ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.1 DOI: 10.17853/1994-5639-2022-2-84-115

РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С. А. Зайцева[1], В. В. Иванов[2], В. С. Киселев[3], А. Ф. Зубаков[4]

Шуйский филиал ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Шуя, Россия.
E-mail: [1]Z_A_S_@rambler.ru; [2]ivv.consultant.37@gmail.com; [3]vkiselev2@gmail.com; [4]shurikguardian@gmail.com

Аннотация. *Введение.* Включение школьников в освоение робототехники может служить результативным методом популяризации технического образования и средством профориентационной работы. Образовательную робототехнику можно рассматривать как средство интеграции науки, технологии, инженерии и математики в контексте школьного обучения, как инструмент формирования у обучающихся гибких навыков. Проблема нехватки и/или некомпетентности педагогических кадров в этой области является сдерживающим фактором на пути развития детского технического творчества.

Цель исследования состоит в том, чтобы на основе анализа развития популярного и перспективного направления детского технического творчества – образовательной робототехники – сравнить тренды её внедрения в различных государствах, выявить проблемы, возникающие на пути интеграции образовательной робототехники в школьное и дополнительное образование, и наметить пути преодоления указанных проблем.

Методология, методы и методики. Методологической основой исследования явились теории профессионального развития будущих педагогов и концепция прогнозирования перспектив в сфере образования.

Выявление проблем и перспектив интеграции робототехники в образование школьников проводилось методом тематического контент-анализа публикаций с глубиной поиска 10 лет, размещенных в базах Web of Science, Scopus, Google Академия и eLibrary.

Выявление потребности в педагогах по робототехнике в школьном и дополнительном образовании осуществлялось на основе обобщения результатов, полученных в ходе анкетирования руководителей и педагогов центров детского технического творчества. В онлайн-анкетировании на базе гугл-форм приняли участие 275 респондентов из 11 регионов России.

Диагностика заинтересованности и готовности к получению дополнительного образования по образовательной робототехнике педагогов проведена на основе анкетирования студентов педагогических направлений подготовки. В исследовании приняли участие 185 студентов – будущих педагогов из 6 вузов России.

Оснащение оборудованием системы школьного и дополнительного образования России, а также доступность соответствующего оборудования для школьников изучались на примере одного из российских регионов. Эмпирические данные получены из ежегодных отчетов образовательных учреждений.

Оценка наличия и качества методической поддержки занятий по робототехнике осуществлялась путём обработки данных онлайн-анкетирования педагогов, в котором приняли участие 98 респондентов.

Результаты. Исследовательские работы по вопросам развития образовательной робототехники были разделены на три основные группы: робототехника как средство интеграции STEM; робототехника как средство формирования soft skills; робототехника как средство формирования профессиональных компетенций у педагогов. Выделены наиболее значимые проблемы интеграции образовательной робототехники в школьное и дополнительное образование: слабая материальная база для организации занятий; отсутствие или низкая квалификация имеющихся педагогов; отсутствие четкого системного плана внедрения робототехники в образование школьников; недостаток учебно-методического обеспечения. В качестве стратегий по обеспечению сферы образования педагогами по образовательной робототехнике предложены: внедрение в практику профессиональной подготовки педагогов в системе высшего образования профиля «Образовательная робототехника»; реализация профессиональной переподготовки по программе «Образовательная робототехника» для учителей информатики, математики, технологии, физики и начального образования; привлечение студентов – будущих педагогов к получению дополнительного образования на этапе обучения в вузе в рамках профессиональной подготовки «Педагогика дополнительного образования: Робототехника».

Научная новизна. Выявлены и описаны проблемы успешной интеграции робототехники в школьное и дополнительное образование, среди которых ведущей является отсутствие или низкая квалификация имеющихся педагогов по образовательной робототехнике. Намечены пути преодоления выделенных трудностей, основанные на взаимовыгодном сотрудничестве вузов, школ и центров дополнительного образования, обозначена системообразующая роль педагогических вузов в данном процессе.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования его результатов для определения перспектив развития образовательной робототехники, а также для выбора оптимальных путей профессиональной подготовки и/или переподготовки педагогических кадров для реализации данного вида деятельности.

Ключевые слова*:* высшее образование, студент, дополнительное образование, школа, техническое творчество, робототехника, педагоги.

Благодарности*.* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Ивановской области в рамках научного проекта № 20-413-370001.

Для цитирования*:* 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. DOI: 10.17853/1994-5639-2022-2-84-115

DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL ROBOTICS: PROBLEMS AND PROSPECTS

S. A. Zaytseva[1], V. V. Ivanov [2], V. S. Kiselev [3], A. F. Zubakov [4]

Shuya Branch of Ivanovo State University, Shuya, Russia.
E-mail: [1]Z_A_S_@rambler.ru; [2]ivv.consultant.37@gmail.com;
[3]vkiselev2@gmail.com; [4]shurikguardian@gmail.com

Abstract. *Introduction.* The inclusion of schoolchildren in the development of robotics can serve as an effective method of popularising technical education and a means of vocational guidance work. Educational robotics can be viewed as a means of integrating science, technology, engineering and mathematics in the context of school education, as a tool for developing flexible skills in students. The problem of the lack and/or incompetence of teaching staff in this area is a limiting factor in the development of children's technical creativity.

Aim. Based on the analysis of the development of educational robotics (a popular and promising direction of children's technical creativity), the current research *aimed* to compare the trends of its implementation in different countries, identify problems arising on the way of integrating educational robotics into school and additional education, and outline ways to overcome these problems.

Methodology and research methods. The methodological basis of the study was the theory of professional development of future teachers and the concept of forecasting the prospects in the field of education.

The identification of problems and prospects for the integration of robotics into the education of schoolchildren was carried out by the method of thematic content-analysis of publications with a search depth of 10 years, placed in the Web of Science, Google Academy and eLibrary databases.

The identification of the need for teachers in robotics in school and additional education was carried out on the basis of generalising the results obtained in the course of questioning the heads and teachers of children technical creativity centres. 275 respondents from 11 regions of Russia took part in the online survey based on Google forms.

Diagnostics of teachers' interests and readiness to receive additional education in educational robotics was carried out on the basis of a questionnaire survey of students in pedagogical areas of training. The study involved 185 students – future teachers from 6 universities in Russia.

The equipment of the system of school and additional education in Russia and the availability of appropriate equipment for schoolchildren were studied on the example of one of the Russian regions. The authors obtained empirical data from the annual reports of educational institutions.

The assessment of the availability and quality of methodological support for robotics classes was carried out by processing data from an online survey of teachers, in which 98 respondents took part.

Results. Research papers on the development of educational robotics have been divided into three main groups: robotics as a means of STEM integration; robotics as a means of forming Soft Skills; robotics as a means of forming professional competencies among teachers. The most significant problems of integrating educational robotics into school and additional education are highlighted: weak material base for organising classes; absence or low qualification of existing teachers; lack of a clear systemic plan for the implementation of robotics in the

education of schoolchildren; lack of educational and methodological support. As strategies for the provision of education with teachers in educational robotics, the following are proposed: introduction into the practice of professional training of teachers in the higher education system of the profile "Educational Robotics"; implementation of professional retraining under the "Educational Robotics" programme for teachers of computer science, mathematics, technology, physics and primary education; attracting students –future teachers to receive additional education at the stage of study at the university in the framework of professional training "Pedagogy of Additional Education: Robotics".

Scientific novelty. The problems of successful integration of robotics into school and additional education are identified and described, among which the leading one is the absence or low qualifications of existing teachers in educational robotics. The ways of overcoming the identified difficulties based on mutually beneficial cooperation of universities, schools and centres of additional education are outlined; the system-forming role of pedagogical universities in this process is outlined.

The *practical significance* of the study consists in the possibility of using its results to determine the prospects for the development of educational robotics, as well as to select the optimal ways of professional training and/or retraining of teaching staff for the implementation of this type of activity.

Keywords: higher education, student, additional education, school, technical creativity, robotics, teachers.

Acknowledgements. The research was funded by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) and Ivanovo Region, project number 20-413-370001.

For citation: 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; 24 (2): 84–115. DOI: 10.17853/1994-5639-2022-2-84-115

Введение

Автоматизация различных сфер деятельности человека, появление новых перспективных технологий сопровождаются изменениями на рынке труда, требуют увеличения числа технических и инженерных специалистов нового формата, что ориентирует государственную политику на популяризацию данных профессий среди обучающихся, организацию целевых профориентационных мероприятий, создание детских центров технического образования.

В разных странах реализуется значительное количество международных программ и национальных проектов по созданию и развитию детского технического творчества, среди них «Project Lead The Way»[1]; программа фонда Robotics Education & Competition[2]; «CODESKILLS4ROBOTICS»[3]; про-

[1] https://www.pltw.org
[2] https://www.roboticseducation.org
[3] http://codeskills4robotics.eu

ект «4-H»[1]; «Robotics Alliance Project»[2]; программа «Robotics-engineering-technology»[3] и др. В России, в рамках решения задач государственных программ «Развитие образования»[4], «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»[5], «Национальная технологическая инициатива»[6], федерального проекта «Успех каждого ребенка»[7] и национального проекта «Образование»[8], создаются и развиваются инновационные центры детского технического творчества: технопарки «Кванториум», центры «IT-куб», центры образования «Точки Роста» и др.; проводятся исследования, которые определяют доступность, направленность, содержание и методы технического образования школьников [1].

