

На правах рукописи



КОТЕЛЬНИКОВ Виталий Александрович

**ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ
УСЛУГАМИ СИСТЕМЫ МОМЕНТАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность:

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Уфа – 2020

Работа выполнена на кафедре вычислительной математики и кибернетики в ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор **Юсупова Нафиса Исламовна**

Официальные оппоненты:

Петрова Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», профессор кафедры автоматизированного проектирования и моделирования

Низамутдинов Марсель Малихович, кандидат технических наук, доцент, Институт социально-экономических исследований УФИЦ РАН, заведующий сектором экономико-математического моделирования

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

Защита диссертации состоится 21 октября 2020 года, в 12⁰⁰ часов, на заседании диссертационного совета Д 212.288.12 на базе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» по адресу: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» и на сайте www.ugatu.su.

Автореферат разослан «___» _____ 2020 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.288.12,
доктор технических наук, доцент



Сметанина Ольга Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования Моментальная оплата товаров и услуг через мобильное приложение, web-интерфейс или терминал возле дома прочно вошла в нашу повседневную жизнь. Рынок компаний, предлагающих такие услуги, растет с каждым днем. Системы моментальных платежей (СМП) в своем стремлении привлечь больше клиентов расширяют ассортимент предлагаемых услуг оплаты, снижают проценты комиссии, взимаемой с клиентов, запускают рекламные акции и предложения. Для успешной конкурентной борьбы необходимо снижать себестоимость оказываемых услуг оплаты, внедрять механизмы, повышающие эффективность принятия решений при оказании услуг. Системы моментальных платежей уделяют особое внимание обеспечению эффективности предоставления услуг, устанавливая контроль на всех стадиях процесса, начиная с контроля используемого ПО, ассортимента услуг оплаты и заканчивая определением соответствия услуги требованиям клиентов и техническим характеристикам. В попытке выстроить внутренние процессы фирмы сталкиваются с рядом проблем, связанным с тем, что требования клиентов часто сложно формализуемы, данные внутри системы динамичны и меняются с большой скоростью. Провайдеры товаров и услуг предоставляют сетевые сервисы финансовых операций. Существует множество платежных систем, которые предоставляют свои сетевые сервисы для работы с провайдерами товаров и услуг, что дает возможность использовать их для проведения платежей. В условиях децентрализации платежных систем посредников, для эффективной работы, необходимо объединение в единое информационное пространство всех участников этого рынка. Происходящие процессы обуславливают необходимость поиска и внедрения новых информационных технологий для эффективного управления услугами системы моментальных платежей, направленных на учет и удовлетворение потребностей населения и провайдеров товаров и услуг.

Степень разработанности темы исследования. Большой вклад в разработку проблем управления процессом оказания услуг внесли такие ученые как Инский Э., Норт К., Душаков Л.А., Азгальдов Г.Г., Карлик Е.М., Окрепилов В.В., Огвоздин В.Ю., Новиков Д.А., Соловьев Б.А., Глудкин А.П., Ильенкова С.Д., Николаев М.И., Магомедов Ш.Ш. Вопросы организации поддержки принятия решений при управлении в социально-экономических системах посвящены труды Недосекина А.О., Войтоловского Н.В., Беспалова Г.Е., Михеева Е.Н., Сероштана М.В., Агаркова А.П., Майборода В.П., Азарова В.Н., Паньчева А.Ю., Усманова Ю.А., Козырева В.А., Лисенкова А.Н., Палкина С.В., Кравец А.Г., Щербакова М.В., Черняховской Л.Р., Ильясова Б.Г., Макаровой Е.А., Петровой И.Ю., Низамутдинова М.М. рассматривавшие общетеоретические и практические проблемы и аспекты эффективности процесса оказания услуг, вопросы управления данной категорией.

Однако, в силу сложности проблемы повышения эффективности процесса оказания услуг, многие вопросы остаются открытыми. В настоящий момент одним из таких вопросов является повышение эффективности оказания услуг оплаты в системе моментальных платежей за счет поддержки принятия решений при управлении данным процессом, через внедрение интеллектуальных технологий

инженерии знаний и нечеткой логики.

Объектом исследования является процесс принятия решений при управлении процессом оказания услуг по оплате платежей населением в системе моментальных платежей.

Предметом исследования являются модели, методы и инструментальные средства поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности процесса оказания услуг по оплате платежей населением в системе моментальных платежей на основе организации поддержки принятия решений.

Для достижения указанной цели в диссертационной работе необходимо решить следующие **задачи**:

1. Разработать концепцию поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг в системе моментальных платежей, повышающую эффективность процесса оказания услуг оплаты платежей населением в СМП на основе организации интеллектуальной поддержки принятия решений.

2. Разработать структурную схему управления процессом оказания услуг в системе моментальных платежей, реализующую предлагаемую концепцию поддержки принятия решений при оказании услуг оплаты.

3. Разработать математическую модель составления маршрута проведения платежа при оказании услуг оплаты, на основе транспортной задачи и модель расчета интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг в СМП на основе нечеткой логики.

4. Разработать онтологическую модель услуг оплаты и правила вывода на ней как основу информационного обеспечения системы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг в системе моментальных платежей.

5. Разработать алгоритмическое и программное обеспечение систем управления и механизмов принятия решений в процессе оказания услуг по оплате платежей населением в СМП.

6. Разработать методику оценки эффективности процесса оказания услуг по оплате платежей населением в СМП и исследовать эффективность данного процесса с использованием разработанной методики.

