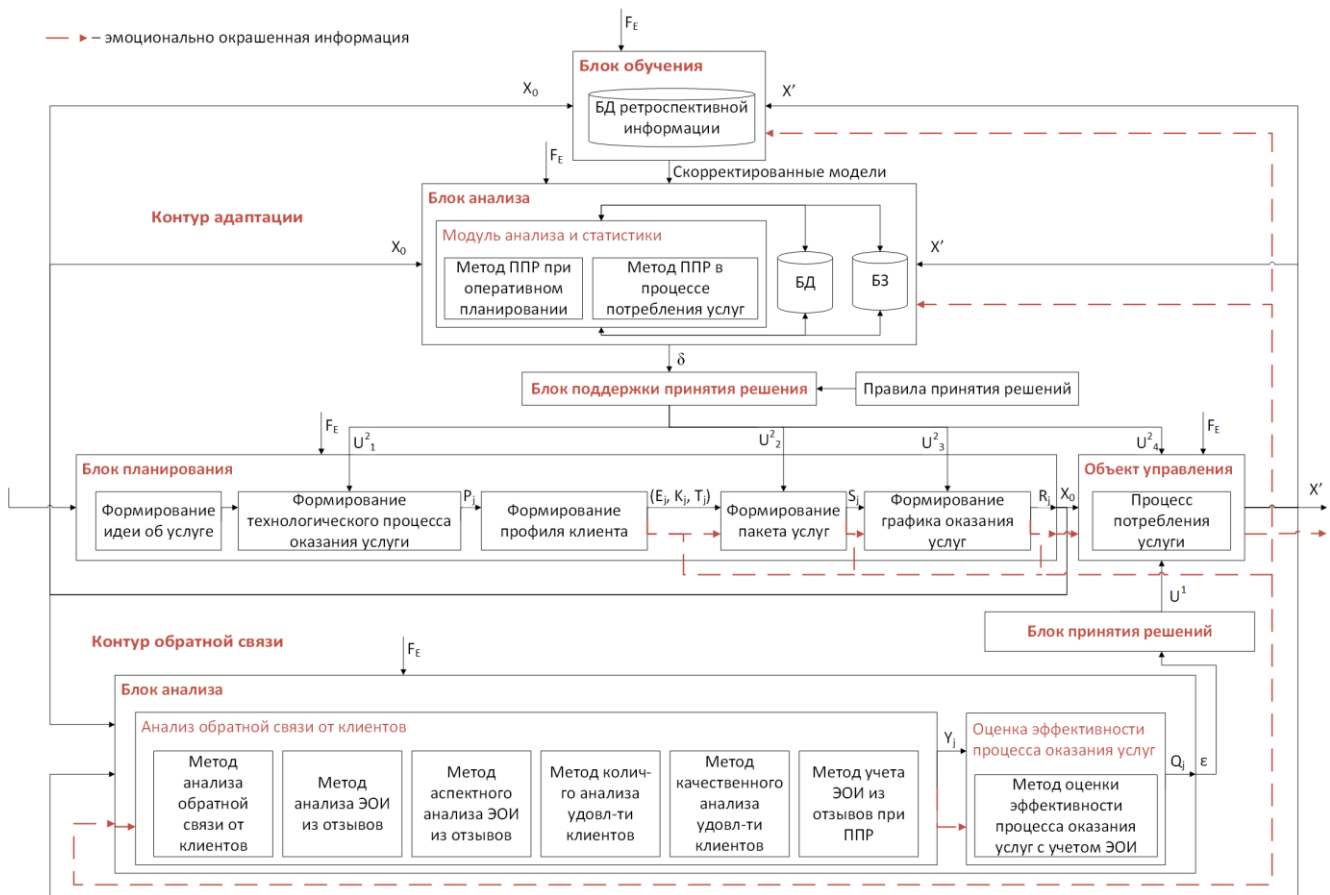


Рис. 2. Схема управления процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ

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 основе анализа ЭОИ в системе для организации сферы услуг. Разработанная методология представлена на рис. 3.

Методология поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ состоит из 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 анализа ЭОИ, оценка эффективности на основе ЭОИ. Каждый из рассматриваемых этапов базируется на выделенных принципах, подходах и методах.

Разработана общая математическая постановка задачи управления процессом оказания услуг в организации сферы услуг. Пусть $X(t) = (P_i, K_j, E_j, T_j, Y_j, S_j, R_j)$ – вектор состояния системы (показатели процесса оказания услуги), где P_i – технологические параметры процесса оказания услуг; K_j – параметры клиента; E_j – эмоции клиента; T_j – требования клиентов; Y_j – уровень удовлетворённости клиента; S_j – сформированная комплексная услуга; R_j – график оказания услуг; $X_0(t)$ – вектор плановых значений показателей процесса оказания услуги. Показатели, характеризующие состояние системы, могут быть как качественными, так и количественными: $P = P^v U P^q$; $K = K^v U K^q$; $E = E^v U E^q$; $T = T^v U T^q$; $Y = Y^v U Y^q$, где v – индекс

количественных показателей; q – индекс качественных показателей; $Q(X)$ – интегральный показатель эффективности процесса оказания услуг, учитывающий ЭОИ от клиентов; $Q_0(X)$ – планируемый уровень интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг.

