

УТВЕРЖД

Проректор

ФГБОУ В

Горлов Сер

те и инновациям

« 3 » 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» на диссертацию Кашко Василия Васильевича на тему «Адаптивная система управления интеллектуальным агентом на основе глубокого обучения с подкреплением», предоставленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы исследования

Актуальность тематики диссертационного исследования продиктована необходимостью разработки новых методов и алгоритмов управления интеллектуальными агентами, способными принимать решения и формировать управляющие воздействия в условиях неопределенности, неполноты информации и изменения параметров внешней среды. Данная проблематика относится к области системного анализа, управления и обработки информации, поскольку требует формализации состояния управляемого объекта и среды, анализа поступающей информации, выбора стратегии поведения и оценки эффективности принимаемых решений.

Диссертационная работа Кашко В.В. посвящена построению адаптивной системы управления интеллектуальным агентом на основе глубокого обучения с подкреплением. Прикладной областью проверки предложенных решений является управление локомоцией шагающего робота, однако основное научное содержание исследования связано с разработкой математического и алгоритмического обеспечения системы управления, ориентированного на повышение безопасности обучения, устойчивости функционирования агента и качества выбора управляющих действий.

Существующие подходы к управлению интеллектуальными агентами и сложными техническими объектами зачастую недостаточно эффективно адаптируются к изменению условий функционирования, требуют значительного объема предварительной настройки и не всегда обеспечивают безопасное поведение системы в процессе обучения. Использование методов глубокого обучения с подкреплением позволяет расширить возможности автономного принятия решений, однако связано с проблемами нестабильности обучения, ограниченной репрезентативной способности нейросетевых архитектур, накопления и переноса опыта, а также выбора стратегии поведения в новых ситуациях.

В этой связи научно обоснованной и практически значимой является разработка специального математического и алгоритмического обеспечения адаптивной системы управления интеллектуальным агентом, включающего механизмы анализа критических состояний, повышения безопасности обучения и реализации нескольких стратегий управления в рамках единой нейросетевой архитектуры.

Таким образом, тема диссертационного исследования является актуальной и соответствует области специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, поскольку направлена на создание методов и алгоритмов интеллектуального управления, принятия решений и обработки информации для адаптивного функционирования агента в изменяющихся условиях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе Кашко В.В., являются достаточно обоснованными и логически вытекают из поставленной цели, задач исследования, выбранных методов и полученных экспериментальных результатов. Работа последовательно выстроена: от анализа существующих подходов к управлению интеллектуальными агентами на основе глубокого обучения с подкреплением — к формализации задачи управления, разработке математического и алгоритмического обеспечения, построению архитектуры глубокой нейронной сети и экспериментальной проверке предложенной системы.

Обоснованность первого научного результата, связанного с разработкой математического обеспечения системы управления интеллектуальным агентом, подтверждается формализацией задачи управления в терминах состояний, наблюдений, действий агента и марковского процесса принятия решений. Автором введено множество критических состояний, расположенных на границе между устойчивыми и неустойчивыми режимами функционирования, а также предложена функция риска, позволяющая оценивать близость текущего состояния системы к потере устойчивости.

Второй результат, состоящий в разработке специального алгоритмического обеспечения системы управления, обоснован ориентацией предложенного алгоритма на фокусировку обучения вблизи границы устойчивости и снижение вероятности попадания агента в нештатные режимы. Включение модели риска в процесс обучения с подкреплением позволяет учитывать не только достижение целевого поведения, но и безопасность траектории обучения.

Третий научный результат, связанный с разработкой архитектуры глубокой нейронной сети агента, подтверждается решением задачи многофункционального управления в рамках единой нейросетевой структуры. Архитектура на основе нейронного кластера с переключающимися нейронами

направлена на аппроксимацию нескольких стратегий и снижение эффекта «забывания» при переключении между ними.

Четвертый результат, касающийся структуры системы управления интеллектуальным агентом, является обоснованным, поскольку объединяет разработанные математические, алгоритмические и архитектурные решения в единую систему. Представленная структура обеспечивает автономное адаптивное обучение множеству стратегий, учет критических состояний и последующую настройку агента при переносе на реальный объект.

Достоверность выводов подтверждается использованием методов системного анализа, принятия решений, теории обучения с подкреплением, математического моделирования, теории автоматического управления, теории Марковских процессов принятия решений, методов оптимизации, имитационного моделирования, теории вероятностей и математической статистики.

Существенным подтверждением обоснованности полученных результатов являются данные экспериментальной проверки. В автореферате приведены сравнительные показатели, согласно которым предложенный подход позволил увеличить процент эпизодов без фактического падения с 65 % до 85 %, процент полностью завершенных эпизодов — с 65 % до 80 %, количество шагов до падения — с 300 до 1000, а долю случаев восстановления после потери равновесия — с 5 % до 55 %.

Дополнительным подтверждением обоснованности выводов является апробация основных положений диссертации на научно-практических конференциях, публикация результатов исследования в 19 научных работах, включая 6 публикаций в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, а также наличие свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. В совокупности это позволяет заключить, что основные научные положения, выводы и рекомендации диссертации достаточно аргументированы, подтверждены теоретически и экспериментально и могут быть признаны достоверными.