Методы исследования. В процессе проведения исследования были использованы методы общей теории систем и системного анализа, методы теории управления и методологии системного моделирования, информационно-технические методы разработки и модернизации сложных систем, методы теории нечетких множеств, методы разработки программного обеспечения и инженерии знаний.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Разработанная концепция поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг в системе моментальных платежей, в отличие от известных, учитывает весь процесс оказания услуг в СМП и реализуется в трехэтапном управлении на уровне создания услуги оплаты, проведения платежа и оценки эффективности оказания услуги оплаты и учитывает работу СМП в

распределённой сети посредников (п. 10 паспорта специальности);

2. Разработанная структурная схема управления процессом оказания услуг оплаты в СМП в отличие от известных, основана на предложенной концепции управления процессом оказания услуг, комплексе разработанных моделей предметной области, выявивших разную структуру процесса оказания услуг в СМП для разных типов клиентов, и позволивших сформировать набор анализируемых показателей процесса оказания услуг (п. 10 паспорта специальности);

3. Разработанная оптимизационная модель составления маршрута проведения платежа на основе транспортной задачи, в отличие от известных учитывает как критерий максимизации возможного вознаграждения, так и минимизации времени проведения платежа и позволяет повысить экономическую эффективность процесса проведения платежа; предложенная модель расчета интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг, на основе теории нечетких множеств, в отличие от известных, является универсальной относительно структуры показателей разных типов клиентов и учитывает как количественные так и качественные показатели и позволяет оценить эффективность оказываемых СМП услуг (п. 5 паспорта специальности);

4. Предложенная онтологическая модель услуг оплаты, в отличие от известных содержит знания об особенностях процесса оказания услуг в СМП и позволяет поддерживать принятия решений на этапе создания новой услуги за счет наличия в ней компонент для конструирования новых услуг в виде web-сервисов и правила логического вывода (п. 6 паспорта специальности);

5. Предложенное алгоритмическое обеспечение, включающее: алгоритм управления процессом оказания услуг основанный на разработанной трехэтапной концепции управления и реализующий логику предложенной поддержки принятия решений; алгоритмы взаимодействия системы моментальных платежей с распределенной сетью посредников, реализующие новую схему взаимодействия провайдеров услуг с региональными и федеральными платежными системами в едином информационном пространстве, позволило разработать прототип системы поддержки принятия решений при управлении услугами СМП (п. 4 паспорта специальности);

6. Разработанная методика оценки эффективности процесса оказания услуг, в отличие от известных, основана на предложенной модели свертки характеристик процесса оказания услуг в интегральный показатель эффективности данного процесса, позволяет оценивать как количественные, так и качественные показатели, что обеспечивает учет субъективной составляющей удовлетворенности клиентов процессом оплаты (п. 11 паспорта специальности).

Достоверность научных результатов основана на том, что в теоретических построениях использовались законы и подходы, справедливость которых общепризнана, а также известный и корректный математический аппарат; вводимые допущения мотивировались фактами, известными из практики. Достоверность и обоснованность научных положений подтверждена также соответствием результатов теоретических и практических исследований.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что

Предложенная концепция управления процессом оказания услуг повышает эффективность процесса управления за счет поддержки принятия управленческих решений на всех этапах процесса оказания услуг, и основывается на мониторинге показателей процесса оказания услуг оплаты и анализе интегрального показателя эффективности.

Построение онтологической базы знаний и правил логического вывода на ней, представляет большой интерес для существующих систем моментального платежа, так как в ней хранятся знания о системе и процессе оказания услуг, что снижает риск выхода системы из строя из-за потери данных.

Разработанное программное обеспечение, основанное на распределенных технологиях, позволяет сократить время проведения платежа, за счет оптимизации маршрута и учета критериев управления процессом проведения платежа. Использование единого семантического описания сервисов позволяет интегрировать в рамках одной платежной системы оказание клиентам услуг по оплате, как имеющихся провайдеров, так и будущих, при этом подключение нового провайдера является простой тривиальной операцией.

Результаты работы в виде математического, алгоритмического, информационного и программного обеспечения поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг оплаты платежей населением внедрены в работу ООО «Картпэй» г. Уфа, ООО «Эридан-сервис», г. Уфа, ИП Куровой Натальи Викторовны, 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 2009 по 2020 гг. на кафедре вычислительной математики и кибернетики УГАТУ, в частности, в рамках грантов РФФИ №08-07-00495-а, №09-07-00408-а и государственного задания №FEUE-2020-007.

Апробация результатов. Основные положения диссертации обсуждались на: Международном семинаре по информатике и информационным технологиям CSIT (2009 - Крит, Греция, 2010 - Москва-Санкт-Петербург); Международной научно-практической конференции «Информационная среда и ее особенности на современном этапе развития мировой цивилизации», 2012 – Саратов; 5-ой Международной научно-технической конференции «Инфокоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании», 2012 – г. Ставрополь; II Всероссийской конференции с международным участием «Методологические проблемы моделирования социально-экономических процессов», 2014 - Уфа; 3-ей и 4-ой Международной конференции «Информационные технологии для интеллектуальной поддержки принятия решений» (2015, 2016, 2019 Уфа); 2-ой и 3-ей Международной конференции "Интеллектуальные технологии обработки информации и управления» (2015, 2016 Уфа); Международной конференции «Информационные технологии и системы» (2016 – Банное, 2019 - Ханты-Мансийск).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 20

работ, в том числе 6 статей в рецензируемых печатных изданиях, утвержденных ВАК, 2 зарегистрированные программы для ЭВМ, 1 статья в международном журнале индексируемом базой WoS, и 11 прочих публикаций в научных журналах и сборниках трудов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа содержит 181 страницу текста, включая 73 рисунка, 18 таблиц и список литературы из 119 наименований.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Концепция поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг в распределённой системе моментальных платежей повышающая эффективность процесса оказания услуг оплаты платежей населением;

2. Структурная схема управления процессом оказания услуг оплаты в СМП;

3. Математическая модель составления маршрута проведения платежа при оказании услуг оплаты, на основе транспортной задачи и модель расчета интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг в СМП на основе нечеткой логики

4. Онтологическая модель услуг оплаты и правила вывода на ней для организации единого семантического пространства СМП;

5. Алгоритмическое и программное обеспечение для поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг оплаты платежей населением в СМП;

6. Методика оценки эффективности процесса оказания услуг в СМП и результаты анализа эффективности оказания услуг оплаты после внедрения разработанных методов и алгоритмов.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

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

В первой главе проведен анализ основных публикации по теме исследования, рассмотрены понятия процесса оказания услуг по оплате платежей населением. Проведенный анализ теоретических и практических подходов к управлению процессом оказания услуг по оплате платежей населением показал отсутствие целостной методологии выработки и принятия управленческих решений. Разработанные модели предметной области, показали внутренние взаимосвязи системы и сложность ее построения. Исследованы особенности процесса оказания услуг в системе моментальных платежей. Анализ показал наличие трех сторон взаимодействия в процессе оказания услуг: население, провайдеры и сама система моментальных платежей. Структура процесса и его параметры разные для каждой из сторон. Выделены основные параметры эффективности процесса оказания услуг в СМП. Проведена их классификация на управляющие, управляемые и показатели эффективности. Проведенный анализ проблем управления процессом оказания услуг обусловил необходимость разработки концепции поддержки принятия управленческих решений на основе интеллектуальных технологий и инженерии знаний. Предлагается новая схема

взаимодействия провайдеров услуг с региональными и федеральными платежными системами с использованием сетевых сервисов и единого информационного пространства. Приводится разработка концепции управления процессом оказания услуг на основе информационной поддержки принятия решений для повышения эффективности процесса оказания услуг на трех этапах процесса оказания услуг: создания услуг оплаты, проведения платежа и оценки эффективности процесса оказания услуг.