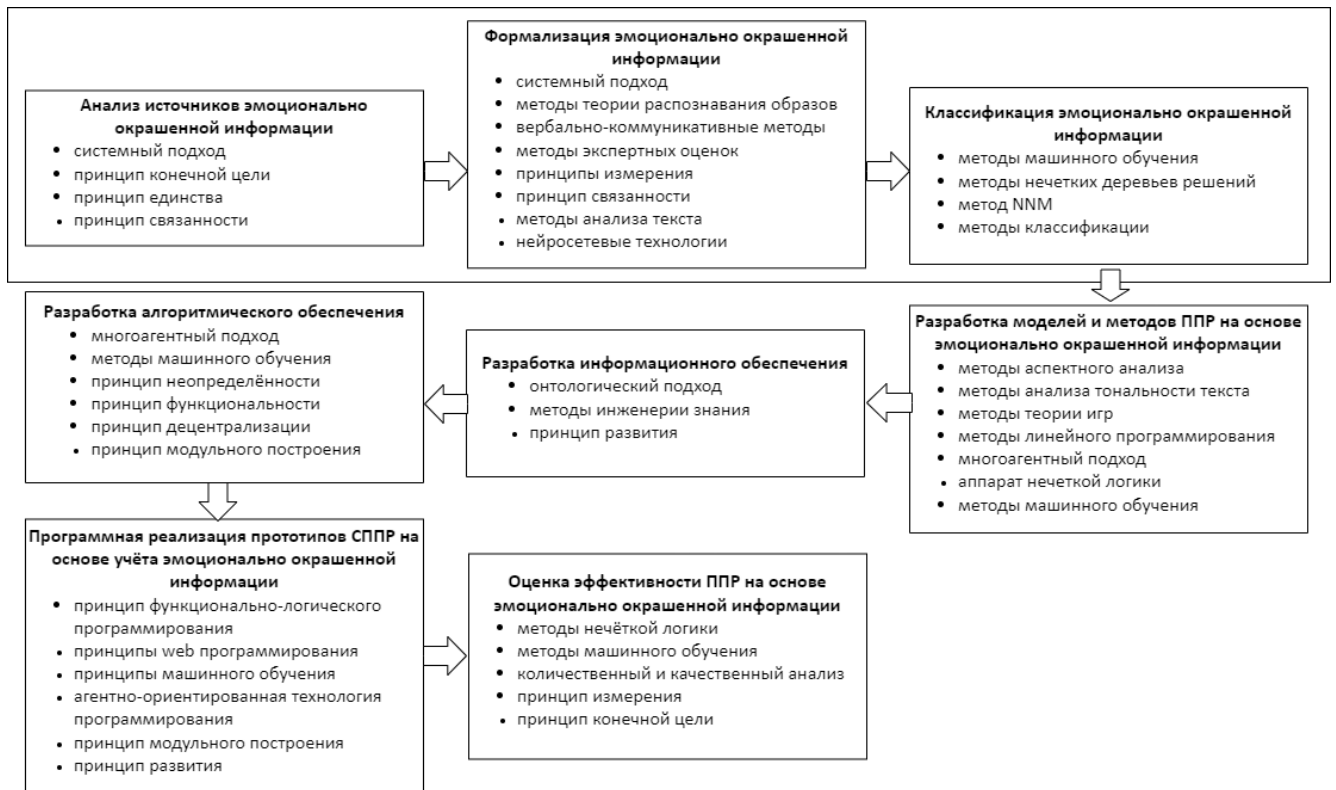


Рис. 3. Методология ППР на основе анализа ЭОИ

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 $X(t)$ включает векторы $U(t)$, $f(t)$ 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 $T_j(t)$, характеризующего требования клиента, и вектора $E_j(t)$,

характеризующего 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 эффективности управления может выступать критерий обеспечения планового значения интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг $Q_0(X)$, учитывающего ЭОИ от клиентов: $Q(X) \rightarrow Q_0(X)$. Необходимо найти такие управляющие воздействия $U(t)$ для заданного состояния $X(t)$, которые обеспечивают достижение цели управления в соответствии с заданным критерием управления. Для каждой рассматриваемой предметной области происходит уточнение данной модели для конкретных параметров процесса оказания услуг.

Разработан комплекс функциональных моделей процесса ППР при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ клиентов в общей постановке и для каждого этапа жизненного цикла процесса оказания услуг в отдельности. Рассматриваемые модели позволили выявить структуру процессов ППР на разных этапах жизненного цикла процесса оказания услуг и выявить их специфику.

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

Пусть услуга характеризуется набором показателей $Serv = \langle U, Z, X(U) \rangle$, 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 $Onto = \langle K, R, S, F, I, A, Pr \rangle$, 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: $Rule = \{R_i\}$, где R_i – i -е правило, $i = 1, \dots, I$. Более детально, $Rule \equiv \langle S, a_i, Y_i, \dots, a_n, Y_n, P_j, \dots, P_m, b, Y_b, S' \rangle$, где S' – ситуация, возникающая в результате принятого решения; S – исходная проблемная ситуация; a_i – предпосылки проблемной ситуации; Y_i – требуемые

оценки степени уверенности в предпосылках; b – заключение с оценкой степени уверенности Y_b ; P_j – предикаты.

Разработаны алгоритмы ППР для каждого этапа жизненного цикла процесса оказания услуг и обобщённый алгоритм ППР на основе анализа ЭОИ для СППР в организации сферы услуг.

Для решения задачи учёта ЭОИ при управлении в организационных системах необходимо выполнить следующие этапы: сбор информации, формализация ЭОИ, 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.

В третьей главе рассматривается применение разработанных концептуальных положений ППР при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ на этапах формирования пакета услуг и составления графика оказания услуг.

Пусть P – множество целевых состояний, которым соответствуют протоколы оказания услуг в организации. В протоколе содержатся список обязательных услуг с их возможными альтернативами и список возможных дополнительных услуг; $p = \overline{1, P}$. Пусть $A = \{1, 2, \dots, L\}$ – номера типовых услуг, оказываемых в организации; q_l – стоимость услуги l , оказываемой в организации. Каждое целевое состояние p определяет протокол оказания услуг, содержащий информацию об обязательных услугах, их альтернативах и возможных дополнительных услугах. В комплексную услугу должны входить каждая обязательная услуга из альтернативных и возможные дополнительные услуги не более одного раза каждая. $A_p^o = \{a_1^o, \dots, a_{m_p}^o\}$ – 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 из протокола оказания услуг для целевого состояния p , где $a_i^d \in \{1 \dots L\}$, n_p – количество дополнительных услуг для целевого состояния p . $A_p^o \cap A_p^d = \emptyset$. Для каждой типовой услуги $l = \overline{1, L}$, существует множество альтернативных услуг, оказываемых в организации. Даны матрицы $A(p) = (a_{ij}^p)$, $i = \overline{1, L}$, $j = \overline{1, L}$, однозначно определяющие протоколы оказания услуг для множества целевых состояний P , где $a_{ij}^p \in \{0, 1\}$, $i = \overline{1, L}$, $j = \overline{1, L}$, 1 – если услуга входит в протокол оказания услуг, и 0 в противном случае. Каждый столбец $i = \overline{1, L}$ формирует множество альтернативных услуг для услуги i . Каждая строка $j = \overline{1, L}$ характеризует количество вхождений услуги j в протокол оказания услуг для целевого состояния p ; C_l^p – полезность услуги l для целевого состояния p . Пусть необходимо составить комплексную услугу клиенту k с целевым состоянием p_k , $A(p_k)$ – матрица, задающая протокол оказания услуг для клиента k с целевым состоянием p_k . Пусть $E^k = \{e_1^k, \dots, e_L^k\}$ – 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; $e_i^k =$

$\{0; 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5\}$, 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»; Q_k – бюджет клиента k и ограничение по стоимости комплексной услуги.

Необходимо найти комплексную услугу для клиента в виде матрицы $X^k = (x_{ij}^k), i = \overline{1, L}, j = \overline{1, L}, x_{ij}^k = \{0, 1\}$, 1 – если типовая услуга входит в комплексную услугу, и 0 в противном случае, при условии максимизации суммарной полезности комплексной услуги для клиента k с учётом ЭОИ в виде эмоциональных предпочтений $\sum_{j=1}^L C_j^{p_k} e_j^k \sum_{i=1}^L x_{ij}^k \rightarrow \max$. Условия включения в комплексную услугу всех обязательных услуг в соответствии с целевым состоянием клиента $\sum_{j=1}^L x_{ij}^k a_{ij}^{p_k} = 1, i \in A_{p_k}^o$. Ограничение на включение дополнительных услуг в комплексную услугу $\sum_{j=1}^L x_{ij}^k a_{ij}^{p_k} \leq 1, i \in A_{p_k}^d, x_{ij}^k = 0, i = \overline{1, L}, j \in A / (A_{p_k}^o \cup A_{p_k}^d)$. Ограничение по стоимости комплексной услуги $\sum_{j=1}^L q_j \sum_{i=1}^L x_{ij}^k \leq Q_k$. Поставленная задача относится к классу NP-полных и решается усечённым перебором на основе предлагаемых эвристик. Проведён численный эксперимент, показана зависимость времени расчёта и значения целевой функции от входных параметров.

