

УДК 378

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

С. Н. СИРЕНКО¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Республика Беларусь

Обосновываются возможность и целесообразность введения образовательной робототехники в учебный процесс средней школы и учреждений высшего образования. Раскрыто содержание и предложено определение термина «образовательная робототехника». Выявлен развивающий потенциал новой дисциплины как мощного инструмента подготовки выпускников к жизни в высокотехнологичной среде, связанной с широким внедрением роботов. Проанализирован педагогический опыт США, ряда европейских стран, а также Российской Федерации в области образовательной робототехники. Обобщены результаты подготовки студенческих команд к международным соревнованиям по робототехнике. Педагогическая работа в этой сфере соотносена с проблемами междисциплинарности.

Ключевые слова: образовательная робототехника; STEM; STEAM; междисциплинарность; робот; компетенции.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Г16Р-013).

Образец цитирования:

Сиренко С. Н. Образовательная робототехника как необходимый элемент подготовки специалистов для нового технологического уклада // Журн. Белорус. гос. ун-та. Журналистика. Педагогика. 2017. № 1. С. 106–112.

For citation:

Sirenko S. N. Educational robotics as a necessary element of training for the future of technological way. *J. Belarus. State Univ. Journalism. Pedagog.* 2017. No. 1. P. 106–112 (in Russ.).

Автор:

Светлана Николаевна Сиренко – кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры педагогики и проблем развития образования.

Author:

Svetlana Sirenko, PhD (pedagogics), docent; associate professor at the department of pedagogics and education development problems.
ssn27@mail.ru

EDUCATIONAL ROBOTICS AS A NECESSARY ELEMENT OF TRAINING FOR THE FUTURE OF TECHNOLOGICAL WAY

S. N. SIRENKO^a

^aBelarusian State University, Nezavisimosti avenue, 4, 220030, Minsk, Republic of Belarus

The article explains the possibilities and the advisability of the inclusion educational robotics in the educational process of schools and higher education. The author reveals the meaning of the term «educational robotics». The developing potential of the new discipline as a powerful tool of training of graduates for life in the high-tech environment, associated with the widespread introduction of robots is revealed. Pedagogical experience of the US, several European countries and the Russian Federation in the field of educational robotics is analyzed. The results of training the student teams for international competitions in robotics are summarized. Pedagogical work in this area is related to the problems of interdisciplinarity.

Key words: educational robotics; STEM; STEAM; interdisciplinarity; robot; competence.

Acknowledgements. The work was supported by the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (project G16R-013).

Вызовы робототехники

Робототехника в настоящее время представляет собой один из мощнейших научно-технических и образовательных трендов. Наряду с нано-, био-, когнитивными и информационными технологиями она является частью основы так называемого шестого технологического уклада. Именно развитие этих направлений позволит государствам, принявшим соответствующие усилия, выйти в ближайшем будущем на передовые позиции в мире [1]. С развитием робототехники связывают решение ряда актуальных проблем, которые стоят перед человечеством, таких, например, как преодоление последствий стремительного старения населения в развитых странах, повышение международной конкурентоспособности произведенных в них товаров и услуг, общий рост производительности труда в мировом масштабе. По прогнозам ведущих специалистов после внедрения роботов, способных взаимодействовать с людьми и обладающих развитым искусственным интеллектом, производительность труда увеличится не просто значительно, а настолько драматически, что это реально может изменить всю систему мировой промышленности [2]. Неуправляемый рост безработицы, особенно в сфере рабочих специальностей, и перепроизводство товаров как результат этих изменений рассматриваются в качестве серьезных угроз, связанных с роботизацией. Слабая готовность некоторых государств к такого рода изменениям на мировом рынке может привести к весьма негативным для их экономики последствиям.

На сегодняшний день можно говорить о третьем поколении интеллектуальных роботов, которые способны не только воспроизводить физические и двигательные функции человека, но и выполнять

некоторые элементы его умственной деятельности, осуществлять поддержку принятия решений, реализовывать социальные функции [3]. Совершенствуются их автономная навигация и системы управления в недетерминированных средах (воздушной, подводной, космической), уделяется внимание развитию интерфейсов человеко-машинного взаимодействия, коллаборативного поведения роботов (безопасное взаимодействие с человеком и другими объектами), созданию естественных языков для управления роботами и обучения. Интенсивно развиваются системы восполнения возможностей человека, в том числе экзоскелеты промышленного или реабилитационного назначения, интеллектуальные протезы; появляется новое оборудование, включая микро- и наноботов для медицинских целей [4]. Сервисная робототехника также демонстрирует значительный рост. По данным Международной федерации робототехники (IFR) [5] за 2016 г., наибольшие продажи сервисных роботов были осуществлены по таким направлениям, как логистика, военное дело, роботы для работы вне помещений, медицинская сфера, мобильные платформы и уборка.

Для оценки масштабов применения роботов в рамках страны используется показатель плотности роботизации. Он представляет собой отношение количества многофункциональных роботов к 10 тыс. работников, задействованных в определенной сфере. Разрыв между странами по этому показателю огромен. Международная федерация робототехники приводит следующие данные по промышленным роботам за 2016 г. [6]: в мире на 10 тыс. работников в среднем приходилось 69 промышленных роботов. Возглавила рейтинг стран Южная Корея, где на

10 тыс. работников приходится 531 промышленный робот (запрограммированный манипулятор). Следом идут Сингапур (398), Япония (305), Германия (301) и Тайвань (190). Средний показатель по Европе равен 92, в Северной и Южной Америке – 86, в Азии – 57, в Российской Федерации – 1. Статистика по Беларуси пока не представлена.

