

ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора технических наук, профессора
МГТУ «СТАНКИН» Андреева Виктора Павловича**

**на диссертацию Гоголдановой Кермен Вячеславовны по теме
«Объектно-ориентированное программирование адаптивного
управления учебными автономными роботами (на примере
обучения будущих учителей информатики)», представленную на
соискание учёной степени кандидата педагогических наук по
научной специальности 5.8.2. Теория и методика обучения и
воспитания (информатика, информатика и вычислительная
техника, уровень высшего образования) (педагогические науки)**

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена активным внедрением в настоящее время технологий робототехники как в промышленность, так и повседневную жизнь. Это в свою очередь требует развития образовательной компоненты как на уровне подготовки инженерных кадров, так и в школьном образовании. Иными словами, начинать готовить к грамотному использованию робототехники необходимо всех настоящих и будущих пользователей робототехнических систем (РТС), т.е. со школьной скамьи. Автор корректно отмечает, что отмеченные тенденции активного внедрения технологий робототехники требуют введения соответствующих курсов в систему школьного образования и в систему подготовки педагогических кадров. Поэтому разработка методик обучения технологиям робототехники для педагогических кадров **является актуальной задачей.**

В настоящее время согласно действующим стандартам (стандарты комплекса ГОСТ Р 60) все типы роботов делят на промышленные и сервисные. Учебные роботы относятся к классу сервисных роботов – роботов для персонального или профессионального использования, которые выполняют задания, полезные для людей или оборудования. Современные тенденции развития сервисной робототехники ориентированы на создание в перспективе автономных роботов. Автономность – это «способность выполнять задачи по назначению на основе текущего состояния и восприятия внешней среды без вмешательства человека». Следовательно, автономность подразумевает адаптивность системы управления (СУ) робота, т.е., способность СУ робота

Вх. № 07-02-3/53 от 09.09.26

корректировать поведение робота в ответ на изменение его внутреннего состояния и параметров внешней среды. Адаптивность обеспечивается наличием в СУ робота сенсорной системы и программно-аппаратного обеспечения, реализующего управление роботом посредством организации обратных связей. Поэтому, автором диссертации вполне корректно введён термин «адаптивное управление учебными автономными роботами».

В работе исследована активно развивающаяся область науки «Образовательная робототехника» с точки зрения формирования у обучающихся знаний и умений практического применения методов и средств программирования учебных роботов. Разработка методик обучения школьников и студентов программированию адаптивного режима управления современных роботов в недетерминированной среде является крайне актуальной проблемой в сфере подготовки педагогических кадров.

Многие учебные роботы, поставляемые в образовательные учреждения в виде робототехнических наборов, собираются по прилагаемой инструкции из ограниченного набора комплектующих. Как правило, это колёсная мобильная платформа, манипулятор, различные датчики и микроконтроллер. Производители подобных наборов зачастую не описывают круг задач, которые можно решать с помощью той или иной модели такого учебного робота, и их дальнейшая эксплуатация напрямую зависит от навыков программирования пользователей. Поэтому, **актуальность данного диссертационного исследования заключается в разработке методики обучения программированию** робототехнических систем как студентов соответствующих специальностей, так и школьников, интересующихся данным направлением.

Актуальность диссертационного исследования определяется востребованностью педагогов, не только способных программировать современные учебные роботы, но и обладающих методикой преподавания данного курса. Особую ценность представляет выполненный автором анализ прикладных задач робототехники, решаемых учебными роботами в недетерминированных условиях, как в режиме телеуправления, так и в режимах супервизорного управления и автономной работы. Использование

автором методов и средств объектно-ориентированного программирования расширяет функциональные возможности учебных роботов. Это позволяет более полно раскрыть потенциал отдельных программно-аппаратных модулей в составе робота, например, модуля технического зрения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается тем, что исследование опирается на современные достижения в области робототехники и методов программирования роботов, а также на актуальные научные разработки в сфере методики обучения учителей информатики и педагогики в целом. При обосновании выдвинутых положений автор последовательно применяет комплекс взаимодополняющих методов исследования — теоретические (анализ научной литературы, обобщение), эмпирические (анкетирование, тестирование, педагогический эксперимент) и статистические (сравнительный анализ, критерии), что обеспечивает надёжность полученных результатов и позволяет объективно оценить эффективность предложенной методики.

Структура диссертации отражает логику проведённого исследования. Работа включает две главы с соответствующими выводами, заключение, список литературы, включающего 227 источников, и приложения.

Диссертация соответствует заявленной теме и паспорту научной специальности 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (информатика, информатика и вычислительная техника, уровень высшего образования) (педагогические науки), таким направлениям как, п. 6. Теоретические основы методов и форм обучения, п. 10. Обновление содержания учебных предметов, дисциплин, п. 16. Взаимосвязь, преемственность и интеграция учебных предметов и дисциплин в структуре общего и профессионального образования, п. 19. Теория, методика и практика разработки учебно-методического обеспечения образовательного процесса, п. 29 Методическая подготовка педагогов к профессиональной деятельности в системе общего, профессионального и дополнительного образования.