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 $\bar{t}_{ij}$ – момент начала оказания услуги j клиенту i ; t_{ij} – время оказания услуги j клиенту i ; t'_{ij} – время отдыха до получения клиентом i услуги j ; t''_{ij} – время отдыха после получения клиентом i услуги j .

Услугу j одновременно может получать только один клиент. Услуги должны выполняться последовательно с учётом времени отдыха:

$$\bar{t}_{i_1 j}^{(d)} - \bar{t}_{i_2 j}^{(d)} \geq t_{i_2 j}, \text{ если } \bar{t}_{i_1 j}^{(d)} \geq \bar{t}_{i_2 j}^{(d)}, \text{ или } \bar{t}_{i_2 j}^{(d)} - \bar{t}_{i_1 j}^{(d)} \geq t_{i_1 j}, \text{ если } \bar{t}_{i_1 j}^{(d)} \leq \bar{t}_{i_2 j}^{(d)}, \text{ где } i_1, i_2 \text{ такие, что } a_{i_1}, a_{i_2} \in A. \text{ Услуги оказываются в соответствии с графиком работы}$$

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

начало и конец рабочего дня d для услуги j соответственно.

На основе анализа методик оказания услуг были формализованы технологические ограничения, накладываемые на процесс оказания услуг. Пусть P – множество услуг, соответствующее целевому состоянию клиента i , где $p \in P$ – услуга; $\varphi: P \rightarrow J_i(d)$ – отображение множества услуг P в упорядоченное множество $J_i(d)$. Ограничения, накладываемые на услуги клиента i , представим как отношения на множестве услуг P :

1) Отношение непосредственного следования – услуга p' должна назначаться сразу за услугой p : $C_1 = \{(p, p') \mid j \in J_i(d), (j+1) \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \varphi^{-1}(j+1) = p'\}$.

2) Отношение следования – услуга p' должна назначаться после услуги p : $C_2 = \{(p, p') \mid j \in J_i(d), j' \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \varphi^{-1}(j') = p', j < j'\}$.

3) Отношение несовместимости – услуги p' и p не должны назначаться в течение τ дней: $C_3 = \{(p, p', \tau) \mid j \in J_i(d), \varphi^{-1}(j) = p, \nexists j' \in J_i(d'), \varphi^{-1}(j') = p', d' + \tau > d\}$.

4) Если получение услуги p никак не связано с получением услуги p' , то никаких ограничений на них не накладывается и они считаются независимыми.

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

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

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

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

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

где δ – интервал времени.

3. Порядок оказания услуг. Клиент может иметь эмоциональные предпочтения по порядку оказания ему услуг. Формализовано три стратегии такого рода предпочтений: в начало графика вставляются все услуги, вызывающие положительные эмоции; в начало графика вставляются все услуги, вызывающие отрицательные эмоции; график начинается и заканчивается услугами, вызывающими положительные эмоции.

Пусть V – множество услуг, вызывающих отрицательные эмоции, M – множество услуг, вызывающих положительные эмоции, тогда $F_{отриц} = \begin{cases} 1, \text{ если } \bar{t}_{ij_1} < \bar{t}_{ij_2}, \text{ где } j_1 \in V, j_2 \notin V \quad \forall j_1, j_2, \\ 0, \text{ иначе;} \end{cases}$

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

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

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

5. 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

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

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) :

$$\overline{W^1} = \frac{\sum_{d=D_1}^{D_2} \sum_{i=1}^n \sum_{j \in J_i^{(d)}} ((\bar{t}_{i(j+1)}^{(d)} - \bar{t}_{ij}^{(d)}) - (t_{ij} + \max(t''_{ij}, t'_{i(j+1)}))),}{n(D_2 - D_1 + 1)}, \text{ где } J_i = \bigcup_{d=d_{i1}}^{d_{i2}} J_i(d).$$

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

$$\overline{W^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{d=D_1}^{D_2-1} \sum_{j \in J_i^{(d)}} |\bar{t}_{ij}^{(d+1)} - \bar{t}_{ij}^{(d)}|}{|\bigcup_{i=1}^n J_i| n(D_2 - D_1)}, \text{ где } |\bigcup_{i=1}^n J_i| - \text{мощность множества услуг.}$$

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, который позволяет естественное распараллеливание алгоритма и реализует принципы самоорганизационного управления. При реализации многоагентного подхода создаётся два класса агентов: агенты-услуги и агенты-клиенты. График оказания услуг формируется через взаимодействия агентов и обмен сообщениями на основе заложенных правил поведения. Пример взаимодействия агентов при составлении графика оказания услуг представлен на рис. 5.

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 многоагентного подхода, который обладает естественным параллелизмом. Разработан прототип СППР на примере организации индустрии здоровья и красоты, 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 экономически целесообразны: 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.

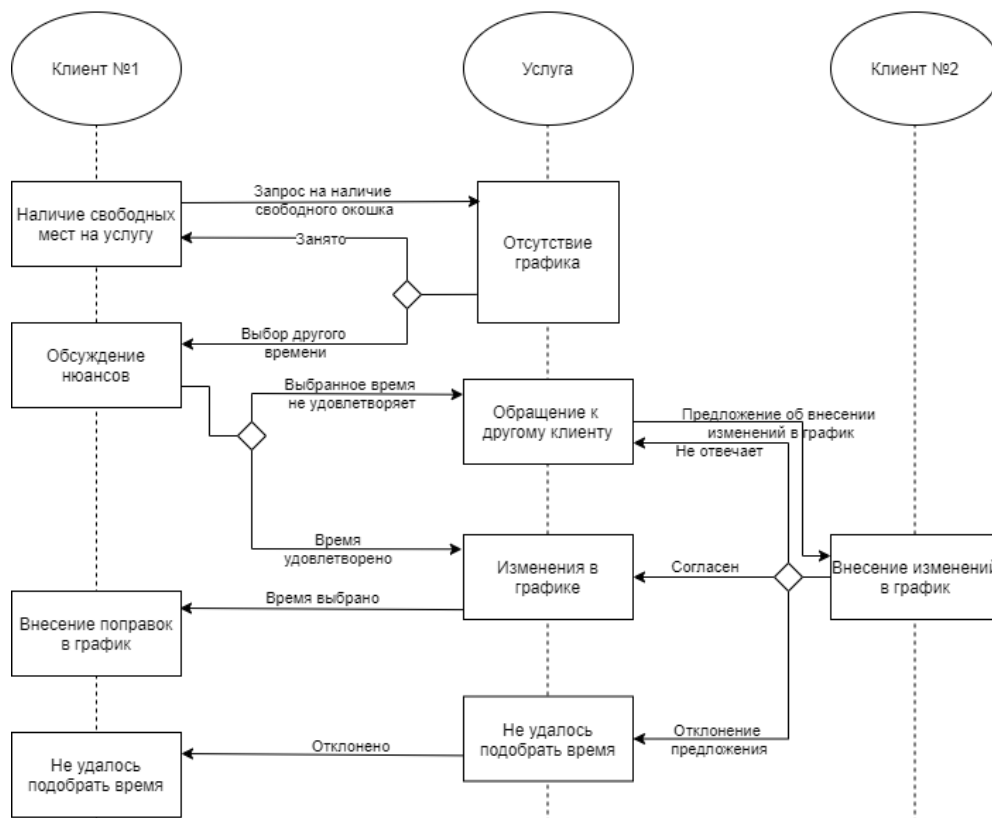


Рис. 5. Модель взаимодействия агентов при составлении графика оказания услуг

В четвёртой главе рассматривается применение разработанных концептуальных положений ППР при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ 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. Существует группа услуг, связанных с дистанционным процессом их оказания. Дистанционный процесс оказания услуг имеет свою специфику, которая вызывает ряд проблем, связанных с отсутствием живого общения с работниками организации, оказывающей услуги. Примером таких услуг может быть дистанционное образование. Одна из проблем дистанционного оказания услуг связана с эмоциональным состоянием клиента, от которого зависит уровень мотивации и внимания. Для повышения эффективности процесса оказания дистанционных услуг разрабатывается СППР при автоматизированном составлении индивидуального модуля оказания услуг с учётом эмоционального состояния клиента и его индивидуальных особенностей. Особенностью индивидуального модуля оказания дистанционных услуг на основе учёта ЭОИ от клиента является наличие блока формализации такой информации и блока подбора эмоциональной поддержки для корректировки эмоционального состояния клиента, а также блока подбора формы подачи материала услуги в соответствии с эмоциональным