Основные научные результаты и новизна

1. Разработано специальное математическое обеспечение системы управления интеллектуальным агентом, обеспечивающее повышение уровня безопасности и устойчивости функционирования управляемой киберфизической системы;

2. Разработано специальное алгоритмическое обеспечение системы управления интеллектуальным агентом, обеспечивающее ускорение обучения и переноса агента на реальную систему за счет увеличения времени устойчивого функционирования и сокращения числа нештатных режимов (коллизий);

3. Разработана архитектура глубокой нейронной сети, обеспечивающая агента, основанного на глубоком обучении с подкреплением, возможностью обучения несколькими стратегиями в контексте одной глубокой

нейронной сети и ликвидирующей эффект «забывания» и потерю деталей каждой из стратегий;

4. Разработана структура системы управления интеллектуальным агентом, обеспечивающая автономное адаптивное безопасное обучение множеству стратегий с последующим переносом на реальную киберфизическую систему и безопасную настройку на примере формирования локомоции шагающего робота.

Теоретическая значимость

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в развитии математического и алгоритмического обеспечения систем управления интеллектуальными агентами, основанных на глубоком обучении с подкреплением. В работе предложен подход к формализации критических состояний управляемой системы и введению функции риска, позволяющей учитывать близость текущего состояния к неустойчивым режимам при выборе управляющих воздействий. Это расширяет теоретические основы построения адаптивных систем управления, функционирующих в условиях неопределенности и частичной наблюдаемости среды.

Значимым теоретическим результатом также является предложенная архитектура глубокой нейронной сети на основе нейросетевого кластера с переключающимися нейронами, обеспечивающая возможность реализации нескольких стратегий управления в рамках одной нейросетевой структуры. Данное решение направлено на повышение репрезентативной способности агента и снижение эффекта «забывания» при переключении между стратегиями, что представляет интерес для дальнейшего развития методов интеллектуального управления и обучения агентов.

Ценность работы для практики определяется возможностью использования разработанных математических, алгоритмических и архитектурных решений при создании адаптивных систем управления техническими объектами, функционирующими в изменяющихся условиях. Предложенная система прошла экспериментальную проверку на задаче управления локомоцией шагающего робота и показала повышение устойчивости функционирования, увеличение числа шагов до падения и рост доли успешных восстановлений после потери равновесия.

Ценность данной работы для практики

Практическое использование результатов диссертации возможно при разработке программного обеспечения для интеллектуальных систем управления, систем поддержки принятия управляющих решений, адаптивных агентов на основе обучения с подкреплением, а также в образовательных и исследовательских проектах, связанных с интеллектуальными системами, методами искусственного интеллекта и адаптивным управлением.

Полученные результаты могут быть рекомендованы для дальнейшего применения и развития в задачах, где требуется безопасное обучение агента, учет критических состояний и выбор стратегии поведения в условиях неопределенности.

Публикация и апробация

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в публикациях автора, в том числе в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ. Результаты исследования опубликованы в 19 научных трудах, включая 6 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и представлены на профильных конференциях различного уровня, что свидетельствует о завершенности и апробации работы в научном сообществе.

Критические замечания:

1. При обосновании выбора алгоритма РРО автор ограничивается сравнением с небольшим числом альтернативных подходов. Желательно расширить анализ за счет современных алгоритмов SAC, TD3 и методов Safe Reinforcement Learning.

2. Предложенная архитектура нейронного кластера позиционируется как средство устранения эффекта забывания, однако отсутствует сравнение с современными методами Continual Learning и Lifelong Reinforcement Learning.

3. Не вполне ясно, как будет изменяться эффективность предложенной архитектуры при существенном увеличении числа стратегий и решаемых задач.

4. В работе недостаточно подробно исследовано влияние параметров модели риска и порогов критичности на процесс обучения агента.

5. Для повышения убедительности результатов было бы полезно дополнить экспериментальную часть анализом статистической значимости полученных показателей на нескольких независимых сериях экспериментов.

Указанные замечания имеют характер уточнений и рекомендаций и не затрагивают научную и практическую ценность полученных результатов.

Заключение

Диссертационная работа Кашко Василия Васильевича, по теме «Адаптивная система управления интеллектуальным агентом на основе глубокого обучения с подкреплением», является полноценным и научно обоснованным исследованием. В ней продемонстрирован тщательный анализ, безупречная проработка математической и алгоритмической составляющей и очевидная перспектива практического применения. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Содержание и результаты исследования соответствуют требованиям пп.9-14 Положения о присуждении 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.

Отзыв был заслушан, обсужден и одобрен на заседании кафедры Информатики и вычислительной техники Кубанского государственного технологического университета, протокол № 12 от 03.07.2026 г.

Доктор технических наук,
доцент, заведующий кафедрой
Информатики и вычислительной
техники «КубГТУ»



Дубенко
Юрий
Владимирович

Контакты ведущей
организации:

Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Кубанский государственный
технический университет

Почтовый адрес: 350000,
г. Краснодар, ул. Московская, д. 2,
Официальный сайт в сети Интернет:
<https://kubstu.ru/> эл. почта:
rector@kubstu.ru телефон: +7 861 255-
10-45.



Дубенко Ю. В.
Подпись _____ удостоверяю
Начальник отдела
кадров сотрудников
Русс Е. И. Руссу
« 03 » « 07 » 2026 г.