Одним из значимых и перспективных направлений современного детского технического творчества является образовательная робототехника. В своём исследовании мы основываемся на дефиниции данного понятия, представленной А. С. Ющенко, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, на заседании Комиссии по развитию информационного общества в Совете Федерации в ноябре 2015 года. Под робототехникой в контексте школьного образования будем понимать «вид развивающего учебного оборудования, которое используется для того, чтобы школьнику лучше усвоить знания школьной программы и получить необходимые дополнительные навыки».[9] В настоящее время в школьном образовании применяют различные робототехнические комплексы, например, LEGO Education, FischerTechnik, Mechatronics Control Kit, Festo Didactic и др. Мы полагаем, что, вне зависимости от производителя, оборудование для образовательной робототехники должно быть, в первую очередь, доступно для бюджетов российских систем школьного и дополнительного образования и, далее, – предоставлять школьникам следующие минимальные базовые возможности: проектирование конструкций; сборка конструкций из имеющихся деталей; программирование

[1] https://www.4-h.org

[2] https://robotics.nasa.gov

[3] https://www.calu.edu/academics/undergraduate/associate/ robotics-engineering-technology/index.aspx

[4] Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 N 1642.

[5] Указ Президента России от 1 декабря 2016 г. № 642.

[6] Постановление Правительства России от 18 апреля 2016 г. № 317.

[7] https://edu.gov.ru/national-project/

[8] Утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 г. № 16.

[9] Всероссийский учебно-методический центр робототехники [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://xn----8sbhby8arey.xn--p1ai/news/smi/980-chto-takoe-obrazovatelnaya-robototekhn%C2%AD

устройств; варьируемое взаимодействие аппаратной и программной компонент устройства; демонстрация принципов работы различных механизмов; поиск альтернативных решений в процессе испытания конструкций; командная работа обучающихся.

На пути интеграции робототехники в школьное и дополнительное образование, наряду с техническими проблемами (отсутствие в школах необходимого оборудования или недостаточная укомплектованность лабораторий), существуют проблемы с учебно-методическим обеспечением и педагогическими кадрами.

Цель исследования состоит в том, чтобы на основе анализа развития популярного и перспективного направления детского технического творчества – образовательной робототехники – сравнить тренды её внедрения в различных государствах, выявить проблемы, возникающие на пути интеграции образовательной робототехники в школьное и дополнительное образование, и наметить пути преодоления указанных проблем.

В ходе исследования проверялась гипотеза о значимости, но недостаточной результативности процесса интеграции робототехники в школьное и дополнительное образование России в связи, в первую очередь, с отсутствием или низкой квалификацией педагогов по образовательной робототехнике. Для проверки гипотезы необходимо было получить ответы на следующие вопросы:

– Какие существуют перспективы и проблемы интеграции робототехники в систему образования школьников в мировой практике?

– Как по результатам этого опыта оцениваются перспективы интеграции робототехники в школьное и дополнительное образование в России?

– Каковы потребности в педагогических кадрах в области образовательной робототехники в центрах дополнительного образования в России?

– Как относятся будущие учителя математики, информатики, физики, технологии и начального образования к получению ими дополнительного образования (профессиональной переподготовки) в области образовательной робототехники?

Результаты и выводы эмпирической части исследования ограничены объёмом выборки респондентов, а также их принадлежностью к российским образовательным организациями.

Обзор литературы

Проведенный мониторинг публикаций по проблемам развития образовательной робототехники в мировой практике демонстрирует непрерывно возрастающий интерес исследователей к обозначенной проблеме. С 2010

года количество профильных публикаций увеличилось в 3,5 раза и превысило в 2020 году уровень 6500 статей. В России наблюдался заметный рост публикационной активности с 2014 по 2019 годы и некоторый незначительный её спад в 2020 году. Увеличение количества российских исследований по выбранной проблеме, вероятнее всего, связано с откликом научной и педагогической общественности на запросы общества и государства, развитием технического уровня и доступности цифровых технологий в школах, возникшими потребностями в педагогических кадрах для работы в сфере технического образования молодежи. Фиксируемый спад активности в 2020 году можно объяснить кризисными условиями в российской системе образования, возникшими в результате специфического реагирования на пандемию COVID-19 [2].

В ходе анализа публикаций было отмечено, что авторы в большинстве случаев обсуждают следующие вопросы: материальное и учебно-методическое обеспечение технического образования школьников; направления развития детского технического творчества; механизмы организации мероприятий, соревнований и конкурсов; реализацию дополнительного технического образования школьников на основе дистанционных технологий; необходимость повышения квалификации работающих педагогов; подготовку педагогических кадров.

Распределения публикаций по отраслям знаний (в рамках проведенных поисковых запросов) представлены на рисунке 1. Образование (педагогика) – 66 %; психология – 6 %; экономика – 15 %; информатика – 9 %; социология – 2 %; другие отрасли – 2 %. На основании этих данных можно сделать вывод о комплексном, межотраслевом характере проблемы интеграции робототехники в образование. В решении данной проблемы экономически заинтересовано государство; социология подтверждает социальную значимость данной сферы деятельности; от решения данной проблемы зависит развитие информатики как науки в целом; психология описывает и прогнозирует механизмы развития личности обучающихся посредством участия в техническом творчестве; педагогика нацелена на поиск путей и технологий развития системы школьного и дополнительного образования. Интерес к исследуемой проблеме со стороны педагогов очевиден и позволяет констатировать заинтересованность исследователей в обмене опытом практической реализации различных моделей ее решения.

Рис. 1. Распределение публикаций по отраслям знаний

Fig. 1. Distribution of publications by branches of knowledge

Проведенный качественный анализ публикаций позволил выделить наиболее популярные перспективные направления влияния робототехники на образование и развитие обучающихся (табл. 1).

Таблица 1

Перспективные направления исследований
в области образовательной робототехники

Table 1

Promising areas of research in the field of educational robotics

Направления / Directions	Исследования / Research
Робототехника как средство формирования у обучающихся гибких навыков / Robotics as a means of forming soft skills of students	F. Rubinacci [4], Л. К. Гейхман, М. В. Титова [5], F. Benitti [6], A. Eguchi [7,8], D. Tochacek [9], M. Barak [10], D. Alimsis [11], P. Blikstein [12], O. Coşkunserçe [13]
Робототехника как средство интеграции STEM (Наука, Технологии, Инженерия и Математика) / Robotics as a means of STEM integration (Science, Technology, Engineering and Mathematics)	S. A. Fillipov [1], A. Sullivan [14], Н. А. Толстова [15], H. Altin [16], J. R. Galino, H. Tanaka [17], A. Gerald [18], Caudana, M. Ramirez-Montoya, S. Martínez-Pérez, G. Rodríguez-Abitia [19], N. Aris, L. Orcos [20], A. D'Amico, D. Guastella, A. Chella [21], S. Kubilinskian [22], E. Lopez- A. N. Cahyono, M. Asikin, M. Z. Zahid, P. A. Laksmiwati, M. Miftahudin [25]

Робототехника как средство формирования профессиональных компетенций у педагогов / Robotics as a means of forming professional competencies of teachers	С. А. Филиппов [1], A. Eguchi [8], N. Arís, L. Orcos [20], L. Jacqueline, M. Mitchell, J. Barnes-Johnson, A. Unertl, J. Outka-Hill, R. Robinson и C. Hester-Croff [24], S. Anwar [26], Н. П. Ходакова [27], Г. А. Ечмаева [28], О. С. Власова [29], L. El-Hamamsy, F. Chessel-Lazzarotto, B. Bruno, D. Roy, T. Cahlikova, M. Chevalier, G. Parriaux, J. Pellet, J. Lanarès и J. D. Zufferey [30], J. Baťko [31], D. Schina, V. Esteve-González, M. Usart [32]

Робототехника как средство формирования у обучающихся Soft Skills

Как справедливо отмечают Ю. П. Зинченко, Е. М. Дорожкин и Э. Ф. Зеер «…Смыслообразующая цель образования в цифровом мире – формирование специалиста, обладающего актуальными компетенциями (hard-, soft- и digital-skills), к которым относятся: … жизнеспособность, рефлексия, социальный интеллект, саморазвитие и самообразование, коммуникабельность, креативность и др.» [3. с. 21]. Формирование гибких навыков является важной актуальной задачей на всех ступенях современного образования.

В исследованиях этой категории проводится идея позитивного влияния занятий по робототехнике на личностное развитие обучающихся, включая когнитивные, мета-когнитивные и социальные навыки, исследовательские навыки, творческое мышление, навыки принятия решений, коммуникативные навыки и навыки работы в команде [4]. Значительное количество исследований в данной категории посвящено внедрению робототехники в дошкольные учреждения и начальные школы. Л. К. Гейхман и М. В. Титова едины во мнении о том, что обучающиеся начальных классов способны приобретать не только представление о робототехнике как науке, но и профессиональные навыки в этой области знаний, а также навыки, связанные с коммуникацией и командным взаимодействием [5].

F. V. Benitti в контексте развития гибких навыков обосновывает целесообразность приобщения к робототехнике студентов [6]. A. Eguchi считает, что робототехника потенциально может повлиять на обучение студентов в различных предметных областях [7], а также способствовать развитию у них гибких навыков, которые востребованы на современном рынке труда [8]. D. Tocháčeka , J. Lapeš и V. Fuglíka считают гибкие навыки профессионально необходимыми для педагогов различных профилей подготовки, а совместную творческую работу учителей, школьников и студентов по реализации проектов полагают действенным механизмом развития коммуникативных способностей у всех участников такого взаимодействия [9].

M. Barak и его коллеги рассматривают метод проектов как ведущий при освоении робототехники [10]. В своих исследованиях D. Alimsis обосновывает возможность и результативность развития гибких навыков у обучающихся в процессе освоения робототехники за счёт интеграции двух подходов – «проектного» и «результативного». Первый из них ориентирует на организацию конструкторской проектной деятельности в группах, а второй – на подготовку обучающихся к соревнованиям по робототехнике [11]. P. Blikstein согласен с мнением D. Alimsis о невозможности развития гибких навыков у обучающихся без их коллективной работы и участия в соревновательной деятельности [12]. O. Coşkunserçe доказывает результативность развития гибких навыков у обучающихся, как необходимого условия реализации научно-исследовательской деятельности школьников, посредством включения робототехники в занятия по естествознанию [13].

