

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.031.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный университет»,
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Липецкий государственный технический университет»,
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 15 сентября 2026 г. № 77

О присуждении Кашко Василию Васильевичу, гражданину Российской Федерации, **ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Адаптивная система управления интеллектуальным агентом на основе глубокого обучения с подкреплением» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 29 июня 2026 г. (протокол заседания № 75) диссертационным советом 99.2.031.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, приказ №1328/нк от 25.10.2016 г.

Соискатель Кашко Василий Васильевич, 10 февраля 1994 года рождения, в 2017 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» по специальности 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии. С 2023 года и по настоящее время обучается в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. В настоящее время не работает.

Диссертация выполнена на кафедре автоматизированных и вычислительных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Олейникова Светлана Александровна, федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», профессор кафедры автоматизированных и вычислительных систем.

Официальные оппоненты:

Варламов Олег Олегович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры «Системы обработки информации и управления» (ИУ-5) МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Преображенский Андрей Петрович, доктор технических наук, профессор, Воронежский институт высоких технологий — автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования, руководитель научного клуба ВИВТ-АНОО ВО,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар в своем положительном отзыве, подписанном Дубенко Юрием Владимировичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой информатики и вычислительной техники ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», и утвержденном проректором по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», кандидатом технических наук, доцентом Горловым Сергеем Михайловичем, **указала**, что диссертация представляет собой законченное научное исследование, соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, паспорту специальности ВАК 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а ее автор Кашко Василий Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Выбор официальных оппонентов обусловлен их компетентностью в области проектирования адаптивных систем поддержки принятия решений, наличием соответствующих публикаций в этой сфере и их согласием.

Выбор ведущей организации основан на соответствии профиля организации научной специальности диссертации, достижениях в области проектирования систем поддержки принятия решений, способности определить научную и практическую ценность диссертации и ее согласии.

Соискатель имеет 19 опубликованных по теме диссертации работ, в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Кашко В.В., Олейникова С.А. Математическая модель универсальной системы управления шагающим роботом на основе методов обучения с подкреплением. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2024;12(1). URL: <https://moitvivot.ru/ru/journal/pdf?id=1520> DOI: 10.26102/2310-6018/2024.44.1.025.

2. Кашко, В. В. Анализ применения параметрических функций вознаграждения в алгоритмах обучения с подкреплением / В. В. Кашко, С. А. Олейникова, Ю. С. Акинина // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2024. — Т. 20, № 3. — С. 37–43. — DOI: 10.36622/1729-6501.2024.20.3.005.

3. Кашко, В. В. Анализ сходимости и устойчивости алгоритма глубокого обучения с подкреплением исполнитель критик A2C / В. В. Кашко, С. А. Олейникова // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2024. — Т. 21, № 1. — С. 12–19. — DOI: 10.36622/1729-6501.2025.21.1.002.

4. Кашко, В. В. Общий алгоритм ликвидации критических состояний для решения задачи управления реальным шагающим роботом на основе методов глубокого обучения с подкреплением / В. В. Кашко, С. А. Олейникова // Программные системы и вычислительные методы. — Москва, 2025. — № 3. — С. 103–114. — DOI: 10.7256/2454-0714.2025.3.75996.

5. Кашко, В. В. Сравнительный анализ алгоритмов A2C и PPO с различными архитектурами нейронных сетей на примере среды CartPole / В. В. Кашко, С. А. Олейникова // Вестник Воронежского государственного университета. — 2026. — Т. 20, № 3. — С. 37–43.

6. Кашко, В. В. Архитектура нейронной сети многофункционального агента на базе глубокого обучения с подкреплением / В. В. Кашко, С. А. Олейникова // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2026. — Т. 22, № 1. — С. 35–44. — DOI: 10.36622/1729-6501.2026.22.1.005.

В работах, опубликованных в соавторстве и приведенных в конце автореферата, лично автором получены следующие результаты:

в [9, 10, 11] – теоретический анализ существующих подходов и алгоритмов обучения с подкреплением, применяемых для реализации управления движением шагающих роботов, [1, 12, 16] – математическое обеспечение системы управления локомоцией шагающего робота, отличающееся применением выделенного множества критических состояний и обеспечивающее безопасное обучение, и последующий безопасный перенос обученного агента на реальную систему; [2, 3, 5, 13, 14, 15, 20] – экспериментальное исследование специфики существующих и эффективности применения разработанных алгоритмов управления локомоцией шагающего робота; [4, 17, 18] – алгоритмическое обеспечение управления локомоцией шагающего робота; [6] – построение архитектуры нейронной сети, обеспечивающей агента, основанного на глубоком обучении с подкреплением, многофункциональностью в контексте одной полносвязной нейронной сети; [19] – построение многофункционального агента на базе полносвязной сети-кластера с использованием переключающих нейронов.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которой изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Перепелкин Дмитрий Александрович**, д.т.н., профессор, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина». **Замечания:** 1. Представляет интерес более подробное рассмотрение возможности применения предложенной архитектуры интеллектуального агента совместно с другими современными алгоритмами глубокого обучения с подкреплением. 2. В автореферате недостаточно подробно отражены вопросы оценки вычислительной эффективности предложенной архитектуры при увеличении числа реализуемых стратегий.