Особого внимания заслуживает проведённый автором анализ ключевых понятий исследования и последующее определение структуры содержания

обучения будущих учителей информатики объектно-ориентированному программированию учебных автономных роботов с адаптивным управлением. В ходе работы выполнен комплексный анализ методов и средств программирования, детально изучены характеристики компонентов учебного робота и содержание прикладных задач робототехники, что позволило выделить особенности адаптивного управления учебными автономными роботами при решении прикладных задач образовательной робототехники.

Прикладные задачи для учебных роботов сформулированы с опорой на актуальные научно-технические исследования в области современной робототехники и базовые педагогические принципы. Такой подход обеспечил корректную формулировку задач в форме, которая эффективно способствует формированию у обучающихся необходимых знаний и умений в области программирования учебных автономных роботов. При этом учтены реальные возможности современных учебных роботов при реализации актуальных задач промышленной и сервисной робототехники и требования к образовательному процессу при обучении работе с автономными роботами.

Следует отметить, что в диссертационном исследовании представлены также разработанные автором учебно-методические материалы по решению различных типов прикладных задач в сфере адаптивного управления учебными автономными роботами. Предложенные методические рекомендации включают четыре взаимосвязанных блока: теоретический (алгоритмизация и работа с библиотеками компонентов учебных роботов), практический (пошаговые разборы решений задач по программированию учебных роботов и типовые рассуждения), дидактический (система заданий в порядке нарастания сложности) и аналитический (детальная типология ошибок в программировании с указанием причин и способов устранения).

Особенностью предложенной методики является циклическая структура практикума, допускающая возврат к теоретическому материалу при затруднениях, что обеспечивает индивидуализацию обучения. Реализация принципов последовательности, междисциплинарности и командной работы позволяет формировать у обучающихся навыки программирования поведения учебных роботов в недетерминированных условиях. Дополнительно

приведены рекомендации, которые содержат здоровьесберегающий компонент, регламентирующий организацию рабочего пространства, временные нормы работы за компьютером, меры технической и информационной безопасности, а также равномерное распределение нагрузки в малых группах. Всё это повышает **практическую ценность работы** и позволяет внедрять разработанные решения в учебный процесс подготовки будущих учителей информатики.

Обоснованность выводов исследования подтверждается апробацией, проведённой на базе Московского педагогического государственного университета в Институте физики, технологии и информационных систем в процессе обучения студентов педагогического направления – будущих учителей информатики. Результаты статистической обработки материалов, полученных на формирующем этапе эксперимента с участием 172 студентов, **подтверждают достоверность результатов исследования.**

Положительные результаты апробации дополнительно подтверждаются выступлениями с докладом по основным положениям работы на многочисленных международных и всероссийских научно-практических конференциях, а также наличием 12 публикаций по теме диссертации, 5 из которых опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается опорой на научно обоснованные теоретические положения и адекватностью выбранных методов исследования поставленным целям и задачам.

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем:

- 1) Обоснована целесообразность программирования адаптивного управления современными учебными автономными роботами с использованием методов и средств объектно-ориентированного программирования (ООП) на основе выделенных типов прикладных задач робототехники в области адаптивного управления. Показано повышение эффективности использования ООП при решении задач современной робототехники.
- 2) Введено определение термина «адаптивное управление учебными автономными роботами». Этот новый термин конкретизирует круг

вопросов и расширяет понятийный аппарат в сфере образовательной робототехники, как составляющей сервисной робототехники.

- 3) Разработаны и обоснованы методические подходы к обучению объектно-ориентированному программированию адаптивного управления учебными автономными роботами при решении задач, учитывающих изменяющиеся условия внешней и внутренней среды робота. Данные методики позволяют формировать у обучающихся гибкие компетенции, необходимые при решении задач автономной робототехники.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость результатов представленного диссертационного исследования состоит в развитии теории и методики обучения информатике в части использования ООП при решении задач в области робототехники. Предложена структура содержания обучения ООП при решении задач адаптивного управления учебными автономными роботами. **Обоснованы и сформулированы уровни и критерии оценки обученности будущих учителей информатики** (низкий, средний, высокий, творческий).

Практическая значимость работы определяется внедрением результатов диссертационного исследования в образовательный процесс. В частности: реализована структура содержания учебного модуля «Адаптивное управление учебными автономными роботами с использованием объектно-ориентированного программирования» в рамках учебной дисциплины «Программирование» для педагогических вузов, которая включает курс лекций, практические работы и оценочные средства; приведены методические рекомендации по решению типов прикладных задач по программированию адаптивного управления учебными автономными роботами; разработано учебное пособие «Практикум по программированию микроконтроллерных платформ (на примере наборов образовательной робототехники)»; разработан курс повышения квалификации для учителей по программированию учебных роботов в детских технопарках, включающий программу, курс лекций, практические работы и оценочные средства; внедрён учебный модуль по программированию учебных роботов в рамках программы профессиональной переподготовки учителей информатики.