Робототехника как средство интеграции STEM

Особенностями методики STEM в образовании является интегративный подход к преподаванию предметов естественнонаучного цикла: физики, химии, математики, технологии и информатики. Будущему успешному инженеру-изобретателю необходимы комплексные навыки по всем этим дисциплинам, а для этого он должен увидеть их взаимосвязь на практике. В свою очередь, для воспитания и образования будущих инженеров и исследователей необходимы педагоги с широким спектром – многопрофильные специалисты [3].

Авторы, осуществляющие свои исследования в данном направлении (таблица 1), едины во мнении: интеграция естественнонаучных дисциплин в школьном и дополнительном образовании является необходимым условием подготовки выпускников к жизни в современном информационном обществе и профессиональной ориентации школьников на дальнейшее освоение технических направлений подготовки в колледжах и университетах.

A. Sullivan и M. Umaschi Bers связывают образовавшийся дефицит в высококвалифицированных инженерных кадрах на мировом рынке труда и снижение престижности данных профессий с недостаточным уровнем технических и инженерных аспектов в школьных учебных программах STEM. По их мнению, включение образовательной робототехники в учебный процесс школы способно в значительной степени компенсировать данный недостаток [14]. Добавление предмета «Робототехника» в учебный процесс школы, по мнению Н. А. Толстова, Д. А. Бондаренко и К. Ю. Ганьшина, позволит обучающимся результативно приобретать, интегрировать и обобщать знания в области STEM, внесет существенный вклад в формирование у обучающихся навыков владения информационными технологиями, позитивно скажется на развитии их логического мышления и совершенствовании

творческих способностей [15]. H. Altin и M. Pedaste, констатируя значимость и сложность освоения предметов STEM в школе, предлагают разнообразить и активизировать образовательный процесс на основе практической ориентации предметов STEM на освоение робототехники и включения обучающихся в соревновательную деятельность в данном направлении [16]. В статье J. R. Galino и H. Tanaka также описан положительный результативный опыт влияния внеклассных занятий по робототехнике на развитие устойчивого интереса учащихся к STEM [17].

В исследовании A. Gerald описывается опыт и положительные результаты включения робототехники в процесс освоения математики учащимися средней школы с точки зрения расширения спектра практического применения математических знаний [18]. Этого же мнения придерживаются E. Lopez-Caudana, M. S. Ramirez-Montoya, S. Martínez-Pérez и G. Rodríguez-Abitia, которые в своей статье показали, что робототехника не только позволяет эффективно изучать темы автоматизации и управления технологическими и информационными процессами, но и помогает в изучении математики, а в целом способна поднять познавательный интерес школьников к точным наукам [19].

N. Aris и L. Orcos отмечают высокую положительную корреляцию уровня знаний и навыков в области STEM у обучающихся и уровня развития у них логического, аналитического и творческого мышления, коммуникационных и социальных навыков [20].

В публикации A. D'Amico, D. Guastella и A. Chella описаны результаты проведенных исследований, направленных на оценку эффективности воздействия образовательной робототехники на изучение физики и географии. На основании представленных данных можно сделать вывод о том, что включение образовательной робототехники в учебный процесс школы особенно повышает эффективность освоения физики и значительно стимулирует интерес и мотивацию обучающихся к изучению данной предметной области [21].

S. Kubilinskiene, I. Zilinskiene, V. Dagiene и V. Sinkevicus на основании экспериментальной деятельности пришли к выводам о том, что включение робототехники в школьные программы способствует распространению интегративных связей не только на предметы STEM, но также и на социальные и гуманитарные дисциплины [22]. В России также проводятся интенсивные педагогические исследования по интеграции робототехники в систему школьного и дополнительного образования. Следует отметить, например, опыт Робототехнического центра при Президентском лицее физики и математики № 239 г. Санкт-Петербурге, где накопленный учебно-методический опыт широко транслируется для всех заинтересованных педагогов

путем предоставления неограниченного безвозмездного дистанционного доступа к учебным и методическим материалам [1].

Робототехника как средство формирования профессиональных компетенций у педагогов

Обоснованная ранее необходимость междисциплинарной интеграции предметов STEM в школьном образовании приводит к потребности в педагогических кадрах, способных реализовывать междисциплинарные учебные проекты и исследования. В публикациях, которые мы отнесли к данной категории (таблица 1), обосновывается идея подготовки и переподготовки педагогических кадров в области робототехники для реализации идей междисциплинарной интеграции в школьном образовании.

В исследованиях N. Aris и L. Orcos обосновывается значимость и результативность включения образовательной робототехники в процесс подготовки педагогов как на этапе начального профессионального обучения, так и на этапе повышения квалификации (мастерства). На основе обобщения и анализа практического опыта авторы делают вывод о том, что включение исследовательских и проектных заданий в процесс подготовки педагогов является необходимым условием их дальнейшего профессионального успеха, а робототехника предоставляет возможность включить будущих педагогов в данный вид деятельности [20].

В исследовании J. Piedade обосновывается необходимость разработки учебных программы подготовки учителей информатики в контексте вовлечения студентов в освоении робототехники для дальнейшего использования полученных компетенций в профессиональных целях [23]. С этим солидарны L. Jacqueline, M. Mitchell, J. Barnes-Johnson, A. Unertl, J. Outka-Hill, R. Robinson и C. Hester-Croff, которые считают подготовку в области робототехники обязательной для будущего учителя информатики [24]. A. N. Cahyono, M. Asikin, M. Z. Zahid, P. A. Laksmiwati и M. Miftahudin проведено исследование в рамках проекта RoboSTE[M], в котором обосновывается возможность улучшения навыков STEM среди молодежи путем внедрения и оптимизации использования роботов в обучении; авторы считают, что образование в области робототехники должно стать частью учебной программы профессионального обучения учителей всех STEM-дисциплин [25].

Актуальность и необходимость специальным образом организованной переподготовки педагогических кадров для осуществления интеграции образовательной робототехники в школы так же обозначена в работе S. Anwar, N. A. Bascou, M. Menekse, A. Kardgar [26]. В исследованиях Н. П. Ходаковой [27], Г. А. Ечмаевой [28], Н. А. Толстовой [15] не только обосновывается актуальность подготовки педагогических кадров по робототехнике в России,

но и поднимается вопрос о том, педагоги каких профилей наиболее подготовлены к получению дополнительного профессионального образования (профессиональной переподготовки) в области образовательной робототехники. При этом Г. А. Ечмаева аргументировано доказывает, что наиболее востребована и значима профессиональная переподготовка для учителей информатики, а Н. А. Толстова, Д. А. Бондаренко, К. Ю. Ганьшин [15] и О. С. Власова [29] убеждены в том, что наряду с учителями информатики, необходима также профессиональная переподготовка учителей начальных классов с учетом специфики внедрения образовательной робототехники в учебный процесс младших школьников.

Модель крупномасштабного пилотного исследования интеграции робототехники в образовательный процесс начальной школы в одном из регионов Швейцарии описан в исследовании L. El-Hamamsy, F. Chessel-Lazzarotto, B. Bruno, D. Roy, T. Cahlikova, M. Chevalier, G. Parriaux, J. Pellet, J. Lanarès и J. D. Zufferey. В рамках данного проекта 350 учителей начальных школ прошли обязательную программу непрерывного профессионального развития в области компьютерных технологий и робототехники. Разработкой и апробацией данной модели занималось 10 школ из разных стран, где получены значимые для педагогики результаты и доказана целесообразность подготовки учителей начальных классов в области образовательной робототехники [30].

Методология. Материалы и методы

Методологической основой исследования явились теории профессионального развития будущих педагогов и концепция прогнозирования перспектив в сфере образования. В представленном научном исследовании использовано сочетание теоретических и эмпирических методов.

Ведущими теоретическими методами явились обобщение и тематический контент-анализ публикаций в базах Web of Science, Scopus, Google Академия и eLibrary за последние 10 лет с целью определения перспективных направлений исследований в области образовательной робототехники и выявление проблем, возникающих на пути её интеграции в школы и систему дополнительного образования. Для этой цели были подобраны ряд синонимов и связанных понятий, которые описывают тематику исследования на основе ключевых слов. Основой комбинаций выступил следующий набор ключевых слов для поисковых запросов: «robotics / робототехника», «children's technical creativity / детское техническое творчество», «additional education / дополнительное образование», «school / школа», «availability / доступность». На рисунке 2 отображены количественные результаты полученных поисковых запросов.

