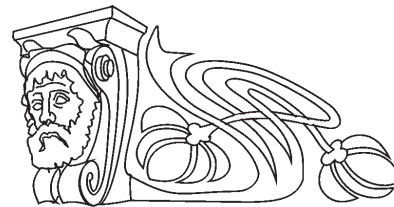




Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Акмеология образования. Психология развития. 2024. Т. 13, вып. 1 (49). С. 16–25
Izvestiya of Saratov University. Educational Acmeology. Developmental Psychology, 2024, vol. 13, iss. 1 (49), pp. 16–25
<https://akmepsy.sgu.ru> <https://doi.org/10.18500/2304-9790-2024-13-4-16-25>, EDN: USXE0Y

Научная статья
УДК 73.031

Педагогические эффекты реализации технологии образовательной робототехники в работе с младшими школьниками



И. В. Захарова¹ ✉, Е. В. Тренина²

¹Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова, Россия, 432071, г. Ульяновск, площадь Ленина, д. 4/5
²МБОУ «Губернаторский инженерный лицей № 102», Россия, 432071, г. Ульяновск, просп. Авиастроителей, д. 24

Захарова Инна Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики и социальной работы, inna73reg@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5194-9142>

Тренина Екатерина Владимировна, руководитель направления «Промышленная робототехника», katerina_cura_starostina@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования применения технологии образовательной робототехники (ОР) в начальной школе обусловлена тенденциями цифровизации современного общества и необходимостью подготовки детей к новой технологической эпохе. **Цель:** выявление организационно-административных и педагогических условий, при которых эффективно применение технологии образовательной робототехники в работе с младшими школьниками. **Гипотеза:** в результате применения образовательной робототехники в учебной и внеучебной деятельности происходит личностное развитие младших школьников, если в школе созданы развивающая среда, творческая атмосфера и отношения, основанные на принципах педагогики сотрудничества. **Участники:** учащиеся вторых классов ($n = 80$) МБОУ «Губернаторский инженерный лицей № 102» г. Ульяновска, возраст 7–лет ($M = 8,3$ года, $SD = 0,458$), 52,5% – мальчики, 47,5% – девочки. **Методики (инструменты):** для оценки педагогической эффективности технологии ОР применён комплекс диагностических методик. Доминирующая мотивация учащихся выявлялась посредством методики «Волшебный цветок» (М. Р. Гинзбург); оценка интеллектуальных способностей, логического мышления, способностей к обобщению выполнена посредством методики «Последовательность событий» (А. Н. Бернштейн); творческий потенциал детей, выраженность их способностей и склонностей к различным видам деятельности оценивались посредством опроса родителей ($n = 80$) с применением «Карты одарённости» (Д. Хаан и М. Кафф) и опросника «Диагностика творческих способностей» (Ф. Татл, Л. Беккер). С целью выявления организационно-административных и педагогических условий эффективности данной технологии проведены беседы с педагогами начальных классов ($n = 18$), включённое наблюдение, анализ педагогического опыта. **Результаты:** выявлены педагогические эффекты использования ОР в работе с младшими школьниками, определены методические, психолого-педагогические и организационно-административные условия эффективности ОР в начальной школе. **Основные выводы:** технология ОР в начальной школе применима и в учебной, и во внеурочной деятельности. Для выявления и развития способностей учащихся в области технического проектирования в образовательной организации необходимы инновационная материальная база, методическое обеспечение, достаточный уровень профессиональной компетентности педагогических кадров. Рекомендуется сотрудничество школ и учреждений дополнительного образования с высокотехнологичными предприятиями. Для стимулирования творческой деятельности учащихся значимы построение взаимодействия участников образовательного процесса на принципах педагогики сотрудничества, а также ориентация детей на участие в выставках, конкурсах проектов. **Ключевые слова:** педагогическая технология, образовательная робототехника, внеурочная деятельность, педагогические эффекты, технологическая грамотность

Информация о вкладе каждого автора. И. В. Захарова – методология исследования, концепция и дизайн исследования, написание текста; Е. В. Тренина – сбор и обработка эмпирических данных, анализ результатов исследования, написание текста.

Для цитирования: Захарова И. В., Тренина Е. В. Педагогические эффекты реализации технологии образовательной робототехники в работе с младшими школьниками // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Акмеология образования. Психология развития. 2024. Т. 13, вып. 1 (49). С. 16–25. <https://doi.org/10.18500/2304-9790-2024-13-1-16-25>, EDN: USXE0Y

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Pedagogical impact of educational robotics on younger schoolchildren

I. V. Zakharova¹ ✉, E. V. Trenina²

¹Ilya Ulyanov State Pedagogical University, 4/5 Lenin Sq., Ulyanovsk 432071, Russia

²Gubernatorial Engineering Lyceum No. 102, 24 Aircraft Manufacturers Ave., Ulyanovsk 432017, Russia

Inna V. Zakharova, inna73reg@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5194-9142>