На основе предложенной концепции управления разработана схема системы управления процессом оказания услуг в СМП представлена на Рисунке 1.

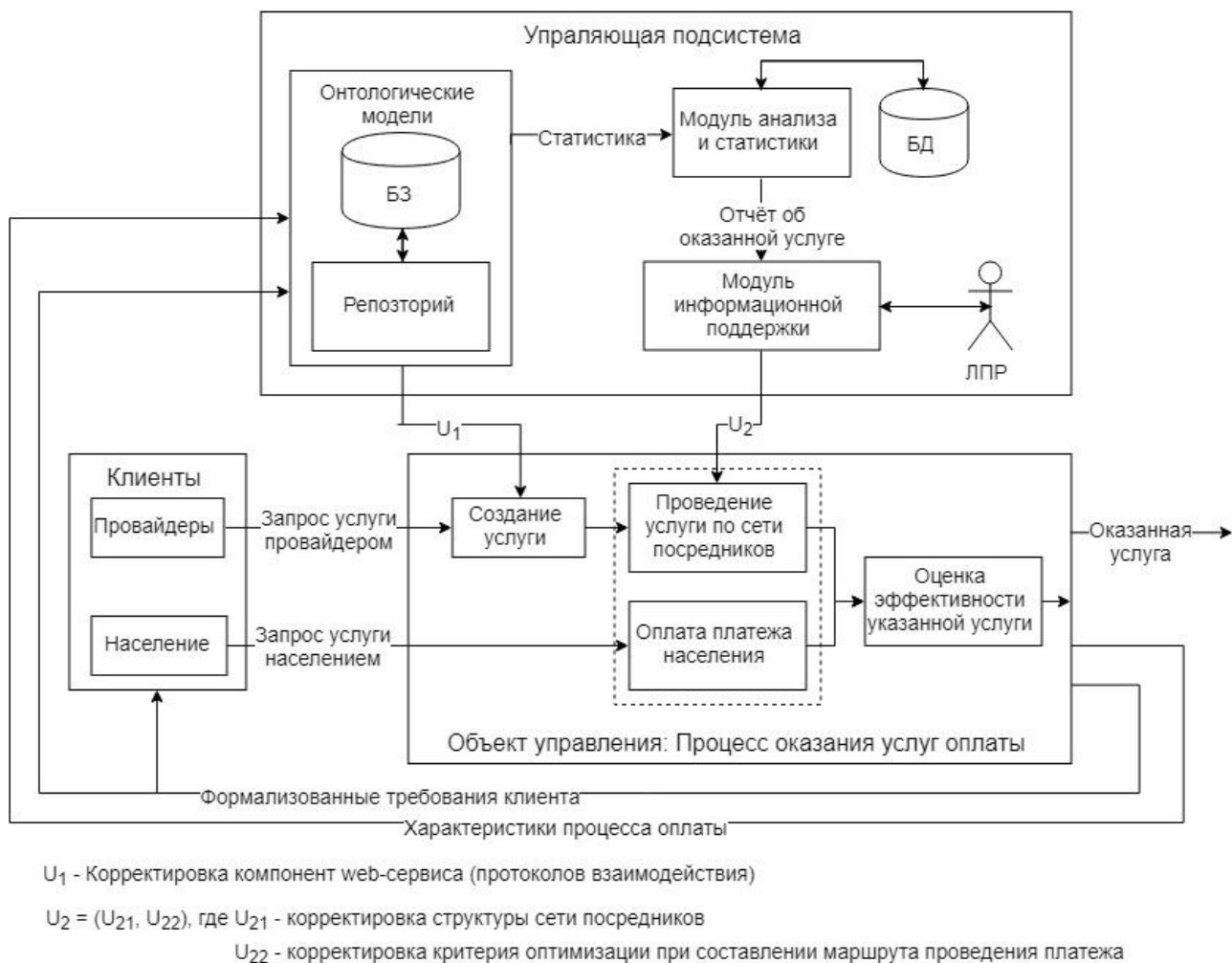


Рисунок 1. Схема системы управления процессом оказания услуг в СМП

На первом этапе управления процессом создания услуги оплаты запрос на этот процесс поступает либо от провайдеров, либо инициатором может выступать сам ЛПР, целью которого является расширение ассортимента услуг СМП. Поддержка принятия решений в процессе создания новой услуги заключается в упрощении процедуры конструирования web-сервиса новой услуги. Это происходит без использования услуг стороннего разработчика за счет единого семантического описания компонентов, хранящихся в онтологической базе системы. На втором этапе управления процессом оказания услуг по оплате поддерживается принятие решений при выборе способа проведения платежей. Распределенная архитектура СМП дает возможность проводить платеж по разным

маршрутам распределенной сети посредников, с разными финансовыми и техническими характеристиками каждого маршрута. Этот процесс обеспечивается путем проведения транзакции через несколько платежных систем посредников в модуле выбора способа проведения платежа. За счет решения оптимизационной транспортной задачи, повышается надежность системы оплаты, что необходимо в случае социально важных финансовых услуг и экономическая выгода, за счет максимизации возможного вознаграждения. Третий этап управления – это этап контроля эффективности оказания услуг оплаты, за счет оценки интегрального показателя эффективности. Если уровень эффективности не соответствует плановому уровню, то ЛПП вносит коррективы в процесс оказания услуг.

Предлагается новая схема взаимодействия провайдеров услуг с региональными и федеральными платежными системами с использованием сетевых сервисов и единого информационного пространства, для хранения описаний предоставляемых услуг, что позволяет обеспечить эффективную работу СМП в условиях децентрализации.

