

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.0.033.02, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФГБУН «ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ  
ИМ. А.А. БЛАГОНРАВОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»  
И ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 24 мая 2022 г. протокол № 5

О присуждении Кувшинникову Владимиру Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Интеллектуализация автоматизированных систем управления специализированными мехатронными устройствами в цифровом производстве» по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами принята к защите «24» марта 2022 г., протокол № 3 диссертационным советом 99.0.033.02, созданным на базе ФГБУН «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук» и ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», Минобрнауки России, 241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д.7, приказ о создании диссертационного совета № 1335/нк от 25.10.2016 г., шифр диссертационного совета изменён в соответствии с приложением №1 приказа №561/нк от 03.06.21 г.

**Соискатель** Кувшинников Владимир Сергеевич, 25 мая 1988 года рождения, в 2011 году окончил магистратуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования МГТУ «СТАНКИН» по направлению «Автоматизация и управление», сдал кандидатские экзамены (согласно приказу Министерства образования и науки РФ от 28 марта 2014 года №247) в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» в 2017

году и в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский Государственный технологический университет «СТАНКИН» в 2021 году. Работает ведущим инженером-программистом в акционерном обществе «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии — Атомстрой» (предприятие госкорпорации Росатом).

**Диссертация выполнена** в акционерном обществе «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии — Атомстрой» (предприятие госкорпорации Росатом).

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Ковшов Евгений Евгеньевич, начальник Научно-инженерной и образовательной лаборатории цифровых компьютерных систем и автоматизации НИКИМТ акционерного общества «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии — Атомстрой» (предприятие госкорпорации Росатом).

**Официальные оппоненты:**

1. Фролов Евгений Борисович доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Информационных технологий и вычислительных систем (ИТиВС) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

2. Крахмалев Олег Николаевич кандидат технических наук, доцент, доцент Департамента анализа данных и машинного обучения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное автономное учреждение науки Институт конструкторско-технологической информатики Российской академии наук (ИКТИ РАН), г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Шептуновым Сергеем Александровичем, д.т.н.,

профессором, директором ИКТИ РАН, указала, что диссертация содержит решение актуальной научно-технической задачи, является завершённой научно-квалификационной работой, обладает теоретической и практической значимостью, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, паспорту специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», а её автор Кувшинников Владимир Сергеевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 20 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы. Общий объем публикаций 13 п.л., в т.ч. авторские – 7,2 п.л. Работы посвящены научным задачам разработки моделей, методов, алгоритмов и интеллектуальных программных средств для формирования траекторий, и маршрутов промышленных мехатронных устройств. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Кувшинников, В.С. Применение нейронной карты для вспомогательного управления в работе портального манипулятора / В.С. Кувшинников, Е.Е. Ковшов // Cloud of Science. – 2018. – Т. 5. – № 2. – С. 310-324.

2. Кувшинников, В.С. Формирование навигационных паттернов на основе нейронной карты для управления перемещением манипулятора / В.С. Кувшинников, Е.Е. Ковшов // Cloud of science. – 2019. – Т. 6. – №. 4, С. 727-736.

3. Кувшинников, В.С. Автоматизация управления специализированным портальным краном для перемещения твердых радиоактивных отходов на основе алгоритмов генетического поиска / В.С. Кувшинников, Е.Е. Ковшов // Cloud of science. – 2020. – Т. 7. – №. 4, С. 827-843.

**На диссертацию и автореферат поступило 13 отзывов. Все отзывы положительные, при этом содержат следующие замечания:**

1. Винокур Алексей Иосифович, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Информатика или информационные технологии» ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет» (г. Москва). Замечания: 1. Из недостатков стоит

отметить то, что в автореферате недостаточно подробно рассматриваются результаты вычислительных экспериментов с нейронной моделью, а также не приведены альтернативные способы её применения.

2. Корсун Олег Николаевич, д.т.н., профессор, руководитель научно-образовательного центра ФАУ «ГосНИИАС» (г. Москва). Замечания: 1. При выборе генетического алгоритма автор не проводит сравнительный анализ известных алгоритмов этого типа с учетом специфики решаемой задачи. 2. Применение экспертных методов для выбора алгоритмов формирования траекторий представляется не вполне обоснованным, поскольку экспертные методы эффективны при решении слабо формализуемых задач, тогда как анализ алгоритмов, напротив, формализуется достаточно хорошо.

3. Пруцков Александр Викторович, д.т.н., доцент, профессор кафедры вычислительной и прикладной математики (ВПМ) ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина» (г. Рязань). Замечания: 1. В цели работы не указано, на улучшение какого показателя (надежности, производительности) направлена интеллектуализация, вынесенная в тему диссертационной работы. 2. Непостоянность терминологии затрудняет понимание текста автореферата. Например, на с.2 употребляется термин «модель формирования траектории движения...», а на с.6 – уже термин «метод формирования траектории движения...».

