

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.199.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ИНСТИТУТА
ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2019 г. № 1

О присуждении Марченкову Сергею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Автоматизированная разработка интероперабельной программной инфраструктуры для организации совместно используемого информационного интернет-окружения» по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите 24 октября 2019 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 002.199.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., дом 39, утвержден приказом Рособнадзора номер 2472-618 от 8 октября 2010 года (с изменениями согласно приказам Минобрнауки России №105/нк от 11 апреля 2012 г. №574/нк от 15 октября 2014 г., № 386/нк от 27 апреля 2017 г., №748/нк от 12 июля 2017 г., №301/нк от 23 ноября 2018 г.).

Соискатель Марченков Сергей Александрович, 1991 года рождения, в 2015 г. с отличием окончил Петрозаводский государственный университет по направлению подготовки «Информационные системы и технологии» (диплом № 101024 0870366), в 2019 г. окончил очную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Петрозаводский

государственный университет» (ПетрГУ) по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника» (диплом № 101024 4615645). Справка об обучении в аспирантуре № 246 (со сведениями о сданных кандидатских экзаменах), выдана 30.09.2019 Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ). В настоящее время Марченков Сергей Александрович работает младшим научным сотрудником, программистом и преподавателем в Институте математики и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре информатики и математического обеспечения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент КОРЗУН Дмитрий Жоржевич, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ), доцент кафедры информатики и математического обеспечения.

Официальные оппоненты:

ТЕРЕХОВ Андрей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный Университет» (СПбГУ), заведующий кафедрой системного программирования,

КРИНКИН Кирилл Владимирович, кандидат технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), доцент, заведующий кафедрой математического обеспечения и применения ЭВМ

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (МГУ), г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном Васениным Валерием Александровичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим межфакультетской кафедрой математического моделирования и компьютерных исследований МГУ имени М.В. Ломоносова и утвержденном Федяниным Андреем Анатольевичем, доктором физико-математических наук, профессором, проректором МГУ имени М.В. Ломоносова, указала, что, в целом, диссертационная работа С.А. Марченкова является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеющей практическое применение и научную значимость полученных результатов. Автором в диссертации сформулирована и решена важная научно-техническая задача по повышению эффективности разработки интероперабельной программной инфраструктуры совместно используемого информационного интернет-окружения.

Соискателем предложен метод разработки интероперабельной программной инфраструктуры СИИО, обеспечивающей информационно-управляемое взаимодействие агентов для интеграции динамических и неоднородных ресурсов при построении сервиса. Предложена концептуальная модель сервиса, позволяющая описывать с помощью онтологии сервиса варианты информационно-управляемого взаимодействия агентов для построения контекстных сервисов и их композиции на основе технологий Семантического веба. Разработан алгоритм автоматизации процессов программирования взаимодействия агентов, предложен набор предметно-ориентированных моделей проектирования сервисов, а также реализован комплекс программных средств для проведения экспериментальных исследований. Текст автореферата достаточно точно и полно отражает содержание диссертации.

Полученные экспериментальные образцы ПО для моделей проектирования сервиса и алгоритма автоматизации программирования взаимодействия агентов можно рекомендовать для адаптации к задачам производства в таких организациях как Филиал АО "АЭМ-технологии" "Петрозаводскмаш" в г. Петрозаводск (металлообработка), ООО фирма «Торговый Дом Ярмарка» (производство

пищевой продукции), АО "ДжиЭс-Нанотех" (производство микропроцессоров для потребительской электроники), а также ООО НПО "Диатех", ООО «Ракурс-инжиниринг», ООО «ХайТэк»). Полученный метод разработки интероперабельной программной инфраструктуры, позволяющий создавать многоагентные программные системы, интегрирующие неоднородные ресурсы для развития процесса информационного обмена между посетителями и музейными экспонатами рекомендуется использовать в музеях ПетрГУ, в СПИИРАН, в СПбГУ, в университете ЛЭТИ, в университете ИТМО и др. Предложенные теоретические и практические разработки могут быть использованы в учебном процессе в таких образовательных организациях, как ФГБОУ ВО СПбГУ, ФГАОУ ВО СПбГЭТУ «ЛЭТИ» и ФГАОУ ВО ИТМО.