2. **Немтинов Владимир Алексеевич**, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». **Замечания:** 1. Представляет интерес более подробное рассмотрение вопросов выбора параметров разработанной системы управления при ее адаптации к интеллектуальным агентам, функционирующим в иных предметных областях. 2. В качестве перспективы дальнейших исследований целесообразно рассмотреть вопросы масштабируемости предложенной архитектуры при увеличении количества реализуемых стратегий управления.

3. **Докучаев Владимир Анатольевич**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Сетевые информационные технологии и сервисы» Ордена Трудового Красного Знамени ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики». **Замечания:** 1. В автореферате недостаточно подробно отражено, как увеличение числа стратегий управления влияет на вычислительную сложность предложенной нейросетевой архитектуры и время принятия решений интеллектуальным агентом. 2. В автореферате недостаточно пояснена связь выбранных критериев устойчивости и порогов критических состояний с динамическими характеристиками управляемого объекта и условиями функционирования агента.

4. **Саратова Татьяна Евгеньевна**, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет». **Замечания:** 1. В автореферате не представлены формальные гарантии устойчивости предложенной системы управления, в частности не раскрыты условия, при которых учет критических состояний обеспечивает сохранение устойчивого поведения агента в процессе обучения и эксплуатации. 2. Отсутствует анализ влияния задержек при формировании и передаче управляющих воздействий на устойчивость поведения агента и эффективность работы предложенной системы управления.

5. **Арапов Денис Владимирович**, д.т.н., доцент, профессор кафедры информационных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова». **Замечания:** 1. Желательно более подробно рассмотреть особенности применения разработанной системы управления при изменении структуры наблюдаемого пространства состояний. 2. Представляет интерес экспериментальная проверка предложенных решений на более широком классе технических объектов.

6. **Калач Андрей Владимирович**, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой информационных технологий, моделирования и управления ФГБОУ ВО

"Воронежский государственный университет инженерных технологий", **Толстова Ирина Сергеевна**, к.т.н., доцент кафедры информационных технологий, моделирования и управления ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет инженерных технологий". **Замечания:** 1. В автореферате хотелось бы увидеть более подробное обсуждение перспектив применения разработанной системы управления в других предметных областях помимо робототехнических комплексов. 2. Представляется целесообразным в дальнейшем исследовать влияние увеличения количества стратегий управления на эффективность функционирования интеллектуального агента.

Все отзывы положительные.

На замечания соискателем даны исчерпывающие ответы и пояснения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработано математическое обеспечение системы управления интеллектуальным агентом, отличающееся внедрением возможности предсказания риска возникновения неустойчивых состояний на основе множества критических состояний, сформированного посредством аппроксимации границы устойчивости, и обеспечивающее повышение уровня безопасности обучения и стабилизацию функционирования управляемой киберфизической системы;

предложено специальное алгоритмическое обеспечение системы управления интеллектуальным агентом, отличающееся фокусированием процесса обучения на границе устойчивости и обеспечивающее повышение уровня безопасности обучения и переноса интеллектуального агента с последующей безопасной настройкой в реальной среде;

доказана эффективность разработанных математического и алгоритмического обеспечения на примере решения задачи управления локомоцией киберфизической системы мобильного шагающего робота;

введена архитектура глубокой нейронной сети интеллектуального агента, отличающаяся возможностью аппроксимации множества стратегий в рамках одной полносвязной нейронной сети.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в развитие методов построения систем управления интеллектуальными агентами на основе глубокого обучения с подкреплением применительно к управлению киберфизическими системами;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы системного анализа, математического моделирования, теории управления, глубокого обучения с подкреплением, искусственных нейронных сетей и адаптивного управления;

изложен механизм аппроксимации границы устойчивости киберфизической системы, позволяющий сформировать множество критических состояний и использовать его для предсказания риска возникновения нестабильных состояний интеллектуального агента;

раскрыта структура системы управления, базирующаяся на нейросетевом кластере с переключающими нейронами, обеспечивающая адаптивное обучение множеству стратегий;