состоянием и психотипом личности клиента. Для распознавания эмоционального состояния клиентов используются нейросетевые технологии и методы распознавания по лицу.

Разработана математическая модель подбора эмоциональной поддержки. Заданы b – количество классов эмоциональной поддержки и r – количество параметров, влияющих на выбор вида эмоциональной поддержки. Значения параметров нового клиента при этом $X = \{x_1, \dots, x_r\}$, а значения параметров классов: $X^j = \{x^j_1, \dots, x^j_r\}$, где $j \in \{1, 2, \dots, b\}$. Пусть $S = \{S_1, \dots, S_r\}$ – степень сходства значений весовых коэффициентов, связанных с параметрами $W = \{w_1, \dots, w_r\}$. Степень принадлежности нового клиента к одному из классов $S(X, X^j) = \sum w_i S_i(X_i, X^j_i)$. Для решения поставленной задачи классификации используется метод ближайшего соседа.

Создана математическая модель классификации клиентов по форме подачи материала. Для классификации используются нечёткие деревья решений. Задано bn – количество вариаций индивидуальных модулей оказания услуг. В каждом модуле выбирается вид оказания услуг. Обозначим N – узел, который рассматривается в данный момент, S^N – множество всех клиентов узла N . Выборку клиентов, по которой строится 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 модуля оказания услуг, а в дальнейшем – вариации модуля с учётом различных параметров профиля клиента, таким образом, дерево разветвляется. Степень принадлежности обозначим символом μ , тогда $\mu_N(D_j)$ – степень принадлежности клиента D_j к узлу N ; $\mu_i(D_j)$ – степень принадлежности клиента относительно целевого значения i . Найдём соотношение клиентов $D_j \in S^N$ узла N для целевого значения i по формуле: $P_i^N = \sum_{j=1}^{S^N} \min(\mu_N(D_j), \mu_i(D_j))$. Затем найдём коэффициент P^N как сумму коэффициентов P_i^N и оценку среднего количества информации: $E(S^N) = -\sum_i \frac{P_i^N}{P^N} \times \log_2 \frac{P_i^N}{P^N}$. Дерево разбивается по параметрам из профиля клиента. Параметр, по которому разбивается дерево в каждой итерации, обозначим x_A , а значения, которые он может принимать, обозначим a_j . Для того чтобы разбить дерево, вычислим энтропию $E(S^N, x_A) = \sum_j (\frac{P^{N|j}}{P^N} \times E(S^{N|j}))$. В этом случае дочерние узлы для узла N будем обозначать $N|j$. Вычислив энтропию для каждого параметра из профиля клиента, можем узнать, при разбиении на какой параметр получим больший прирост информации. Обозначим этот параметр как x^*_A : $G(S^N, x_A) = E(S^N) - E(S^N, x_A)$, $x^*_A = \operatorname{argmax}_A G(S^N, x_A)$.

Обозначим степень принадлежности клиента D_k к атрибуту a_j как $\mu_N(D_k, a_j)$. 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. Проверить принадлежность

клиента к целевому классу можно по формуле: $\sigma_j = \frac{\sum_l \sum_k (P_k^l * \mu_l(D_j) * \varepsilon_k)}{\sum_l (\mu_l(D_j) * \sum_k P_k^l)}$, где k – целевой класс; ε_k – принадлежность значения целевого класса k к положительному значению исхода классификации; $\mu_l(D_j)$ – степень принадлежности клиента к узлу l ; P_k^l – коэффициент соотношения клиентов листа дерева l для значения целевого класса k .

Разработано информационное обеспечение СППР при автоматизированном составлении индивидуального модуля оказания дистанционных 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 оказания услуги. Алгоритмическое обеспечение состоит из алгоритмов работы СППР при составлении индивидуального модуля, алгоритмов классификации клиентов по классам эмоциональной поддержки и по форме подачи материала. На рис. 6 представлен алгоритм работы СППР при составлении индивидуального модуля оказания дистанционных услуг с учётом эмоционального состояния клиента на примере дистанционного образования.

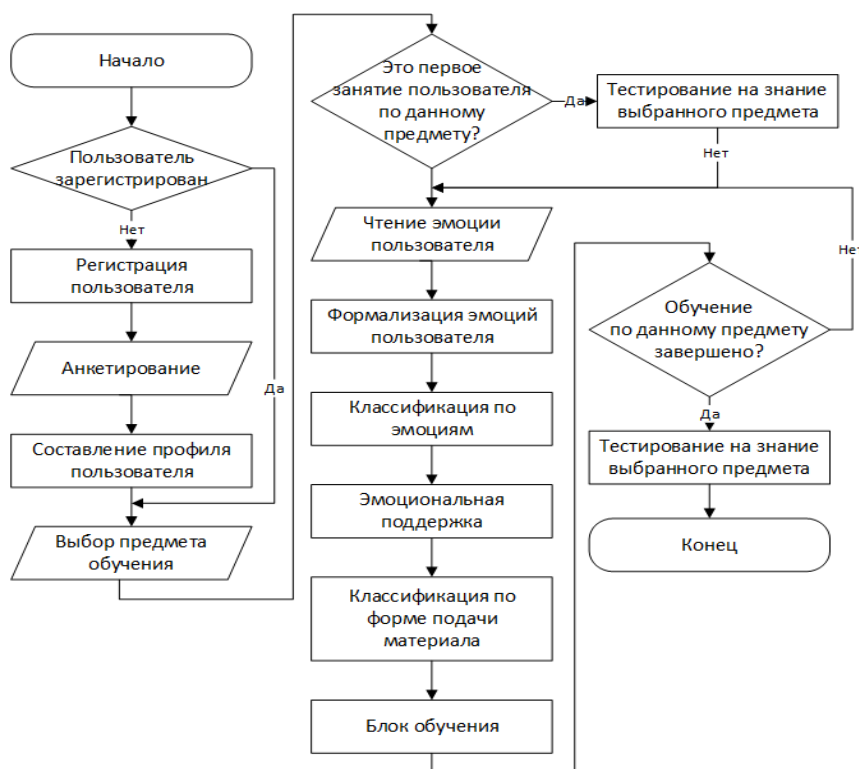


Рис. 6. Алгоритм работы СППР при составлении индивидуального модуля оказания услуг с учетом эмоционального состояния клиента

Разработанное математическое, информационное и алгоритмическое обеспечение позволило создать прототип СППР на примере организации, оказывающей дистанционные образовательные услуги, при составлении индивидуального модуля обучения с учётом эмоционального состояния обучающегося. Был проведён эксперимент при участии 600 студентов АНО ПО «Юридический колледж», г. Уфа. Испытуемые были поделены на две группы.