Ekatерина V. Trenina, katerina_cura_starostina@mail.ru

© Захарова И. В., Тренина Е. В., 2024



Abstract. The *relevance* of the study on teaching robotics in primary school is due to the digitalization trends of modern society and the need to prepare children for a new technological era. The *objective* of the study is to identify what organizational, administrative and pedagogical conditions are necessary to make teaching robotics effective in primary school. The article *hypothesizes* that educational robotics taught as an extracurricular educational activity prompts personal development of younger schoolchildren only if the school has an inspiring and creative atmosphere, and the relationships between the participants of the educational process are based on the principles of cooperation pedagogy. *Participants:* second grade students ($n = 80$) of "Governor's Engineering Lyceum No. 102" Ulyanovsk, aged from 7 to 9 ($M=8.3$ years, $SD= 0.458$), 52.5% – boys, 47.5% – girls. *Methods (tools).* A set of diagnostic techniques was used to assess the pedagogical effectiveness of educational robotics: the "Magic Flower" technique (M. R. Ginzburg) was used to identify students' dominant type of motivation; the "Sequence of Events" technique (A. N. Bernstein) was used to assess intellectual abilities, logical thinking, generalization abilities; parents ($n=80$) were surveyed with the help of the questionnaires "The Map of Giftedness" (Robert F. DeHaan, Jack Kough) and "Diagnostics of Creative Abilities" (F. Tutl, L. Becker) to assess the creative potential of children, the expression of their abilities and inclinations for various types of activities. In order to identify the organizational, administrative and pedagogical conditions for the effectiveness of educational robotics, interviews were conducted with primary school teachers ($n=18$); additionally, such methods as participant observation and the analysis of pedagogical experience were used. *Results.* The pedagogical impact of teaching robotics to younger schoolchildren was revealed. The methodological, psychological, pedagogical, organizational and administrative conditions for the effectiveness of teaching robotics in primary school were determined. *The main conclusions.* Robotics in primary school can be taught as both an educational and extracurricular activity. To identify and develop the abilities of students in the field of technical design, an educational organization needs an innovative material base, methodological support, and a sufficient level of professional competence of the teaching staff. Cooperation between schools, institutions of additional education and high-tech enterprises is recommended. It is important that the interaction between the participants of the educational process is built on the principles of cooperation pedagogy in order to stimulate the creative activity of students and motivate them to participate in exhibitions and project competitions.

Keywords: pedagogical technology, educational robotics, extracurricular activities, pedagogical effects, technological literacy

Information on the authors' contribution. Inna V. Zakharova came up with the research methodology, as well as the concept and design of the research, wrote the text; Ekaterina V. Trenina collected and analyzed the empirical data, as well as the research results, wrote the text.

For citation: Zakharova I. V., Trenina E. V. Pedagogical impact of educational robotics on younger schoolchildren. *Izvestiya of Saratov University. Educational Acmeology. Developmental Psychology*, 2024, vol. 13, iss. 1 (49), pp. 16–25 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/2304-9790-2024-13-1-16-25>, EDN: USXEOY

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Тенденции цифровизации активно проникают в учебный процесс начальной школы. С реализацией Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации скорректирован ФГОС начального общего образования, стандарт предписывает освоение младшими школьниками основ конструкторской и проектно-исследовательской деятельности. В Федеральной основной образовательной программе начального образования в числе универсальных учебных действий указаны умение работы с информацией, овладение базовыми логическим и исследовательскими действиями, а во внеурочной деятельности выделены проектно-исследовательское направление и внеурочные курсы, формирующие навыки выполнения разных видов работы на компьютере. Эффективным инструментом для данных задач является инновационная педагогическая технология – образовательная робототехника.

Вопросы технического творчества детей этого возраста активно изучались с 1960-х гг., а с распространением ОР в последние годы опубликовано немало исследований о ее методологии в начальной школе. Разработаны различные форматы учебной и внеучебной деятельности по ОР, организуются мастер-классы и творче-

ские мастерские по робототехнике, выставки и конкурсы проектов учащихся. Реализуются программы профессионального образования в области ОР, в том числе формирующие компетенции конструирования и программирования LEGO-роботов на уроках в начальной школе [1].

Для ОР характерен базовый признак технологии – возможность проектирования и управления учебно-воспитательным процессом. Данная педагогическая технология позволяет формировать у учащихся навыки моделирования, общую техническую грамотность, информационно-аналитические навыки.

Отечественные исследователи рассматривают робототехнику как одну из сквозных цифровых технологий, позволяющих обучить школьников программированию робототехнических устройств в игровой форме, в том числе с применением дистанционных технологий [2]. В Примерной программе основного общего образования робототехника выделена как один из модулей предметной области «Технология». В России существует социальный запрос на преподавание ОР в школах как перспективного направления STEM-образования [3]. Эта технология применяется в системе дополнительного образования учащихся, где возникают детские клубы и студии робототехники, детские технопарки и технодромы, распространяются электив-



ные курсы по робототехнике. В дополнительном образовании робототехническое направление переживает бурный рост, государственный сектор составляет конкуренцию коммерческим организациям [4, с. 94].

Существует несколько подходов к применению робототехники в образовании [5]. Образовательный робот может выполнять пассивно-инструментальную роль (когда учащиеся создают или программируют роботов) или у него может быть активная роль, в которой робот становится компаньоном, наставником, например при преподавании языка [6]. ОР представляет собой новую самостоятельную область исследований, целью которой является улучшение опыта обучения людей посредством создания, внедрения, совершенствования педагогических действий, инструментов и технологий, где роботы играют активную роль. Робототехника как *объект обучения* фокусируется на темах, связанных с робототехникой (компьютерное зрение, искусственный интеллект), робототехника как *инструмент обучения* рассматривает роботов в качестве средства для преподавания других предметов (естественные науки, математика) и как средство обучения (робот-репетитор в сценариях совместного обучения или в обучении языкам) [7, с. 41].