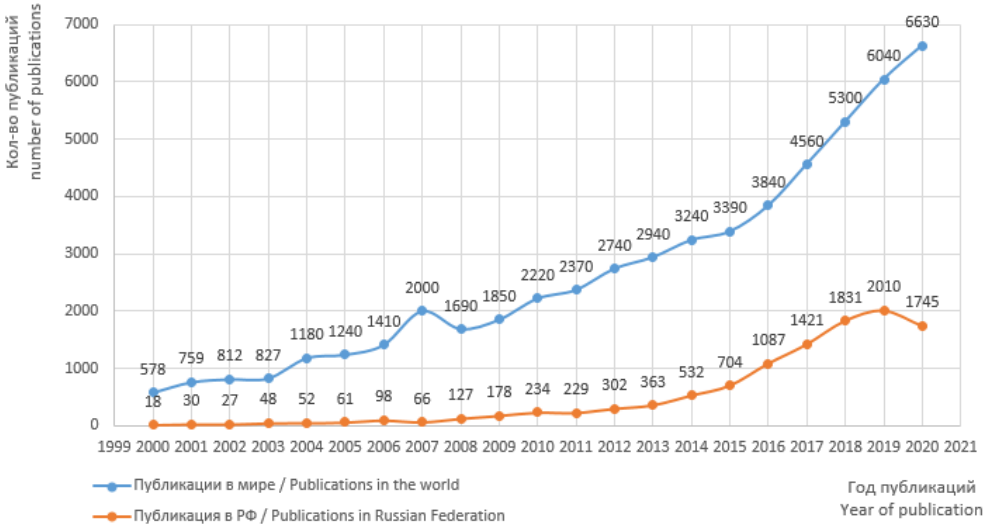

Рис. 2. Мониторинг публикационной активности по теме исследования

Fig. 2. Monitoring of publication activity on the research topic

На основании анализа ключевых слов исследуемых статей зарубежных и отечественных изданий проводился анализ частотности упоминания каждого понятия. Было составлено «Облако слов», в котором видны наиболее популярные слова и словосочетания, встречающиеся в анализируемых публикациях (рис. 3). Большинство авторов связывают робототехнику с системой дополнительного образования, которая реализуется на базе общеобразовательных школ или учреждений дополнительного образования.

Рис. 3. Облако популярных слов и словосочетаний анализируемых публикаций

Fig. 3. The cloud of popular words and phrases of analysed publications

Эмпирическое исследование представляло собой социологический опрос, организованный в форме онлайн-анкетирования на базе гугл-форм. Анкетирование проводилось на добровольной основе. В зависимости от поставленной цели опроса, респондентами являлись как студенты педагогических направлений подготовки вузов, так и представители образовательных организаций.

Диагностика заинтересованности и готовности к получению дополнительного образования по образовательной робототехнике будущих педагогов проведена на основе анкетирования студентов педагогических направлений подготовки. В исследовании приняли участие 185 студентов из 6 вузов России: Московского педагогического государственного университета, Ивановского государственного университета (Шуйский филиал), Уральского государственного педагогического университета, Ярославского государственного педагогического университета, Новосибирского государственного педагогического университета и Шадринского государственного педагогического института.

Анкета включала в себя ряд вопросов: «Насколько значима образовательная робототехника для школьников в современном мире?», «Нужно ли обучать дошкольников и школьников робототехнике?», «Педагоги каких профилей подготовки подходят для преподавания робототехники в образовательных организациях (детский сад, школа, центры дополнительного образования)?», «Где и как происходит (должна происходить) подготовка педагогов по робототехнике?», «Педагогам каких профилей подготовки необходимы знания в области образовательной робототехники?», «Реализуется ли в Вашей образовательной организации профессиональная подготовка / переподготовка по образовательной робототехнике?», «Хотите ли Вы получить дополнительную профессиональную подготовку “Педагогика дополнительного образования: Робототехника”?», «Видите ли Вы дальнейшие возможности трудоустройства в области образовательной робототехники?», «Оцените уровень своей компетентности в области образовательной робототехники».

Оценка заинтересованности образовательных организаций в педагогических кадрах по образовательной робототехнике осуществлялась на основе анкетирования представителей работодателей: директоров школ; руководителей центров дополнительного образования; педагогов, работающих в технопарках «Кванториум» и центрах образования «Точки Роста». В исследовании приняли участие 275 респондентов из 15 регионов России: г. Москвы; Алтайского и Забайкальского краёв; Еврейской автономной области; Амурской, Архангельской, Астраханской, Белгородской, Брянской, Владимирской, Волгоградской, Вологодской, Воронежской, Ивановской и Иркутской областей. Анкета включала в себя ряд вопросов: «Обучаете ли Вы на базе “Кванториума” / “Точки роста” образовательной робототехнике?», «Какая квалификация у педагогов, ведущих занятия по робототехнике?»,

«Имеются ли в Вашей организации вакансии педагогов по образовательной робототехнике?», «С какими проблемами столкнулась Ваша образовательная организация при организации занятий по робототехнике?»

Оснащение робототехническим оборудованием и методическим обеспечением российской системы школьного / дополнительного образования и доступность данного оборудования для школьников изучалась на примере одного из регионов России – Ивановской области. Эмпирические данные получены из ежегодных отчетов образовательных учреждений области и Публичного доклада Департамента образования за 2020/2021 учебный год.[1] Оценка наличия и качества методической поддержки занятий по робототехнике также основывалась на данных добровольного анонимного анкетирования педагогов технопарков «Кванториум» и центров образования «Точки Роста», в котором приняли участие 98 респондентов.

Результаты исследования

Результаты проведенного контент-анализа публикаций по проблеме развития образовательной робототехники были сопоставлены с полученными данными эмпирического исследования, что позволило сделать следующие выводы и прогнозы:

– исследуемая проблема является актуальной, имеет комплексный, межотраслевой характер и требует своего решения в области экономики, социологии, информатики, психологии и педагогики;

– большинство исследователей связывают образовательную робототехнику с системой дополнительного образования, но наметилась тенденция ее интеграции и в школьные дисциплины: информатику, технологию, математику и физику;

– образовательную робототехнику можно рассматривать как средство интеграции науки, технологии, инженерии и математики в контексте школьного обучения, как инструмент формирования у обучающихся гибких навыков и как средство формирования профессиональных компетенций у педагогов;

– проблема нехватки и/или некомпетентности педагогических кадров является сдерживающим фактором на пути интеграции робототехники в образование;

– наиболее значима и востребована подготовка в области образовательной робототехники для учителей информатики, физики, технологии и начальных классов;

[1] https://iv-edu.ru/press-tsentr/reports/%D0%9F%D0%A3%D0%91%D0%9B%D0%98%D0%A7%D0%9D%D0%AB%D0%99%20%D0%94%D0%9E%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94-2021.pdf

– целесообразно и перспективно привлечение студентов – будущих педагогов к получению дополнительного образования по робототехнике на этапе обучения в вузе в рамках дополнительной профессиональной подготовки.

Оценка оснащенности робототехническим оборудованием и методическим обеспечением системы школьного и дополнительного образования проводилась на примере одного из регионов России – Ивановской области по данным за 2020/2021 учебный год. В общеобразовательных организациях области в указанном учебном году обучались 101 642 человека. На базе единственного в области (на момент проведения исследования) детского технопарка «Кванториум-Новатория» в 2020/2021 учебном году прошли обучение более 1 500 школьников. В 2020 году на базе технопарка открылся Центр цифрового образования «IT-куб», что позволяет отныне ежегодно обучать современным информационным и телекоммуникационным технологиям не менее 400 школьников. В 2021/2022 учебном году в Ивановской области планируется открытие второго технопарка. Все технопарки «Кванториум» оснащаются высокотехнологичным современным оборудованием, особенности которого зависят от их профилей. В составе Ивановского центра функционирует «Робоквантум», направленный на изучение передовых технологий и трендов в области электроники, мехатроники, конструирования и программирования роботов, оснащенный, соответственно, конструкторами роботов LEGO Mindstorms NXT, LEGO Mindstorms EV3, Arduino.

В 2021/2022 учебном году в области работают 54 федеральных центра образования «Точка роста» – цифрового, естественнонаучного, технического и гуманитарного профилей – организованные в рамках проекта «Современная школа» на базе общеобразовательных учреждений малых городов с населением до 60 тыс. человек и сельских школ. Данные центры являются структурными подразделениями образовательных организаций и призваны совершенствовать процессы изучения учебных дисциплин «ОБЖ», «Информатика» и «Технология», модифицировать занятия проектной деятельностью, повышать эффективность исполнения программ дополнительного образования и организации внеурочной работы. В 2020/2021 учебном году «Точки роста» охватывали различные виды учебной активности 20 000 школьников Ивановской области, а в 2021/2022 учебном году осуществляется открытие еще 25 центров «Точка роста».

Оборудование для обеспечения функционирования Центров в общеобразовательных организациях России комплектуется в стандартном или профильном вариантах.[1]

[1] Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации от 12.01.2021 № Р-6 «Об утверждении методических рекомендаций по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей». Режим доступа: https://docs.edu.gov.ru/document/629d57d81e7ee12ca5c11a96f3aeae16/

В состав стандартного варианта поставки оборудования для реализации технологической составляющей образовательной программы входят 2 вида наборов конструкторов по робототехнике: 1) образовательный конструктор для практики блочного программирования, предназначенный для изучения основ робототехники, деталей, узлов и механизмов, необходимых для создания робототехнических устройств; набор представляет собой комплект структурных и соединительных элементов, электротехнических компонентов и позволяет собирать, а затем программировать робототехнические модели; 2) образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике, предназначенный для проектирования и разработки учебных моделей роботов; набор позволяет учащимся изучить основные технологии и освоить на практике соответствующие технические решения в области кибернетических и встраиваемых систем; в состав комплекта входит набор конструктивных элементов для сборки манипуляционного и мобильного роботов; состав конструктора обеспечивает возможность освоения учащимися основ разработки программных и аппаратных комплексов инженерных систем, решений в стиле «Интернет вещей», а также проектов в области робототехники, искусственного интеллекта и машинного обучения.

Оборудование, поставляемое в профильном варианте, ориентировано на реализацию технологической составляющей образовательных программ школ и учреждений дополнительного образования. Такой комплект включает вышеописанный стандартный набор и дополнительно содержит следующие компоненты: учебный робот-манипулятор с модульными сменными насадками плюс образовательный комплекс для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов.

Таким образом, как стандартная, так и профильная комплектации оборудования в «Точках роста» позволяют реализовать обучение школьников образовательной робототехнике при различных уровнях исходной подготовки учащихся и с различными целевыми ориентирами осуществляемой образовательной деятельности.