4. Андрианова Елена Гельевна, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой корпоративных информативных систем Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (г. Москва). Замечания: 1. В качестве замечания, не снижающего общей значимости и уровня полученных научных результатов, следовало бы высказать целесообразность приведения более подробной информации о способе изучения нейронной сети и выборе операторов генетического алгоритма, рассматриваемых в автореферате.

5. Попов Дмитрий Иванович, д.т.н., профессор, профессор кафедры Информационных технологий ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет» (г. Сочи). Замечания: 1. В качестве замечания по автореферату

следует отметить, что при изучении содержания главы возникли вопросы по рисунку 7б. Рассматривались ли зоны препятствий более сложной формы, расположенные под углом? Не угрожает ли безопасности полученного маршрута тот факт, что линия исходного маршрута пересекает опасную зону?

6. Манахов Павел Алексеевич, к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва). Замечания: 1. В автореферате описаны модели и методы, используемые в функциональных блоках интеллектуального управления, однако не указывается какими аппаратными и программными средствами достигается их реализация. 2. При описании интеллектуализации управления мехатронным устройством ремонта облицовки бассейна выдержки не указывается то, как изменяется роль оператора автоматизированной установки.

7. Баранов Леонид Вячеславович, к.т.н., старший научный сотрудник, директор по развитию технологий моделирования ЗАО «Топ Системы». Замечания: 1. Рисунки, приводимые на стр. 8 и 13 выполнены в мелком масштабе, что существенно снижает качество восприятия материала, излагаемого соискателем. 2. Из представленного текста не ясно, каким образом графики скалярных полей, приводимые на стр. 14, находят свое отражение и возможное применение при имплементации распределенного прикладного программного обеспечения для АСУ ТП.

8. Дивеев Асхат Ибрагимович, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН. Замечания: 1. На схеме проведения контроля (рисунок 2) обозначены опорная рама и пузырьковая рамка, но назначение данных элементов и их связь с задачами управления в тексте автореферата не раскрываются. 2. Опущено описание формата данных и механизма обмена информацией в распределённых системах управления.

9. Саксонов Евгений Александрович, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Математическая кибернетика и информационные технологии» ОТКЗ ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики».

Замечания: 1. Схема расположения координатных осей и групп приводов приведена только для одного из рассматриваемых мехатронных устройств. 2. Опущен вопрос актуализации схемы препятствий в рабочих зонах мехатронных устройств.

10. Сидоренко Валентина Геннадьевна, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Управления и защиты информации» ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта». Замечания 1. В автореферате приведен пример применения разработанной модели эмпирического поиска решения для автоматизированного формирования схемы маршрутов движения мехатронных устройств с применением эволюционных вычислений для технологического маршрута с опасными зонами, расположенными в углах рассматриваемого помещений, интерес представляет анализ результатов для ситуаций ярко выраженного искривления потенциального поля сцены, представленных, например, на рисунках 3.2-3.4 диссертации.

11. Филиппович Анна Юрьевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры Систем обработки информации и управления (ИУ5) ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Замечания: 1. В качестве недостатков автореферата можно выделить отсутствие информации об используемых аппаратных средствах автоматизации, а также малое количество иллюстративного материала с визуализацией экспериментальных данных для трёхмерной модели.

12. Хае́т Илья́ Леонидович, к.т.н., директор по развитию бизнеса ООО «Витте Консалтинг». Замечания: 1. К недостаткам автореферата диссертации следует отнести неполное рассмотрение качественных характеристик существующих систем моделирования и планирования траекторий для автоматизированных мехатронных систем, что снижает иллюстративность преимуществ подходов, разработанных непосредственно автором.

13. Ахтулов Алексей Леонидович, д.т.н., профессор, профессор кафедры двигателей Омского автобронетанкового инженерного института. Замечания: 1. На рисунках 3 (стр. 9) и 10 (стр. 17) представлены не «Алгоритмы ...», а

правильнее назвать «Блок-схемы алгоритмов ...». 2. На рисунке рис. 4, вид сверху (а) и 3D вид в разрезе (б) на стр. 10: нет увязки вида сверху объекта на фотографии и 3D вида в разрезе с приведенной системой координат, так как нет расшифровки присутствующих обозначений. 3. На рисунке 8 стр. 14 представлено не «Формирование...», а «3D графическое изображение формирования...».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их способностью определить научную и практическую ценность диссертации, компетентностью и высокой квалификацией в своей отрасли, наличием публикаций в соответствующей области исследования.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** модель формирования траектории движения исполнительного органа специализированного мехатронного устройства в пространстве с препятствиями, отличающаяся её трехмерным представлением и учетом ограничений, обусловленных агрессивностью производственной среды и неоднородностью рабочего пространства;

