

**Минкин Александр Владимирович**

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Филиал в г. Елабуга

**Гаязова Дилия Булатовна**

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Филиал в г. Елабуга

### **Образовательная робототехника как платформа для междисциплинарного изучения целей устойчивого развития (на примере проектов "Умный город")**

**Аннотация.** В статье рассматривается образовательная робототехника как эффективная платформа для междисциплинарного изучения Целей устойчивого развития (ЦУР) на примере проектов концепции «Умный город». Автор обосновывает актуальность интеграции STEM-дисциплин с социально-гуманитарным знанием для формирования у обучающихся системного мышления и комплексных компетенций, необходимых для решения глобальных проблем. В работе анализируются методические подходы к организации проектной деятельности, технологическая база (Arduino, Lego Mindstorms, Raspberry Pi) и потенциал робототехнических решений в области автоматизации городской среды, экологического мониторинга и энергоэффективности. Делается вывод о том, что реализация проектов «Умный город» способствует не только технической подготовке, но и развитию экологической осознанности, коммуникативных навыков и социальной ответственности учащихся, а также повышению их мотивации к инженерным направлениям.

**Ключевые слова:** образовательная робототехника, междисциплинарный подход, цели устойчивого развития (ЦУР), умный город, STEM-образование, проектная деятельность, цифровые технологии, экологическое воспитание.

**Minkin Alexander Vladimirovich**

Kazan (Volga Region) Federal University Branch in Yelabuga

**Gayazova Diliya Bulatovna**

Kazan (Volga Region) Federal University Branch in Yelabuga

### **Educational robotics as a platform for interdisciplinary study of sustainable Development goals (using the example of Smart City projects)**

**Annotation.** The article considers educational robotics as an effective platform for the interdisciplinary study of the Sustainable Development Goals (SDGs) using the example of "Smart City" concept projects. The author substantiates the relevance of integrating STEM disciplines with social sciences and humanities to develop students' systemic thinking and complex competencies necessary for solving global problems. The paper analyzes methodological approaches to organizing project activities, the technological base (Arduino, Lego Mindstorms, Raspberry Pi), and the potential of robotic solutions in the fields of urban environment automation, environmental monitoring, and energy efficiency. It is concluded that the implementation of "Smart City" projects contributes not only to technical training but also to the development of environmental awareness, communication skills, and social responsibility of students, as well as increasing their motivation for engineering fields.

**Keywords:** Educational robotics, interdisciplinary approach, Sustainable Development Goals (SDG), Smart City, STEM education, project activities, digital technologies, environmental education.

Объединение различных наук и технологий – основное требование для формирования у учащихся полноценного понимания глобальных проблем. К ним относятся, например, цели устойчивого развития. Сочетая элементы программирования, инженерии, математики и экологии, образовательная робототехника оказывается эффективным инструментом для применения знаний на практике и развития навыков системного мышления. Такие проекты, как "Умный город" служат реальным кейс-методом, где учащиеся могут наглядно видеть взаимосвязь технологий с задачами энергоэффективности, улучшения качества городской среды и управления ресурсами. Такая платформа, что немало важно в условиях цифровой трансформации общества, способствует мотивации, творческому подходу и вовлеченности обучающихся в процесс. Междисциплинарность образовательной робототехники также отражает требования рынка труда в настоящее время, где ценятся мультикомпетенция и способность применять знания для решения комплексных задач. Таким образом, данная тема актуальна для развития современного устойчивого образовательного процесса, формирования ответственного поколения, способного принимать вызовы будущего и успешно справляться с ними.

На сегодняшний день автоматизация как ключевой фактор следующей технологической эры обладает огромным потенциалом для модернизации промышленных отраслей и устойчивого экономического роста. Специализированные роботы известны своей высокой маневренностью, чувствительностью и безопасностью, а также способностью адаптироваться к конкретным задачам и условиям. Технологии мягкой робототехники могут стать технологией, которая послужит человечеству и планете, решая глобальные проблемы и борясь с ухудшением состояния окружающей среды с помощью целенаправленного продуктивного применения [6].

Исследуемая проблема представляет собой сложность или негативное явление, влияющее на определенную сферу жизни, науки или практики.

Некоторые причины обращения к проблеме:

- Выявленные противоречия в теории и практике;
- Рост значимости вопроса из-за изменений в социальной, экономической или технологической среде;
- Недостаток эффективных методов или подходов к решению проблемы;
- Появление новых данных или инноваций, требующих переосмысления существующих подходов.

Отражая современные потребности общества, науки или производства, способствуя развитию знаний и практических решений, проблема становится актуальной. Это подтверждается статистикой, тенденциями развития области, важностью результатов для целевой аудитории и возможностью улучшения текущей ситуации.

