

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.206.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30.06.2022 г. № 2

О присуждении Пиманову Илье Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Алгоритмическое и программное обеспечение автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов» по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите 28 апреля 2022 г., протокол заседания № 1 диссертационным советом 24.1.206.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия ВО, дом 39, утвержден приказом Минобрнауки России №105/нк от 11 апреля 2012 г. (с изменениями согласно приказам №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., №467/нк от 4 августа 2020 г., №804/нк от 16 декабря 2020 г., №561/нк от 03 июня 2021 г., №384/нк от 19 апреля 2022г.).

Соискатель Пиманов Илья Юрьевич, 27 июля 1991 года рождения, в 2018 году закончил очную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН). Диплом об окончании аспирантуры 107824 3757173, выдан 04 июля 2018 года СПИИРАН. Справка об обучении (сдаче кандидатских экзаменов) № 21/211 от 17 мая 2018 года выдана Федеральным

государственным бюджетным учреждением науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН).

В настоящее время Пиманов Илья Юрьевич работает младшим научным сотрудником лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН).

Диссертация выполнена в лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор ЗЕЛЕНЦОВ Вячеслав Алексеевич, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), лаборатория информационных технологий в системном анализе и моделировании, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

АЛЕКСЕЕВ Анатолий Владимирович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», кафедра судовой автоматики и измерений, профессор;

ХОМОНЕНКО Анатолий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра информационных и вычислительных систем, профессор.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» (СПбГТИ(ТУ)), г. Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном Халимон Викторией Ивановной, доктором технических наук, профессором, кафедра системного анализа и информационных технологий, профессор, Проститенко Олегом Владимировичем, кандидатом технических наук, доцентом, кафедра системного анализа и информационных технологий, доцент и утвержденном Шевчиком Андреем Павловичем, доктором технических наук, доцентом, ректором СПбГТИ(ТУ), указала, что в целом диссертация Пиманова И.Ю. является законченной научно-квалификационной работой, характеризующейся новизной, актуальностью, теоретической значимостью и практической ценностью результатов. Результаты являются достоверными и научно обоснованными. В работе успешно решена актуальная научная задача разработки алгоритмического и программного обеспечения автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов.

Основными научными результатами, обладающими научной новизной, являются разработка:

- способа алгоритмизации взаимодействия программных средств, основанного на новой интерпретации применения нотации BPMN (Business Process Model and Notation) для описания информационных процессов распределенной системы комплексного моделирования и позволяющего автоматизировать решение тематических задач этой системой на основе технологий визуального программирования;

- алгоритма формирования и технологии реализации функциональной структуры программного обеспечения (ПО) распределенной системы комплексного моделирования при решении тематических задач, позволяющих осуществлять обоснованное определение состава моделирующих сервисов в процессе функционирования системы на базе модели многокритериального выбора;

- способа интеграции разнородных данных, необходимых для реализации технологий комплексного моделирования, отличающегося от известных

формированием дополнительного слоя абстракции данных и позволяющего автоматизировать взаимодействие между сервисами моделирования и разнородными информационными ресурсами поставщиков данных;

– методики валидации программных средств распределенной системы комплексного моделирования речных наводнений, отличающейся от имеющихся применением алгоритма совместного использования программных средств обработки оптических и радарных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и метода контрольных точек, и обеспечивающей непрерывное оценивание качества функционирования системы в автоматическом режиме;

– программного прототипа программного комплекса распределенной системы комплексного моделирования (ПК РСКМ на основе сервис-ориентированной архитектуры, позволяющего организовать совместную работу распределенных компонентов систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов (ППТО) и обеспечившего автоматизацию функционирования системы многомодельного оперативного прогнозирования речных наводнений.

Предложенные в диссертации методическое и алгоритмическое обеспечение автоматизации функционирования систем комплексного моделирования могут найти применение при решении задач создания средств моделирования ППТО в чрезвычайных ситуациях в организациях МЧС России: ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России», ГУ «Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России».

Разработанный прототип ПК РСКМ целесообразно использовать при создании систем моделирования наводнений и других стихийных бедствий в Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) для использования территориальными управлениями на конкретных участках местности.

Предложенный способ интеграции разнородных данных, включая данные ДЗЗ, рекомендуется использовать в организациях Роскосмоса (АО «Российские космические системы», АО «Научно-исследовательский институт точных

приборов») при создании комплексов автоматизации обработки данных с космических аппаратов и сервисов мониторинга и управления развитием территорий на базе данных ДЗЗ.