Во второй главе разрабатывается математическое и информационное обеспечение поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг по оплате в СМП. Услуги по своей сути несут субъективную составляющую, связанную с удовлетворенностью клиентов. Показатели, характеризующие услугу, могут быть как качественными, так и количественными. Пусть услуга характеризуется набором показателей $Serv = \langle U, P, X(U) \rangle$, где U – управляющие параметры услуги, P – управляемые параметры услуги, $X(U)$ – характеристики эффективности оказания услуги, где $U = U^v \cup U^q$, где U^v – множество количественных показателей; U^q – множество качественных показателей; аналогично для множеств P и X . Тогда процесс оказания услуги есть функция $Y = Y(Serv)$.

В работе создается семантическое описание услуг в виде онтологии $Onto = \langle K, R, S, F, I, A, Y \rangle$, где K – множество классов; R – множество отношений; S – свойства классов; F – значения свойств; I – множество экземпляров класса; A – множество аксиом; Y – множество правил вывода на онтологии. Онтологию системы моментальных платежей можно определить как $Onto(SMP) = \langle Onto(SU), Onto(PP), Onto(OE) \rangle$, где $Onto(SU)$ – онтология этапа создания услуг, $Onto(PP)$ – онтология этапа проведения платежа, $Onto(OE)$ – онтология этапа оценки эффективности.

Тогда задача управления процессом оказания услуг стоит следующим образом. Пусть $X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)\}$ — вектор состояния СМП (процесс оказания услуги). В СППР переменные x_i являются контролируруемыми выходными переменными процесса оказания услуг и одновременно входными переменными модуля информационной поддержки принятия решений. Состояние процесса оказания услуг изменяется под действием возмущающих воздействий, внешних факторов (например, отказ узлов платежной сети в процессе проведения платежа). Тогда возмущающие воздействия вектор-функция $f(t) = \{f_1(t), f_2(t), \dots, f_k(t)\}$. Целенаправленное влияние модуля информационной поддержки принятия решений на процесс оказания услуг, описывается вектор-функцией управляющего воздействия: $U(t) = \{u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)\}$. В СППР переменные $U_j(t)$ являются

входными переменными процесса оказания услуг и одновременно выходными переменными модуля информационной поддержки принятия решений. В любой момент времени t состояние процесса оказания услуг $X(t)$ является функцией векторов $U(t), f(t)$ и начального состояния $X(t_0)$: $X(t) = \{U(t), f(t), X(t_0)\}$. Необходимо найти такие $U(t)$ и $X(t)$, которые обеспечивают эффективный процесс оказания услуг в СМП. Тогда критерий управления в СМП это интегральный показатель эффективности процесса оказания услуг $Q_r = Q\{X(t), U(t), f(t)\}$. Целью работы является оценить показатель Q_r эффективности процесса оказания услуг.

Разработана математическая модель задачи проведения платежа в СМП, позволяющая управлять критерием оптимизации маршрута проведения платежа, основанная на задачи нахождения критического пути сетевого планирования. Дано: заявки на проведение платежа (уникальный идентификационный номер платежа в СМП, уникальный идентификационный номер плательщика, сумма платежа, идентификационный номер провайдера, которому предназначается платеж); информация о сети посредников (количество узлов посредников (вершины графа-сети), количество договоров между посредниками (дуги графа-сети), максимальная очередь, которую может содержать узел), вознаграждение за прохождение платежа через узел посредник и время прохождения. Требуется найти: маршруты проведения каждого платежа с максимальной финансовой выгодой или с кратчайшим временем проведения платежа, начинающийся в узле-сервере системы моментальных платежей и заканчивающийся в узлах-провайдерах. Пусть L — количество провайдеров, тогда задача поиска оптимальных маршрутов проведения платежа сводится к решению L задач поиска критического пути сетевого планирования для каждого провайдера. Задача нахождения критического пути является частным случаем транспортной задачи. Рассмотрим отдельно соответствующую задачу. Доступную сеть посредников между СМП и провайдером можно представить в виде орграфа $G(V, S, T, C)$ который не содержит контуров. Начальная вершина графа — сервер системы моментальных платежей, целевая вершина — сервер провайдера, где, $V = \{v_1, \dots, v_m\}$ — множество узлов посредников, m — количество узлов посредников; $S = \{(v_i, v_j), i \neq j\}$ — множество дуг обработки платежа между посредниками; n — количество дуг обработки платежа; $T = \{\tau_{ij}\}$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, m}$ — длительность обработки платежа по дуге (v_i, v_j) , $i \neq j$, $\tau_{ij} > 0$; $C = \{c_{ij}\}$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, m}$ — вознаграждение за проведение платежа по дуге (v_i, v_j) , $i \neq j$, $c_{ij} \geq 0$;

Пусть $x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если из вершины } i \text{ платеж проходит в вершину } j \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$,

$i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, m}$, тогда R_k — путь k -го платежа от СМП до провайдера есть подмножество множества вершин V , таких что: $\sum_{i=2}^m x_{ij} \leq p_j$, $j = \overline{1, m}$, $\sum_{j=1}^{m-1} x_{ij} \leq q_i$, $i = \overline{1, m}$, $p_j \leq 1$, $q_i \leq 1$, $p_j = q_i$, $q_1 = 1$, $p_m = 1$;

$T(R_k)$ — длительность проведения k -го платежа от СМП до провайдера;

$C(R_k)$ — вознаграждение для СМП от проведения k -го платежа;

Решением задачи является поиск допустимого маршрута, максимизирующего целевую функцию: $\mu(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$, если критерием управления процессом

является максимально доступное вознаграждение, и минимизирующего: $\lambda(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \tau_{ij} x_{ij}$, если критерием управления процессом является минимальное время проведение платежа.

