QO‘QON DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI ILMIY XABARLARI
(2026-yil 10-son)
PEDAGOGIKA
PEDAGOGY
https://doi.org/10.70728/c.series.ped.v08.i10.188

УДК 372.862
ORCiD: 0000-0003-3774-6079

# ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ ПРОГРАММИРОВАНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ

***Мамаджанова Светлана Валентиновна***
*в.и.о. доцент кафедры Цифровых технологий и ИИ*
*Кокандского государственного университета*
*Gmail: mamadjanova.svetlana@kokandsu.uz*

**Аннотация:** в статье рассматривается научно-методический потенциал практико-ориентированного подхода к обучению программированию и алгоритмизации учащихся общеобразовательных средних школ и студентов младших курсов вузов средствами образовательной робототехники. В качестве фундаментального теоретического базиса исследуется концепция конструкционизма Сеймура Пейперта, обосновывающая эффективность материализации абстрактного кода через создание непрерывной физической петли обратной связи. Особое внимание уделено специфике, вызовам и структурно-методическим барьерам внедрения сквозных инженерных программ в Республике Узбекистан в сравнении с опытом КНР и стран Европейского Союза. Предложена трехуровневая модель усложнения алгоритмических задач и обоснована высокая экономическая и дидактическая эффективность интеграции виртуальных симуляционных сред в условиях ресурсных ограничений образовательных организаций.

**Ключевые слова:** образовательная робототехника, практико-ориентированный подход, обучение программированию, алгоритмизация, вычислительное мышление, конструкционизм, симуляционные среды, Arduino.

# PRACTICE-ORIENTED APPROACH TO TEACHING PROGRAMMING USING ROBOTIC PLATFORMS

**Abstract:** The article examines the scientific and methodological potential of a practice-oriented approach to teaching programming and algorithmization to middle/high school students and first-year engineering undergraduates through educational robotics. Grounded in Seymour Papert’s constructionism theory, the study substantiates the efficiency of materializing abstract code by establishing a continuous physical feedback loop. Special emphasis is placed

on the specific context, ongoing challenges, and structural or methodological barriers to implementing seamless engineering curricula in the Republic of Uzbekistan, compared with the experiences of the PRC and European Union nations. A three-tier progression model for algorithmic tasks is proposed, and the high economic and pedagogical efficiency of integrating virtual simulation environments within resource-constrained educational settings is thoroughly justified.

**Keywords:** educational robotics, practice-oriented approach, programming instruction, algorithmization, computational thinking, constructionism, simulation environments, Arduino.

**Введение**

Современный этап развития глобального образовательного пространства характеризуется стремительной цифровизацией и растущим спросом на квалифицированные кадры в области информационных технологий, искусственного интеллекта и встраиваемых систем. В этих условиях традиционная модель обучения программированию, опирающаяся на абстрактное написание кода на экране монитора и изучение изолированного синтаксиса языков разработки, демонстрирует системное снижение эффективности. Сталкиваясь с высоким порогом входа и отсутствием наглядной связи между строками кода и вещественным результатом, учащиеся и студенты вузов теряют учебную мотивацию, что приводит к поверхностному усвоению базовых алгоритмических концепций.

В качестве эффективного решения данной проблемы выступает практико-ориентированный подход, реализуемый средствами образовательной робототехники. Интеграция робототехнических платформ в учебный процесс позволяет перевести абстрактные логические конструкции (циклы, ветвления, переменные, массивы) в плоскость физического эксперимента. В рамках концепции вычислительного мышления (*Computational Thinking*) робот становится объектом верификации алгоритма: ошибка в коде немедленно проявляется в некорректном поведении физического устройства в реальной среде, создавая устойчивую обратную связь (*feedback loop*) и стимулируя навыки самостоятельной отладки программного обеспечения [9].

Масштаб и специфика внедрения образовательной робототехники существенно варьируются в зависимости от региональных стратегий. Так, в Китайской Народной Республике основы алгоритмизации и робототехники интегрированы в обязательную школьную программу на уровне государственного стандарта, а вузовский сектор делает ставку на экосистему инженерных соревнований [2]. В странах Европейского Союза образовательная робототехника опирается на европейскую рамку цифровых компетенций DigComp и концепцию Smart Learning, где акцент смещен в сторону междисциплинарности STEM/STEAM [14].

Для Республики Узбекистан данное направление имеет критически важное стратегическое значение. В рамках реализации долгосрочных национальных программ по цифровизации образования и формированию ИТ-экосистемы перед государством стоит задача масштабного вовлечения молодежи в сферу высоких технологий. В

частности, победа сборной Узбекистана на всемирном чемпионате First Global Challenge подтверждают высокий потенциал данного инструмента.