Степень отражения в автореферате диссертации и публикациях содержания проведённого исследования. Автореферат соответствует содержанию и структуре диссертационной работы, корректно отражая полученные результаты, которые представлены в 12 публикациях автора, 5 из которых опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, и 1 учебном пособии.

Замечания. Наряду с положительной оценкой диссертационной работы считаю необходимым отметить следующее:

1. В диссертационной работе (стр.17, 24, 54) беспилотные летательные аппараты (квадрокоптеры, дроны и т.п.) рассматриваются как роботы. Однако, согласно определению робота (ГОСТ Р 60.0.0.4-2023, п.3.1) и в соответствии с классификацией IFR (*International Federation of Robotics*), публикуемой в ежегодных выпусках World Robotics, **к роботам не относятся** беспилотные аппараты воздушного, наземного и морского базирования, не имеющие возможности автономного функционирования, а также автономные автомобили. Тем не менее, в робототехнику с 1978 г. введена классификация роботов по 10 уровням автономности робототехнических систем – от практического отсутствия таковой (это не робот, а робототехническое устройство) до полностью автономной. Поэтому, роботами можно считать лишь те беспилотные аппараты, которые обладают определённым уровнем автономности.
2. В диссертационном исследовании значительное внимание уделено общим вопросам здоровьесберегающей организации образовательного процесса (стр.106-107). Однако, слабо рассмотрены **способы программирования** учебных роботов, которые обеспечивают безопасность их эксплуатации: а) физическую безопасность для человека (ученика) – как в процессе изготовления учебного робота на практических занятиях, так и любого другого человека, случайно оказавшегося в зоне нахождения технической системы, и б) информационную безопасность, не позволяющую несанкционированному пользователю «перехватить» управление роботом по коммуникационным каналам. Комплекс технических и программных решений безопасности взаимодействия человека и робота подробно

приведён в ГОСТ Р 60.1.2.3-2021 (Требования безопасности для роботов, работающих совместно с человеком).

3. В диссертации на стр. 72-73 справедливо указывается о том, что будущие учителя информатики должны готовить обучающихся к различным олимпиадам и конкурсам по робототехнике. Однако в разработанных учебно-методических материалах отсутствуют методики, включающие соревновательный компонент. Опыт «Конкурса компетенций «РОБОТОН-МиР», проведённый Департаментом образования г. Москвы в 2016-2019 годах для учащихся 9-11 классов, показал, что соревновательный аспект в программе конкурса существенно повлиял на рост компетенций даже тех школьников, которые никогда не занимались робототехникой.
4. В ряде случаев в тексте (стр. 27, 39, 65, 95, 103, 104, 132) используется слово «оптимальный» в бытовом понимании этого термина, в то время, как это математическое понятие, требующее определения критерия оптимальности и доказательства наличия экстремума соответствующей функции.

Указанные замечания не снижают общую высокую оценку работы, а её результаты свидетельствуют о том, что диссертационное исследование отвечает критериям актуальности, научной новизны, теоретической и практической значимости. Выводы автора обоснованы, а рекомендации имеют чёткую прикладную направленность и могут быть успешно внедрены в систему подготовки учителей информатики.

Заключение. Проведённый анализ работы позволяет сделать следующий вывод: диссертация Гоголдановой Кермен Вячеславовны по теме «Объектно-ориентированное программирование адаптивного управления учебными автономными роботами (на примере обучения будущих учителей информатики)», представленная на соискание учёной степени кандидата педагогических наук по научной специальности 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (информатика, информатика и вычислительная техника, уровень высшего образования) (педагогические науки), в полной мере соответствует требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским

диссертациям, а автор исследования Гоголданова Кермен Вячеславовна заслуживает присуждения учёной степени кандидата педагогических наук по специальности 5.8.2 – теория и методика обучения и воспитания (информатика, информатика и вычислительная техника, уровень высшего образования) (педагогические науки)

Официальный оппонент:

Андреев Виктор Павлович,

доктор технических наук, старший
научный сотрудник, профессор кафедры
сенсорных и управляющих систем

ФГАОУ ВО «Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН»

Выражаю согласие на обработку персональных данных.

08.09. 2026 г.

Информация об официальном оппоненте:

Учёная степень: доктор технических наук, 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (промышленность).

Учёное звание: старший научный сотрудник, «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов, систем и сетей» (Аттестат СН №071857 от 18.09.1991г.).

Почётное звание: Почётный работник образования города Москвы (Указ Мэра Москвы от 03 ноября 2020г. № 105-УМ).

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технологический университет "СТАНКИН", Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Должность, подразделение: профессор, Институт цифровых интеллектуальных систем, кафедра сенсорных и управляющих систем.

Контактная информация:

Почтовый адрес организации: 127994, г. Москва, ГСП-4, пер. Вадковский, д.1.

Рабочий телефон: +7(499)973-30-66

E-mail: andreevvipa@yandex.ru