Студенты первой группы проходили обучение с использованием СППР, а студенты второй – без применения СППР. Результаты эксперимента представлены на рис. 7 и 8.

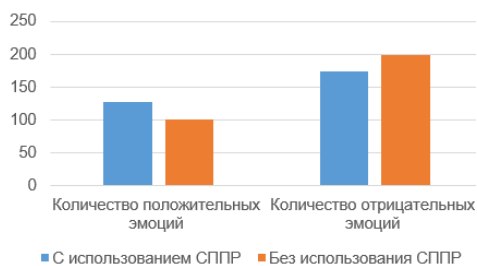


Рис. 7. Уровень эмоционального состояния студентов после обучения

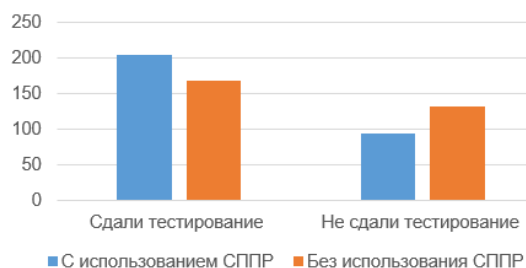


Рис. 8. Уровень знаний студентов после обучения

Количество случаев, когда обучающиеся испытывали положительные эмоции, увеличилось на 8,67%. Уровень знаний студентов, использовавших разработанную СППР, после обучения был выше. Количество студентов, успешно сдавших тестирование, в группе, использовавшей разработанную СППР, было на 12,33% больше.

В пятой главе рассматривается применение разработанных концептуальных положений ППР при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ при оценке эмоциональной тональности отзывов клиентов на этапе анализа обратной связи от клиентов.

Для повышения эффективности процесса оказания услуг важно анализировать ЭОИ клиентов, получая её в качестве обратной связи после получения услуг. В сфере услуг потенциальные клиенты принимают решение о покупке услуги, опираясь на отзывы клиентов, размещенные на профильных интернет-порталах. Необходимо в режиме реального времени проводить мониторинг отзывов клиентов и анализировать, какие эмоции испытывают клиенты от разных аспектов оказываемых услуг, чтобы своевременно вносить управляющие воздействия. Разработан метод ППР при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ из отзывов клиентов на естественном языке.

Первый этап метода содержит процедуры сбора отзывов с интернет-порталов. На втором этапе производится очистка данных, их предобработка и анализ собранных отзывов (разметка отзывов, лемматизация, кодирование отзывов в векторной форме). На третьем этапе проводится анализ тональности отзывов с помощью аппарата машинного обучения с использованием данных из открытых корпусов 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, определяются эмоциональные тональности отдельных высказываний об аспектах с помощью формирования словарей аспектов оказываемых услуг. Качественное исследование

отзывов клиентов проводится с помощью построения моделей на основе деревьев принятия решений, где эмоциональная тональность отзыва выступает в качестве переменной, зависимой от наличия или отсутствия эмоционально окрашенной информации по отдельным аспектам услуг. Анализ позволяет выявить закономерности, влияющие на удовлетворённость клиентов, и сформировать правила принятия решений.

Разработана математическая модель классификации отзывов клиентов по полярности их тональности. 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.

Для формализации ЭОИ из отзывов клиентов разработана математическая модель в терминах теории распознавания образов. 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 $g(t): T \rightarrow W$. Также имеется множество эмоционально окрашенных слов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ – пространство признаков, воспринимаемых наблюдателем; $h(t): T \rightarrow X$ – 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 $f(x): X \rightarrow W$ – решающее правило – оценка для $g(t)$ на основании $h(t)$, т.е. $f(x) = f(h(t))$. 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 составления словарей, дополненный графематическим анализом и алгоритмом нечёткого поиска по словарю. В простом виде словарь представляет список слов со значением эмоциональности для каждого слова. Эмоциональные словари состоят из таких элементов, как слова и словосочетания, каждое из которых имеет свою эмоциональную окраску. Эмоции в тексте определяются по совокупности найденной эмоционально окрашенной лексики и оцениваются в зависимости от количества эмоционально окрашенных слов. Для реализации нечёткого поиска выбран алгоритм расширения выборки, а в качестве метрики выбрана метрика Дамерау-Левенштейна. Так как большинство ошибок при наборе текста – транспозиции, то данная метрика дает наилучшие практические результаты.

Разработана математическая постановка 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 . $w = \langle w_1, w_2, w_3, \dots, w_n \rangle$, $w_i \in A, i = 1, \dots, n$. Словарём именных компонент U будем называть заданное конечное множество слов, определённых на алфавите A : $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_m\}$, $|U| = m, m \geq 1$, 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.

Разработан алгоритм учёта ЭОИ в отзывах клиентов для задачи в терминах теории распознавания образов. Основными этапами анализа ЭОИ из отзывов клиентов являются: создание словаря эмоционально окрашенных слов, характерных для данной предметной области; присвоение весов оценочным словам; пополнение словаря оценочных слов; хранение словаря эмоционально окрашенных слов; создание словаря слов-модификаторов; учёт отрицания. Эмоциональность текстовых отзывов определяется на основе подсчёта веса входящих в них эмоционально окрашенных слов. Вес эмоционально окрашенных слов извлекается из словаря. При поиске эмоционально окрашенных слов используется система Snowballstemmer, которая позволяет убрать зависимость от формы слова. Для исключения орфографических ошибок в эмоционально окрашенных словах используется алгоритм расширения выборки с расстоянием Дамерау – Левенштейна. После того как выявлены эмоционально окрашенные слова, входящие в отзыв, для каждого текстового отзыва подсчитывается оценка, равная среднему весу эмоций входящих в него оценочных слов. Слова-модификаторы и слова, выражающие отрицание, не являются эмоционально окрашенными, а изменяют вес слов при определении эмоции отзыва. В отзыве часто фигурируют определённые аспекты, которые наиболее важны для выбранной предметной области. Для выделения аспектов услуг в тексте отзыва и поиска эмоционально окрашенных слов, связанных с ними, используется Open-source library FreeLing. Данная библиотека помогает выполнять графематический анализ текста с целью выявления зависимостей между словами. Для каждого предложения строится отдельный граф зависимости.

В шестой главе рассматривается применение разработанных концептуальных положений ППР при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ при аспектном анализе отзывов и оценке удовлетворённости клиентов на этапе анализа обратной связи.

Анализ эмоциональной тональности отзывов позволяет оценить общую удовлетворённость клиентов, однако он не даёт ответа на вопрос, что именно нравится или не нравится автору отзыва. 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. Разработаны математические модели количественной и качественной оценки удовлетворенности клиентов. Для извлечения аспектов услуг используется частотный подход. Для уменьшения размерности задачи выделенные аспекты собираются в аспектные группы. Для проведения качественного анализа отзывов разработан метод последующей обработки результатов анализа эмоциональной окраски отзывов на основе деревьев принятия решений. Построение деревьев решений производилось при помощи алгоритма C4.5. Результаты, получаемые с его помощью, позволяют понять, какие

аспекты услуг и каким образом влияют на удовлетворённость клиента. Преимущество разработанного метода анализа состоит в том, что он позволяет выявлять нелинейные зависимости между общей удовлетворённостью клиента и удовлетворённостью отдельными аспектами услуг. Предложена методика по разработке плана мероприятий на основе проведенного количественного и качественного анализа удовлетворённости клиентов для повышения эффективности процесса оказания услуг.