Условиями для реализации возможностей получения современного технологического образования, в том числе и компетенций в области образовательной робототехники, были обеспечены в 2020/2021 учебном году 21 900 школьников Ивановской области, что составляет около 22 % от общей численности обучающихся. В 2021/2022 учебном году этот процентный показатель будет значительно увеличен. Наблюдающаяся тенденция развития технологической базы школ и центров дополнительного образования позволяет прогнозировать высокую вероятность успешного достижения запланированных результатов национального проекта «Образование»[1]: к 2030 году

[1] Утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 г. № 16.

все учащиеся общеобразовательных организаций будут иметь возможность заниматься в центрах образования естественно-научной и технологической направленностей.

Все поставляемое в образовательные центры робототехническое оборудование укомплектовано инструкциями по эксплуатации. Программное обеспечение для программирования робототехнических конструкций находится в открытом доступе в сети Интернет. С целью изучения уровня методической поддержки занятий по робототехнике педагогам были заданы вопросы: «Каковы источники используемых Вами методических материалов для проведения занятий по робототехнике?» и «Оцените качество и уровень методического обеспечения для организации занятий по робототехнике со школьниками». Результаты проведенного анкетирования позволили констатировать, что:

– 10 % опрошенных педагогов используют только авторские методические разработки и охотно делятся ими с коллегами;

– 40 % опрошенных педагогов вполне удовлетворены наличием и качеством методических материалов, имеющихся в свободном доступе в Интернете;

– 22 % респондентов творчески видоизменяют найденные в Интернете материалы и адаптируют их под требования конкретного образовательного процесса и актуальный уровень подготовки обучающихся;

– 15 % респондентов указывают в качестве основного источника получения методических материалов педагогические объединения и сообщества, а уровень этих материалов считают приемлемым;

– 13 % респондентов отмечают большое значение и высокий уровень качества тех методических материалов, которые ими получены в процессе профессиональной переподготовки или повышения квалификации в области образовательной робототехники.

Для оценки степени заинтересованности и готовности будущих педагогов (студентов вузов) к получению дополнительного образования по образовательной робототехнике было реализовано анкетирование. К анкетированию привлекались будущие учителя математики, информатики, технологии, физики, начальных классов, педагоги дошкольных образовательных учреждений. Количественная оценка ответов на вопрос: «Хотите ли Вы получить дополнительную профессиональную подготовку “Педагогика дополнительного образования: Робототехника”?» представлена на диаграмме рисунка 4.

Результаты проведенного анкетирования позволили констатировать, что:

– 11 % опрошенных студентов считают себя компетентными в области образовательной робототехники, так как они либо уже прошли дополнительную подготовку в указанном направлении, либо получают дополнительное образование на момент опроса; в основном этот контингент – будущие учителя информатики и технологии;

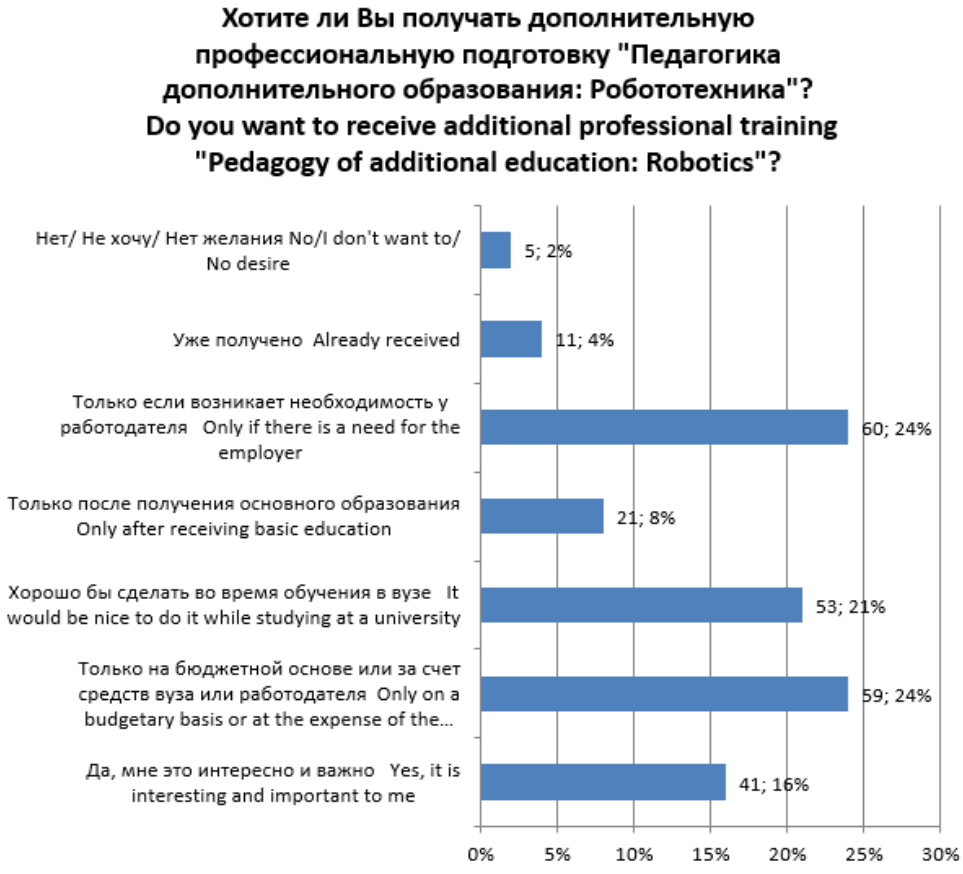

Рис. 4. Отношение будущих педагогов к получению дополнительного образования по робототехнике

Fig. 4. The attitude of future teachers to receiving additional education in robotics

– 41 % опрошенных студентов выражают желание и заинтересованность в получении профессиональной подготовки / переподготовки по образовательной робототехнике и считают, что это расширит их профессиональную компетентность и мобильность; наибольшую значимость этого для себя отметили будущие учителя информатики, технологии и начальных классов;

– важным фактором получения дополнительного образования для студентов выступает заинтересованность со стороны будущего работодателя (24 %); студенты готовы к получению дополнительной профессиональной подготовки, если имеются достойные предложения по трудоустройству параллельно с обучением в вузе или сразу же после получения диплома;

– 21 % студентов выражают желание расширить спектр своей квалификации ещё на этапе обучения и отмечают значимость наличия такой возможности в вузе;

– 59 % респондентов не готовы и/или не имеют возможности оплачивать курсы профессиональной переподготовки и отмечают необходимость финансирования их дополнительного обучения заинтересованной образовательной организацией и/или государством.

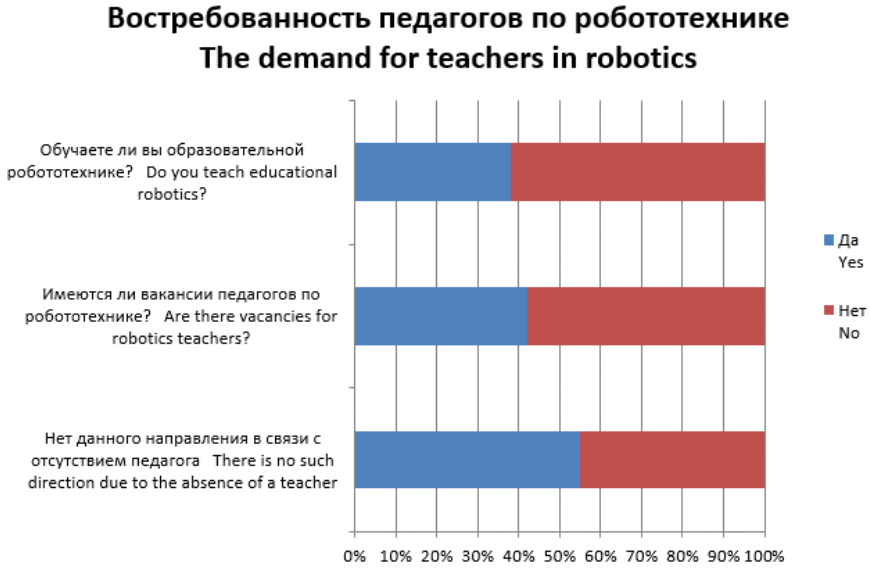

Рис. 5. Заинтересованность образовательных организаций в педагогических кадрах по робототехнике

Fig. 5. The interest of educational organisations in teaching staff in robotics

Результаты анкетирования студентов позволяют согласиться с точкой зрения Ю. П. Зинченко с коллегами о необходимости и возможности формирования нового типа педагога, способного обеспечить свою профессиональную мобильность на основе получения дополнительных профилей подготовки, проектировать и прогнозировать свою будущую профессиональную деятельность ещё на этапе обучения в вузе [3]. Уже в настоящее время примерно 10 % опрошенных студентов параллельно с получением основного образования обучаются также по дополнительным программам и ещё больше (21 %) – выражают заинтересованность в расширении спектра своей квалификации.

Результаты исследования заинтересованности образовательных организаций в педагогических кадрах по робототехнике представлены на диаграмме рисунка 5. Как видно, меньше половины инновационных площадок реализуют на своей базе курсы робототехники для школьников, в 39 % случаев это связано с отсутствием квалифицированных педагогических кадров. Многие образовательные организации готовы принять на работу педагогов по робототехнике. Педагогами по робототехнике в «Кванториумах» и «Точках роста» чаще всего являются либо специалисты технических направлений подготовки, либо учителя информатики, прошедшие соответствующие курсы повышения квалификации.

Проведенный обзор исследований по развитию образовательной робототехники и анкетирование представителей работодателей (директоров школ, руководителей центров дополнительного образования, педагогов) позволил выделить ряд трудностей, с которыми столкнулась отечественная система образования в процессе интеграции робототехники в школьное и дополнительное образование и наметить пути их преодоления или нивелирования (табл. 2).