Диссертационное исследование «Автоматизированная разработка интероперабельной программной инфраструктуры для организации совместно используемого информационного интернет-окружения» является научно-квалификационной работой и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учетной степени кандидата технических наук в соответствии с пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Автор диссертации, Марченков Сергей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 28 работ, из них опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России – 3, индексируемых в реферативных базах Web of Science и Scopus – 9.

Основные научные результаты опубликованы в 28 научных трудах общим объемом 9,63 п.л., из которых 10 статей объемом 6,55 п.л., выполнены в соавторстве, а 1 статья объемом 0,5 п.л. – лично. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Марченков С. А.** Автоматизация процессов программирования агентов на основе кодогенерации при построении семантических сервисов

интеллектуальных пространств. Часть 1 // Программная инженерия. – 2019. – Т. 10. – №. 6. – С. 257-264. (Перечень ВАК)

2. **Marchenkov S. A.**, Korzun D. G., Shabaev A. I., Voronin A. V. On applicability of wireless routers to deployment of smart spaces in Internet of Things environments // 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). – IEEE, 2017. – Vol. 2. – P. 1000-1005. *Личный вклад соискателя – 75%*. (Web of Science, Scopus)
3. **Marchenkov S.A.**, Vdovenko A.S., Petrina O.B., Korzun D.G. Smart museum of everyday life history in Petrozavodsk State University: Software design and implementation of the semantic layer // 21st Conference of Open Innovations Association (FRUCT). – IEEE, 2017. – P. 224-230. *Личный вклад соискателя – 33%*. (Scopus)
4. **Марченков С. А.**, Вдовенко А. С., Корзун Д. Ж. Расширение возможностей совместной деятельности в интеллектуальном зале на основе сервисов электронного туризма // Труды СПИИРАН. – 2017. – Т. 1. – №. 50. – С. 165-189. *Личный вклад соискателя – 40%*. (Перечень ВАК, Scopus)
5. Korzun D. G., **Marchenkov S. A.**, Vdovenko A. S., Petrina O. B. A semantic approach to designing information services for smart museums // International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems (IJERTCS). – 2016. – Vol. 7. – No. 2. – P. 15-34. *Личный вклад соискателя – 28%*. (Scopus)
6. Korzun D. G., **Marchenkov S. A.**, Vdovenko A. S., Borodulin A. N., Balandin S. I. Performance evaluation of Smart-M3 applications: A SmartRoom case study // 18th Conference of Open Innovations Association and Seminar on Information Security and Protection of Information Technology (FRUCT-ISPIT). – IEEE, 2016. – P. 138-144. *Личный вклад соискателя – 22%*. (Web of Science, Scopus)

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 93% от общего объёма текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве без ссылок на соавторов не выявлено. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах в диссертации отсутствуют.

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов, все отзывы положительные:

1) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (МГУ). Отзыв составил старший научный сотрудник лаборатории открытых информационных технологий факультета вычислительной математики и кибернетики, к.ф.-м.н. Намиот Дмитрий Евгеньевич. Замечания: Из описания реализации генератора не ясно существует ли возможность дополнительной конфигурации генератора (и требуется ли она) в случае использования другого промежуточного ПО и его функций. Одним из требований к разрабатываемой программной инфраструктуре является предоставление пользователям общего доступа к ресурсам, при этом, как организуется такой доступ при ограниченности ресурсов не упоминается. В работе не рассмотрены проблемы информационной безопасности.

2) ФГУ «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (ФНЦ НИИСИ РАН). Отзыв составил заместитель директора, к.т.н. Аряшев Сергей Иванович. Замечания: Отсутствует формальное описание основной задачи исследования, что говорит о существовании нескольких потенциальных вариантов ее решения. Отсутствие иллюстрирующих примеров в тексте автореферата затрудняет понимание представленных в нем теоретических положений. В описании предложенного метода разработки не рассматриваются возможности используемой вычислительной и сетевой аппаратно-программной базы.

3) ФГБУН «Институт прикладных математических исследований Карельского научного центра Российской академии наук» (ИПМИ КарНЦ РАН). Отзыв составил руководитель лаборатории телекоммуникационных систем ИПМИ КарНЦ РАН, д.т.н., доцент Печников Андрей Анатольевич. Замечания: Описание четвертой главы не дает возможность получить представление о проведенных экспериментальных исследованиях, не приведены показатели метрик входных онтологий для алгоритма, которые влияют на время генерации программного кода. Используемое понятие «совместно используемое информационное интернет-окружение» излишне глобально, в качестве конкретных примеров рассматривается организация совместно используемых информационных окружений только для

вычислительных сред интеллектуального зала, умного музея и промышленного предприятия.

4) ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ). Отзыв составил доцент кафедры сетей связи и систем коммутации, к.т.н. Деарт Владимир Юрьевич. Замечания: Разработка онтологии сервиса для совместно используемого информационного интернет-окружения основывалась на онтологии OWL-S, рекомендованной консорциумом W3C в качестве стандарта для сервисов Семантического веба, однако дополнительный анализ существующих онтологий в области Интернета вещей (например, онтологии Semantic Sensor Network и IoT-Lite) и включение их в разработанную онтологию позволили бы повысить интероперабельность полученных решений. Из автореферата неясно, как производился расчет времени передачи по сети (рис. 10).

5) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»» (НИТУ «МИСиС»). Отзыв составил заведующий кафедрой автоматизированных систем управления, д.т.н., профессор Темкин Игорь Олегович. Замечания: Пункт 5 в описании научной новизны результатов исследований, касающийся реализованного комплекса программных средств, является излишним и больше связан с практической значимостью работы. В описании главы 3 перечисляются полученные предметно-ориентированные модели проектирования сервисов для востребованных приложений совместно используемых информационных интернет-окружений, при этом обоснование востребованности таких приложений в автореферате не представлено. Из описания реализации генератора программного кода и алгоритма автоматизации программирования взаимодействия агентов не ясно, как происходит процесс регенерации кода по время жизненного цикла программных агентов, отвечающих за построение сервисов.

6) ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»). Отзыв составили профессор кафедры вычислительной техники, д.т.н., профессор Водяхо Александр Иванович и доцент кафедры вычислительной техники, к.т.н., доцент Пантелеев Михаил Георгиевич. Замечания: на с. 7 говорится, что «В программной

инфраструктуре эти элементы (вычислительные)» представлены агентами, каждый отвечает за определенный ресурс», при этом на Рисунке 3 и в формальном определении сервиса рассматривается только один ресурс. На с. 9 говорится, что «Логические выражения представлены как литералы (literals) в SPARQL-выражениях, определяемых с помощью класса SPARQL-Expression», имеются ли здесь в виду SPARQL-запросы, что автор понимает под логическим выражением в терминах спецификации SPARQL 1.1, не рассматривалась ли возможность использования для этих целей языка Shapes Constraint Language (SHACL)? Неясно, в каком виде в итоге формируются операции подписки – на уровне программных структур или SPARQL-запросов? Из текста автореферата не до конца понятно, что генерируется автоматически, а что должно создаваться вручную, генерируются ли автоматически свойства объекта-агента, значения которых инициализируются заранее составленными SPARQL-запросами, могут ли генерироваться более сложные алгоритмы? В каком виде задаются шаблоны и обработчики, используемые при генерации кода, могут ли они задаваться в виде онтологий, по которым затем генерируется код, как используются теги в шаблонах, можно ли использовать их для параметризации запросов? Какую часть (плагин) Protégé для каких задач автоматизированного проектирования предполагается использовать?

7) ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (ИТМО). Отзыв составил руководитель международной лаборатории «Интеллектуальные методы обработки информации и семантические технологии», к.т.н., доцент Муромцев Дмитрий Ильич. Замечания: Судя по описанию алгоритма, генерируется код для объектно-ориентированных языков, который может использовать сторонние библиотеки, функции многопоточной обработки данных и т.д., что ограничивает его применения для устройств с ограниченными вычислительными ресурсами. В автореферате приводится только одна из двух процедура кодогенерации программных механизмов взаимодействия, при этом обоснование важности выбора именно этой процедуры для краткого изложения отсутствует. Следовало бы привести конкретные работы исследователей в разделе «Степень разработанности темы».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что

Доктор физико-математических наук, профессор Терехов А.Н. является известным ученым в области создания технологий программирования и реализации систем реального времени (в том числе, встроенных систем), инжиниринга (и реинжиниринга) программного обеспечения;

кандидат технических наук Кринкин К.В. – известный специалист в области технологий разработки программного обеспечения, алгоритмов мобильных роботов (SLAM), технологий виртуализации и операционных систем, беспроводных технологий, интеллектуальных пространств;

ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (МГУ), является одним крупнейших университетов России и мира, известный в области инженерии программного обеспечения, разработки методов построения и сопровождения распределенных параллельных вычислительных программ, математической теории интеллектуальных систем и ее приложений, занимает лидирующее положение в ряде областей вычислительной математики и суперкомпьютерного моделирования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны алгоритмы автоматизации программирования агентов, позволяющие генерировать, в дополнение к объектной модели предметной области, элементы программной логики агентов, отвечающей за взаимодействие; методика проведения экспериментальных исследований для оценки трудозатрат на разработку сервисов за счет использования унифицированной онтологии сервиса и генератора программного кода взаимодействия агентов;

предложены:

метод разработки интероперабельной программной инфраструктуры СИИО, обеспечивающей информационно-управляемое взаимодействие агентов для интеграции динамических и неоднородных ресурсов при построении сервиса, метод позволяет снизить трудозатраты на разработку программной

инфраструктуры для сервисов СИИО за счет унифицированной и автоматизированной разработки сервиса как многоагентной системы;

концептуальная модель сервиса, позволяющая описывать с помощью онтологии сервиса варианты информационно-управляемого взаимодействия агентов для построения контекстных сервисов и их композиции на основе технологий Семантического веба, за счет такого унифицированного онтологического описания процессов построения сервиса, сервисы различных предметных областей приобретают возможность взаимодействовать друг с другом для решения совместных задач независимо от вычислительной среды, в которой разворачиваются СИИО;

алгоритм автоматизации программирования взаимодействия агентов, обеспечивающий кодогенерацию программных механизмов информационно-управляемого взаимодействия по заданной онтологии информационного сервиса, средняя доля автоматически сгенерированного программного кода для реализации интероперабельных структур модели данных и поведения агентов составляет 23,4%;

набор предметно-ориентированных моделей проектирования сервисов СИИО для востребованных приложений, что позволяет снизить трудозатраты на проектирование за счет предоставления разработчику архитектурных и поведенческих абстракций взаимодействия агентов при использовании предложенного метода;

комплекс программных средств в составе: а) генератор программного кода взаимодействия агентов; б) экспериментальные образцы предметно-ориентированных сервисов для вычислительных сред интеллектуального зала, умного музея и промышленного предприятия, на основе реализованного комплекса программных средств проведены экспериментальные исследования с целью оценки эффективности сформированного метода разработки программной инфраструктуры;

доказана перспективность использования предложенного метода для создания интероперабельной программной инфраструктуры и снижения трудозатрат на

разработку информационных сервисов как многоагентных распределенных систем с ориентацией на стандарты Семантического веба;

введены:

- требования к разработке интероперабельной программной инфраструктуры для организации СИИО, отвечающей за построение и выполнение контекстных сервисов с использованием интегрированных ресурсов и инструментальных средств программирования сервисов;

- формальное описание информационного сервиса, определяющее сервис как систему взаимодействующих агентов (распределенную динамическую систему) для реализации предписанной функции с привлечением доступных неоднородных ресурсов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны сформулированные в работе теоретические утверждения с использованием результатов проведенных экспериментальных исследований на основе полученной реализации генератора программного кода взаимодействия агентов и экспериментальных образцов предметно-ориентированных сервисов. Эти утверждения составляют основу процесса разработки программной инфраструктуры с использованием унифицированного моделирования сервиса как системы взаимодействующих агентов и автоматизированного программирования взаимодействия агентов на основе кодогенерации.

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы методы программирования распределенных и многоагентных систем, методы онтологического моделирования и Семантического веба, технологии интеллектуальных пространств и интеллектуальные Интернет-технологии;

изложены методологические основы разработки программного обеспечения для информационной сервис-ориентированной поддержки деятельности людей с использованием методов многоагентных систем и технологий Семантического веба;

раскрыты

проблемные аспекты применения имеющихся подходов в области программной интеграции между неоднородными информационными и техническими ресурсами за счет использования стандартов семантических веб-сервисов и многоагентных систем;

основные вопросы, связанные с унификацией процесса проектирования сервисов за счет использования стандартов для сервисов Семантического веба и автоматизацией программирования на основе кодогенерации;