Однако, несмотря на государственную поддержку, в образовательной вертикали «школа — вуз» Узбекистана сохраняется ряд научно-методических противоречий:

1. Инфраструктурный и методический разрыв между специализированными/частными ИТ-центрами и массовыми государственными образовательными учреждениями [1].
2. Дефицит квалифицированных педагогических кадров, способных трансформировать «кружковую» сборку роботов по готовым инструкциям в глубокое изучение алгоритмизации и системного программирования.
3. Отсутствие сквозных преемственных программ, связывающих визуально-блочное кодирование в средней школе с низкоуровневой разработкой на текстовых языках (C++, Python) на инженерных факультетах вузов [6].

Таким образом, ключевая научная и практическая проблема заключается в необходимости систематизации и адаптации существующих мировых робототехнических методик к условиям национальной системы образования Узбекистана. Это необходимо для создания сквозной, экономически доступной и дидактически обоснованной модели обучения программированию.

**Методы**

Информационную основу исследования составил систематический анализ рецензируемой научной литературы, педагогических программ и статистических отчетов за период с 2019 по 2026 годы. Поиск профильных публикаций осуществлялся в ведущих международных и национальных библиографических базах данных: Scopus, Web of Science, Google Scholar, РИНЦ (eLibrary.ru) и Национальной базе научных данных Узбекистана (UzScience). Поиск велся, по ключевым словам, образовательная робототехника, практико-ориентированный подход, обучение программированию, вычислительное мышление, STEM. Объектом методологического анализа выступил непрерывный цикл обучения программированию (средняя школа: 5–11 классы; вуз: 1–2 курсы бакалавриата). Предметом анализа стали дидактические свойства и характеристики наиболее распространенных робототехнических комплексов: линейки LEGO Mindstorms / Spike Prime; открытые платформы микроконтроллеров Arduino, ESP32, Raspberry Pi; специализированные комплексы типа ТРИК.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ теоретических источников показывает, что фундаментальной основой практико-ориентированного обучения программированию средствами робототехники выступает концепция конструкционизма Сеймура Пейперта [7], развившего идеи конструктивизма Жана Пиаже [8]. Согласно Пейперту, «процесс интериоризации знаний происходит наиболее эффективно, когда учащийся вовлечен в осознанную деятельность по созданию реального, значимого для него физического или цифрового продукта» [7].

В контексте обучения алгоритмизации через робототехнику материализует код. «Традиционное изучение базовых структур на доске часто оторвано от когнитивного

опыта обучающегося. Робототехническая платформа переносит алгоритм в физический мир. Когда учащийся программирует робота для реализации конкретного поведения, возникает непрерывная петля обратной связи. Ошибка в логике программы проявляется физически: робот врезается в стену или движется в неверном направлении. Физическая демонстрация ошибки запускает у учащегося естественные механизмы рефлексии и декомпозиции задачи, превращая абстрактное программирование в наглядный исследовательский процесс отладки» [9].

В ходе изучения был проведен сравнительный анализ наиболее распространенных в образовательных системах КНР, ЕС и Узбекистана аппаратных и программных решений (Таблица 1).

**Таблица 1.**

**Сравнительный анализ дидактического потенциала робототехнических платформ для обучения программированию**

| Параметр сравнения | LEGO Mindstorms / Spike Prime | Arduino (AVR) / ESP32 / Raspberry Pi | Кибернетические комплексы (ТРИК, Omega Bot) |
|---|---|---|---|
| Целевая ступень образования | Средняя школа (5–8 классы). | Старшая школа (9–11 классы), вузы. | Средняя и старшая школа, инженерные факультеты вузов. |
| Базовые языки кодинга | Scratch (блочный), MicroPython. | C++ (Arduino IDE), Python. | Визуальный блочный код, C++, Python, JavaScript. |
| Изучаемые алгоритмические концепции | Линейные алгоритмы, ветвления, циклы, параллельные задачи, переменные. | Прерывания, работа с регистрами, сложные типы данных, массивы, указатели, структуры. | Синхронизация потоков, графы, элементы технического зрения и ИИ. |
| Преимущества для дидактики | Низкий порог входа, быстрая сборка, фокус на логику алгоритма. | Низкая стоимость компонентов, близость к промышленным стандартам разработки (IoT). | Единая среда программирования (*TRIK Studio*), мощное математическое моделирование. |
| Ограничения и барьеры | Закрытая экосистема, высокая стоимость оригинальных комплектов. | Требует навыков схемотехники и пайки; высокий риск повреждения электронных плат. | Требует специализированной переподготовки педагогического состава. |

Анализ данных таблицы показывает, что для реализации сквозного обучения оптимален последовательный переход от закрытых блочных сред к открытым текстовым архитектурам [10]. На этапе средней школы экосистема LEGO эффективно решает задачу пропедевтики алгоритмизации. Однако на этапе высшего образования потенциал данных платформ исчерпывается. Студентам необходим переход к низкоуровневому программированию микроконтроллеров на языке C++, где алгоритмизация напрямую связана с распределением памяти и обработкой сигналов периферии [11].