Разработана универсальная модель оценки эффективности процесса оказания услуг в СМП, позволяющая учесть разные характеристики услуг и разную структуру процесса оказания услуг для двух видов клиентов: населения и провайдеров. Пусть процесс оказания услуг характеризуется значениями показателей: $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, $X = X^v \cup X^q$, где X^v – множество количественных показателей оценки услуг; X^q – множество качественных показателей оценки услуг; N – количество показателей. Рассматривается задача определения интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг $Q(X)$. Каждой характеристике X_i поставим в соответствие уровень значимости r_i . Систему оценок значимостей целесообразно пронормировать. Если система предпочтений характеристик отсутствует тогда: $r_i = 1/N$, для любых i ; если имеются приоритеты в структуре характеристик, то характеристики X_i сравниваются попарно по отношению к их значимости по методу Т. Саати. 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 по знаниям в сфере оказания услуг. Весовые коэффициенты для уровней значимости пенташкалы p_k , $k=1, \dots, 5$ оцениваются экспертным путем. Для множества качественных характеристик X^q набор функций принадлежности задается стандартно по выбранной пенташкале. Для классификации множества количественных характеристик X^v экспертам необходимо определить пятерку нечетких Т-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 $X_i \in X^v$, где $c_{k1}, c_{k2}, c_{k3}, c_{k4}$ – это узловые точки трапециевидного нечеткого числа. Всему набору функций принадлежности $\lambda_{ki}(X_i)$ по каждому показателю X_i отвечает система Т-чисел. Тогда промежуточные коэффициенты имеют вид: $Y_k(X) = \frac{\sum_{i=1}^N \delta_i r_i \lambda_{ki}(X_i)}{\sum_{i=1}^N \delta_i r_i} \leq 1$,

где $k=1, \dots, 5, \delta_i = \begin{cases} -1, & \text{если рост } X_i \text{ сопровождается падением } Q \\ 1, & \text{в противном случае} \end{cases}$

Формула расчета интегрального показателя эффективности процесса оказания услуг тогда имеет вид: $Q(X) = \sum_{k=1}^5 p_k Y_k(X)$. Для принятия решения об уровне эффективности оказания услуг предлагается классификация по выбранной пенташкале.

Разработанный набор функциональных моделей процесса оказания услуг для разных клиентов и самой СМП, выявил разную структуру этого процесса для разных сторон взаимодействия, что обуславливает необходимость универсальности разрабатываемых моделей и методов поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг оплаты, относительно структуры и параметров процесса. Разработана функциональная модуль работы СППР и модели ее декомпозиции для каждого этапа процесса оказания услуг оплаты в СМП. Созданные модели позволили выявить особенности процесса

оказания услуг в СМП и спроектировать систему поддержки принятия решений при управлении этим процессом.

Для обеспечения расширения перечня услуг без изменения программного обеспечения предлагается единое онтологическое описание услуг для всех участников процесса проведения платежа. Создана онтологическая база знаний СМП и правила логического вывода на ней, дающая возможность всем участникам взаимодействия при оплате платежей помещать в нее данные и получать информацию, что позволяет обеспечить эффективную работу системы в условиях децентрализации.

Правила логического вывода представляют собой множество: $Rule = \{R_i\}$, где R_i – i -е правило, $i=1, \dots, I$. Правила R_i определены следующим образом: $Rule \equiv \langle S, a_i, Y_i, \dots, a_n, Y_n, P_j, \dots, P_m, b, Y_b, S' \rangle$, где S' – ситуация, возникающая в результате принятого решения; S – исходная проблемная ситуация; a_i – есть предпосылки проблемной ситуации; Y_i – требуемые оценки степени уверенности в предпосылках; b – заключение с оценкой степени уверенности Y_b ; P_j – есть предикаты.

При построении онтологической базы знаний СМП используется язык создания онтологий OWL и язык описания семантических правил SWRL. В качестве инструментального средства разработки применен редактор Protégé. Разработан репозиторий системы моментальных платежей, который работает с онтологией и предоставляет информацию о имеющемся ассортименте услуг в СМП из базы знаний программному обеспечению точек приема платежей.

В третьей главе рассматривается вопрос разработки алгоритмического и программного обеспечения системы поддержки принятия решений, реализующего предложенную концепцию управления процессом оказания услуг в СМП. Разработанный алгоритм управления процессом оказания услуг в СМП, реализующий основной функционал СППР представлен на Рисунке 2.

Администратор СМП изучает рынок и подключает перспективные услуги. Также провайдер имеет возможность самостоятельно выйти со своим запросом к СМП. Запрос обрабатывается в web-интерфейсе администратора. В диалоге с провайдером уточняются требования к новой услуге, которые записываются в БД. ЛПР, используя модуль информационной поддержки и модуль создания услуги, формирует новый web-сервис, отвечающий требованиям провайдера. Далее созданная услуга добавляется в ассортимент и записывается в репозиторий. Процесс проведения услуги, запускается по запросу услуги от населения, поступающему через терминальное ПО. Далее в диалоге с клиентом уточняются требования к услуге, которые записываются в БД. Клиенту предоставляется ассортимент услуг из репозитория. ЛПР через модуль информационной поддержки принимает решение о способе проведения платежа. Затем проводится сам платеж при помощи модуля проведения платежа. Если платеж не проведен, то система возвращается к принятию решения ЛПР о способе проведения платежа. Если платеж проводится, то выводится вся информация о наборе характеристик оказанной услуги, которая записана в БД. Далее в модуле анализа и статистики структурируется вся собранная информация, из которой формируется отчет об

оказанных услугах. ЛПР анализирует информацию о предложенном изменении процесса оказания услуг и принимает решение о дальнейшей корректировке действий. Если ЛПР принимает корректирующие действия, то уточняются требования к услугам. Если корректирующие действия не требуются, то на этом процессе услуга оплаты завершается. Для реализации поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг разработаны алгоритмы работы модулей проектируемой СППР, а именно: алгоритмы модуля создания услуги - чтения и отображение исходных сервисов, редактирования загруженных сервисов, верификация созданных сервисов, сбор отредактированных сервисов в *.owl-файл; алгоритм работы модуля проведения платежей; алгоритм анализа эффективности оказания услуг в СМП.