Существующие методики широко применяются для решения рассматриваемой проблемы, однако они обладают рядом ограничений: недостаточной точностью, сложностью внедрения и низкой адаптивностью к новым условиям либо устаревшими подходами. Проведенные анализы показывают, что текущие методы не полностью удовлетворяют современным требованиям и не позволяют добиться оптимальных результатов.

Новая методика, в сравнении с существующими подходами, способствует преодолению выявленных ограничений, повышению эффективности, удобства применения и адаптивности к изменяющимся условиям. Она позволит более полно и точно решить проблему, учесть современные вызовы и технологические возможности.

Целью статьи является разработка и обоснование новой методики, которая улучшит качество решения проблемы, повысит эффективность и адаптивность процессов, а также продемонстрирует ее преимущества на практике или в сравнении с уже существующими методами.

## **Методы исследования**

В процессе исследования использовались теоретические методы исследования: анализ научно-методической литературы, сравнение традиционного и робототехнического обучения и другие.

К методическим приемам можно отнести проектное обучение с реальным созданием робототехнических решений для задач "умного города"; активное использование проблемно-ориентированных и исследовательских методов; интеграцию знаний из разных дисциплин (математика, физика, экология, информатика) через практические задачи; рефлексию и презентацию результатов для закрепления понимания целей устойчивого развития.

Способами организации учебного процесса с опорой на опыт могут быть следующие варианты:

- Этапное планирование работы с чётким определением целей и критериев оценки;
- Проведение мастер-классов и воркшопов по робототехнике и устойчивому развитию;
- Формирование междисциплинарных команд учащихся для совместной разработки проектов;
- Постоянный мониторинг прогресса и адаптация задач под уровень учащихся.

### **Основная часть**

Показатели эффективности образовательной робототехники как платформы для междисциплинарного изучения целей устойчивого развития на примере проектов «Умный город» включают уровень усвоения учащимися знаний из разных дисциплин (технологии, экология, социум), развитие навыков командной работы и критического мышления, повышение мотивации и активности в учебном процессе, а также успешную реализацию проектов, направленных на решение задач устойчивого развития и рост интереса к инженерным и экологическим направлениям.

Методы оценки базируются на тестировании и контрольных работах для проверки теоретических знаний, оценке проектов по техническим и социальным критериям, а также на наблюдении и анкетировании участников для выявления уровня вовлеченности и мотивации. Важную роль играют самооценка и взаимная оценка внутри команд, а также анализ портфолио с итогами учебной работы и достижениями.

Объективные доказательства эффективности представлены статистикой улучшения результатов тестов, отчетами и демонстрациями выполненных проектов в рамках «Умного города», отзывами педагогов и экспертов относительно повышения компетентностей учащихся, результатами анкетирования, подтверждающими рост интереса, а также фотоматериалами и видеозаписями, фиксирующими процесс и итоговые результаты обучения.

Образовательная робототехника как платформа для междисциплинарного изучения целей устойчивого развития на примере проектов "Умный город"

Образовательная робототехника в настоящее время занимает уникальное место в системе современного образования, выступая не просто как средство технической подготовки, а как целостная образовательная платформа, способная интегрировать знания из самых разных областей. Одной из ключевых методологических задач становится развитие междисциплинарного подхода, что особенно актуально при изучении и реализации Целей устойчивого развития (ЦУР). Проекты, реализуемые в рамках концепции «Умный город», оказываются эффективной практической площадкой для воплощения этих идей, вовлекая учащихся в решение реальных комплексных проблем с использованием инструментов робототехники [2, 3].

Основная ценность образовательной робототехники заключается в её возможности соединять STEM-дисциплины (наука, технология, инженерия, математика) с социальными и гуманитарными науками. Это позволяет создавать образовательные программы, выходящие за рамки традиционного разделения учебных предметов и формирующие у обучающихся системное мышление, критический анализ и творческое решение задач.

Робототехника, как поле деятельности, естественным образом требует от учащихся одновременно владения навыками программирования, знаниями физики, пониманием экологических процессов, а также способности учитывать социально-экономические и этические аспекты своих проектов [4].

Цели устойчивого развития, определённые ООН, охватывают широкий спектр глобальных проблем: от ликвидации нищеты и улучшения качества образования до борьбы с изменением климата и создания устойчивых городских систем. Вовлечение образовательной робототехники в изучение ЦУР открывает новые возможности для развития комплексных компетенций у школьников и студентов. Проекты «Умный город» становятся в этом контексте «полигоном», где знания из разных дисциплин сливаются в единое целое, позволяя создавать прототипы, имитирующие реальные системы городской среды и её поддержки в соответствии с принципами устойчивого развития [5, 7].