**разработана** параметрическая векторная модель пространства поиска допустимых траекторий для множества выполняемых технологических операций;

**предложены** новые алгоритмические решения для систем управления специализированными мехатронными устройствами в цифровом производстве.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана эффективность** алгоритмов трехмерной визуализации конфигурационного пространства разрешенных положений исполнительного органа мехатронного устройства для принятия рациональных решений;

**эффективно, с получением новых результатов, использованы** разработанные модели, на основании которых сформированы методики, позволяющие существенно расширить диапазон применения интеллектуальных методов управления специализированными мехатронными устройствами, реализовать принципы эволюционных вычислений и топографически детерминированной искусственной нейронной сети;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы системного анализа, математического, эволюционного, нейросетевого и компьютерного моделирования;

**изложены** условия интеграции интеллектуального программного обеспечения для управления специализированными мехатронными устройствами;

**изучены** связи между пространством допустимых решений и системой технологических ограничений с учётом неоднородности рабочей зоны;

**выявлены** перспективные направления автоматизации при подготовке и выполнении технологических операций, связанные с более эффективным использованием имеющихся компонентов систем управления специализированными мехатронными устройствами путем их интеграции с программно реализуемыми блоками интеллектуальных вычислений и навигации.

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

**разработаны и рекомендованы к внедрению** организациями и их обособленными подразделениями, входящими в госкорпорацию Росатом, модели, методы и программные средства автоматизации функций формирования траекторий и маршрутов при разработке прикладного программного обеспечения интеллектуальных систем управления автоматизированными технологическими участками на АЭС: технологических установок участков комплекса переработки твёрдых радиоактивных отходов (АО «НИКИМТ-Атомстрой»), автоматизированной системы неразрушающего контроля и ремонта облицовки бассейна выдержки объектов атомной энергетики («Эксперт-Центр НИКИМТ»). Материалы диссертационной работы внедрены в программу обучения специалистов по неразрушающему контролю (Отраслевой центр компетенций «Неразрушающий контроль») согласно профессиональным стандартам и квалификациям: 40.108 – «Специалист по неразрушающему контролю» и 40.107 – «Контролер сварочных работ»;

**определены** перспективы использования разработанных математических, информационных моделей и инструментальных средств инженерами АСУ ТП при



решении комплекса задач и разработки прикладного программного обеспечения для распределенного управления мехатронными устройствами в структуре автоматизированных технологических линий;

**представлены** результаты вычислительных экспериментов, рекомендации по применению результатов исследования для решения прикладных задач интеллектуального управления в других отраслях промышленности.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**теория**, представленная в диссертации, построена на базе общепризнанных теорий эволюционных вычислений и искусственных нейронных сетей, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе современных данных ряда промышленных предприятий атомной отрасли, обобщении международного и отечественного опыта в области применения интеллектуальных методов для практического решения задач управления мехатронными устройствами;

**использованы** структурированные данные о компонентах промышленных мехатронных устройств, материалы технических и эксплуатационных требований к системам управления мехатронными устройствами, современные методики сбора и обработки информации, в том числе источники информации всемирной сети Интернет;

**использованы** пакеты прикладных программ Microsoft Office, инструментальные средства сред разработки Jupyter Lab и CoDeSys, бинарные библиотеки.

**Личный вклад соискателя состоит в** разработке моделей, алгоритмов для специализированных мехатронных устройств, планировании и реализации вычислительных экспериментов, непосредственном участии в разработке прикладного программного обеспечения и автоматизации систем управления мехатронными устройствами, выборе и разработке средств визуализации, апробации результатов исследования, а также – в подготовке научных публикаций по выполненной работе.

**В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания** по структуре системы управления специализированными мехатронными устройствами, архитектуре трехмерной нейронной карты, модели перемещений исполнительного органа мехатронного устройства в технологическом пространстве. Соискатель Кувшинников В.С. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Диссертация Кувшинникова Владимира Сергеевича является завершённой научно-квалификационной работой, отвечающей критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На заседании 24 мая 2022 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические, технологические и программно-алгоритмические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития цифрового промышленного производства в атомной отрасли, в части задачи управления процессом формирования траектории движения исполнительного органа специализированного мехатронного устройства с учетом ограничений, обусловленных агрессивностью производственной среды и неоднородностью рабочего пространства, присудить Кувшинникову В.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета,

дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета 99.0.033.02

доктор технических наук, профессор

О.Н. Федонин

Ученый секретарь

диссертационного совета 99.0.033.02

кандидат технических наук, доцент

В.А. Хандожко

Дата оформления заключения: 26.05.2022

