

В диссертационный совет Д 002.199.01  
при Федеральном государственном  
бюджетном учреждении науки Санкт-  
Петербургском институте  
информатики и автоматизации  
Российской академии наук  
(СПИИРАН)  
199178, Россия, Санкт-Петербург, 14  
линия, дом 39

### О Т З Ы В

официального оппонента Кринкина Кирилла Владимировича  
на диссертационную работу Марченкова Сергея Александровича  
на тему «Автоматизированная разработка интероперабельной программной инфраструктуры  
для организации совместно используемого информационного интернет-окружения»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных  
машин, комплексов и компьютерных сетей

**Актуальность темы диссертационного исследования.** Для обеспечения информационного обмена в коллективе людей при решении ими общей задачи создаются технологически оснащенные информационные окружения – совместно используемое информационное интернет-окружение (СИИО). Программно-аппаратное обеспечение таких окружений реализует оперативную информационную поддержку и взаимодействие пользователей по обмену информацией посредством предоставления цифровых сервисов с доступом к глобальной сети Интернет и совместного использования доступных ресурсов (создание общего рабочего пространства для людей). Очевидно, что применение СИИО формирует актуальное направление процесса цифровизации различных сфер жизни общества (экономика, образование, культура, наука). В целом, СИИО реализует концепцию окружающего интеллекта, что актуально с точки зрения развития и применения технологий искусственного интеллекта для условий современного интернет.

В диссертационной работе предлагается использовать подход интеллектуальных пространств для создания СИИО. Существующие методы разработки программной инфраструктуры приводят к значительным трудозатратам на создание и сопровождение соответствующего программного обеспечения. Интеграция неоднородных и динамичных информационных, технических и экспертных ресурсов и обеспечение интероперабельности

программных агентов при построении сервисов является одной из ключевых задач исследования. Сервис строится как многоагентная система с информационно-управляемым взаимодействием на основе технологий Семантического веба.

В соответствии с вышесказанным, тема диссертационного исследования, направленная на решение научной задачи по повышению эффективности разработки программной инфраструктуры СИИО, представляется актуальной.

**Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.** Результаты диссертационного исследования опираются на проведенный анализ результатов современных исследований российских и зарубежных ученых в области информационного обмена и анализа, а также на выполненный обзор существующих решений для совместно используемых информационных интернет-окружений, моделей проектирования сервисов, алгоритмов автоматизации программирования агентов и методов разработки программных инфраструктур.

Для достижения цели по повышению эффективности разработки интероперабельной программной инфраструктуры СИИО в тексте работы обоснована необходимость унифицированного моделирования сервиса как системы взаимодействующих агентов и автоматизированного программирования взаимодействия на основе кодогенерации.

Достоверность научных результатов подтверждается согласованностью основных положений с данными проведенных ранее исследований, а также с полученными программными реализациями и выполненными экспериментальными исследованиями. Основные научные положения прошли апробацию в процессе работы международных и российских научно-практических конференций, научных семинаров.

По результатам диссертационного исследования опубликовано 28 научных работ и приравненных к ним публикаций, в том числе 3 работы в журналах из списка ВАК, 9 работ в международных изданиях, индексируемых в реферативных базах Web of Science и Scopus, 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Таким образом, основные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе научно обоснованы, достоверны и аргументированы.

**Научная новизна результатов исследования.** Научная новизна проведенного исследования и личный вклад автора в развитие методологических основ разработки ПО для информационной сервис-ориентированной поддержки деятельности людей характеризуется следующими пунктами:

- предложен метод разработки интероперабельной программной инфраструктуры СИИО, отличающийся возможностью унифицированной и автоматизированной разработки

сервиса как системы с информационно-управляемым взаимодействием агентов для интеграции динамических и неоднородных ресурсов при построении сервиса;

- предложена концептуальная модель информационного сервиса СИИО, отличающаяся возможностью онтологического описания информационно-управляемого взаимодействия агентов для построения контекстных сервисов и их композиции на основе технологий Семантического веба;

- предложен алгоритм автоматизации программирования взаимодействия агентов СИИО, отличающийся возможностью кодогенерации программных механизмов информационно-управляемого взаимодействия для построения сервиса, в дополнение к структурам данных предметной области;

- предложен набор предметно-ориентированных моделей проектирования сервисов СИИО, отличающихся предоставлением разработчику архитектурных и поведенческих абстракций информационно-управляемого взаимодействия агентов как шаблонных решений для востребованных приложений СИИО в составе: 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.