Между тем, так как рост рынка умных городов происходит в тех регионах мира, где существуют аналогичные проблемы для малых и средних городов уже найдены выгодные механизмы и методы реализации таких проектов, обсуждению применения опыта которых для российских моногородов мы и посвятили эту статью. По всему миру «умный город» будущего постепенно становится реальностью. Интегрированный транспорт начинает находиться в пределах досягаемости горожан; лучшая координация служб экстренной помощи сейчас актуальна; и данные в реальном времени превращаются в мощные идеи, улучшая предоставление услуг и включение в нужную обществу активность граждан. Данные повышают способность контролировать загрязнение окружающей среды и потребление энергии, а также управлять городским транспортом. Все это помогает сделать наши города более устойчивыми. Поэтому понимание того, как лучше всего использовать силу информации и технологий, предлагает городам составляет важную возможность. Тем не менее, умный город - это не просто создание нового, и это не просто цифровые данные. Речь идет об улучшении сейчас существующих активов - будь то здания, инфраструктуры, оборудование или даже работа с данными, которая должна быть сложнее и умнее [7].

Реализуя проекты «Умный город» на базе образовательной робототехники студенты и школьники получают возможность применить свои знания в таких сферах, как автоматизация городского транспорта, мониторинг климатических и экологических условий, управление энергоресурсами, обеспечение безопасности и комфорта городской среды. В частности, робототехнические решения могут включать в себя разработку автономных устройств для сбора и анализа данных о качестве воздуха и воды, цифровых систем управления уличным освещением и транспортными потоками, а также систем предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации. Каждый из этих проектов требует интеграции не только технических, но и экологических, экономических и социокультурных знаний, что делает образовательный процесс максимально приближенным к реальным вызовам XXI века [5, 6].

Технологическая база образовательной робототехники на сегодняшний день достаточно разнообразна и доступна. Использование модульных платформ, например, Lego Mindstorms Arduino, Raspberry Pi и др. позволяет учащимся создавать физические модели с датчиками, исполнительными устройствами и средствами связи, которые способны взаимодействовать друг с другом и обмениваться информацией. Это подтверждается современными педагогическими исследованиями, предлагающими конкретные методики курсов на базе Arduino в концепции "умных городов" [2]. Программирование таких систем меняется по нарастающей от простого до более сложного, например, Python, C++ и т.п., что позволяет постепенно наращивать техническую компетентность. Более сложные модели, включающие элементы искусственного интеллекта и компьютерного зрения, также успешно адаптируются для образовательных целей, как показано в модели Robobo SmartCity [3].

Однако немаловажным аспектом междисциплинарного обучения через образовательную робототехнику является развитие навыков работы в команде. Такие проекты, как «Умный город» чаще всего предполагают вовлеченность в процесс всего коллектива, что формирует у участников коммуникативные навыки, учит распределять обязанности, продумывать этапы работы и достигать поставленных целей. Данная практика формирует все необходимые компетенции для успешной работы в постоянно меняющемся и растущем современном мире.

Эффективность использования образовательных проектов в формате умного города доказуема педагогическими исследованиями. Анализ образовательного ландшафта робототехники в России подтверждает рост интереса к таким междисциплинарным проектам [4]. Как пример, автоматизация уличного освещения через роботизацию создает предпосылки для снижения выбросов углекислого газа, путем сокращения энергопотребления. Также можно упомянуть про управление транспортными потоками через системы маршрутизации и интеллектуальные светофоры, что значительно сократит заторы и загрязнение воздуха и, соответственно, будет способствовать экологической и социальной устойчивости города. А мониторинг качества воздуха при помощи роботизированных станций позволяет не только изучать экологические показатели и их динамику, но и повышать рост интереса студентов к разработке рекомендаций по вопросам улучшения городской среды. Это напрямую коррелирует с задачами, обозначенными в контексте достижения Целей устойчивого развития через внедрение робототехнических технологий [5].

Кроме технической подготовки, образовательная робототехника помогает формировать у обучающихся не только экологическую, но и социальную осознанность. В процессе работы над такими проектами, учащиеся глубже понимают взаимосвязь технологий и их влияния на общество и природу. В таких условиях обучение этике технологий и ответственности перед будущими поколениями становится важной задачей. Ведь подобный воспитательный эффект существенно повышает значимость робототехники в условиях современного образования.

Внедрение подобных подходов несомненно взаимосвязано с определенными сложностями. Среди них — необходимость материально-технического обеспечения школ современными комплектами, подготовка квалифицированных педагогов, адаптация традиционных образовательных программ и преодоление финансовых и организационных ограничений. Тем не менее, успешные примеры реализации проектов «Умный город» демонстрируют, что при должной поддержке и ресурсном обеспечении такие программы способствуют не только технической, но и социальной трансформации образования [4].