Для построения эффективной образовательной траектории в рамках цепочки «школа — вуз» предлагается трехуровневая методическая матрица (Рис 1):




**Рис. 1. Трехуровневая модель обучения программирования**

Внедрение данной модели в Узбекистане сопряжено с глубоким инфраструктурным и методическим разрывом. Для преодоления данного разрыва в условиях ограниченного финансирования авторами рекомендуется активная интеграция бесплатных виртуальных симуляторов, таких как Tinkercad Circuits, TRIK Studio, CoppeliaSim и др. Виртуальные среды позволяют учащимся конструировать электрические схемы и писать управляющий код для 3D-моделей роботов без наличия физического оборудования [5].

Важным дидактическим преимуществом виртуальных симуляторов перед физическими робототехническими наборами в условиях массового обучения является не только их нулевая стоимость, но и безопасность образовательного процесса, а также высокая вариативность. В симуляционной среде студент или школьник может ошибиться в полярности или подать завышенное напряжение, что в реальной лаборатории привело бы к выходу из строя дорогостоящих компонентов. В виртуальном пространстве такая ошибка визуализируется без материального ущерба, что снимает у учащихся психологический барьер «страха перед порчей оборудования» и стимулирует их к более смелым экспериментам в области алгоритмизации. Опыт КНР и ЕС показывает, что совмещение симуляционных сред на этапе школы с последующим переходом к физическим микроконтроллерам в вузах снижает затраты на материально-техническое оснащение на 40–50% [2].

Вторым критическим барьером для Узбекистана остается кадровая проблема. Робототехника не должна превращаться в «кружок сборки лего» по готовым инструкциям. Сборка модели должна занимать не более 20% учебного времени, тогда как 80% необходимо выделять на проектирование алгоритма, написание кода, проведение экспериментов и отладку.

**Заключение**

В ходе исследования систематизированы научно-методические основы практико-ориентированного обучения программированию с использованием робототехнических платформ в системе непрерывного образования «школа — вуз». Обоснована эффективность интеграции робототехники, основанной на принципах конструкционизма С. Пейперта, которая обеспечивает наглядную проверку алгоритмов, повышает учебную мотивацию и развивает навыки самостоятельной отладки кода. Определена целесообразность дифференцированного применения платформ: LEGO Spike Prime — на этапе школьного обучения, Arduino и ESP32 с использованием C++ и Python — в старших классах и вузах.

Для преодоления инфраструктурных и методических барьеров в Узбекистане рекомендовано использовать симуляционные среды TRIK Studio, Tinkercad Circuits и CoppeliaSim, позволяющие изучать программирование без значительных затрат на оборудование. Предложена трехступенчатая модель обучения, в которой основное внимание (80% учебного времени) уделяется программированию, тестированию и проектной деятельности. Результаты исследования могут быть использованы при разработке учебных программ и методических пособий с учетом национальных образовательных стандартов Узбекистана. Дальнейшая работа будет направлена на экспериментальную проверку эффективности предложенной модели.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Alimova, F. A., & Karimov, U. U. (2023). Integration of STEM education in the school system of Uzbekistan: Challenges and infrastructural barriers. Uzbekistan Journal of Pedagogical Sciences, 4(2), 45–58.
2. Al Khushi, A., & Zhang, L. Robotics and computational thinking in K-12 education: A systematic review of the Chinese experience. Computers & Education, 211, 2024, Article 104980. doi.org
3. Benitti, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. Computers & Education, 58(3), 2012, 978–988.
4. eMaktab. Vnedrenie robototehniki v shkolah Uzbekistana: Pilotnye proekty i perspektivy 2024, eMaktab News. emaktab.uz
5. Khaitov, B. S., & Turaev, S. Z. The role of virtual simulators in teaching microelectronics and programming under resource constraints in regional universities of Uzbekistan. Central Asian Journal of Education and Innovation, 12(3), 2025, 112–125.
6. Mirzaxmedov, M. M. O'zbekistonda ta'lim robototexnikasi muammolari va rivojlanish tendensiyalari [Problems and development trends of educational robotics in Uzbekistan]. Fan va Texnologiya. 2024
7. Papert, S. The children's machine: Rethinking school in the age of the computer. Basic Books.1993 y.
8. Piaget, J. Science of education and the psychology of the child. Orion Press. 1970 y.
9. Resnick, M. Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play. MIT Press. 2017

10. Samylkina, N. N., & Tarapata, V. V. Robototehnika v shkole: Metodika, programmy, proekty [Robotics at school: Methodology, programs, projects]. Laboratoriya Znaniy.2021 y.

11. Shakarov, K. A. Continuity in teaching programming from high school to technical university using open-source hardware platforms. Uzbek Mathematical Journal, 69(1), 2025, 89–101.

12. Sullivan, A., & Bers, M. U. Dancing robots: Integrating art, music, and robotics in early childhood education. International Journal of Technology and Design Education, 28(2), 2018, 325–345.

13. Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. A review on the use of robots in education and young children. Educational Technology & Society, 19(2), 2016, 148–163.

14. Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. DigComp 2.2: The Digital Competence *Framework for Citizens*. Publications Office of the European Union. doi.org 2022 y.