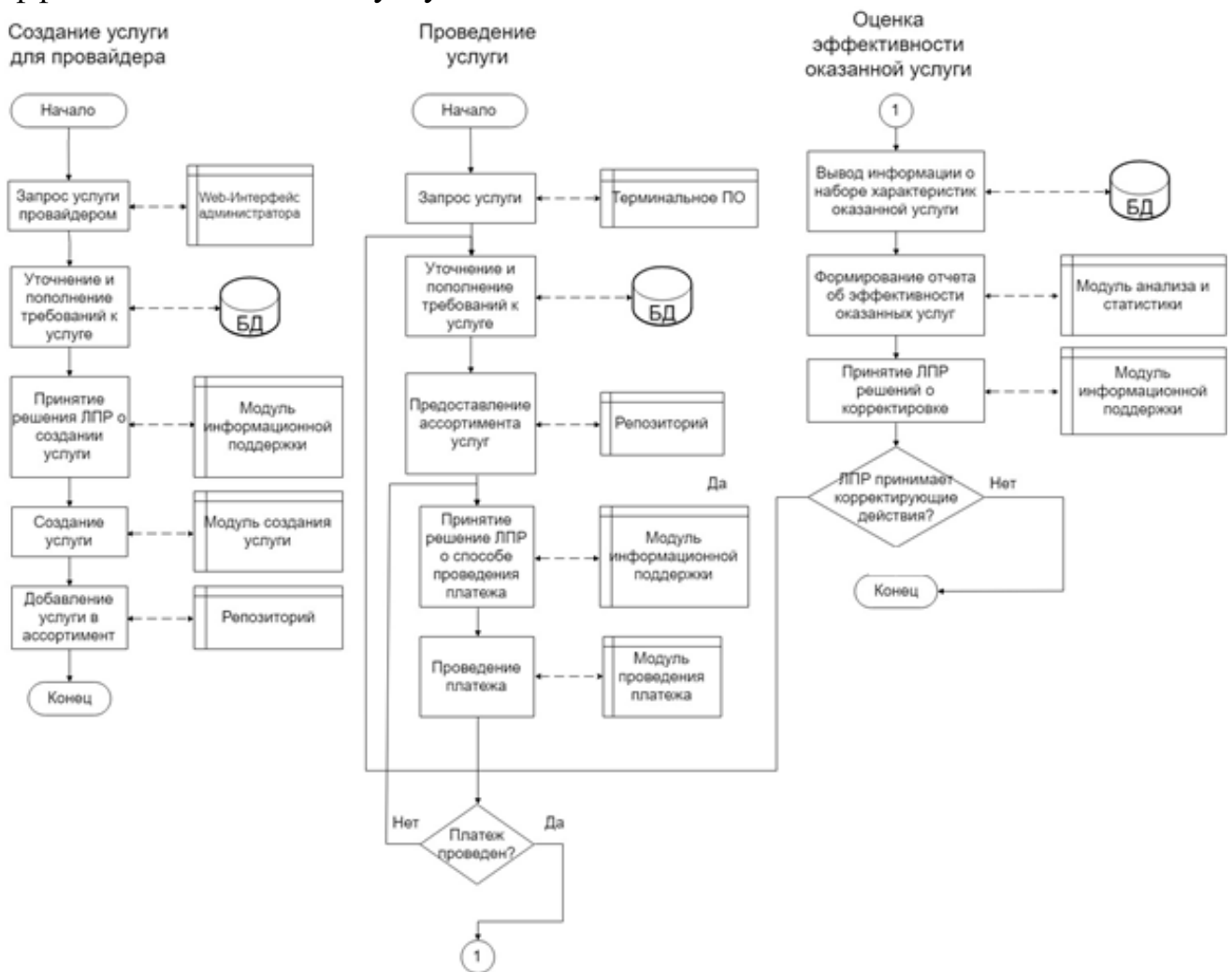


Рисунок 2. Алгоритм работы системы поддержки принятия решений

Разработана структурная схема СППР, включающая в себя компоненты взаимодействия с ЛПР и компоненты СМП, Рисунок 3. Структура СППР содержит модуль информационной поддержки, который в процессе поддержки принятия решений взаимодействует с модулем создания услуг, модулем проведения платежа и модулем анализа и статистики. Данный модуль обеспечивает диалог с ЛПР и реализует трехэтапное управление процессом оказания услуг по оплате платежей населением в СМП. На этапе проектирования СППР была разработана структурная

схема СМП, схемы репозитория, модуля создания услуг, модуля проведения платежей.