Таблица 2

Предполагаемые пути преодоления трудностей по интеграции образовательной робототехники в школьное и дополнительное образование

Table 2

Suggested ways to overcome difficulties in integrating educational robotics into school and additional education

Проблема / Problem	Пути решения / Solutions
Слабая материальная база для организации занятий по робототехнике в ряде школ и центров дополнительного образования / Weak material base for organising robotics classes in a number of schools and centres of additional education	1. Использование материально-технического оснащения вузов, «Точек роста», «Кванториумов» и др. на основе договоров о взаимовыгодном сотрудничестве / The use of material and technical equipment of universities, “Points of growth”, “Quantoriums”, etc. on the basis of agreements on mutually beneficial cooperation. 2. Создание мобильных лабораторий образовательной робототехники / Creation of mobile laboratories for educational robotics. 3. Разработка конкурсных проектов по оснащению школ и дополнительных образовательных учреждений классами робототехники, участие в грантах / Participation in competitive projects for equipping schools and additional educational institutions with robotics classes, participation in grants.

Отсутствие или низкая квалификация имеющихся педагогов по образовательной робототехнике / Lack of the right teachers or low qualifications of existing teachers in educational robotics	1. Разработка и внедрение программы высшего образования «Образовательная робототехника» в рамках направления подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование» / Development and implementation of new higher education programmes in Educational Robotics 2. Организация курсов переподготовки по программе «Образовательная робототехника» для учителей информатики, математики, технологии, физики и начального образования / Additional training for teachers of computer science, mathematics, technology, physics and primary education under the programme “Educational Robotics”. 3. Привлечение студентов – будущих педагогов к получению дополнительного образования на этапе обучения в вузе в рамках профессиональной подготовки «Педагогика дополнительного образования: Робототехника» / Additional training of university students (future teachers) on the programme “Pedagogy of additional education: Robotics”.
Отсутствие четкого представления о процессе внедрения робототехники в общеобразовательные школы и учреждения дополнительного образования / Lack of a plan for the implementation of robotics in schools and institutions of additional education	1. Создание опорных центров на базе педагогических вузов или вузов, реализующих педагогические направления подготовки, по разработке методики интеграции робототехники в школьное и дополнительное образование / Creation of centres for educational robotics on the basis of pedagogical universities. 2. Привлечение студентов педагогических вузов, прошедших курс дополнительного образования по робототехнике, в качестве волонтеров для проведения выездных мастер-классов и занятий с обучающимися / Attracting students who have mastered robotics as volunteers to conduct classes with schoolchildren.
Необходимость поиска новых технологий и форм проведения занятий по робототехнике / The need to search for new technologies and forms of conducting classes in robotics	1. Разработка и применение новых методик и технологий для реализации занятий, их публичное обсуждение, обмен опытом / Development of technologies by universities for the implementation of robotics classes, their approbation, exchange of experience. 2. Расширение спектра конкурсов проектов и олимпиад по образовательной робототехнике / An increase in the number of Project Competitions and Olympiads in educational robotics. 3. Создание на базе образовательных центров и вузов детских, молодежных и семейных клубов по робототехнике / Creation of children’s, youth and family robotics clubs in universities.

Обсуждение результатов

Актуальность проблемы недостаточного методического сопровождения образовательной робототехники обозначена в исследованиях Jan Baťko, где на основе проведенного онлайн-опроса в значительном массиве школ Чешской Республики сделан вывод о необходимости решительного улучшения методической поддержки учителей в этой области с учётом сложной ситуации, в которой оказались педагоги в связи с высокими темпами интеграции робототехники в школьное образование [31]. Уже несколько лет после выхода этой публикации сохраняется нерешённость вышеназванной проблемы во многих государствах мира, в том числе и в России.

Мы солидарны с мнением L. Jacqueline, M. Mitchell, J. Barnes-Johnson, A. Unertl, J. Outka-Hill, R. Robinson и C. Hester-Croff, которые считают подготовку в области робототехники безусловно необходимой для всех учителей информатики [27]. Наряду с этим, проведенное исследование позволяет утверждать, что профессиональная подготовка по образовательной робототехнике не менее важна и актуальна также для учителей начальной школы.

Вместе с A. N. Cahyono, M. Asikin, M. Z. Zahid, P. A. Laksmiwati и M. Miftahudin мы убеждены в том, что педагогические учебные заведения играют стратегическую роль в подготовке будущих учителей с комплексом знаний, умений и навыков по образовательной робототехнике [29]. В то же время, ввиду колоссальной значимости для всех развитых государств приоритетного совершенствования образования на основе передовых информационных технологий, только «задела на будущее» явно недостаточно и требуется, конечно, эффективное вовлечение в применение образовательной робототехники также и действующих, ныне работающих учителей, для которых целесообразна дополнительная подготовка/переподготовка в различных формах и объёмах.

Вопросам оптимизации профессиональной переподготовки педагогов в области образовательной робототехники (ER) посвящено исследование D. Schina, V. Esteve-González и M. Usart в котором они, отмечая важность этой образовательной области, провели анализ деятельности университетов в реализации данного вида дополнительного образования. По оценке этих исследователей, участниками соответствующих учебных занятий являются, в основном, учителя начального и среднего уровней образования (во втором случае – преимущественно педагоги по STEM-дисциплинам); однако, фиксируется и небольшой процент специалистов дошкольного образования [32]. Принимая во внимание результаты этого исследования и исходя из полученных нами данных анкетирования студентов и педагогов, показавших важность обеспечения опережающего проектирования педагогических про-

филей в зависимости от потребностей системы образования, мы считаем необходимым и перспективным для педагогических вузов предоставление будущим учителям STEM-дисциплин, учителям начальных классов и педагогам дошкольного образования возможности пройти курсы дополнительной профессиональной подготовки в области ER ещё на этапе получения основного профессионального образования.

На наш взгляд, особенно необходимо расширение спектра профессиональной деятельности в данной области знаний для учителей информатики, физики, технологии и начальных классов. Результативным механизмом привлечения студентов к развитию технического образования в школах и центрах дополнительного образования является организация на их базе педагогической практики для студентов, получающих дополнительное образование по робототехнике. Создание волонтерских педагогических отрядов и мобильных лабораторий по робототехнике может способствовать развитию технического образования особенно в школах сельской местности [33].

Заключение

В мировой образовательной практике поддерживается и продвигается, как на уровне национальных проектов, так и посредством инициатив педагогических коллективов, идея интеграции образовательной робототехники (ER) в школьное и дополнительное (неформальное) образование. На пути осуществления данного процесса все участвующие в нём государства, в том числе и Россия, сталкиваются со сходными проблемами: необходимость перманентной технической модернизации оборудования поддержки образовательной деятельности; отсутствие или значимый недостаток качественного методического сопровождения для педагогов; недостаточное количество педагогов, готовых к интеграции робототехники в образовательный процесс, или их низкая квалификация, недостаток практического опыта.

В России проводится целенаправленная результативная государственная работа по разрешению указанных проблем как на уровне финансовой политики (преимущественно путём финансирования инновационных центров детского технического творчества и опережающей модернизации школьного оборудования), так и на уровне организационного включения педагогического образования в процесс профессиональной подготовки/переподготовки педагогов в области образовательной робототехники.

К сожалению, следует понимать, что проблема обеспечения школьного образования необходимым количеством квалифицированных педагогов с достаточным уровнем профессиональной компетентности в области робототехники не может быть технически решена одномоментно или даже

в краткосрочной перспективе; требуется упорная и согласованная работа значительной части учителей математики, информатики, физики, технологии и начального образования, осознающих необходимость и готовых к получению дополнительного образования (профессиональной переподготовки) в соответствующей области.

Педагогические вузы могут и должны стать опорными региональными центрами по разработке методики интеграции робототехники в школьное и дополнительное образование и подготовке/переподготовке кадров по образовательной робототехнике. Взаимовыгодное сотрудничество вузов, школ и центров дополнительного образования является конструктивным путем преодоления трудностей по интеграции робототехники в российскую систему образования.

Список использованных источников

1. Fillipov S., Ten N., Shirokolobov I., Fradkov A. Teaching Robotics in Secondary School // IFAC-PapersOnLine. 2017. № 50-1. P. 12155–12160. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896317328124 (date of access: 02.04.2021). DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2143

2. Назаров В. Л., Жердев Д. В., Авербух Н. В. Шоковая цифровизация образования: восприятие участников образовательного процесса // Образование и наука. 2021. Т. 23. № 1. С. 156–201. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-1-156-201

3. Зинченко Ю. П., Дорожкин Е. М., Зеер Э. Ф. Психолого-педагогические основания прогнозирования будущего профессионального образования: векторы развития // Образование и наука. 2020. Т. 22. № 3. С. 11–35. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-3-11-35

4. Rubinacci F., Ponticorvo M., Passariello R., Miglino O. Robotics for soft skills // REM – Research on Education and Media. 2017. № 10 (2). P. 20–25. Available from: https://www.researchgate.net/publication/327036615_Robotics_for_soft_skills_training (date of access: 08.04.2020). DOI: 10.1515/rem-2017-0010

5. Гейхман Л. К., Титова М. В. Образовательная робототехника в работе с детьми дошкольного и младшего школьного возраста // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. 2015. № 4. С. 115–126. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatelnaya-robototehnika-v-rabote-s-detmi-doshkolnogo-i-mladshego-shkolnogo-vozrasta (дата обращения: 05.04.2021).

6. Benitti F. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review // Computers & Education. 2012. № 58 (3). P. 978–988.