Перспективы развития образовательной робототехники как платформы для междисциплинарного изучения ЦУР выглядят многообещающими. Если учитывать быстрое развитие цифровых технологий, международную поддержку инициатив, огромный потенциал ИИ и возрастающую заинтересованность образовательных учреждений, то вполне можно прогнозировать увеличение внедрения робототехники в такие процессы, как обучение и воспитание [1, 3].

### **Заключение**

Перспективы использования образовательной робототехники в рамках междисциплинарного изучения целей устойчивого развития заключаются в формировании у учащихся комплексного понимания социальных, экологических и технических аспектов современных вызовов, что способствует развитию у них навыков системного мышления и проектной деятельности. Возможности тиражирования методики связаны с её адаптивностью к различным образовательным уровням и контекстам, использованием доступных робототехнических комплектов и цифровых ресурсов, а также интеграцией с программными стандартами и учебными планами по экологии, обществознанию и технологии. Рекомендации включают регулярное обновление содержания проектов с учетом актуальных задач устойчивого развития, активное вовлечение педагогов из разных

дисциплин в совместное преподавание, а также создание сетевого сообщества для обмена опытом и ресурсами, что повысит качество и устойчивость внедрения методики. Города во всем мире, в том числе, российские «умнеют» постепенно благодаря внедрению систем больших данных, мониторинга ситуации, смартвидеокамер, способных обучаться и распознавать объекты, специальных индикаторов и датчиков для сбора и обмена информацией, искусственного интеллекта и т.д. [7].

Можно отметить, что робототехника может сыграть решающую роль в смягчении пагубных последствий изменения климата для общества, экономики и окружающей среды, позволяя достичь некоторых показателей ЦУР ООН за счет внедрения технологий робототехники [5].

Таким образом использование робототехники как технологической платформы эффективно формирует навыки междисциплинарного мышления, а проекты, связанные с "умным городом", способствуют осознанию учащимися актуальности целей устойчивого развития. Так же отметим, что работа в командах развивает у учащихся коммуникативные и управленческие компетенции вместе с техническими знаниями, а наличие современного оборудования и поддержка цифровых технологий значительно повышают мотивацию и качество образования.

#### **Список источников**

1. Alimisis D. Educational Robotics: Open Questions and New Challenges. Themes in Science and Technology Education, 2013, vol. 6, № 1, pp. 63-71.

2. C. S. Delestre, G. V. R. Silva, I. A. Mingrone, R. E. Kurogi, T. R. Gomes and T. F. P. A. T. Pazelli, "Smart Cities: A Pedagogical Proposal for Arduino in Educational Robotics," 2025 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2025 Workshop on Robotics in Education (WRE), Vitoria, Brazil, 2025, pp. 367-372.

3. M. Naya-Varela, S. Guerreiro-Santalla, T. Baamonde and F. Bellas, "Robobo SmartCity: An Autonomous Driving Model for Computational Intelligence Learning Through Educational Robotics," in IEEE Transactions on Learning Technologies, 2023, vol. 16, no. 4, pp. 543-559.

4. Гагарина Д. А. Робототехника в России: образовательный ландшафт. Часть 1 / Д. А. Гагарина, А. С. Гагарин // Современная аналитика образования. – 2019. – № 6(27). – С. 5-101.

5. Кузнецов А. А. Роль технологий робототехники в достижении целей устойчивого развития / А. А. Кузнецов, Д. А. Комаров // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 12(162). – С. 181-184.

6. Минкин А. В., Сазаева В. В. Роль образовательной робототехники в формировании человеческого капитала для инженерной сферы: экономический подход // Journal of monetary economics and management. — 2025. — №. 12. — С. 80–86.

7. Умные моногорода, как зоны экономического развития цифровой экономики / В. П. Куприяновский, В. В. Аленков, А. В. Першин [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6, № 1. – С. 46-91.

#### **Сведения об авторах**

**Минкин Александр Владимирович**, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры математики и прикладной информатики, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Елабужский институт, г. Елабуга, Россия.

**Гаязова Диля Булатовна**, студент 3 курса Высшей школы инженерных и общественных наук, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Елабужский институт, г. Елабуга, Россия

#### **Information about the authors**

**Minkin Alexander Vladimirovich**, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Applied Computer Science, Kazan (Volga Region) Federal University, Yelabuga Institute, Yelabuga, Russia.

**Gayazova Diliya Bulatovna**, 3rd year student of the Higher School of Engineering and Social Sciences, Kazan (Volga Region) Federal University, Yelabuga Institute, Yelabuga, Russia.