основные этапы разработки интероперабельной программной инфраструктуры СИИО, трудозатраты на выполнение которых могут быть уменьшены за счет использования унифицированного онтологического описания сервиса и алгоритма автоматизации программирования взаимодействия агентов;

изучены существующие цифровые технологии поддержки деятельности людей и автоматизированные методы разработки программной инфраструктуры в области информационного обмена и оперативного анализа информации внутри цифровых окружений с множеством неоднородных и динамичных ресурсов, при этом отдельное внимание уделено рассмотрению инженерных подходов к разработке взаимодействующих систем и сервис-ориентированных архитектур;

проведена модернизация существующих методов построения многоагентных информационных систем в условиях периферийных и туманных вычислений за счет введения новых моделей проектирования сервисов и алгоритма автоматизации программирования взаимодействия агентов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены (указать степень внедрения) следующие результаты диссертационной работы:

– метод разработки программной инфраструктуры для организации совместно используемого информационного интернет-окружения;

– метод разработки интероперабельной программной инфраструктуры СИИО для унифицированной и автоматизированной разработки сервиса как

многоагентной системы, интегрирующей динамические и неоднородные ресурсы при построении сервиса

внедрены в учебном процессе кафедры информатики и математического обеспечения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петрозаводский государственный университет» в рамках дисциплины «Интеллектуальные сетевые пространства», которая входит в вариативную часть учебного плана основной образовательной программы магистратуры по направлениям подготовки «Прикладная математика и информатика» и «Информационные системы и технологии» для обеспечения студентов во время лабораторных работ современными знаниями о моделях проектирования сервисов и способах автоматизации программирования на основе онтологических моделей в области программной разработки совместно используемых информационных интернет-окружений;

– алгоритм автоматизации программирования взаимодействия агентов СИИО для кодогенерации программных механизмов информационно-управляемого взаимодействия по заданной онтологии информационного сервиса;

– концептуальная модель информационного сервиса СИИО для проектирования вычислительного процесса построения контекстных сервисов и их композиции на основе технологий Семантического веба с информационно-управляемым взаимодействием агентов;

– комплекс программных средств для метода разработки программной инфраструктуры СИИО

использованы в рамках коммерциализации результатов выполнения проекта от 30 июня 2014 г. № 14.574.21.0060 «Разработка технологии интеллектуализации локализованных вычислительных сред Интернета физических устройств для персонализированного построения и упреждающей доставки сервисов» ООО «Опти-Софт» для производства и развития высокотехнологической продукции в виде цифровых сервисов при разработке программного обеспечения информационно-управляемого взаимодействия в условиях Интернета вещей и больших данных;

– концептуальная модель информационного сервиса СИИО для проектирования вычислительного процесса построения контекстных сервисов и их композиции на основе технологий Семантического веба с информационно-управляемым взаимодействием агентов;

– предметно-ориентированная модель проектирования сервисов для разработки СИИО для мониторинга объектов физической среды

использованы ООО «ЦМИТ» (Центр молодежного инновационного творчества, Петрозаводск, республика Карелия) в исследованиях, направленных на разработку информационно-аналитических сервисов диагностики технического состояния и прогнозирования обслуживания производственного оборудования на основе оперативных данных измерений многопараметрического мониторинга в рамках выполнения НИОКР проекта № 44683 (2018-2020 гг.).

определены возможности и перспективы практического использования полученных результатов диссертации при исследовании вопросов самоорганизации агентов путем определения их функциональных ролей, онтологического моделирования семантики взаимодействия агентов и требуемых операций при построении сервиса, а также разработке программных средств оперативного сбора сведений о состоянии и доступных ресурсах;

создан комплекс программных средств в составе: а) генератор программного кода взаимодействия агентов на основе полученных алгоритма автоматизации программирования и концептуальной модели сервиса; б) экспериментальные образцы предметно-ориентированных сервисов для вычислительных сред интеллектуального зала, умного музея и промышленного предприятия – для оценки эффективности предложенного метода разработки программной инфраструктуры на этапах проектирования и программирования сервисов.