7. Eguchi A. Bringing Robotics in Classrooms // Khine M. (eds.) Robotics in STEM Education. Springer, Cham. 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-57786-9_1

8. Eguchi A. Educational Robotics For Promoting 21st Century Skills // Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems. 2014. № 8 (1). P. 5–11. Available from: https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.baztech-2480a09b-edb8-46e3-a1d1-71caf5703c37 (date of access: 06.04.2021).

9. Tocháčeka D., Lapeš J., Fuglíka V. // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2016. № 217. P. 377–381. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816001324 (date of access: 08.04.2021). DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.02.107

10. Barak M., Zadok Y. Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving // International Journal of Technology and Design Education. 2009. № 19. P. 289–307. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-007-9043-3 (date of access: 05.04.2021). DOI: 10.1007/s10798-007-9043-3

11. Alimsis D. Educational robotics: Open questions and new challenges // Themes in Science & Technology Education. 2013. № 6 (1). P. 63–71 Available from: http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/119 (date of access: 05.04.2021).

12. Blikstein P. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention // J. Walter-Herrmann & C. Boching (eds.), FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors. 2013. P. 1–21. Available from: https://www.researchgate.net/publication/281495128_Digital_Fabrication_and_%27Making%27_in_Education_The_The_Democratization_of_Invention (date of access: 06.04.2021).

13. Ozan Coşkunserçe. Implementing Teacher-Centered Robotics Activities in Science Lessons: The Effect on Motivation, Satisfaction and Science Skills // Journal of Pedagogical Research. 2021. № 5 (1). P. 50–64. DOI: 10.33902/jpr.2021067231

14. Sullivan A. Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade / Amanda Sullivan, Marina Umaschi Bers // International Journal of technology and Design Education. 2016. № 26. P. 3–20. Available from: http://link.springer.com/article/10.1007/s10798-015-9304-5?sa_campaign=email/event/articleAuthor/onlineFirst&error=cookies_not_supported&code=-73287c8a-d499-448d-aeea-f89efdeb68e6 (date of access: 04.04.2021).

15. Толстова Н. А., Бондаренко Д. А., Ганьшин К. Ю. Образовательная робототехника как составляющая инженерно-технического образования [Электрон. ресурс] // Наука. Инновации. Технологии. 2013. № 3. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatelnaya-robototehnika-kak-sostavlyayuschaya-inzhenerno-tehnicheskogo-obrazovaniya (дата обращения: 01.04.2021).

16. Altin H., Pedaste M. Learning approaches to applying robotics in science education // Journal of Baltic Science Education. 2013. № 12 (3). P. 365–377. Available from: http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol12/365-377.Altin_JBSE_Vol.12.3.pdf (date of access: 09.04.2021).

17. Galino J. R., Tanaka H. Initiatives and Development of Secondary School Robotics Education in Camarin High School // Journal of Robotics, Networking and Artificial Life. 2021. № 8. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.2991%2Fjrnal.k.210521.014 (date of access: 09.10.2021). DOI: 10.2991/jrnal.k.210521.014

18. Gerald A. Using Robotics to Promote Collaborative and Mathematics Learning in a Middle School Classroom // Middle Grades Research Journal. 2014. № 9 (3). P. 73–88. Available from: http://blogs.ubc.ca/roboted/files/2015/07/using-roboticcs-to-promote-collaboration-and-learning-in-middle-school.pdf (date of access: 02.04.2021).

19. Lopez-Caudana E., Ramirez-Montoya M. S., Martínez-Pérez S., Rodríguez-Abitia G. Using Robotics to Enhance Active Learning in Mathematics: A Multi-Scenario Study.// Mathematics. 2020. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.3390%2Fmath8122163 (date of access: 02.04.2021). DOI: 10.3390/math8122163

20. Arís N., Orcos L. Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills // Education Sciences. 2019. № 9 (2). P. 73. Available from: https://www.mdpi.com/2227-7102/9/2/73 (date of access: 01.04.2021).

21. D'Amico A., Guastella D., Chella A. A Playful Experiential Learning System With Educational Robotics // Frontiers in Robotics and AI. 2020. №. 7. Available from: https://

explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.3389%2Ffrobt.2020.00033 (date of access: 01.10.2021). DOI: 10.3389/frobt.2020.00033

22. Kubilinskiene S. Applying Robotics in School Education: a Systematic Review / Kubilinskiene S., Zilinskiene I., Dagiene V., Sinkevicus V. // Baltic Journal of Modern Computing. 2017. № 1 (5). P. 50–69 Available from: //epubl.ktu.edu/object/elaba:23026500/ (date of access: 04.04.2021).

23. Piedade J. Pre-Service and in-Service Teachers' Interest, Knowledge, and Self-Confidence in Using Educational Robotics in Learning Activities // Educação Formação. 2020. № 6. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.25053%2Fredufor.v6i1.3345 (date of access: 01.10.2021). DOI: 10.25053/redufor.v6i1.3345

24. Leonard J., Mitchell M., Barnes-Johnson J., Unertl A., Outka-Hill J., Robinson R., Hester-Croff C. Preparing Teachers to Engage Rural Students in Computational Thinking Through Robotics, Game Design, and Culturally Responsive Teaching // Journal of Teacher Education. 2017. № 69. P. 386–407. DOI: 10.1177/0022487117732317

25. Cahyono A. N., Asikin M., Zahid M. Z., Laksmiwati P. A., Miftahudin M. The RoboSTE[M] Project: Using Robotics Learning in a STEM Education Model to Help Prospective Mathematics Teachers Promote Students' 21st-CenturySkills // International Journal of Learning, Teaching and Educational Research. 2021. № 20. P. 85–99. DOI: 10.26803/ijlter.20.7.5

26. Anwar S., Bascou N. A., Menekse M., Kardgar A. A Systematic Review of Studies on Educational Robotics // Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER). 2019. № 9 (2). Available from: https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1223&context=jpeer (date of access: 10.04.2021).

27. Ходакова Н. П., Давоян И. Л. Робототехника в школе как внеурочная деятельность учащихся [Электрон. ресурс] // Труды Международной научно-практической конференции «Информатизация образования-2018». Москва: СГУ, 2018 С. 201–207. Режим доступа: https://portalsga.ru/data/3397.pdf#page=201 (дата обращения: 10.04.2021).

28. Ечмаева Г. А. Подготовка педагогических кадров в области образовательной робототехники // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 7 Режим доступа: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9099 (дата обращения: 08.04.2021).

29. Власова О. С. Содержательный компонент подготовки учителя начальных классов к внедрению образовательной робототехники // Вестник ЮУрГГПУ. 2013. № 11. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhatelnyy-komponent-podgotovki-uchitelya-nachalnyh-klassov-k-vnedreniyu-obrazovatelnoy-robototehniki (дата обращения: 08.04.2021).

30. El-Hamamsy L., Chessel-Lazzarotto F., Bruno B., Roy D., Cahlikova T., Chevalier M., Parriaux G., Pellet J., Lanarès J., Zufferey J. D. A Computer Science and Robotics Integration Model for Primary School: Evaluation of a Large-Scale in-Service K-4 Teacher-Training Program. HAL CCSD. 2020. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.1007%2Fs10639-020-10355-5 (date of access: 10.10.2021). DOI: 10.1007/s10639-020-10355-5

31. Baťko J. Methodical Support for Teachers of Robotics in the Czech Educational System // Centre for Higher Education Studies. 2017. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=od_____8936:0f57be8f3c83bfdae552654ffba2cd2d (date of access: 10.10.2021).

32. Schina D., Esteve-González V., Usart M. An Overview of Teacher Training Programs in Educational Robotics: Characteristics, Best Practices and Recommendations // Education and Information Technologies. 2020. № 26. P. 2831–52. DOI: 10.1007/s10639-020-10377-z

33. Зайцева С. А., Киселев В. С. Вузовская подготовка многопрофильного педагога [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 1. С. 18. Режим доступа://www.elibrary.ru/item.asp?id=44831354 (дата обращения: 10.04.2021).

References

1. Fillipov S., Ten N., Shirokolobov I., Fradkov A. Teaching robotics in secondary school. *IFAC-PapersOnLine* [Internet]. 2017 [cited 2021 Apr 02]; 50-1: 12155–12160. Available from: Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896317328124 DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2143

2. Nazarov V. L., Zherdev D. V., Averbukh N. V. Shock digitalisation of education: The perception of participants of the educational process. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal.* 2021; 23 (1): 156–201. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-1-156-201 (In Russ.)

3. Zinchenko Yu. P., Dorozhkin E. M., Zeer E. F. Psychological and pedagogical bases for determining the future of vocational education: Vectors of development *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal.* 2020; 3 (22): 11–35. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-3-11-35 (In Russ.)

4. Rubinacci F., Ponticorvo M., Passariello R., Miglino O. Robotics for soft skills training. *REM – Research on Education and Media* [Internet]. 2017 [cited 2021 Apr 02]; 10 (2): 20–25. Available from: https://www.researchgate.net/publication/327036615_Robotics_for_soft_skills_training DOI: 10.1515/rem-2017-0010

5. Geykhman L. K., Titova M. V. Educational robotics in working with children of preschool and primary school age. *Vestnik PNIPU. Problemy yazykoznaniya i pedagogiki = PNRPU Linguistics and Pedagogy Bulletin* [Internet]. 2015 [cited 2021 Apr 02]; 4 (14). Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatelnaya-robototehnika-v-rabote-s-detmi-doshkolnogo-i-mladshego-shkolnogo-vozrasta (In Russ.)

6. Benitti F. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education.* 2012; 58 (3): 978–988.

7. Eguchi A. Bringing robotics in classrooms. In: Khine M. (ed.) Robotics in STEM Education. Cham: Springer; 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-57786-9_1

8. Eguchi A. Educational robotics for promoting 21st century skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems* [Internet]. 2014 [cited 2021 Apr 06]; 8 (1): 5–11. Available from: https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.baztech-2480a09b-edb8-46e3-a1d1-71caf5703c37

9. Tocháčeka D., Lapeš J., Fuglíka V. Developing technological knowledge and programming skills of secondary schools students through the educational robotics projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [Internet]. 2016 [cited 2021 Apr 08]; 217: 377–381. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816001324 DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.02.107

10. Barak M., Zadok Y. Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education* [Internet]. 2009 [cited 2021 Apr 05]; 19: 289–307. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-007-9043-3

11. Alimsis D. Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education* [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 05]; 6 (1): 63–71. Available from: http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/119

12. Blikstein P. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. In: Walter-Herrmann J., Boching C. (eds.). FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 05]. p. 1–21. Available from: https://www.researchgate.net/publication/281495128_Digital_Fabrication_and_%27Making%27_in_Education_The_The_Democratization_of_Invention

13. Coşkunserçe O. Implementing teacher-centered robotics activities in science lessons: The effect on motivation, satisfaction and science skills. *Journal of Pedagogical Research*. 2021; 5 (1): 50–64. DOI:10.33902/jpr.2021067231

14. Sullivan A., Bers M. Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education* [Internet]. 2016 [cited 2021 Apr 04]; 26: 3–20. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-015-9304-5?sa_campaign=email/event/articleAuthor/onlineFirst&error=cookies_not_supported&code=-73287c8a-d499-448d-aeea-f89efdeb68e6

15. Tolstova N. A., Bondarenko D. A., Ganshin K. Yu. Educational robotics as a component of engineering education. *Nauka. Innovatsii. Tekhnologii = Science. Innovations. Technologies* [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 04]; 3. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatelnaya-robototehnika-kak-sostavlyayuschaya-inzhenerno-tehnicheskogo-obrazovaniya (In Russ.)

16. Altin H., Pedaste M. Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of Baltic Science Education* [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 09]; 12 (3): 365–377. Available from: http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol12/365-377.Altin_JBSE_Vol.12.3.pdf

17. Galino J. R., Tanaka H. Initiatives and development of secondary school robotics education in Camarin High School. *Journal of Robotics, Networking and Artificial Life* [Internet]. 2021 [cited 2021 Oct 09]; 8. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.2991%2Fjrnal.k.210521.014 DOI: 10.2991/jrnal.k.210521.014

18. Gerald A., Pauline M., Lauren S. Using robotics to promote collaborative and mathematics learning in a middle school classroom. *Middle Grades Research Journal* [Internet]. 2014 [cited 2021 Apr 02]; 9 (3): 73–88. Available from: http://blogs.ubc.ca/roboted/files/2015/07/using-roboticcs-to-promote-collaboration-and-learning-in-middle-school.pdf

19. Lopez-Caudana E., Ramirez-Montoya M. S., Martínez-Pérez S., Rodríguez-Abitia G. Using robotics to enhance active learning in mathematics: A multi-scenario study. *Mathematics* [Internet]. 2020 [cited 2021 Apr 02]. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.3390%2Fmath8122163 DOI: 10.3390/math8122163

20. Arís N., Orcos L. Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills. *Education Sciences* [Internet]. 2019 [cited 2021 Apr 04]; 9 (2): 73. Available from: https://www.mdpi.com/2227-7102/9/2/73

21. D'Amico A., Guastella D., Chella A. A playful experiential learning system with educational robotics. *Frontiers in Robotics and AI* [Internet]. 2020 [cited 2021 Oct 01]; 7. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.3389%2Ffrobt.2020.00033 DOI: 10.3389/frobt.2020.00033

22. Kubilinskiene S., Zilinskiene I., Dagiene V., Sinkevicus V. Applying robotics in school education: A systematic review. *Baltic Journal of Modern Computing* [Internet]. 2017 [cited 2021 Apr 04]; 1 (5): 50–69. Available from: https://epubl.ktu.edu/object/elaba:23026500/

23. Piedade J. Pre-service and in-service teachers' interest, knowledge, and self-confidence in using educational robotics in learning activities. *Educação Formação* [Internet].

2020 [cited 2021 Apr 04]; 6. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.25053%2Fredufor.v6i1.3345 DOI:10.25053/redufor.v6i1.3345

24. Leonard J., Mitchell M., Barnes-Johnson J., Unertl A., Outka-Hill J., Robinson R., Hester-Croff C. Preparing teachers to engage rural students in computational thinking through robotics, game design, and culturally responsive teaching. *Journal of Teacher Education.* 2017; 69: 386–407. DOI: 10.1177/0022487117732317

25. Cahyono A. N., Asikin M., Zahid M. Z., Laksmiwati P. A., Miftahudin M. The RoboSTE[M] project: Using robotics learning in a STEM education model to help prospective mathematics teachers promote students' 21st-centuryskills. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research.* 2021; 20: 85–99. DOI: 10.26803/ijlter.20.7.5

26. Anwar S., Bascou N. A., Menekse M., Kardgar A. A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)* [Internet]. 2019 [cited 2021 Apr 10]; 9 (2): 2. Available from: https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1223&context=jpeer

27. Khodakova N. P., Davoyan I. L. Robotics in school as an extracurricular activity of students. In: *Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Informatizacija obrazovanija-2018" = Proceedings of Scientific-Practical Conference "Informatization of Education-2018"* [Internet]; 2018; Moscow. Vol. 4. Moscow: Social and Humanitarian University; 2018 [cited 2021 Apr 10]; p. 201–207. Available from: https://portalsga.ru/data/3397.pdf#page=201 (In Russ.)

28. Echmaeva G. A. Training of teaching staff in the field of educational robotics. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 10]; 2: 7. Available from: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9099 (In Russ.)

29. Vlasova O. S. The content component of preparing a primary school teacher for the introduction of educational robotics. *Vestnik YUUrGGPU = Bulletin of the South Ural State Pedagogical University* [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 08]; 11. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhatelnyy-komponent-podgotovki-uchitelya-nachalnyh-klassov-k-vnedreniyu-obrazovatelnoy-robototehniki (In Russ.)

30. El-Hamamsy L., Chessel-Lazzarotto F., Bruno B., Roy D., Cahlikova T., Chevalier M., et al. A computer science and robotics integration model for primary school: Evaluation of a large-scale in-service K-4 teacher-training program. *HAL CCSD* [Internet]. 2020 [cited 2021 Oct 10]. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.1007%2Fs10639-020-10355-5 DOI: 10.1007/s10639-020-10355-5

31. Baťko J. Methodical support for teachers of robotics in the Czech educational system. *Centre for Higher Education Studies* [Internet]. 2017 [cited 2021 Oct 10]. Available from: https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=od_____8936:0f57be8f3c83bfdae552654ffba2cd2d/

32. Schina D., Esteve-González V. Usart M. An overview of teacher training programs in educational robotics: Characteristics, best practices and recommendations. *Education and Information Technologies.* 2020; 26: 2831–2852. DOI: 10.1007/s10639-020-10377-z

33. Zaitseva S. A., Kiselev V. S. University training of a multidisciplinary teacher. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2021 [cited 2021 Apr 10]; 1. Available from: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44831354 (In Russ.)

Информация об авторах:

Зайцева Светлана Анатольевна – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой математики, информатики и методики обучения Шуйского филиала ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»; ORCID 0000-0001-8575-6242; ResearcherID AAV-2525-2021; Шуя, Россия. E-mail: Z_A_S_@rambler.ru

Иванов Владимир Вячеславович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры математики, информатики и методики обучения Шуйского филиала ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»; ORCID 0000-0002-6885-7452; Шуя, Россия. E-mail: ivv.consultant.37@gmail.com

Киселев Вадим Сергеевич – аспирант 3 курса по направлению 44.06.01 Образование и педагогические науки Шуйского филиала ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»; ORCID 0000-0002-9399-7553; Шуя, Россия. E-mail: vkiselev2@gmail.com

Зубаков Александр Федорович – аспирант 3 курса по направлению 44.06.01 Образование и педагогические науки Шуйского филиала ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»; ORCID 0000-0003-2154-7614; Шуя, Россия. E-mail: shurikguardian@gmail.com

Вклад соавторов. Авторы внесли равный вклад в подготовку статьи.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 23.09.2021; поступила после рецензирования 27.12.2021; принята к публикации 12.01.2022.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Svetlana A. Zaytseva – Dr. Sci. (Education), Professor, Head of the Department of Mathematics, Informatics and Methods of Teaching, Shuya Branch of Ivanovo State University; ORCID 0000-0001-8575-6242; Shuya, Russia. E-mail: Z_A_S_@rambler.ru

Vladimir V. Ivanov – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Department of Mathematics, Informatics and Methods of Teaching of Teaching, Shuya Branch of Ivanovo State University; ORCID 0000-0002-6885-7452; Shuya, Russia. E-mail: ivv.consultant.37@gmail.com

Vadim S. Kiselev – 3rd-year Postgraduate Student, Cand. Sci. Degree Programme 44.06.01 Education and Pedagogical Sciences, Shuya Branch of Ivanovo State University; ORCID 0000-0002-9399-7553; Shuya, Russia. E-mail: vkiselev2@gmail.com

Alexander F. Zubakov – 3rd-year Postgraduate Student, Cand. Sci. Degree Programme 44.06.01 Education and Pedagogical Sciences, Shuya Branch of Ivanovo State University; ORCID 0000-0003-2154-7614; Shuya, Russia. E-mail: shurikguardian@gmail.com

Contribution of the authors. The authors made an equal contribution to the preparation of the article.

Conflict of interest statement. The authors declare that there is no conflict of interest.

Received 23.09.2021; revised 27.12.2021; accepted for publication 12.01.2022.

The authors have read and approved the final manuscript.