Диссертация содержит корректное описание полученных автором новых научных результатов. Автореферат полно и правильно отражает основные положения и результаты диссертационной работы.

Диссертационная работа Пиманова И.Ю. по содержанию, научному уровню и степени завершенности исследования соответствует критериям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 11.09.2021 № 1539), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Пиманов Илья Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры системного анализа и информационных технологий, на котором присутствовало 11 сотрудников, протокол №8 от 06 июня 2022 г.

Соискатель имеет 59 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 59 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 13 работ, по специальности — 5, индексируемых в WoS/Scopus – 13, имеется 11 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные научные результаты опубликованы в 59 научных трудах общим объемом 74.7 п.л., из которых объем личного вклада соискателя составляет 11.5 п.л. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А, **Пиманов И.Ю.** Выбор архитектуры систем интеграции разнородных информационных ресурсов при комплексном моделировании природно-технических объектов // Информатизация и связь. 2021. № 7. С. 72-77. DOI: 10.34219/2078-8320-2021-12-7-72-77. *Личный вклад соискателя – 35%.*

2. **Пиманов И.Ю.** Автоматизация выбора функциональной структуры системы комплексного моделирования чрезвычайных ситуаций // Информатизация и связь. 2021. № 2. С. 15-21. DOI: 10.34219/2078-8320-2021-12-2-15-21 *Личный вклад соискателя – 100%*.
3. Зеленцов В.А., Пономаренко М.Р., **Пиманов И.Ю.** Тематические сервисы анализа состояния лесного покрова с использованием данных дистанционного зондирования из космоса // Информатизация и связь. 2020. №5. С.175-181. DOI: 10.34219/2078-8320-2020-11-5-175-181 *Личный вклад соискателя – 35%*.
4. Потрясаев С.А., **Пиманов И.Ю.** Управление информационными процессами в системах моделирования природных объектов // Информатизация и связь. 2020. №5. С.182-187. DOI: 10.34219/2078-8320-2020-11-5-182-187. *Личный вклад соискателя – 50%*.
5. **Пиманов И.Ю.** Обеспечение доступа к данным дистанционного зондирования Земли из космоса при мониторинге и управлении развитием территорий // Информатизация и связь. 2019. №3. С.112-116. DOI:10.34219/2078-8320-2019-10-3-112-116. *Личный вклад соискателя – 100%*.
6. Зеленцов В.А., Алабян А.М., Крыленко И.Н., **Пиманов И.Ю.**, Пономаренко М.Р., Потрясаев С.А., Семёнов А.Е., Соболевский В.А., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Модельно-ориентированная система оперативного прогнозирования речных наводнений // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 8. С. 831-843. DOI: 10.31857/S0869-5873898831-843. *Личный вклад соискателя – 10%*.
7. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., **Пиманов И.Ю.**, Пономаренко М.Р. Автоматизация мониторинга и комплексного моделирования гидрологической обстановки в бассейнах рек // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 55. 2019. Стр. 74-85. DOI: 10.33933/2074-2762-2019-55-74-85. *Личный вклад соискателя – 25%*.
8. **Пиманов И.Ю.** Программные инструментальные средства для комплексного моделирования при мониторинге и прогнозировании развития чрезвычайных ситуаций с использованием данных дистанционного зондирования

Земли // Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61, № 11. DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-11-988-996. *Личный вклад соискателя – 100%*.

9. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., **Пиманов И.Ю.**, Пономаренко М.Р. Использование данных космического радиолокационного зондирования при анализе зон затопления в половодье // Инженерные изыскания. 2018. Том XII. № 7–8. С. 54–60, DOI: 10.25296/1997-8650-2018-12-7-8-54-60. *Личный вклад соискателя – 25%*.

10. Krylenko I., Alabyan A., Aleksyuk A., Belikov V., Sazonov A., Zavyalova E., **Pimanov I.**, Potryasaev S., Zelentsov V. Modeling Ice-Jam Floods in the Frameworks of an Intelligent System for River Monitoring // Water Resources. 47. 2020. P. 387-398. DOI: 10.1134/S0097807820030069. *Личный вклад соискателя – 10%*.

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 85% 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 ученой степени работах в диссертации отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов, все отзывы положительны:

1. АО «Центр технологии судостроения и судоремонта». Отзыв составили начальник сектора НТФ «Судотехнология», к.т.н. Красильников А.В., начальник сектора НТФ «Судотехнология», д.т.н. Петров Н.В., главный ученый секретарь АО «ЦТСС», д.т.н., главный научный сотрудник Герасимов Н.И. Замечания: автором диссертационной работы не поставлена задача о возможной перспективе реализации научных разработок в народном хозяйстве РФ по прогнозированию и возможной выработке мероприятий по защите территории от речных наводнений, населения и расположенной инфраструктуры. В автореферате диссертации не поставлена задача и отсутствует раздел по определению ожидаемого экономического эффекта от внедрения научных разработок автора. Что снижает значимость работы в целом. Все представленные рисунки в автореферате выполнены в масштабе, не представляющем возможность освоить их текст, что в целом снижает полноценное

восприятие иллюстрируемого материала. Не понятен смысл приведенных примеров листингов 1 и 2, так как они практически ничего не поясняют и не дают полного качественного представления о разработках автора.

2. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет». Отзыв составил профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий, д.т.н. Горохов А.В. Замечания: на рисунке 5 указано, что в состав разработанной автором системы комплексного моделирования входит сервис публикации результатов моделирования, однако, из текста автореферата неясно, каким образом выполнена его программная реализация: в тексте упомянуто использование технологий веб-картографии, также сказано, что результаты публикуются на ГИС-платформе. Из текста автореферата неясно, каким образом осуществляется загрузка данных в указанный на рисунке 5 сервис использования разнородных данных ДЗЗ и какие сторонние системы могут быть использованы для получения материалов космической съёмки.

3. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет». Отзыв составил доцент кафедры картографии и геоинформатики, заведующий кафедрой, к.т.н. Паниди Е.А. Замечания: из текста автореферата и иллюстраций (стр. 12) неочевидно, каким образом выполняется зонирование моделируемой территории при уточнении параметров вычислительных моделей на основе сетки контрольных точек; формализован ли процесс зонирования и параметризации. Учитывая предметную направленность исследования и научную специальность, по которой защищается работа, аббревиатуру «ГИС», используемую на стр. 16 автореферат, следовало расшифровать. Следовало уточнить авторский вклад в разработки (алгоритмические и программные), освещённые в 3 и 4 главах, из текста автореферата он не очевиден.

4. СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр». Отзыв составил: ведущий аналитик отдела развития и проектирования информационно-аналитических систем, к.т.н. Санковский А.А. Замечания: формулировка пункта 5 научной новизны «Разработан полнофункциональный программный прототип...» говорит в большей степени о практическом, а не научном результате. Требуют дополнительного пояснения термины «ГИС-

платформа» и «ГИС-технологии», стр. 15, так как данная аббревиатура встречается в значениях «глобальная информационная система», «геоинформационная система», «географическая информационная система» и т.п. Качество изображения рисунков 1 и 2 значительно затрудняет их восприятие.

5. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». Отзыв составила профессор кафедры компьютерных технологий и программной инженерии, д.т.н., доцент Колесникова С.И. Замечания: из текста автореферата не совсем понятно, почему для построения распределенной системы комплексного моделирования РСКМ автором была выбрана именно сервис-ориентированная архитектура. Одним из защищаемых автором научных положений является методика валидации программных средств распределенных систем комплексного моделирования речных наводнений на основе использования данных дистанционного зондирования Земли, однако, из текста автореферата не совсем понятно, данные с каких космических аппаратов были использованы в ходе диссертационных исследований.

6. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Отзыв составил директор Высшей школы киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий, д.т.н., профессор Шкодырев В.П. Замечания: при описании процесса интеграции данных приведён пример семантического описания одного из получаемых значений, однако нет сведений о том, каким образом осуществляется доступ моделей к слою абстракции данных. Метод контрольных точек использует узлы нерегулярной сетки, предлагая оценивать средствами ДЗЗ наличие или отсутствие водной поверхности в этих точках. Из автореферата не ясно, решал ли соискатель задачу согласования пространственного разрешения модельной сетки и растрового спутникового изображения.

7. ФГБУН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук. Отзыв составила главный научный сотрудник, д.т.н. Захарова А.А. Замечания: значительная часть экспериментальных исследований выполнена на примере распределенной системы комплексного моделирования речных наводнений. При этом в автореферате не приведены сведения о возможности

распространения полученных результатов на другие типы природных и природно-технических объектов и возникающие при этом ограничения. Как следует из автореферата, одним из компонентов программного обеспечения при использовании комплексного моделирования является реестр сервисов. Однако не показано, каким образом он должен формироваться и какие требования к нему предъявляются.

8. ФГБУ «Государственный гидрологический институт». Отзыв составил директор ФГБУ «ГГИ», к.г.н. Журавлев С.А. Замечания: в диссертации не отражено, какие из компонентов созданного программного комплекса системы моделирования наводнений являются универсальными, а какие требуют переработки либо донастройки при изменении объектов моделирования или при изменении гидравлических условий, в частности, при оперативном проведении противопаводковых мероприятий. Из материалов автореферата неясно, на каком уровне осуществляется интеграция оптических и радарных данных дистанционного зондирования Земли при формировании базы сравнения для решения задачи валидации программного комплекса моделирования. В диссертации не представлены методы параметрической адаптации и обоснования, в том числе с учетом ледовых явлений, коррекции коэффициентов шероховатости, с помощью которых осуществляется приближение моделируемой зоны к фактической.

9. ООО «Геонавигатор». Отзыв составили директор ООО «Геонавигатор», к.т.н., профессор АВН Пухов Г.Г., технический директор ООО «Геонавигатор», к.т.н., доцент Мороз Н.В. начальник экономического отдела, к.э.н. Жугайло Г.Ю. Замечания: автору следовало более конкретно определить тип моделирующих программных средств и систем, для которых применимы полученные в диссертации результаты. В интерфейсе разработанной системы при решении задачи моделирования наводнений визуализируется состав объектов инфраструктуры, попадающих в зону затопления. При этом неясно, какая информация используется для оценивания ущерба и каким образом выполняется такое оценивание в автоматическом режиме.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н., профессор Алексеев А.В. является известным ученым в области в области

компьютерного моделирования, квалиметрии моделей и полимодельных комплексов; д.т.н., профессор Хомоненко А.Д. – известный специалист в области разработки методов, технологий и программных инструментов обработки разнородных и больших данных, создания информационных систем мониторинга и моделирования сложных объектов; ведущая организация, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», является известной как в России, так и за рубежом организацией в области разработки математического и программного обеспечения для создания систем мониторинга, моделирования и поддержки принятия решений в различных предметных областях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная концепция создания методического, алгоритмического и программного обеспечения для систем комплексного моделирования сложных объектов, позволяющая обеспечить полную автоматизацию функционирования подобных систем;

предложены:

- модель алгоритмизации взаимодействия программных средств, основанный на интерпретации применения нотации BPMN для описания информационных процессов распределенной системы комплексного моделирования и позволяющий автоматизировать решение тематических задач этой системой на основе технологий визуального программирования;

- алгоритм формирования и технология реализации функциональной структуры ПО распределенной системы комплексного моделирования при решении тематических задач, позволяющие осуществлять обоснованное определение состава моделирующих сервисов в процессе функционирования системы на базе модели многокритериального выбора;

- оригинальный способ интеграции разнородных данных, необходимых для реализации технологий комплексного моделирования, отличающийся от известных формированием дополнительного слоя абстракции данных и

позволяющий автоматизировать взаимодействие между сервисами моделирования и разнородными информационными ресурсами поставщиков данных;

- методика валидации программных средств распределенной системы комплексного моделирования речных наводнений, отличающаяся от имеющихся применением алгоритма совместного использования программных средств обработки оптических и радарных данных ДЗЗ и метода контрольных точек и обеспечивающая непрерывное оценивание качества функционирования системы в автоматическом режиме;

- полнофункциональный программный прототип ПК РСКМ на основе сервис-ориентированной архитектуры, позволяющий организовать совместную работу распределенных компонентов систем комплексного моделирования ППТО и впервые обеспечивший полную автоматизацию системы многомодельного оперативного прогнозирования речных наводнений;

доказана перспективность использования предложенных алгоритмов, методик и программного обеспечения для создания распределенных систем моделирования, требующих использования комплекса моделей и разнородных исходных данных при решении тематических задач;

введены:

- новое понятие слоя абстракции данных, описывающего предложенный способ совместного использования разнородных пространственных и непространственных данных при функционировании программных комплексов распределенных систем моделирования сложных объектов;

- новое применение нотации BPMN для алгоритмизации взаимодействия компонентов программных комплексов распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность полной автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования, включая этапы выбора состава моделирующих сервисов, сбора и совместной обработки необходимых исходных данных, интерпретации и визуализации результатов, за счет применения предложенных алгоритмов многокритериального выбора, способов алгоритмизации

функционирования компонентов программного комплекса и совместной обработки разнородных данных;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы квалиметрии моделей и полимодельных комплексов, многокритериального анализа и принятия решений, методы и технологии интеграции разнородных данных, объектно-ориентированного программирования, геоинформационного анализа, технологии виртуализации и контейнеризации приложений;

изложены алгоритмические и методические основы автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов;

раскрыты проблемные аспекты

– применения традиционных и современных подходов к автоматизации распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов;

– автоматизации выбора и адаптации параметров моделирующих сервисов в программных комплексах распределенных систем комплексного моделирования;

– интегрированной обработки разнородных данных в распределенных системах комплексного моделирования;

– организации взаимодействия распределенных компонентов систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов;

изучены существующие методы, технологии и программные инструменты, обеспечивающие возможность автоматизации моделирования сложных объектов, и их применимость при использовании концепции комплексного моделирования природных и природно-технических объектов;

проведена модернизация алгоритмического обеспечения и программных инструментов по организации взаимодействия компонентов распределенных программных средств и систем, а также методов и технологий интегрированной обработки разнородных данных, для обеспечения возможности автоматизации

функционирования систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов.

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

разработаны и внедрены следующие результаты диссертационной работы:

– методика и алгоритмы для организации взаимодействия аппаратно-программных средств сбора и обработки исходных наземно-космических данных, выбора и настройки моделей, интерпретации и визуализации результатов моделирования речных наводнений;

– программный комплекс для автоматизации функционирования распределенной системы комплексного моделирования речных наводнений на реке Северная Двина,

внедрены в учебный процесс на кафедре гидрологии суши географического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» и используются в лекционных и практических занятиях по курсу «Моделирование гидрологических процессов» по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология» уровня высшего образования магистратура;

–методическое и алгоритмическое обеспечение для организации совместного функционирования аппаратно-программных средств сбора наземно-космических данных, гидрологических и гидродинамических моделей;

–комплекс программных средств для автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования речных наводнений и визуализации результатов моделирования,

использованы ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук» для апробации системы автоматизированного прогнозирования речных наводнений на базе моделей ECOMAG и STREAM-2D (в рамках проекта «Методология и сервис-ориентированная технология создания и использования системы комплексного автоматизированного моделирования природных и природно-технических объектов и ее реализация для оперативного прогнозирования речных наводнений») и показали возможность повышения оперативности и

наглядности предоставления результатов прогнозирования конечным пользователям;

– программный комплекс для автоматизации функционирования распределенной системы комплексного моделирования речных наводнений

использован в ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» как дополнительное средство наблюдений при мониторинге наводнений на участке реки Северной Двины от г. Великий Устюг до г. Котлас. С помощью программного комплекса обеспечивалась автоматизация получения и обработки данных об уровне и расходе воды, поставляемых Северным УГМС, загрузка данных в расчетные модели, загрузка спутниковых данных, интерпретация и визуализация результатов оперативного прогнозирования наводнений в виде динамической цифровой карты зон и глубин затоплений. Положительный эффект от использования разработанного программного комплекса заключается в повышении оперативности и наглядности фактической обстановки для оценки складывающейся обстановки.

определены возможности и перспективы практического использования полученных результатов диссертации при создании программных средств и систем автоматизации мониторинга и моделирования природных и природно-технических объектов различного типа;

создана полнофункциональная программная реализация прототипа комплекса распределенной системы комплексного моделирования на основе сервис-ориентированной архитектуры применительно к задаче оперативного прогнозирования речных наводнений, отличительная особенность которого заключается в обеспечении полной автоматизации всех этапов работы распределенных компонентов системы комплексного моделирования и их совместного функционирования;

представлены предложения и направления для дальнейших научных исследований, в основу которых могут быть положены разработанные алгоритмическое и программное обеспечение.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность полученных результатов подтверждена проведением всестороннего анализа состояния исследований в области создания алгоритмического и программного обеспечения комплексного моделирования сложных систем, согласованностью результатов разработки с результатами экспериментальных исследований созданного программного комплекса, апробацией основных теоретических положений диссертации в печатных трудах и докладах на научно-практических конференциях, результатами внедрения разработанного алгоритмического и программного обеспечения;

теория построена на известных принципах, проверенных данных и фактах с использованием современных известных и апробированных методов интеграции разнородных данных, организации взаимодействия программ и программных систем, квалиметрии моделей и полимодельных комплексов, согласуется с опубликованными частными результатами других исследователей;

идея базируется на анализе работ отечественных и зарубежных исследователей в области создания алгоритмического и программного обеспечения обработки данных и организации взаимодействия программ и программных систем, квалиметрии моделей и полимодельных комплексов;

использованы полученные характеристики научно-методического обеспечения и программного комплекса для сравнения с данными, приведенными в современной научной литературе по проектированию программ и программных систем и организации взаимодействия компонентов распределенных программных комплексов

установлено качественное и количественное соответствие результатов разработки алгоритмического и программного обеспечения автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования результатам аналогичных исследований и экспериментальной проверки, при этом подтверждено преимущество предложенного подхода перед результатами, полученными другими авторами;

использованы современные технологии сервис-ориентированной и микросервисной архитектуры, виртуализации и контейнеризации приложений, высокоуровневых языков программирования и открытых программных библиотек,

а также современные методики и технологии сбора и предобработки исходных данных для функционирования распределенных систем комплексного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в:

- анализе современного состояния исследований в области создания систем автоматизации комплексного моделирования природных и природно-технических объектов;
- синтезе способа алгоритмизации взаимодействия программных средств распределенной системы комплексного моделирования;
- разработке алгоритма формирования и технологии реализации функциональной структуры ПО распределенной системы комплексного моделирования при решении тематических задач;
- разработке способа интеграции разнородных данных в системах комплексного моделирования;
- создании методики валидации программных средств распределенных систем комплексного моделирования речных наводнений на основе использования данных дистанционного зондирования Земли;
- разработке полнофункционального программного прототипа ПК РСКМ, обеспечивающего автоматизацию комплексного моделирования ППТО на примере оперативного прогнозирования речных наводнений;
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Не вполне понятно, почему для построения распределенной системы комплексного моделирования автором была выбрана именно сервис-ориентированная архитектура.
2. Принцип работы слоя абстракции данных представляется лишь одним примером источника данных – гидропостом. Отсутствие других форматов описания объектов гидротехнической инфраструктуры видится существенным ограничением применимости диссертационной работы.

3. Экспериментальная проверка полученных результатов проведена на примере системы прогнозирования речных наводнений. Целесообразно было бы более широко рассмотреть преимущества предлагаемого в диссертации подхода и для других типов природных и природно-технических объектов.

Соискатель Пиманов И.Ю. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Согласился с замечаниями и ответил, что обоснование целесообразности использования сервис-ориентированной архитектуры не входило в задачи работы. Этот выбор обоснован в предыдущих исследованиях, в частности, в диссертации доктора технических наук Потрясаева С.А.

2. При проведении эксперимента использовались данные и из других источников – от автоматизированных гидрологических комплексов, из телеграмм, из таблиц, формируемых специалистами вручную. Это видно из информации, представленной на слайдах и в докладе. В тексте диссертации они представлены частично, и в полном объёме использовались на практике.

3. Система оперативного прогнозирования речных наводнений выбрана как один из наиболее актуальных и характерных примеров природно-технических объектов. Это обусловлено, во-первых, высокой технико-экономической значимостью подобных систем в связи с огромными ущербами от наводнений. Во-вторых, она относится к классу систем, требующих комплексного моделирования, автоматизации, и функционирует в гетерогенной информационной среде. На ее примере протестированы все основные научно-методические результаты диссертационных исследований. Это потребовало создания объемного программного комплекса и решения сложных организационных вопросов проведения эксперимента в реальных условиях с привлечением большого количества организаций, включая вопросы получения результатов измерений и других необходимых данных. Проведение подобных исследований и внедрений на других природных и природно-технических системах является целью дальнейших разработок.

На заседании 30.06.2022 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи разработки алгоритмического и программного обеспечения

для автоматизации функционирования распределенных систем комплексного моделирования природных и природно-технических объектов, имеющей важное значение для развития соответствующей отрасли знаний, связанной с созданием распределенных программных комплексов моделирования и их функционирования в гетерогенной информационной среде, присудить Пиманову И.Ю. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя диссертационного совета
доктор физико-математических наук,
профессор

Тулупьев Александр Львович

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат технических наук

Абрамов Максим Викторович

30.06.2022 г.