Также стоит отметить значимость комплекса программных средств, разработанного в соответствии с предложенными новым методом, моделями и алгоритмом, на основе которого выполнены экспериментальные исследования, следуя авторской методике для оценки трудозатрат на разработку сервисов.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследования.** Предложенный в работе метод разработки развивает научные основы построения многоагентных информационных систем в условиях периферийных и туманных вычислений за счет введения новых моделей проектирования сервисов и алгоритма автоматизации программирования взаимодействия агентов. Достигается снижение трудозатрат на разработку и сопровождение сервисов СИИО. Реализован генератор программного кода участвующих в построении сервисов взаимодействующих агентов на основе онтологии предметной области и онтологии спецификации сервисов, который позволяет снизить трудозатраты на разработку и сопровождение СИИО. Получены экспериментальные образцы ПО и оценки их эффективности, допускающие практическое использование при разработке вычислительных сред интеллектуального зала, умного музея и промышленного предприятия.

Практическая значимость подтверждается актами о внедрении и об использовании результатов диссертационной работы. Результаты используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» при проведении лабораторных работ

для дисциплины «Интеллектуальные сетевые пространства». Сформированный метод используется ООО «Опти-Софт» для производства и развития цифровых сервисов при создании программного обеспечения информационно-управляемого взаимодействия в условиях Интернета вещей и больших данных. Полученные результаты экспериментально используются ООО «ЦМИТ» при разработке программно-аппаратных комплексов мониторинга производственного оборудования (для различных видов станков).

Таким образом, диссертационное исследование не вызывает сомнения в своей теоретической и практической значимости для развития современной науки в области автоматизированной разработки ПО, обеспечивающего семантическую интероперабельность агентов при построении сервисов на основе интеграции ресурсов для решения задач информационного обмена и оперативного анализа информации.

**Замечания.** Следует отметить, что работа не лишена недостатков, а именно:

1. При описании предложенного алгоритма автоматизации программирования взаимодействия агентов явно не выделены классы языков программирования, для которых осуществляется и может осуществляться кодогенерация. В качестве примеров приводятся представители объектно-ориентированных языков программирования (C++, Python), однако схожие процедуры кодогенерации могут применяться и для стандартизированных процедурных языков (например, C).

2. Представленный метод обеспечивает возможность унифицированной и автоматизированной разработки сервисов как систем с информационно-управляемым взаимодействием агентов для интеграции ресурсов, используя и связывая внутри себя другие результаты исследования. Вместе с тем, окончательно не ясно, насколько метод является независимым научным результатом, и может ли он использовать внутри себя другие, отличные от предложенных, модели и алгоритмы для разработки сервисов.

3. Одной из составляющей предложенной концептуальной модели сервиса являются типовые модели информационно-управляемого взаимодействия агентов, которые направлены на упрощение процесса проектирования сервисов. Однако такие модели предлагаются без описания конкретного протокола взаимодействия и основываются только на наборе ролей агентов, их шаблоне взаимодействия и передаваемых между ними данных.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы С.А. Марченкова, которая характеризуется достаточной степенью актуальности и научной новизны.

**Заключение.** Диссертационная работа С.А. Марченкова представляет собой целостную и законченную научно-квалификационную работу, в которой успешно решена актуальная научно-техническая задача по повышению эффективности разработки интероперабельной

программной инфраструктуры совместно используемого информационного интернет-окружения. Полученные результаты имеют научную значимость в развитии методологических основ разработки ПО для информационной сервис-ориентированной поддержки деятельности людей с использованием методов многоагентных систем и технологий Семантического веба.

Проведенное исследование выполнено автором самостоятельно на высоком научно-техническом уровне. Опубликованные научные работы и приравненные к ним публикации достаточно полно отражают основные результаты диссертационной работы. Автореферат в полной степени соответствует содержанию работы. Тема и содержание работы соответствует п. 3 и п. 8 паспорта специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Исходя из вышеуказанного, можно сделать вывод, что диссертационная работа на тему «Автоматизированная разработка интероперабельной программной инфраструктуры для организации совместно используемого информационного интернет-окружения» удовлетворяет всем требованиям в соответствии с пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, 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.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук,  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»,  
доцент, заведующий кафедрой математического обеспечения и применения ЭВМ

«14» 11 2019 г.

Кринкин Кирилл Владимирович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

Адрес: 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5

Телефон: +7 (812) 234-26-82

E-mail: kirill.krinkin@moevm.info

ПОДПИСЬ ЗАВЕ  
НАЧАЛЬНИК  
Т.Л. РУСЯЕ