На основе разработанных алгоритмов и методов проектируется прототип СППР с учётом ЭОИ из отзывов клиентов сферы услуг на примере туристического комплекса. Оценка эффективности разработанного прототипа СППР проводилась на наборе данных из 635 824 отзывов на русском языке с сайта tophotels.ru. На рис. 10 показана динамика изменения эмоционального отношения клиентов к выбранным услугам.

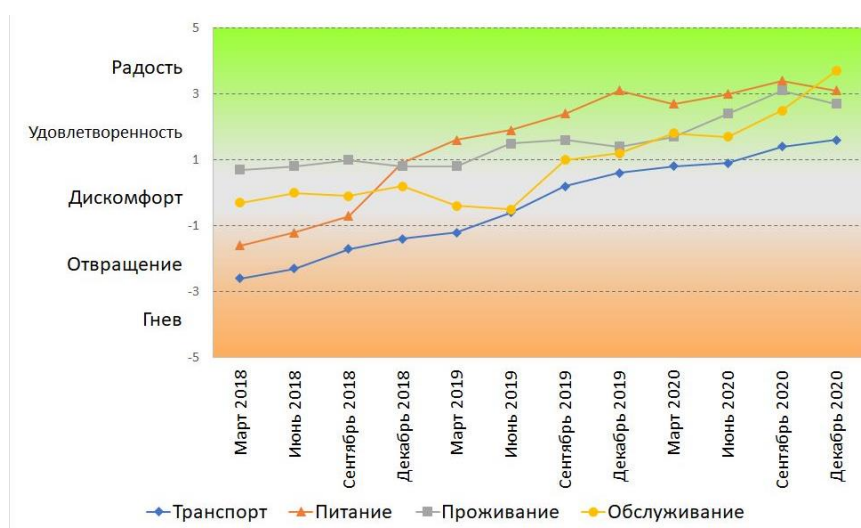


Рис. 10. Динамика изменения эмоционального отношения клиентов к туристическим услугам

Анализ результатов вычислительного эксперимента показал, что для отеля «А» по услуге «проживание» характерны положительные эмоции, что связано с относительно новым фондом номеров отеля и их удобной планировкой. По услуге «транспорт» видим обратную ситуацию: большинство клиентов выразило отрицательные эмоции. Возможно, такой результат был связан с относительно малым количеством упоминаний об этой услуге в рассматриваемой выборке отзывов. По услуге «питание» видим значительное улучшение за последние годы.

С 2019 года эта услуга стабильно получает положительные отзывы. Значение показателя «обслуживание» в этом отеле до 2020 года было на среднем уровне. 2020 год 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 году отражают по большей части положительные эмоции, т. к. клиенты в целом рады возможности путешествовать и готовы оценивать работу отеля более высоко. Отели, в свою очередь, также относятся к своим клиентам с большим вниманием.

В седьмой главе рассматривается применение разработанных

концептуальных положений ППР при управлении процессом оказания услуг на основе анализа ЭОИ на этапе оценки эффективности процесса оказания услуг.

Для любой организации сферы услуг важно оценить эффективность оказываемых ею услуг, особенно с учётом ЭОИ, полученной от клиентов. Разработан метод оценки эффективности услуг с учётом как количественных, так и качественных показателей процесса оказания услуг, включая оценку эмоций клиентов. Разработана математическая модель задачи оценки эффективности оказания услуг на основе аппарата нечёткой логики. Пусть дан оцениваемый процесс оказания услуг, характеризующийся совокупностью показателей $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, где $X = X^a \cup X^b$, $X^a \cap X^b = \emptyset$ – совокупность количественных и качественных характеристик услуг; X^a – множество количественных характеристик, X^b – множество качественных характеристик оценки эффективности оказания услуг.

Требуется определить индекс эффективности оказанной услуги $Q(X)$ с учётом эмоций клиентов и оценить текущее состояние процесса оказания услуг. Каждой характеристике X_i поставим в соответствие уровень значимости p_i . Если все характеристики равнозначны, то $p_i = \frac{1}{n}, i = 1 \dots n$. Если характеристики не равнозначны, то уровень значимости определяется по правилу Фишберна: $p_i = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)}$. Если характеристики имеют отношения как безразличия, так и

предпочтения, то $z_{i-1} = \begin{cases} z_i, F_{i-1} \approx F_i \\ z_i + 1, F_{i-1} > F_i \end{cases}$, $z_n = 1$, $i = n \dots 2$. 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 X_i проводится ЛПР в диалоге со специалистом в сфере оказания услуг. Весовые коэффициенты для уровней значимости пенташкалы r_k , $k=1, \dots, 5$, оцениваются экспертным путем. Для множества качественных характеристик X^b набор функций принадлежности задается стандартно по выбранной пенташкале. Для классификации множества количественных характеристик X^a экспертам необходимо определить пятёрку нечётких T -чисел $b_k = (c_{k1}, c_{k2}, c_{k3}, c_{k4})$, $k = 1, \dots, 5$, которые определяют набор функций принадлежности $\lambda_{ki}(X_i)$, $k = 1, \dots, 5$, для каждой характеристики $X_i \in X^a$, где $c_{k1}, c_{k2}, c_{k3}, c_{k4}$ – узловые точки трапециевидного нечёткого числа. Всему набору функций принадлежности $\lambda_{ki}(X_i)$ по каждому показателю X_i отвечает система T -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 $k = 1, \dots, 5$,

$$\delta_i = \begin{cases} -1, & \text{если рост } X_i \text{ сопровождается падением } Q, \\ 1, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Тогда формула расчёта интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг 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.

Для оценки эффективности оказания услуг были выделены основные характеристики процесса оказания услуг: X_1 – скорость оказания услуг, X_2 – ассортимент оказываемых услуг, X_3 – комиссия, X_4 – распространённость терминалов, X_5 – эмоциональная оценка клиента, где $X_1, X_2, X_3, X_4 \in X^a$, $X_5 \in X^b$. Множество эмоциональной оценки клиента есть $X_5 = \{\text{«Возмущение»}, \text{«Сожаление»}, \text{«Тревога»}, \text{«Безразличие»}, \text{«Удовлетворение»}\}$. При расчёте показателя эффективности ЛППР может регулировать процесс расчета, меняя коэффициенты уровней значимости характеристик X_i и пенташкалы r_k .

Разработан метод оценки эффективности оказания услуг с учётом ЭОИ после потребления услуг. Основными этапами данного метода являются: предварительная обработка показателей процесса оказания услуг, включая эмоциональную оценку потреблённых услуг клиентом; определение весовых коэффициентов показателей; классификация уровней количественных показателей, определение функций принадлежности всех показателей, включая ЭОИ; расчёт промежуточных коэффициентов; расчёт интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг; интерпретация уровня интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг. При проектировании прототипа СППР при оказании услуг разработаны алгоритм оценки эффективности оказания услуг и ряд моделей в нотации UML.