Технологии ОР выступают эффективным средством технического творчества даже для дошкольников, о чем свидетельствуют как научные исследования [8, 9], так и практика выставок, разного уровня конкурсов, олимпиад, фестивалей по робототехнике. Многие педагоги достаточно осторожно относятся к понятию «робототехника» при внедрении инновационных подходов в ДОУ [10], однако активно используют технологию легоконструирования [11]. Закономерно, что на разных уровнях образования в зависимости от возраста обучающихся рекомендуется использовать разные типы конструирования, выполнять разные виды деятельности [12, с. 27]. Наиболее популярными платформами ОР в нашей стране являются конструкторы WeDo, Lego Mindstorms Education NXT 2.0, Lego Mindstorms Education EV3.

Специалисты отмечают, что для развития ОР значимы повышение квалификации педагогических кадров и сотрудничество вузов, школ и центров дополнительного образования [13]. В регионах России существует позитивный опыт такого сотрудничества, в том числе с активным участием высокотехнологичных предприятий [14]. Мы разделяем мнение, что робототехника открывает новые возможности для сетевого

взаимодействия школ и предприятий [15, с. 159], поскольку рассматриваем школы как элементы образовательного пространства региона, взаимосвязанные с организациями дополнительного образования и вузами – в таких гибридных образовательных структурах координируются учебные планы, научные проекты, воспитательная работа [16, с. 382]. Подобное взаимодействие особенно значимо при реализации инновационных направлений образовательной деятельности, одним из которых является робототехника.

Цель исследования, представленного в статье, – выявление организационно-административных и педагогических условий, при которых эффективно применение технологии ОР в работе с младшими школьниками.

Гипотеза: в результате применения образовательной робототехники в учебной и внеучебной деятельности происходит личностное развитие младших школьников, если в школе созданы развивающая среда, творческая атмосфера и отношения, основанные на принципах педагогики сотрудничества.

Материалы

Участники. В течение 2021–2022 гг. проводилась опытно-экспериментальная работа с учащимися вторых классов МБОУ «Губернаторский инженерный лицей № 102» г. Ульяновска ($n = 80$). В исследовании принимали участие школьники в возрасте 7–9 лет ($M = 8,3$ года, $SD = 0,458$ на момент начала исследования). Способ формирования выборки – формальная группа. Состав экспериментальной группы (ЭГ) ($n = 40$): мальчики – 47,5%, девочки – 52,5%; состав контрольной группы (КГ) ($n = 40$) – 57,5% и 42,5% соответственно. Данный состав оставался неизменным на всех этапах исследования.

Методы. С целью выявления педагогических эффектов ОР, организационно-административных и педагогических условий эффективности данной технологии проведены беседы с педагогами начальных классов ($n = 18$), включённое наблюдение, анализ педагогического опыта. Для оценки выраженности способностей учащихся проведено анкетирование их родителей ($n = 80$).

Методики. Психолого-педагогическая диагностическая методика «Волшебный цветок» (М. Р. Гинзбург) [17] применена с целью выявления доминирующей мотивации учащихся. В ходе индивидуальных бесед с учащимися анализировались их реакции на диагностические материалы. Согласно методике, ребёнок последовательно осуществляет три выбора,



иллюстрирующих его мотивацию – учебную, игровую, внешнюю, социальную, позиционную или мотивацию отметки. Исследователем заполняется оценочная таблица, включающая также и контрольный выбор, который добавляется к общей сумме ответов.

Методика «Последовательность событий» (А. Н. Бернштейн) [18] применена с целью оценки уровня логического мышления учащихся, способности к обобщению и развития речи. Анализируя 3–6 иллюстраций, испытуемый должен выстроить правильную последовательность событий, увидеть их логику и составить рассказ. Методика включает вариант с явным сюжетом (детали, изображенные на иллюстрации, позволяют восстановить причинно-следственные и временные связи) и вариант со скрытым смыслом сюжета (для выстраивания испытуемым сюжетного повествования требуется знание закономерностей явлений и процессов). В протоколе исследования отражаются как процесс, так и результаты выполнения ребенком задания. Исследователь задает испытуемому вопросы, чтобы помочь выявить ошибки. Исходя из степени самостоятельности ответов ребенка, скорости выполнения задания, эрудиции, способности к рассуждению, делаются выводы об уровне его интеллектуального развития.

С целью выявления способностей, одаренности детей в различных сферах деятельности родители второклассников ($n = 80$) заполняли «Карту одаренности» (Д. Хаан и М. Кафф) [19]. Данная методика, адаптированная для отечественной школы А. И. Савенковым, включает 80 утверждений, отражающих особенности поведения ребенка. Степень соответствия особенностей ребенка с данными утверждениями оценивается респондентом (родитель, законный представитель ребенка) на основе униполярной шкалы, согласно которой 0 баллов – оцениваемое свойство выражено нечетко, проявляется редко, 1 балл – свойство заметно выражено, но проявляется непостоянно, 2 балла – оцениваемое свойство хорошо развито, часто проявляется. Результаты диагностики отражают выраженность способностей по десяти областям деятельности.

В дополнение к «Карте одаренности» родители оценивали способности своих детей на основе диагностической методики Ф. Татла и Л. Беккера [20]. Предлагаемые респондентам 17 утверждений содержат характеристики поведения, навыков ребенка, свидетельствующие о его интеллектуальном потенциале.

Дизайн. В МБОУ «Губернаторский инженерный лицей № 102» г. Ульяновска более

1360 школьников осваивают образовательные программы углубленного уровня технического и естественнонаучного профилей, в младших классах в рамках внеучебной деятельности реализуется дополнительная образовательная программа (ДОП) по робототехнике.