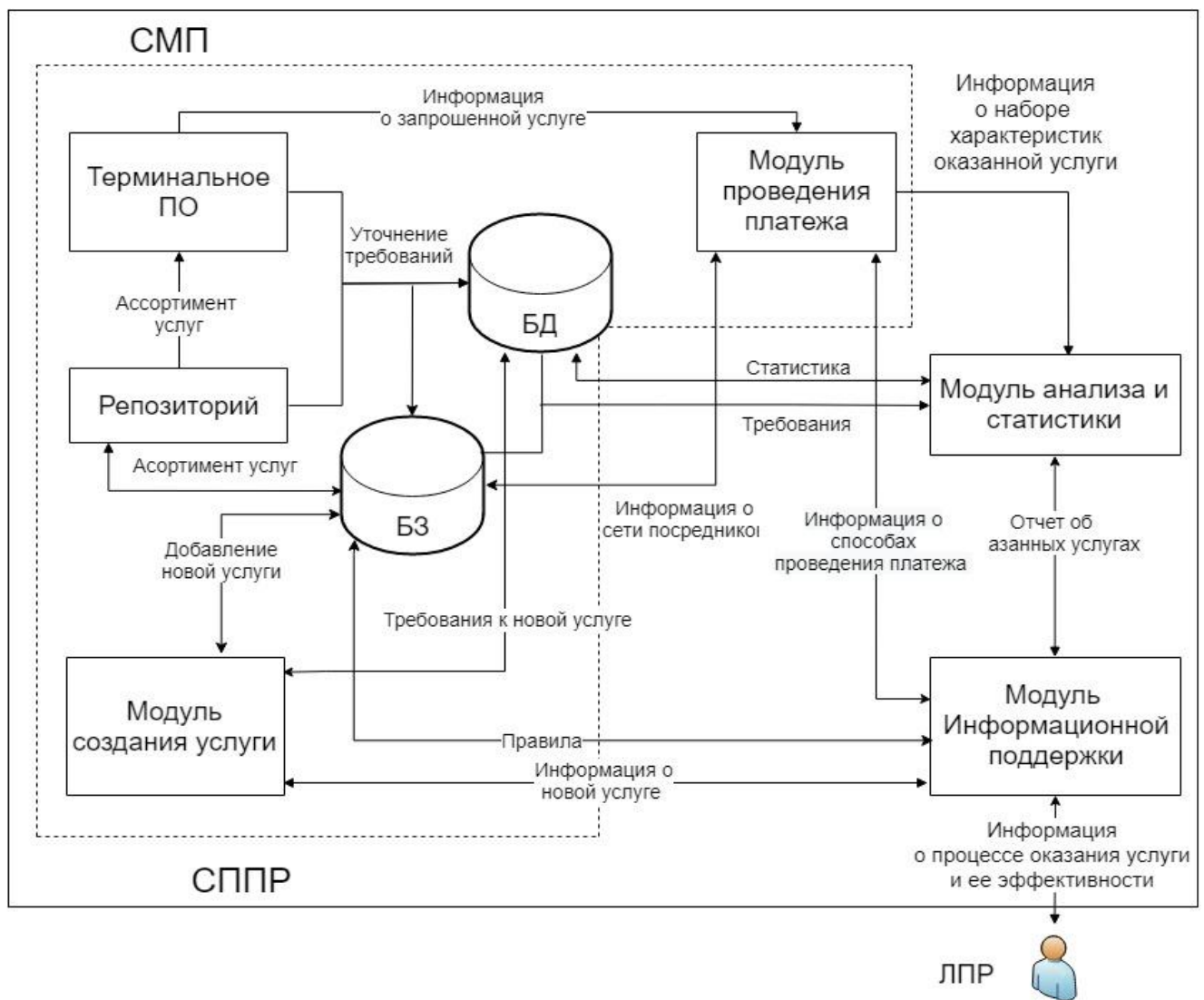


Рисунок 3. Структурная схема СППР

В структурной схеме СМП видно, что ПО точек приема платежей по единому протоколу взаимодействует с платежной системой через модуль взаимодействия. Через него из репозитория выводится информация об ассортименте услуг. Пришедшие платежи обрабатываются в модуле проведения платежа. Распределенная сеть посредников в системе моментальных платежей в отличие от централизованной схемы взаимодействия обеспечивает отказоустойчивость работы системы при недоступности частей системы. Применение единого описания сетевых сервисов в виде онтологического описания, позволяет сократить время подключения дополнительных услуг и уменьшить издержки этого процесса за счет поддержки принятия решений администратора при создании сервиса без привлечения разработчиков. В работе обоснован выбор инструментальных средств разработки программного обеспечения.

В четвертой главе приводится численный эксперимент по эффективности разработанного прототипа системы поддержки принятия решений на трех этапах

управления процессом оказания услуг оплаты в СМП и работоспособности предложенной концепции управления. Для оценки надежности системы в процессе эксплуатации проводилось нагрузочное тестирование программного обеспечения и результаты обрабатывались на основе моделей надежности ПО, в нашем исследовании были выбраны модели La Padula и Джелинского – Моранды. Проведенный анализ показал, что система обладает высоким уровнем надежности.

Для оценки качества разработанной онтологии СМП использовались следующие метрики когнитивной эргономики: абсолютная глубина, средняя глубина, максимальная глубина, абсолютная ширина, средняя ширина, максимальная ширина, минимальная ширина, запутанность онтологии, отношение количества классов к количеству свойств, вершины с несколькими родителями, среднее количество родительских вершин у вершины графа. Все результаты вычисления подходят под рекомендованные экспертами по знаниям, можно сделать вывод об эффективности онтологии, с точки зрения когнитивной эргономики.

Проведенный анализ эффективности предложенного подхода на основе вычислительного эксперимента, с применением предложенной модели оценки эффективности процесса оказания услуг, и анализ использования прототипа СППР, показал, что после внедрение в работу СМП поддержки принятия решений при управлении на трех этапах процесса оказания услуг, интегральная оценка эффективности оказываемых услуг оплаты платежей населению изменилась с 0,60 до 0,68, после внедрения СППР. Результаты классификации уровня эффективности показывают что эффективность процесса оказания услуг после внедрения СППР выросла со «среднего» уровня до «высокого».

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Разработана концепция поддержки принятия решений, основанная на трехэтапном управлении процессом оказания услуг по оплате платежей населением, реализованная в разработанном прототипе СППР, отличающемся применением предложенной схемы структуры управления и алгоритма управления. Разработанная концепция обеспечивает повышение эффективности управления процессом оказания услуг, что позволяет увеличить конкурентоспособность системы моментальных платежей.

2. Разработана структурная схема управления процессом оказания услуг в системе моментальных платежей реализующая предложенную концепцию поддержки принятия решений, позволившая разработать модели и алгоритмы поддержки принятия решений при управлении процессом оказания услуг.

3. Разработана математическая оптимизационная модель проведения платежа, основана на транспортной задаче, позволяет менять критерий оптимизации от наименьшего времени проведения платежа, до максимально возможного вознаграждения, что позволяет управлять процессом оказания услуг в зависимости от сложившейся ситуации в сети посредников. Разработана модель оценки эффективности процесса оказания услуг, основана на нечеткой логике и позволяет учесть, как количественные, так и качественные показатели процесса.

4. Разработана онтологическая модель услуг оплаты и правила логического

вывода, позволившие формализовать предметную область оказания услуг оплаты, тем самым создать единое информационное пространство для всех участников процесса оказания услуг в СМП и упростить процедуру создания новых услуг за счет конструирования web-сервисов из имеющихся компонент.

5. Разработано алгоритмическое обеспечение управление процессом оказания услуг и модулей распределенной СМП. Предложенные алгоритмы позволили разработать программное обеспечение прототипа СППР при управлении процессом оказания услуг в СМП, отличающееся высокой надежностью и отказоустойчивостью при недоступности частей сети посредников. Разработанный прототип СППР позволяет сократить время подключения новых услуг до одного часа, до внедрения подключение занимало от двух дней до недели; позволило в автоматическом режиме получать максимально возможное вознаграждение от проведения платежа, при возможности проведения транзакции через сеть платежных систем посредников с учетом финансовой и технической возможности.