В качестве информационного обеспечения разрабатываемой СППР применяется репозиторий организации, основанный на онтологическом подходе инженерии знаний. Построенная онтологическая модель базы знаний использует язык OWL. Логический вывод в онтологии реализован на языке описания семантических правил SWRL. Инструментальным средством разработки являлся редактор Protégé. Для оценки качества разработанной онтологии использовались метрики когнитивной эргономики. Анализ эффективности предложенного метода и анализ внедрения разработанного прототипа СППР в практику деятельности финансовой организации, оказывающей услуги оплаты, показал, что интегральная оценка эффективности оказываемых услуг оплаты изменилась и с учётом ЭОИ составила 0,77, а оценка эффективности без учёта эмоций составила 0,62. Таким образом, эффективность оказания услуг выросла со «среднего» уровня до «высокого».

В **заключении** представлены основные результаты, полученные в ходе исследования, сделаны выводы и определены перспективы работы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Разработаны концептуальные положения ППР в организационной системе сферы услуг при управлении процессом оказания услуг, базирующиеся на новом механизме управления на основе анализа ЭОИ, как совокупность процедур принятия управленческих решений, взаимосвязанных по разработанной схеме, которая отражает структурные особенности взаимодействия основных блоков в управляющей части системы управления и включение в процесс принятия решений субъективной ЭОИ, 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 ППР на основе анализа ЭОИ 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 путём 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 сочетания 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 как количественно, так и качественно оценивать степень удовлетворённости не только клиентов рассматриваемой организации, но и клиентов конкурирующих компаний на рынке;

- модели и методы оценки эффективности процесса оказания услуг на основе анализа ЭОИ 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 СППР, в состав которого включены:

- алгоритмы сбора и формализации ЭОИ на основе методов анализа текста и

распознавания по лицу, позволяющие формализовать семантику эмоций участников процесса оказания услуг;

- алгоритмы классификации ЭОИ на основе 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, 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 ЭОИ при формировании управленческих решений;
- алгоритм оценки эффективности процесса оказания услуг на основе обработки ЭОИ с применением нечёткой логики, обеспечивающий проведение как количественного, так и качественного исследования уровня удовлетворённости клиентов.

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.

4. Разработано информационное обеспечение СППР при управлении процессом оказания услуг, базирующееся на формализации семантических особенностей предметных областей в виде онтологических моделей, содержащих ЭОИ, что позволило формализовать предметные области оказания услуг.

5. 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 путём учёта ЭОИ при выработке управленческих решений.

Расчет экономической эффективности внедрения СППР в работу организации индустрии здоровья и красоты показал, что затраты на разработку и использование системы экономически целесообразны: 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 ЭОИ составила 0,77, а без учёта

эмоций 0,62. Результаты классификации уровня эффективности показали, что эффективность оказания услуг выросла со «среднего» уровня до «высокого».

Основные положения и результаты исследования опубликованы в следующих печатных изданиях.

Статьи в изданиях, индексируемых базами WoS и Scopus:

1. Informatics Tools, AI Models and Methods Used for Automatic Analysis of Customer Satisfaction / G. Kovács, D. Bogdanova, N. Yussupova, M. Boyko // *Studies in Informatics and Control*. – 2015. – Vol. 24, No 3. – P. 261-270. – DOI 10.24846/v24i3y201503

2. Bogdanova, D. Emotionally Colored Information and Decision Support Systems / Diana Bogdanova // *Advances in Intelligent Systems Research. Proceedings of the 8th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2020)*. – 2020. – Vol. 174. – P. 391-396. – DOI 10.2991/aisr.k.201029.073.

3. 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-Papers OnLine*. – 2021. – Vol. 54, No 13. – P. 85-90. – DOI 10.1016/j.ifacol.2021.10.424.

4. Tools for affective computations in the management of energy facilities, considering the emotional state of operators / N. Yusupova, D. Bogdanova, E. Sirotenko [et al.] // *Proceedings - ICOECS 2021: 2021 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems*. – 2021. – P. 233-238. – DOI 10.1109/ICOECS52783.2021.9657327.

5. Extracting Information on Affective Computing Research from Data Analysis of Known Digital Platforms: Research into Emotional Artificial Intelligence / N. Yusupova, D. Bogdanova, N. Komendantova, [et al.] // *MDPI Digital*. – 2021. – Vol. 1(3). – P. 162-172. – DOI 10.3390/digital1030012.

6. Applying Affective Computing to Marketing Problems / D. Bogdanova, N. Yusupova, I. Trevisan, A. Molinari // *Lecture Notes in Networks and Systems*. – 2022. – Vol. 432 LNNS. – P. 145-158. – DOI 10.1007/978-3-030-97730-6_13

7. Nuriakhmetov, A. I. Recognition of the emotional state of energy facilities operators based on artificial immune systems / Nuriakhmetov A. I., Bogdanova D. R., Yusupova N. I. // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2022. – Vol. 2388, № 1. – Art. No 012046 (p. 1-6). – DOI: 10.1088/1742-6596/2388/1/012046

8. 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. Yusupova, R. Zulkarneev, D. Rizvanov [et al.] // *Software Engineering Application in Systems Design. CoMeSySo 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. – 2023. – Vol. 596 LNNS. – P. 723-731. – DOI 10.1007/978-3-031-21435-6_62

9. Bogdanova, D. R. The Concept of a Decision Support System in the Management of Treatment and Accompaniment of the Patient with Bronchopulmonary Diseases / Bogdanova D. R., Yusupova N. I., Zulkarneev R. // *Software Engineering Research in System Science. CSOC 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, –

2023. – Vol. 722 LNNS. – P.78-89. – DOI 10.1007/978-3-031-35311-6_9

10. Yusupova, N. I. Assessing the Quality of Customer Service Based on the Emotional Satisfaction of Clients Using Artificial Immune System Technologies / Yusupova N. I., Bogdanova D. R., Nuriakhmetov A. I. // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2023. – Vol. 33, No 3. – P. 544-554. – DOI 10.1134/S1054661823030495

11. Bogdanova, D. R. Methodological Bases for Decision Support in the Management of Services, Taking into Account the Personal Information of Customers / Bogdanova D. R., Shakhmametova G. R., Niiazgulov A. M. // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2023. Communications in Computer and Information Science. – 2023. – Vol. 1909 CCIS. – P. 220-231. – DOI 10.1007/978-3-031-44615-3_15

Статьи в изданиях из списка диссертационного совета:

12. 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, радиоэлектроника. – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 166-172. – DOI 10.14529/ctcr190418.

13. Нуриахметов, А. И. Распознавание эмоций на изображениях и искусственные иммунные системы / А. И. Нуриахметов, Д. Р. Богданова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9, № 3(34). – DOI 10.26102/2310-6018/2021.34.3.010.

14. Минеева, Е. А. Оценка удовлетворенности клиентов медицинской организации с учетом эмоционально окрашенной информации / Е. А. Минеева, Д. Р. Богданова, В. А. Котельников // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, № 2(41). – С. 10-11. – DOI 10.26102/2310-6018/2023.41.2.001

15. Богданова, Д. Р. Алгоритмизация решения задачи составления комплексной услуги с учетом эмоциональных предпочтений клиентов на основе модификации метода ветвей и границ / Д. Р. Богданова // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 11(107). – С. 212-223.