представлены предложения и направления для дальнейших научных исследований, в основу которых могут быть положены полученные модели проектирования сервиса и алгоритм автоматизации программирования взаимодействия агентов для создания многоагентной программной инфраструктуры, обеспечивающей информационное сопровождение сотрудников на роботизированном промышленном предприятии при решении задач

диагностики состояния и условий эксплуатации, предупреждения сбоев и интеллектуального управления обслуживанием производственного оборудования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на проверенном вычислительном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования, сделанные выводы подтверждены результатами анализа собранных данных с использованием современных программных средств;

достоверность полученных научных результатов подтверждается согласованностью основных положений с данными проведенных ранее исследований, а также с полученными программными реализациями и выполненными экспериментальными исследованиями; апробацией основных положений диссертации в научных работах, а также в процессе работы международных и российских научно-практических конференций, научных семинаров; положительными итогами практической реализации результатов работы.

теория построена на известных принципах программной инженерии, проверенных данных и фактах с использованием современных известных и апробированных методов исследования, согласуется с опубликованными частными результатами других исследователей;

идея базируется на анализе работ отечественных и зарубежных исследователей в области изучения свойств информационного обмена и оперативного анализа информации человеком с целью создания и применения цифровых технологий информационной поддержки деятельности людей в различных предметных областях;

использованы полученные характеристики для сравнения с данными, приведенными в современной научной литературе в области организации совместно используемых информационных интернет-окружений;

установлено качественное и количественное соответствие результатов решения задачи повышения эффективности разработки интероперабельной программной инфраструктуры совместно используемого информационного

интернет-окружения. При этом экспериментально подтверждено преимущество предложенного метода перед результатами, полученными другими исследователями;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, методики проведения вычислительного эксперимента для анализа распределенных систем.

Личный вклад соискателя состоит в:

- анализе результатов современных исследований в области информационного обмена и анализа на основе многоагентных систем и технологий Семантического веба;

- исследовании существующих методов разработки интероперабельных программных инфраструктур для организации совместно используемых информационных интернет-окружений;

- формировании концептуального описания понятия «совместно используемого информационного интернет-окружения» на основе определяющих структурных понятий и отношений между ними;

- формировании основных требований (функциональные, нефункциональные, требования к разработке сервисов) к разработке программной инфраструктуры совместно используемого информационного интернет-окружения, отвечающей за интеграцию разнообразных ресурсов;

- разработке и обосновании нового метода разработки интероперабельной программной инфраструктуры совместно используемого информационного интернет-окружения для интеграции разнообразных ресурсов за счет унификации процесса разработки сервисов как системы взаимодействующих агентов с поддержкой автоматизации программирования взаимодействия агентов;

- разработке концептуальной модели информационного сервиса совместно используемого информационного интернет-окружения, предназначенной для проектирования сервиса как системы взаимодействующих агентов за счет создания унифицированного онтологического описания процессов построения сервиса с

учетом контекста взаимодействующих агентов и задействованных ресурсов на основе технологий Семантического веба;

- разработке алгоритма автоматизации программирования взаимодействия агентов для кодогенерации программных механизмов информационно-управляемого взаимодействия по заданной онтологии информационного сервиса;

- разработке набора предметно-ориентированных моделей проектирования сервисов для разработки совместно используемого информационного интернет-окружения на основе шаблонных решений для востребованных приложений: а) распознавание присутствия и анализ активности пользователей, б) сопровождение и визуализация плана деятельности людей, в) совместное пополнение информационного содержимого знаниями о предметной области, г) мониторинг объектов физической среды.

- разработке комплекса программных средств для предложенного метода разработки программной инфраструктуры в составе: генератор программного кода взаимодействия агентов; экспериментальные образцы предметно-ориентированных сервисов для вычислительных сред интеллектуального зала, умного музея и промышленного предприятия;

- формировании методики проведения экспериментального исследования с целью оценки эффективности метода разработки программной инфраструктуры на этапах проектирования и программирования сервисов;

- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет считает, что Марченков С.А. в своей диссертационной работе решил научную задачу по повышению эффективности разработки интероперабельной программной инфраструктуры совместно используемого информационного интернет-окружения, имеющую важное значение в развитии теории и практики методов программной инженерии, направленных на автоматизацию процессов разработки многоагентных распределенных систем с ориентацией на стандарты сервисов Семантического веба.

На заседании 26.12.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Марченкову С.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 21, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета,

доктор технических наук,

член-корреспондент РАН

Юсупов Рафаэль Мидхатович

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат технических наук

Зайцева Александра Алексеевна

26.12.2019 г.