изучены существующие подходы к построению систем управления интеллектуальными агентами на основе глубокого обучения с подкреплением, включая подходы к управлению локомоцией шагающих роботов как частному случаю управления киберфизическими системами;

проведена серия экспериментов по определению эффективности предложенной архитектуры глубокой нейронной сети на примере решения задачи управления локомоцией киберфизической системы;

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

разработано и внедрено алгоритмическое и программное обеспечения для построения адаптивных систем управления интеллектуальными агентами на основе методов обучения с подкреплением внедрены в деятельность ООО «Девелоперс»; кроме того схемы и механизмы системы управления интеллектуальным агентом внедрены в образовательный процесс ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»;

определены перспективы практического использования разработанной системы управления в области проектирования адаптивных систем управления, использующих алгоритмы обучения с подкреплением, основанных на глубоких нейронных сетях;

создана проблемно-ориентированная система управления интеллектуальным агентом, реализующая разработанные математическое и алгоритмическое обеспечения, архитектуру глубокой нейронной сети с переключающими нейронами и структуру системы управления на основе нейросетевого кластера с переключающими нейронами на примере формирования шагающей локомоции мобильного робота;

представлены рекомендации и предложения по дальнейшему совершенствованию адаптивных систем управления, использующих алгоритмы обучения с подкреплением;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов вычислительных экспериментов, выполненных в процессе исследования эффективности разработанного математического и алгоритмического обеспечений безопасного обучения интеллектуального агента и предложенной архитектуры глубокой нейронной сети;

теория построена на существующих методах и положениях теории управления, математического моделирования, глубокого обучения с подкреплением, искусственных нейронных сетей и адаптивного управления, согласуется с результатами исследований в области управления киберфизическими и робототехническими системами;

идея базируется на результатах систематизации существующих подходов к построению систем управления интеллектуальными агентами, использовании

аппроксимации границы устойчивости для формирования множества критических состояний и применении нейросетевого кластера с переключающимися нейронами для повышения репрезентативной способности системы управления;

использовано математическое моделирование, вычислительные эксперименты и сравнительный анализ результатов функционирования разработанного интеллектуального агента и базового алгоритма, не учитывающего множество критических состояний;

установлено увеличение продолжительности устойчивого поведения интеллектуального агента, выражающееся в увеличении количества шагов до падения при использовании алгоритма ликвидации критических состояний по сравнению с базовым алгоритмом;

использованы современные методы разработки, обучения и экспериментальной оценки систем управления интеллектуальными агентами на основе глубокого обучения с подкреплением;

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельной постановке цели исследования и обосновании его актуальности, формулировке необходимых для достижения цели задач, анализе существующих подходов к построению систем управления интеллектуальными агентами на основе глубокого обучения с подкреплением применительно к управлению движением шагающего робота, разработке математического обеспечения системы управления интеллектуальным агентом, включающего механизм аппроксимации границы устойчивости, формирования множества критических состояний и предсказания риска возникновения нестабильных состояний, разработке специального алгоритмического обеспечения, направленного на повышение безопасности обучения и создающего условия для последующего переноса интеллектуального агента с безопасной настройкой в реальной среде, разработке архитектуры глубокой нейронной сети с переключающимися нейронами для аппроксимации множества стратегий управления в рамках одной полносвязной нейронной сети и предотвращения эффекта катастрофического забывания, разработке структуры системы управления на основе нейросетевого кластера с переключающимися нейронами, программной реализации разработанных решений, проведении и обработке результатов вычислительных экспериментов на примере управления движением мобильного шагающего робота, анализе полученных результатов, подготовке и реализации внедрения разработанных решений, формулировке научной новизны, положений, выносимых на защиту, выводов и рекомендаций по практическому применению результатов исследования, а также подготовке публикаций и материалов по теме диссертационного исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Представляется целесообразным дополнительно уточнить разграничение понятий «интеллектуальный агент», «робототехнический объект» и «система управления», а также их взаимосвязь;

2. Представляется целесообразным дополнительно конкретизировать описание механизма формирования и выявления критических состояний и его связь с используемыми сенсорными данными.

Соискатель Кашко Василий Васильевич согласился с замечаниями и заверил, что учтет их в дальнейшей работе.

На заседании 15 сентября 2026 года диссертационный совет принял решение: за формализацию постановки, разработку и успешное решение научной задачи, имеющей значение для повышения уровня безопасности обучения и адаптивного управления интеллектуальным агентом в киберфизической системе за счет аппроксимации границы устойчивости, учета множества критических состояний и применения нейросетевого кластера с переключающими нейронами, присудить Кашко В. В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

15 сентября 2026 года



Подвальный
Семен Леонидович

Белецкая
Светлана Юрьевна