6. Разработана методика оценки эффективности процесса оказания услуг, основана на предложенной математической модели оценки эффективности процесса оказания услуг. Применение нечеткой логики при разработке методики, позволяет учесть субъективную составляющую оценок процесса оказания услуг. Опыт внедрения результатов исследования, показал, что эффективность процесса оказания услуг в системе моментальных платежей можно оценить, как «высокую», интегральный показатель эффективности 0,68, что на 12% выше того же показателя для рассматриваемой системы моментальных платежей до внедрения системы поддержки принятия решений. Результаты классификации уровня эффективности показывают, что эффективность процесса оказания услуг после внедрения СППР выросла со «среднего» уровня до «высокого».

Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в следующих печатных изданиях:

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Котельников, В.А., Попов Д. В. Разработка сетевых сервисов на основе онтологий для Интернет-коммерции: принципы и технологии / В. А. Котельников, // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2008. – Т.15, в.1. - С. 145-148.

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

3. Котельников В. А., Юсупова Н. И., Григорчук Т. И. Подход к разработке единого информационного пространства на основе облачного репозитория для реализации системы финансового посредничества в системе газо-энергосбыта // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015. - № 5.- С. 656-686.

4. Нецветаева К.М., Старцева О.Г., Богданова Д.Р., Котельников В.А. Управление процессом оказания дистанционных образовательных услуг на основе учета индивидуальных особенностей студентов // Научный журнал «Современные

наукоемкие технологии». – 2019. – № 9 – С. 90-94.

5. Богданова Д.Р., Котельников В.А., Юсупова Н.И. Поддержка принятия решений при управлении процессом проведения платежа в системе моментальных платежей // Вестник Южно-Уральского государственного университета, серия «Компьютерные технологии, управление и радиоэлектроника», Челябинск, Россия, – 2019. – Т.19 №4(2019). – С.166-172.

6. Котельников В.А., Богданова Д.Р., Юсупова Н.И. Онтологический репозиторий услуг системы моментальных платежей // Научный журнал «Онтология проектирования». – 2019. – Т.9 – 3(33). – С. 333-344.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Модуль проведения транзакций в системе моментальных платежей / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, В.А. Котельников; правообладатель В.А. Котельников. №2015615591Роспатент, 21 мая 2015.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Модуль идентификации ошибок и сбоях системы моментальных платежей / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, Д.В. Попов, В.А. Котельников; правообладатель В.А. Котельников. №2015615591Роспатент, 21 мая 2015.

Статьи в изданиях, индексируемых базой WoS:

9. Yusupova N., Kotelnikov V., Bogdanova D., Yatskovich L. Decision Support in the Management of Instant Payment Services // Proceedings of the VIth International Workshop 'Critical Infrastructures: Contingency Management, Intelligent, Agent-Based, Cloud Computing and Cyber Security' (IWCI 2019), Series:Advances in Intelligent Systems Research, Vol 169, Atlantis Press, 2019.

Публикации в других изданиях:

10. Котельников В. А. Распределенная система моментальных платежей на основе сетевых сервисов // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: м-лы конференции-конкурса работ молодых ученых: сб. ст. – Новосибирск, Академгородок: НГУ, 2007. - С. 114-119.

11. Котельников В. А. Онтологическое описание сетевых сервисов для распределенной системы финансовых операций // Труды Казанской школы по компьютерной и когнитивной лингвистике TEL-2006: сб. ст. – Казань: Отечество, 2007 - С. 127-138.

12. Котельников В. А., Богданова Д. Р., Попов Д. В. Описание сетевых сервисов для распределенной системы финансовых операций на основе онтологического подхода // Компьютерные науки и информационные технологии (CSIT'2009): м-лы 11-ой межд. науч. конф: сб. ст. – Т. 1. - Крит, Греция, 2009. - С. 147-152.

13. Котельников В. А., Богданова Д. Р., Попов Д. В. Формализация предпочтений облачных сервисов для системы финансовых операций на основе онтологий //Инфокоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании: м-лы 5-ой межд. науч. конф: сб. ст. – Ставрополь, 2012. - С. 176-180.

14. Котельников В. А., Юсупова Н. И. Разработка системы моментальных платежей на основе единого информационного пространства// Компьютерные

науки и информационные технологии (CSIT'2014): м-лы 16-ой межд. науч. конф: сб. ст. – Т. 2. - Шеффилд, Англия, 2014. - С. 20-25.

15. Котельников В. А., Юсупова Н. И., Карамова И. И. Оценка надежности распределенной системы моментальных платежей // М-лы 3-ей межд. науч. конф «Интеллектуальные технологии обработки информации и управления»: сб. ст. – Т. 1. - Уфа, 2015. - С. 45-51.

16. Котельников В.А., Гайдуков Р.А., Юсупова Н.И. Методы распределенного репозитория системы моментальных платежей на основе онтологии // Интеллектуальные технологии обработки информации и управления: м-лы 3-ей межд. науч. конф: сб. ст., Т.1 – Уфа, Россия, 2015. - С. 16-22.

17. Котельников В. А., Юсупова Н. И., Богданова Д. Р. Поддержка принятия решений при управлении качеством оказания услуг финансового посредничества в системе моментальных платежей на основе технологий искусственного интеллекта // Информационные технологии и системы: м-лы 5-ой межд. науч. конф: сб. ст. – Банное, Россия, 2016. - С. 103-115.

18. Котельников В. А., Салахутдинова И.И, Богданова Д. Р. Проектирование программного модуля оценки качества услуг системы моментальных платежей// Информационные технологии для интеллектуальной поддержки принятия решений: м-лы 4-ой межд. науч. конф: сб. ст., Т. 1 – Уфа, Россия, 2016. - С. 105-114.

19. Богданова Д.Р., Котельников В.А., Юсупова Н.И. Модели и методы оценки эффективности процесса оказания услуг в социально-экономических системах // М-лы 7-ой межд. науч. конф Информационные технологии и системы, Ханты-Мансийск, Россия, 2019. -С. 205-211.

20. Котельников В.А. Подход к управлению развитием сети терминалов системы моментальных платежей // М-лы 7-ой межд. науч. конф «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений»: сб. ст. – Т.2. - Уфа, Россия, 2019. – С. 35-43.

Соискатель



В.А. Котельников

КОТЕЛЬНИКОВ Виталий Александрович

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ УСЛУГАМИ
СИСТЕМЫ МОМЕНТАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность:

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук