

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.403.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 18.02.2022 № 4

О присуждении Исаевой Ольге Сергеевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Технология интеллектуального имитационного моделирования и анализа функционирования бортовых систем космических аппаратов» по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации принята к защите 8 октября 2021 года (протокол заседания № 13) диссертационным советом 24.2.403.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, приказ о создании совета № 1201/нк от 07.10.2016 г.).

Соискатель Исаева Ольга Сергеевна, 10 августа 1976 года рождения, диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук «Модели и методы построения геоинформационных систем для анализа показателей здравоохранения с применением аппарата нечётких множеств» защитила в 2004 году в диссертационном совете, созданном на базе

Сибирского государственного технологического университета. Работает старшим научным сотрудником отдела прикладной информатики в Институте вычислительного моделирования СО РАН – обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН).

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Ноженкова Людмила Фёдоровна, Институт вычислительного моделирования СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, заведующая отделом прикладной информатики.

Официальные оппоненты:

Легалов Александр Иванович, доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, департамент программной инженерии факультета компьютерных наук, профессор,

Массель Людмила Васильевна, доктор технических наук, профессор, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, отдел систем искусственного интеллекта в энергетике, заведующая отделом,

Миронов Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор, Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, отдел проблем эксплуатации ракетно-космической техники и объектов инфраструктуры, кафедра «Конструкция ракет-носителей и двигателей», профессор, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления сложными системами РАН – обособленное подразделение Самарского федерального исследовательского

центра РАН (ИПУСС РАН - СамНЦ РАН), в своём положительном отзыве, подписанном Смирновым Сергеем Викторовичем, доктором технических наук, главным научным сотрудником и утверждённом Боровиком Сергеем Юрьевичем, директором ИПУСС РАН – СамНЦ РАН, указала, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, где полученные результаты соответствуют поставленной цели и задачам исследования. Диссертация О.С. Исаевой содержит новые научно обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для развития методов системного анализа и моделирования сложных технических систем. Рецензируемая диссертация отвечает требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней ВАК Минобрнауки, предъявляемым к научным работам на соискание учёной степени доктора технических наук, а её автор, Исаева Ольга Сергеевна заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации.

Соискатель имеет 108 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 65 работ (общий объем 24,49 п.л., авторский вклад 17,55 п.л.), из них в рецензируемых научных изданиях опубликована 21 работа, 18 работ опубликовано в международных изданиях, индексируемых в системах цитирования Web of Science и Scopus (общий объем 16,68 п.л., авторский вклад 12,18 п.л.), 8 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Научные работы посвящены вопросам разработки новых методов поддержки исследования сложных технических систем и создания проблемно-ориентированных баз знаний. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах.

Наиболее значительные из них:

1. Isaeva, O.S. Technology of spacecraft on-board equipment design support / O.S. Isaeva // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. - 2021. - Vol. 1047. - pp. 012115. doi: 10.1088/1757-899X/1047/1/012115.

2. Исаева, О.С. Технология построения комплексных моделей в инфраструктуре имитационного моделирования / О.С. Исаева // Информационные технологии. - 2018. - Т. 24, N 7. - С. 474-480. doi: 10.17587/it.24.474-480.

3. Исаева, О.С. Проектирование метода формирования испытаний бортового оборудования космического аппарата с использованием базы знаний / О.С. Исаева // Информатизация и связь. - 2018. -N 5. - С. 62-67.

4. Исаева, О.С. Разработка методики автоматизации испытаний на основе имитационной модели функционирования бортовой аппаратуры космического аппарата / О.С. Исаева // Вестник компьютерных и информационных технологий. - 2018. - N 10(172). - С. 30-38. doi: 10.14489/vkit.2018.10. pp.030-038.

5. Isaeva, O.S. Unified approach to building of information-and-measuring system / O. S. Isaeva // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies. - IEEE. - 2019. doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934340.

6. Исаева, О.С. Системный подход к автоматизации испытаний бортовой аппаратуры космического аппарата / О.С. Исаева // Автоматизация. Современные технологии. - 2019. - Т. 73, N 5. - С. 229-234.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Члена-корреспондента РАН, доктора технических наук Бородин Владимир Алексеевич, заместителя генерального директора по развитию ФГУП «Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро РАН», г. Черноголовка. Отзыв с 1 замечанием.

2. Доктора технических наук Демидовой Лилии Анатольевны, профессора кафедры «Корпоративные информационные системы» ФГБОУ

ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва. Отзыв с 3 замечаниями.

3. Доктора физико-математических наук Андрущенко Виктора Анатольевича, главного научного сотрудника, ФГБУН «Институт автоматизации проектирования РАН», г. Москва. Отзыв с 1 замечанием.

4. Доктора технических наук, профессора Калинова Михаила Ивановича, ведущего научного сотрудника Санкт-Петербургского отделения Секции прикладных проблем (при Президиуме Российской академии наук), г. Санкт-Петербург. Отзыв без замечаний.

5. Доктора технических наук Грибовой Валерии Викторовны, заместителя директора по научной работе ФГБУН «Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН», г. Владивосток. Отзыв с 1 замечанием.

6. Доктора технических наук, профессора Фридмана Александра Яковлевича, ведущего научного сотрудника лаборатории моделирования промышленно-природных комплексов, Институт информатики и математического моделирования Федерального исследовательского центра «Кольский Научный Центр РАН», г. Апатиты. Отзыв с 5 замечаниями.

7. Доктора технических наук, доцента Карцана Игоря Николаевича, старшего научного сотрудника лаборатории гидрофизических подспутниковых исследований, ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН» Черноморский гидрофизический подспутниковый полигон, г. Севастополь. Отзыв с 1 замечанием.

8. Доктора технических наук, профессора Панько Сергея Петровича, профессора базовой кафедры «Специальные радиотехнические системы» Военно-инженерного института, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Отзыв с 2 замечаниями.

9. Доктора технических наук, доцента Николайчук Ольги Анатольевны, ведущего научного сотрудника лаборатории информационно-

коммуникационных технологий исследования техногенной безопасности, ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН», г. Иркутск. Отзыв с 3 замечаниями.

10. Доктора педагогических наук, профессора Пака Николая Инсебовича, заведующего кафедрой информатики и информационных технологий в образовании, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет». Отзыв с 3 замечаниями.

11. Доктора технических наук, профессора Ходашинского Ильи Александровича, профессора кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем, ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники». Отзыв с 5 замечаниями.

12. Доктора технических наук, профессора Дунаева Михаила Павловича, профессора кафедры «Электропривод и электрический транспорт» Института энергетики, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». Отзыв с 2 замечаниями.

13. Доктора технических наук, профессора Чеботарева Виктора Евдокимовича, ведущего инженера-конструктора АО «Информационные спутниковые системы им. академика Решетнёва», г. Железногорск. Отзыв с 2 замечаниями.

Все отзывы положительные. Замечания не носят критического характера и не касаются научной новизны и практической значимости диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается результатами их деятельности в областях, соответствующих направленности диссертации, что подтверждается научными публикациями официальных оппонентов и сотрудников ведущей организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** новая технология интеллектуального имитационного моделирования и анализа процессов функционирования бортовых систем, *отличающаяся* интеграцией интеллектуальных, информационных и графических методов построения и применения цифровых двойников, позволяющая повысить эффективность процессов проектирования, разработки и испытаний бортовой аппаратуры космических аппаратов в плане повышения достоверности и оперативности моделирования при сокращении трудоёмкости указанных процессов;

– **предложены** новые методы интеллектуального имитационного моделирования, реализующие единые формальные подходы к созданию и интеграции базовых компонент цифровых двойников – баз знаний, программно-математических моделей и результатов натурных испытаний, основанные на семантическом представлении элементов бортовой аппаратуры, *отличающиеся* возможностями применения методов эвристического поиска и извлечения знаний из формализованных методик испытаний, а также новые методы анализа функционирования бортовых систем, *отличающиеся* последовательным применением цифровых двойников для создания и контроля сценариев испытаний, для имитации устройств в процессах проведения испытаний и для анализа их результатов на интеллектуальных имитационных моделях;

– **доказаны преимущества** новых методов и технологии для создания цифровых двойников и их применения в жизненном цикле бортовых систем космических аппаратов и их *способность, по сравнению с другими подходами*, эффективно решать функциональные задачи построения интеллектуальных имитационных моделей, формирования баз знаний, объединяющих экспертные знания и извлечённые зависимости из формализованных методик испытаний и исследования бортовой аппаратуры, как на построенных моделях, так и по результатам натурных экспериментов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации эффективно, с получением обладающих новизной результатов, использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе методов системного анализа, структурного анализа и проектирования сложных объектов исследования, искусственного интеллекта и цифровых двойников;

изложены, обобщены и систематизированы существующие и новые разработанные подходы к построению и применению цифровых двойников в жизненном цикле высокотехнологичной продукции в направлении совместного согласованного и взаимоувязанного использования экспертных баз знаний, баз имитационных моделей и баз данных;

исследована эффективность полученных результатов для развития научно-технологического обеспечения систем интеллектуального имитационного моделирования и получены **новые знания** по применению цифровых двойников для анализа функционирования бортовых систем космических аппаратов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: **разработано** проблемно-ориентированное программное обеспечение, основанное на предложенной в работе технологии, которое **используется** в промышленной эксплуатации для производства бортовой аппаратуры командно-измерительных систем космических аппаратов (АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва», г. Железногорск) и при подготовке высококвалифицированных кадров для предприятий космической отрасли (ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск). Полученные результаты не только повышают качество и эффективность цифровой поддержки производства бортовой аппаратуры космических аппаратов, но и предоставляют широкие возможности для образовательной и исследовательской деятельности.

Результаты диссертационного исследования рекомендуются к использованию при решении задач цифровой поддержки жизненного цикла

высокотехнологичной продукции прежде всего в компаниях, занимающихся разработкой и производством бортовой аппаратуры космических аппаратов, а также предоставляющих услуги по настройке и испытаниям отдельных устройств и комплексов систем, важную роль в работе которых играет командно-программное управление. Целесообразным и перспективным представляется применение предложенных результатов в учреждениях высшего образования при подготовке специалистов в сфере приборостроения, систем обработки информации и управления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория не противоречит общепринятым положениям и методам, применяемым при решении задач цифровой поддержки исследования сложных технических систем;

идея базируется на обобщении существующих методов искусственного интеллекта, имитационного моделирования, подходов к построению систем экспериментального контроля качества продукции и концепции цифровых двойников;

установлено отсутствие противоречий авторских результатов с результатами ведущих специалистов по теме исследования и экспериментальными данными;

показано, что результаты исследования успешно зарекомендовали себя при создании проблемно-ориентированного программного обеспечения и его применении в процессах производства командно-измерительных систем космических аппаратов.

Личный вклад соискателя состоит в получении всех основных результатов, выносимых на защиту, а именно: в обосновании, разработке, формализации и исследовании эффективности нового подхода к имитационному моделированию и анализу функционирования бортовых систем космических аппаратов для решения системной проблемы поддержки процессов их проектирования, разработки и испытаний на основе концепции цифровых двойников.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: требуется конкретизация понятий и состава компонентов цифровых двойников; исследуются причинно-следственные явления в бортовой аппаратуре космических аппаратов, но не показано, как разворачиваются эти явления во времени; при формировании моделей стоит учитывать методы многокритериального анализа, методы формализации нечётких шкал и вероятностные события. Данные замечания были рекомендованы к дальнейшему развитию идей и подходов, вошедших в диссертацию.

Соискатель Исаева О.С. аргументировано ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация Исаевой О.С. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований получены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, обеспечивая интеллектуальную цифровую поддержку высокотехнологичного производства бортовых систем космических аппаратов. Диссертация соответствует критериям п. 9, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в ред. от 11.09.2021).

Разработанные автором теоретические положения открывают новое научное направление по созданию интеллектуальных цифровых двойников для моделирования и анализа сложных технических систем. Под научным руководством Исаевой О.С. подготовлен кандидат наук (Бадмаева Ксения Владимировна, 2009 г.) по специальности 05.13.01.

На заседании 18 февраля 2022 года диссертационный совет принял решение: за создание новых научно обоснованных технологических решений, имеющих существенное значение для развития методов системного анализа и моделирования сложных технических систем, внедрение которых

вносит значительный вклад в развитие страны, присудить Исаевой Ольге Сергеевне учёную степень доктора технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек (8 человек дистанционно), из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 4, воздержавшихся – 2.

В связи с возникновением технических неполадок при проведении тайного голосования по присуждению учёной степени было проведено повторное голосование. Результаты голосования приведены выше.

Председатель
диссертационного совета



Учёный секретарь
диссертационного совета

21.02.2022

Ковалёв
Игорь Владимирович

Панфилов
Илья Александрович