Лицей расположен в микрорайоне, где сосредоточены несколько высокотехнологичных производственных предприятий: АО «Авиастар-СП», АО «АэроКомпозит-Ульяновск», АО «Спектр-Авиа», АО «Волга-Днепр», ООО «Ульяновский наноцентр», создана особая экономическая зона, на территории которой работают 35 резидентов – современных высокотехнологичных предприятий. Это обусловило специализацию образовательной организации. Лицеом заключены договоры по реализации сетевых образовательных программ с федеральной сетью «Точка роста» и филиалами сети цифрового образования детей «IT-куб» в Ульяновской области. Лицей № 102 является базовой образовательной организацией ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». Согласно концепции развития образовательной организации планируется осуществлять подготовку инженерных кадров за счет внедрения сквозного обучения «детский сад – лицей – вуз – предприятие».

МБОУ «Губернаторский инженерный лицей № 102» стало площадкой детского технопарка «Кванториум» и реализует четыре направления детского технического творчества (кванта) – аэроквантум, энерджиквантум, промробо-квантум, хайтек-цех. По профилю «Промышленная робототехника» («Промробо-кванториум») в лицее занимаются 256 человек (32 группы), в том числе 32% учащихся начальной школы. ДОП «Робототехника» реализуется в начальных классах лицея № 102 с 2020 г., цель данной программы – развитие детского технического творчества в проектной деятельности. Она знакомит школьников с работой автоматизированных технических устройств, дает возможность научиться разрабатывать собственные устройства с составлением компьютерных программ для них.

В лицее имеются два компьютерных класса, кабинет компьютерного дизайна, четыре лаборатории коллективного пользования, кабинет робототехники, кинозал, планетарий, хайтек-цех – высокотехнологичная лаборатория прототипирования, оснащенная 3D-принтерами, станками с ЧПУ, паяльным и другим современным оборудованием. В ла-



боратории робототехники есть возможность изучения технологий в области электроники, мехатроники и программировании, конструирования и программирования роботов.

Можно констатировать, что в лицее № 102 созданы развивающая среда, творческая атмосфера и отношения, основанные на принципах педагогики сотрудничества. Команда «Промробокванториума» – это педагоги 1-й категории с опытом работы от 3 лет и техническим образованием, а также сотрудники АО «Авиастар-СП», которые непосредственно работают с роботами.

Учащиеся начальной школы не имеют базовых знаний в точных науках, однако им доступны такие элементы ОР, как конструирование, моделирование, объектно-ориентированное и функциональное программирование. Данная деятельность стала основой формирующего этапа опытно-экспериментальной работы в 2021–2022 гг. ДОП «Робототехника» включает три модуля, дифференцированных по уровню компетенций обучающихся:

1) стартовый (знакомство с видами конструкций и моторизированных механизмов, с языками программирования, конструкторами Lego Duplo, Lego Mindstorms EV3, Arduino, VEX, MAKEBLOCK, Технолаб);

2) базовый (выполнение кейсовых задач, составление программ для движения и выполнения действий роботом, презентация полученных продуктов);

3) продвинутый (изучение языков программирования C++, C#, Processing, Arduino IDE, Python, работа с конструкторами Wex, Трик, Тетрикс, Эвольвектор ОТР 2000, Амперка, СТЕМ-лаборатория).

На занятиях ДОП «Робототехника» применялись сюжетно-ролевые и дидактические игры, виртуальное путешествие, проектирование, моделирование. Для создания моделей

использовались конструкторы LEGO Education WeDo 2.0 с прикладными программами, программирование в которых доступно учащимся начальной школы. В образовательном процессе применяется системно-деятельностный подход, предполагающий, что школьники учатся самостоятельно ставить учебные цели, продумывать пути их достижения, самостоятельно работать с новой информацией.

Результаты и их обсуждение

В процессе опытно-экспериментальной работы проводилась диагностика психологических показателей школьников, обуславливающих результаты их технического творчества, а также мониторинг их компетенций на основе разработанных авторских рабочих листов. Об образовательной эффективности внеурочных занятий по робототехнике свидетельствует достаточно высокий уровень навыков второклассников, что отражают их достижения: 1-е и 2-е места в номинации «Робототехника» на Всероссийской научно-практической конференции обучающихся «Познаем. Исследуем. Практикуем», посвященной 310-летию со дня рождения М. В. Ломоносова, одно из призовых мест на VII Международной олимпиаде по робототехнике WeDo, победы команды лицея № 102 в областном конкурсе технических идей «Технотворинг» в номинации «Стендовое моделирование».

По итогам исследования, проводимого 2021–2022 гг., отмечались такие педагогические эффекты ДОП «Робототехника», как рост мотивации детей к техническому творчеству и рост интереса к занятиям ОР (табл. 1), развитие технических и творческих способностей. Доминирующая мотивация учащихся выявлялась посредством методики «Волшебный цветок» (М. Р. Гинзбург).