Депонированные рукописи и монографии:

16. Математическое и информационное обеспечение мультиагентной системы моделирования сетевой структуры организации / Юсупова Н. И., Попов Д. В., Ризванов Д. А., Богданова Д. Р., Габдулхакова А. Р. : депонированная рукопись. – Уфа : УГАТУ, 2005. – 112 с., ил. – Деп. в ВИНТИ 15.07.2005, № 1040-B2005.

17. Мультиагентная система составления расписания в санаторно-курортном комплексе / Сенькина Г. В., Богданова Д. Р., Попов Д. В., Ризванов Д. А., Габдулхакова А. Р. : депонированная рукопись. – Уфа : УГАТУ, 2007. – 233 с., ил. – Деп. в ВИНТИ 29.08.2007, №850-B2007.

18. Методические аспекты искусственного интеллекта : монография / [М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, А. Ф. Кудряшев и др.]. – Москва : Машиностроение, 2014. – 261, [1] с. – ISBN 978-5-94275-766-3

19. Юсупова. Н. И. Обработка слабоструктурированной информации на основе методов искусственного интеллекта : [монография] / Н. И. Юсупова, Д. Р. Богданова, М. В. Бойко. – Москва : Инновационное машиностроение, 2016. – 250 с. – ISBN 978-5-9907308-7-8

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008613990. Российская Федерация. Многоагентная система составления графика оказания услуг на основе онтологической базы знаний : № 2008612889 : заявл. 27.06.2008 : опубл. 21.08.2008 / Д. В. Попов, Д. Р. Богданова, Д. А. Ризванов

21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012611352. Российская Федерация. Классификация тональности текста с использованием машинного обучения : № 2011619357 : заявл. 7.12.2011 : опубл. 2.02.2012 / Н. И. Юсупова, Д. Р. Богданова, М. В. Бойко

22. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615591 Российская Федерация. Модуль проведения транзакций в системе моментальных платежей : № 2015612869 : заявл. 07.04.2015 : опубл. 21.05.2015 / Д. Р. Богданова, Н. И. Юсупова, Д. В. Попов, В. А. Котельников

23. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015616161 Российская Федерация. Модуль идентификации ошибок и сбоя системы моментальных платежей : № 2015612774 : заявл. 07.04.2015 : опубл. 02.06.2015 / Д. Р. Богданова, Н. И. Юсупова, Д. В. Попов, В. А. Котельников

24. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021619978 Российская Федерация. Программа для ЭВМ "Информационная система автоматизированного составления индивидуального модуля дистанционного обучения с учетом эмоционального состояния обучающегося" : № 2021619124 : заявл. 09.06.2021 : опубл. 21.06.2021, Бюл. № 7 / А. Р. Юламанова, Д. Р. Богданова

25. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021662991 Российская Федерация. ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ "Модуль оценки эффективности финансовых услуг с учетом эмоционально окрашенной информации клиентов" : № 2021662287 : заявл. 30.07.2021 : опубл. 10.08.2021, Бюл. № 8 / А. А. Тимербаева, Е. А. Минеева, Д. Р. Богданова.

26. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021663028 Российская Федерация. ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ "Модуль автоматизированного составления комплексной услуги в организациях индустрии здоровья и красоты с учетом эмоционально окрашенной информации клиента" : № 2021662120 : заявл. 30.07.2021 : опубл. 11.08.2021, Бюл. № 8 / А. О. Макулов, Д. Р. Богданова

27. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022680084 Российская Федерация. Программный комплекс решения задач составления лечебных рекомендаций : № 2022669416 : заявл. 18.10.2022 : опубл. 27.10.2022, Бюл. № 11 / А. М. Ниязгулов, Д. Р. Богданова, Н. И. Юсупова

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:

28. Модели и методы поддержки выполнения проектов в распределенном информационном пространстве / Н. И. Юсупова, Д. В. Попов, Д. А. Ризванов [и др.] // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2006. – № 2-3(26). – С. 14-20

29. 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. – 2007. – № 4-2(10). – С. 214-222. – Режим доступа: <http://vernadsky.tstu.ru/pdf/2007/05/29.pdf> (дата обращения 24.01.2024).

30. Богданова, Д. Р. Поддержка принятия решений при календарном планировании в санаторно-курортном комплексе / Д. Р. Богданова // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2007. – Т. 9, № 5. – С. 47-53.

31. 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 Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2012. – Т. 16, № 6(51). – С. 91-99.

32. Максименко, З. В. Применение искусственных нейронных сетей для оценки кредитного риска в рамках CRM-системы коммерческого банка / З. В. Максименко, Д. Р. Богданова // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2013. – № 3. – С. 053-057.

33. Юсупова, Н. И. Классификация клиентов на основе нечеткой информации / Н. И. Юсупова, Ю. Ф. Ахметова, Д. Р. Богданова // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Т. 17, № 5(58). – С. 93-100.

34. Classifying students based on fuzzy logic to devise individual study plans / A. Molinari, I. Trevisan, D. R. Bogdanova, Yu. F. Akhmetova // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Vol. 17, No. 6(59). – Р. 43-46.

35. 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 // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – С. 18.

36. Bogdanova, D. Experts' views consideration in assessing of the level of students' knowledge in distance learning / D. Bogdanova, Yu. Akhmetova, K. Netcvetaeva // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2014. – Vol. 18, No. 5(66). – Р. 102-104.

37. Системные модели оказания услуг финансового посредничества в системе моментальных платежей / В. А. Котельников, Н. И. Юсупова, Д. Р. Богданова, Д. В. Попов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-1. – С. 71-76.

38. 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 // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-3. – С. 531-535.

39. Управление процессом оказания дистанционных образовательных услуг на основе учета индивидуальных особенностей студентов / К. М. Нецветева, О. Г. Старцева, Д. Р. Богданова, В. А. Котельников // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 9. – С. 90-94.

40. Котельников, В. А. Онтологический репозиторий услуг системы моментальных платежей / В. А. Котельников, Д. Р. Богданова, Н. И. Юсупова // Онтология проектирования. – 2019. – Т. 9, № 3(33). – С. 333-344. – DOI 10.18287/2223-9537-2019-9-3-333-344.

41. Богданова, Д. Р. Автоматизированный учет 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. – DOI 10.37882/2223-2966.2021.01.07.

42. Богданова, Д. Р. Инструменты эмоционального искусственного интеллекта в системах поддержки принятия решений для дистанционного образования / Д. Р. Богданова // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2021. – Т. 25, № 2(92). – С. 71-80. – DOI 10.54708/19926502_2021_2529271.

43. 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.

44. 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. – DOI 10.30987/2658-6436-2023-1-51-62.

Публикации в других изданиях:

45. 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

46. Богданова, Д. Р. Оценка степени удовлетворенности клиентов сферы услуг на основе учета их эмоционально окрашенной информации / Д. Р. Богданова // Системная инженерия и информационные технологии. – 2021. – Т. 3, № 3(7). – С. 72-81

47. Yusupova, N. I. Artificial intelligence tools for analyzing emotionally colored information from customer reviews in the service sector / Yusupova, N.I., Bogdanova, D.R., Komendantova, N.P. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1069. – Art. No 012013. – DOI 10.1088/1757-899x/1069/1/012013