Таблица 1 / Table 1

**Выраженность показателей мотивации учащихся к техническому творчеству, %
Manifestation of indicators of students' motivation for technical creativity, %**

Группа	Этап	Уровень мотивации к техническому творчеству			Уровень интереса к занятиям ОР	
		высокий	выше среднего	умеренный	высокий	средний
экспериментальная (n = 40)	Констатирующий	17,5	20,0	62,5	37,5	62,5
	Контрольный	27,5	34,0	38,5	49,5	51,5
Контрольная (n = 40)	Констатирующий	10,0	15,0	75,0	40,0	60,0
	Контрольный	18,0	15,0	67,0	46,0	54,0



Согласно данным табл. 1, мотивация к техническому творчеству в ЭГ была выше, чем в КГ уже на этапе констатирующего эксперимента. По итогам опытно-экспериментальной работы, в ходе освоения ДОП «Робототехника», доля учащихся с высоким уровнем данного показателя в ЭГ возросла на 10%, доля учащихся с мотивацией выше среднего – на 14%. В КГ на 8% возросла доля детей с высокой мотивацией, среди других категорий рост отмечен не был. Интерес как элемент системы мотивации имеет эмоциональную основу. Интерес к робототех-

нике можно рассматривать как частное проявление мотивации к техническому творчеству. Низкий уровень интереса к конструированию у учащихся 2-х классов не выявлен ни на начальном, ни на контрольном этапе исследования. По итогам освоения ДОП «Робототехника» детьми из ЭГ их интерес к данной деятельности стал на 50% выше, чем в КГ.

В результате освоения ДОП «Робототехника» у значительной части школьников из ЭГ возрос уровень логического мышления (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

**Изменение уровня логического мышления у учащихся экспериментальной и контрольной групп, %
Changes in level of logical thinking of students in experimental and control groups, %**

Группа	Этап	Уровень		
		высокий	средний	низкий
Экспериментальная	Констатирующий	48,5	40,0	12,5
	Контрольный	78,0	18,0	4,0
Контрольная	Констатирующий	46,0	41,5	12,5
	Контрольный	50,0	38,0	12,0

В начале исследования низкий уровень логического мышления отмечен у 12,5% детей из ЭГ и КГ. На контрольном этапе в ЭГ доля таких учащихся сократилась до 4% и на 22% меньше стало детей со средним уровнем логического мышления. В КГ заметная динамика данного показателя не отмечена. Уровень логического мышления свидетельствует о наличии у детей комплекса интеллектуальных способностей, значимых для технического творчества. ОР детерминирует развитие данной характеристики.

Диагностика показателей одаренности учащихся по методике А. Хаана и М. Каффа

показала, что за время опытно-экспериментальной работы в ЭГ количество детей с высокими показателями творческих и технических способностей возросла с 10% до 20%, что можно рассматривать в качестве эффекта освоения ДОП «Робототехника».

На основании анализа педагогического опыта лица № 102, включенного наблюдения и бесед с педагогами можно выделить две группы педагогических эффектов технологии ОР – образовательные эффекты, в которых отражаются учебные компетенции обучающихся, и воспитательные эффекты, отражающие их личностное изменение (табл. 3).

Таблица 3 / Table 3

**Педагогические эффекты образовательной робототехники
Pedagogical impact of educational robotics**

Образовательные эффекты		Воспитательные эффекты	
Общекультурные	Специализированные	Личностные	Мотивационные
Общекультурная компетентность учащихся. Эрудиция. Общеучебные навыки. Информационно-аналитические навыки. Способность к самостоятельной познавательной деятельности	Когнитивные универсальные учебные действия (УУД) (логические, знаково-символические и пр.). Информационные УУД (работа с источниками информации, в том числе ИТ). Регулятивные УУД (целеполагание, планирование, саморегуляция, самооценка). Компетенции и способности в области STEM-дисциплин. Алгоритмическое мышление. Навыки конструирования. Технологическая грамотность учащихся	Развитие творческих способностей учащихся. Развитие технических способностей. Критическое мышление. Креативность. Коммуникативные способности и коммуникативные УУД. Профессиональная направленность личности учащихся	Общая учебная мотивация учащихся. Мотивация в области STEM-дисциплин. Познавательная активность учащихся



Образовательные эффекты подразделяются на общекультурные и специализированные. К первой категории относятся общекультурная компетентность как владение межпредметными знаниями, эрудиция, общеучебные навыки, способность к самостоятельной познавательной деятельности. К категории специализированных можно отнести когнитивные УУД, информационные и регулятивные УУД, навыки алгоритмического мышления, компетенции и способности к STEM-дисциплинам (Science, Technology, Engineering, Mathematics), навыки конструирования (по инструкции, по образцу, по заданным условиям, по замыслу), а также общую технологическую грамотность учащихся.

Названные образовательные эффекты могут быть сформированы не только в результате занятий ОР, однако данная технология в большой мере им способствует.

Воспитательными эффектами этой технологии являются развитие творческих и технических способностей, гибкие навыки учащихся (*soft skills*) – креативность, критическое мышление, коммуникативные навыки. При совместном выполнении проектов дети учатся согласовывать свои действия, слушать других и аргументировать свою точку зрения, получают опыт презентации своей работы. Эти навыки являются значимым проявлением личностного развития учащихся, обуславливающим успешность их последующей социализации. Учащимся начальной школы доступны моделирование и проектирование, они владеют навыками работы с различными конструкторами. В этом возрасте дети воспринимают конструирование как игру, досуг, еще не осознавая, что выполнение проекта – это труд, требующий целеустремленности и критичного отношения к своим достижениям.

Как показало наше исследование, использование ОР в начальной школе позволяет достичь как образовательного, так и воспитательного эффекта. Это согласуется с выводами многих отечественных и зарубежных специалистов.

Доказано, что при обучении робототехнике предметные действия трансформируются во внутренние, когнитивные (мышление, память, восприятие) [20, с. 48]. Формируются и комплексные навыки «решения проблем» (*problem-solving skills*), которые рассматриваются зарубежными специалистами через способности к пониманию, репрезентации, категоризации [21, с. 3]. Алгоритмическое мышление является фундаментальным навыком, который может формироваться посредством ОР в начальной школе,

в средних и старших классах, на инженерных курсах университетов [22]. Такое мышление – результат интериоризации учащимися приемов работы с информацией. Как и повышение общей технологической грамотности осваивающих ОР, оно представляет собой значимый эффект образовательной деятельности.

Образовательная деятельность с применением ОР и педагогического проектирования может иметь и программируемые эффекты, и непреднамеренное влияние на учащихся [23, с. 115], которое проявляется в положительном эмоциональном восприятии учениками технического творчества вне зависимости от качества его результатов. Наиболее вероятным программируемым результатом ОР как образовательной технологии является формирование у школьников познавательной активности, мотивации к STEM-дисциплинам и общей учебной мотивации.

Для младших школьников при выполнении проектов ОР значима помощь взрослых, поэтому как один из косвенных эффектов можно рассматривать укрепление детско-родительских отношений в процессе такой деятельности. Отдаленным эффектом является формирование профессиональной направленности личности учащихся.

В образовательном процессе применяется системно-деятельностный подход. Он предполагает, что учащиеся учатся самостоятельно ставить учебные цели, продумывать пути их достижения, работать с новой информацией. В робототехнике не существует готовых алгоритмов, поэтому перед учителем стоит задача научить детей размышлять, сопоставлять, искать оптимальные технические решения. Это дает возможность как для детского технического творчества, так и для педагогического творчества коллектива МБОУ «Губернаторский инженерный лицей № 102» г. Ульяновска.

На основании исследования можем заключить, что эффективность ОР в начальной школе связана с наличием следующих *организационно-административных условий*:

- высокого уровня профессиональных компетенций педагогов, сочетающегося с мотивацией к инновационной деятельности и личностному развитию;

- наличия в образовательной организации современной материальной базы при достаточных финансово-экономических ресурсах для ее поддержания в функциональном состоянии;

- взаимодействия образовательной организации с предприятиями, на которых применя-



ются технологии робототехники, привлечения их специалистов к проведению занятий со школьниками;

– формирования корпоративной культуры образовательной организации, основанной на ценностях гуманизма, сотрудничества, развития творческого потенциала всех участников образовательного процесса.

Педагогическими условиями эффективности ОР в начальной школе являются:

– индивидуальный подход к каждому ребенку, учет его способностей, уровня компетенций, личных интересов;

– использование на занятиях по ОР игровых и интерактивных методов обучения, командной работы над проектами;

– взаимодействие педагогов с родителями учащихся в учебной и внеучебной деятельности;

– разработка методического инструментария и учебных пособий по робототехнике, учитывающих специфику познавательных возможностей учащихся начальной школы;

– стимулирование творчества детей, развитие их способностей, подготовка к участию в предметных олимпиадах, конкурсах, технических выставках.

Выводы

Учащиеся начальной школы обладают достаточным уровнем навыков конструирования и моделирования, в то время как многие рассматривают эту деятельность как досуговую, но целенаправленная педагогическая работа позволяет перевести ее в поисково-исследовательский контекст. Педагогическим эффектом применения технологии ОР во внеучебной деятельности являются рост мотивации детей к техническому творчеству и их интереса к робототехнике, повышение показателей развития логического мышления, технических и творческих способностей. При этом качество образовательного процесса и научно-методический уровень проектов школьников требуют взаимодействия школы с вузами, организациями дополнительного образования, реализующими программы технического профиля, а также с предприятиями, в производственном процессе которых применяется робототехника. Новизна проведенного исследования обусловлена выявлением педагогических эффектов в результате использования ОР в работе с младшими школьниками в созданной развивающей среде. Практическая значимость работы заключается в возможности применения представленных в статье результатов.

Образовательная робототехника, как и другие формы технического творчества учащихся, сама по себе не обеспечивает их личностного развития. Для него необходимо создание в образовательной организации развивающей среды, творческой атмосферы, отношений, основанных на принципах педагогики сотрудничества.

Библиографический список

1. *Фортыгина С. Н.* Программа подготовки будущих педагогов в области образовательной робототехники // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2017. № 10 (152). С. 285–287. EDN: ZSJVMJ
2. *Ступин А. А., Ступина Е. Е., Каменев Р. В., Класов А. Б.* Применение сквозных цифровых технологий для обучения школьников программированию робототехнических устройств // Сибирский педагогический журнал. 2022. № 4. С. 51–63. <https://doi.org/10.15293/1813-4718.2204.04>
3. *Gdansky N. I., Kulikova N. L., Budnik A. A., Sokolov I. V.* STEM technology in the study of educational robotics // Revista Inclusiones. 2020. Vol. 7, iss. S2-3. P. 206–219. EDN: RSUYVN
4. *Гагарина Д. А., Гагарин А. С.* Образовательная робототехника: анализ вызовов рынка // Образовательная политика. 2021. № 4 (88). С. 90–103. EDN: EOFSDQ
5. *Bezerra J. E., De Lima R. W., Queiroz P. G. G.* A study of the publications of educational robotics: A systematic review of literature // IEEE Latin America Transactions. 2018. Vol. 16, iss. 4. P. 1193–1199. <https://doi.org/10.1109/TLA.2018.8362156>
6. *González Fernández M. O., Flores González Y. A., Muñoz López C.* Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM // Eureka. 2021. Vol. 18, iss. 2. P. 230. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.230
7. *Angel-Fernandez J. M., Vincze M.* Towards a formal definition of educational robotics // Proceedings of the Austrian Robotics Workshop / eds. Ph. Zech, J. Piater. Innsbruck : Innsbruck University Press, 2018. 76 p. <https://doi.org/10.15203/3187-22-1-08>
8. *Schiffer S., Ferrein A.* ERIKA – Early Robotics Introduction at Kindergarten Age // Multimodal Technologies and Interact. 2018. Vol. 2, iss. 4. Article number 64. <https://doi.org/10.3390/mti2040064>
9. *Sullivan A., Kazakoff E. R., Bers M. U.* The wheels on the bot go round and round: Robotics curriculum in pre-kindergarten // Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice. 2013. Vol. 12. P. 203–219. <https://doi.org/10.28945/1887>
10. *Рязанова З. Б., Сорокин С. С., Солин С. В.* Применение образовательной робототехники в обучении детей с раннего возраста // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3. С. 22. <https://doi.org/10.17513/spno.29799>
11. *Чернобровкин В. А., Кувшинова И. А., Тупкина Д. В., Бачурин И. В.* Воспитательно-образовательные



- возможности образовательной робототехники с использованием андроида робототехнического устройства в сфере дошкольного образования // *Перспективы науки и образования*. 2020. № 1 (43). С. 134–149. <https://doi.org/10.32744/pse.2020.1.10>
12. Исмаилов Г. М., Матевосян Т. В., Слободенюк А. И., Ноткина В. О., Невиницына В. С., Осипкина Ю. А., Скорнякова Л. В. Внедрение образовательной робототехники и 3D моделирования в общеобразовательной школе // *Sciences of Europe*. 2021. № 83-3 (83). С. 26–29. <https://doi.org/10.24412/3162-2364-2021-83-3-26-29>
13. Зайцева С. А., Иванов В. В., Киселев В. С., Зубаков А. Ф. Развитие образовательной робототехники: проблемы и перспективы // *Образование и наука*. 2022. Т. 24, № 2. С. 84–115. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2022-2-84-115>
14. Глухов С. В., Дикой А. А., Дикая И. В. Образовательная робототехника – новая парадигма образования 21 века: проблемы, содержание, опыт // *Технологическое экономическое образование*. 2014. № 2. С. 64–70. EDN: WKEVOX
15. Дахин А. Н. Педагогика робототехники как возникающая инновация школьной технологии // *Народное образование*. 2015. № 4 (1447). С. 157–161. EDN: TWGTRB
16. Захарова И. В. Конкурентоспособность университета как гибридной структуры регионального образовательного пространства // *Регионология*. 2020. № 28 (2). С. 377–399. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.111.028.202002.377-399>
17. Особенности психического развития детей 6–7-летнего возраста / под ред. Д. Б. Эльконина, А. Л. Венгера. М.: Педагогика, 1988. 135 с.
18. Бернштейн А. Н. Экспериментально-психологическая методика распознавания душевных болезней. М.: Печатня С. П. Яковлева, 1908. 19 с.
19. Савенков А. И. Одаренный ребенок в массовой школе. М.: Сентябрь, 2001. 208 с.
20. Tuttle F. B., Becker L. A., Sousa J. A. Characteristics and Identification of Gifted and Talented Students. Washington: National Education Association, 1988. 163 p.
21. Газейкина А. И., Пронин С. Г. Формирование когнитивных универсальных учебных действий при обучении робототехнике учащихся основной школы // *Педагогическое образование в России*. 2015. № 7. С. 42–49. EDN: UCILL
22. Gratani F., Giannandrea L., Renieri A., Annessi M. Fostering Students' Problem-Solving Skills Through Educational Robotics in Primary School // *Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills. EDUROBOTICS 2021. Studies in Computational Intelligence* / ed. by M. Malvezzi, D. Alimisis, M. Moro. Springer Cham, 2021. Vol. 982. P. 3–14. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_1
23. Jawawi D. N. A., Jamal N. N., Abdul Halim S., Sa'adon N. A., Mamat R., Isa M. A., Mohamad R., Abdull Hamed H. N. Nurturing secondary school student computational thinking through educational robotics // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2022. Vol. 17, iss. 3. P. 117–128. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i03.27311>
24. Jäggle G., Lammer L., Hieber H., Vincze M. Technological literacy through outreach with educational robotics // *Robotics in Education. RiE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing* / ed. by M. Merdan, W. Lepuschitz, G. Koppensteiner, R. Balogh, D. Obdržálek. Springer Cham, 2019. Vol. 1023. P. 114–125. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_11

References

- Fortygina S. N. Program of preparation of future teachers in the field of educational robotics. *Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta*, 2017, no. 10, pp. 285–287 (in Russian.) EDN: ZSJVMJ
- Stupin A. A., Stupina E. E., Kamenev R. V., Klastov A. B. The use of end-to-end digital technologies for teaching schoolchildren programming of robotic devices. *Siberian Pedagogical Journal*, 2022, no. 4, pp. 51–63 (in Russian). <https://doi.org/10.15293/1813-4718.2204.04>
- Gdansky N. I., Kulikova N. L., Budnik A. A., Sokolov I. V. STEM technology in the study of educational robotics. *Revista Inclusiones*, 2020, vol. 7, no. S2-3, pp. 206 – 219. EDN: RSUYVN
- Gagarina D. A., Gagarin A.S. Educational robotics: Analysis of market challenges. *Educational Policy Magazine*, 2021, no. 4 (88), pp. 90–103 (in Russian.) EDN: EOFSDQ
- Bezerra J. E., De Lima R. W., Queiroz P. G. G. A study of the publications of educational robotics: A systematic review of literature. *IEEE Latin America Transactions*, 2018, vol. 16, iss. 4, pp. 1193–1199. <https://doi.org/10.1109/TLA.2018.8362156>
- González Fernández M. O., Flores González Y. A., Muñoz López C. Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Eureka*, 2021, vol. 18, no. 2, pp. 230. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.230
- Angel-Fernandez J. M., Vincze M. Towards a formal definition of educational robotics. In: Zech Ph., Piater J., eds. *Proceedings of the Austrian Robotics Workshop*. Innsbruck, Innsbruck University Press, 2018. 76 p. <https://doi.org/10.15203/3187-22-1-08>
- Schiffer S., Ferrein A. ERIKA – Early Robotics Introduction at Kindergarten Age. *Multimodal Technologies and Interact*, 2018, vol. 2, iss. 4, article number 64. <https://doi.org/10.3390/mti2040064>
- Sullivan A., Kazakoff E. R., Bers M. U. The wheels on the bot go round and round: Robotics curriculum in pre-kindergarten. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 2013, vol. 12, pp. 203–219. <https://doi.org/10.28945/1887>
- Ryazanova Z. B., Sorokin S. S., Solin S. V. Application of educational robotics in teaching children from early age. *Modern Problems of Science and Education*, 2020, no. 3, pp. 22 (in Russian). <https://doi.org/10.17513/spno.29799>



11. Chernobrovkin V. A., Kuvshinova I. A., Tupikina D. V., Bachurin I. V. Educational opportunities of educational robotics based on an android robotical device in pre-school education. *Perspectives of Science and Education*, 2020, no. 1 (43), pp. 134 – 149 (in Russian). <https://doi.org/10.32744/pse.2020.1.10>.
12. Ismailov G. M., Matevosyan T. V., Slobodenyuk A. I., Notkina V. O., Nevinitsyna V. S., Osipkina Yu. A., Skornyakova L. V. Introduction of educational robotics and 3D modeling in secondary schools. *Sciences of Europe*, 2021, no. 83-3 (83), pp. 26–29 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/3162-2364-2021-83-3-26-29>
13. Zaytseva S. A., Ivanov V. V., Kiselev V. S., Zubakov A. F. Development of educational robotics: Problems and prospects. *The Education and Science Journal*, 2022, vol. 24, no. 2, pp. 84–115 (in Russian). <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2022-2-84-115>
14. Glukhov S. V., Dikoy A. A., Dikaya I. V. Educational robotics – a new paradigm of education of the 21st century: Problems, content, experience. *Techno-Economic Education*, 2014, no. 2, pp. 64 –70 (in Russian). EDN: WKEVOX
15. Dakhin A. N. Pedagogy of robotics as an emerging innovation of school technology. *National Education*, 2015, no. 4 (1447), pp. 157–161 (in Russian). EDN: TWGTRB
16. Zakharova I. V. Competitiveness of the university as a hybrid structure in the regional educational space. *Regiology*, 2020, vol. 28, no. 2 (111), pp. 377–399 (in Russian). <https://doi.org/10.15507/2413-1407.111.028.202002.377-399>
17. Elkonin D. B., Venger A. L., eds. *Osobennosti psikhicheskogo razvitiya detey 6–7-letnego vozrasta* [Features of the Mental Development of Children of 6–7 Years of Age]. Moscow, Pedagogika, 1988. 135 p. (in Russian).
18. Bernshteyn A. N. *Eksperimental'no-psikhologicheskaya metodika raspoznavaniya dushevnykh bolezney* [Experimental Psychological Method of Recognition of Mental Illnesses]. Moscow, S. P. Yakovlev Publ., 1908. 19 p. (in Russian).
19. Savenkov A. I. *Odareonnyi rebeonok v massovoy shkole* [A Gifted Child in a Mass School]. Moscow, Sentabr', 2001. 208 p. (in Russian).
20. Tuttle F. B., Becker L. A., Sousa J. A. *Characteristics and Identification of Gifted and Talented Students*. Washington, National Education Association, 1988. 163 p.
21. Gazeykina A. I., Pronin S. G. Formation of Cognitive Universal Learning Activities in Teaching Robotics to Basic School Pupils. *Pedagogical Education in Russia*, 2015, no. 7, pp. 42–49 (in Russian). EDN: UCIHLL
22. Gratani F., Giannandrea L., Renieri A., Annessi M. Fostering Students' Problem-Solving Skills Through Educational Robotics in Primary School. In: Malvezzi M., Alimisis D., Moro M., eds. *Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills. EDUROBOTICS 2021. Studies in Computational Intelligence*. Springer Cham, 2021, vol. 982, pp. 3–14. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_1
23. Jawawi D. N. A., Jamal N. N., Abdul Halim S., Sa'adon N. A., Mamat R., Isa M. A., Mohamad R., Abdull Hamed H. N. Nurturing secondary school student computational thinking through educational robotics. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2022, vol. 17, no. 3, pp. 117–128. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i03.27311>
24. Jäggle G., Lammer L., Hieber H., Vincze M. Technological literacy through outreach with educational robotics. In: Merdan M., Lepuschitz W., Koppensteiner G., Balogh R., Obdržálek D., eds. *Robotics in Education. RiE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer Cham, 2019, vol. 1023, pp. 114–125. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_11

Поступила в редакцию 05.07.2023; одобрена после рецензирования 06.09.2023; принята к публикации 15.09.2023
The article was submitted 05.07.2023; approved after reviewing 06.09.2023; accepted for publication 15.09.2023