Интенсивно развивающиеся технологии промышленной робототехники требуют адекватного ответа от системы образования по подготовке будущих специа-

листов, готовых к научно-техническому творчеству, работе с информационными технологиями (ИТ), моделированию, проектной деятельности в сотрудничестве. В последнее время благодаря высокому познавательному потенциалу робототехника выдвигается в качестве важного компонента учебного процесса в ряде стран мира. Постепенно происходит становление термина «образовательная робототехника», а также осмысление этого направления в качестве инновационной образовательной технологии.

Робототехника как средство интеллектуального развития обучающихся

Как показывает опыт многих образовательных систем мира, в настоящее время робототехника встраивается в содержание не только дополнительного, но и общего среднего, профессионального образования, рассматривается как мощнейший инструмент развития интеллекта у обучающихся. Приведем ряд примеров. В числе значимых трендов в системах обучения в странах Европы и США, которые реализуются посредством внедрения робототехники, можно назвать *STEM* и *STEAM education* (*Science + Technology + Engineering + Art + Math*) (<http://stemtosteam.org/>). Они представляют собой реализацию междисциплинарного образования, направленного на успешное преодоление разрозненного изучения учебных предметов, придание наибольшего приоритета синтезу различных дисциплин – естественнонаучных, математических, инженерных и информационных. Указанный подход воплощается, как правило, через включение обучающихся в работу со специальными роботизированными конструкторами, решение задач, взятых из жизни, которые требуют комплексного использования знаний из разных наук, коммуникации в командах, реализации законченных проектов, дизайнерских способностей, умения презентовать результат. Чаще всего школьники работают над созданием своих роботов из готовых блоков специального конструктора и написанием программ по управлению ими. Проекты нередко содержат не только техническую задачу, но и значимый социальный контекст (борьба с отходами, робот-исследователь, робот-помощник и др.). В основном они увязаны с материалом по ряду осваиваемых в рамках учебного плана предметов. Главной целью перехода Европы и США к *STEAM education* является содействие инновационному развитию страны через формирование у школьников междисциплинарных компетенций в области естественно-научных и математических дисциплин, проектирования, программирования, дизайна, а также умения работать в команде. Все это должно служить базой для создания креативного кадрового ресурса нового уровня.

Богатый опыт накоплен в школах Российской Федерации, где многое делается для активного

включения элементов робототехники в содержание преподавания таких предметов, как математика, информатика, физика, технология. Функционирует Учебно-методический центр инновационного образования (<http://фгос-игра.рф>), на интернет-страницах которого представлены разнообразные материалы по внедрению элементов робототехники в учебный процесс средней школы на уроках информатики, физики, математики, биологии, технологии, а также во внешкольную, в том числе проектную и соревновательную, деятельность. В Германии занятия по робототехнике уже входят в учебный план ряда школ. Учащиеся посвящают изучению новой дисциплины два урока в неделю. Есть также и внеурочная соревновательная деятельность, к которой они готовятся дополнительно. В Казахстане школьники имеют возможность изучать робототехнику на элективных курсах. В Украине речь пока идет об изучении робототехники в рамках системы дополнительного образования.

Достаточно активно развивается направление образовательной робототехники и в Республике Беларусь. У нас оно также пока охватывает лишь сферу дополнительного образования и предназначено для учащихся начальных и средних классов. О системном включении робототехники в состав учебных программ речь пока не ведется.

Термин «образовательная робототехника» для педагогической системы Беларуси нельзя назвать устоявшимся и понятным в полной мере. В нашей стране его употребляют, обсуждая использование роботизированных конструкторов в кружках научно-технического творчества в системе дополнительного образования, и достаточно редко соотносят с процессом обучения в школах. В современном понимании образовательная робототехника рассматривается как новое междисциплинарное направление в обучении школьников и студентов, технология, которая содействует интеграции знаний по программированию, ИТ, математике, физике, проектированию и позволяет вовлечь учащихся в процесс творческой, учебно-исследовательской деятельности, развить у молодежи навыки практического решения актуальных технических задач, в том числе с социально значимым

контекстом [7–9]. Некоторые авторы, помимо вышеперечисленных предметов, добавляют к списку интегрируемых учебных дисциплин химию, технологию и философию [10].

Опыт российских педагогов, использующих робототехнику в учебном процессе, позволяет заключить, что при таком обучении можно выделить следующие положительные аспекты:

- понимание смысла обучения, когда школьники могут сразу же увидеть, как получаемые ими знания используются в процессе решения реальной задачи. Не секрет, что многие ученики и даже студенты зачастую считают, что математические формулы «живут» только на бумаге. Задание по проектированию робота и управлению им помогает учащимся понять, как учебные предметы работают в жизни;

- осознание четкой взаимосвязи знаний из разных учебных предметов, развитие творческого мышления;

- реализация практико-ориентированного обучения, привлечение школьников к исследованию и проектной деятельности;

- формирование умения доводить замысел до его реального воплощения, конечного результата;

- развитие у учащихся коммуникативных навыков и умений работать в команде, обмениваясь результатами;

- повышение мотивации учащихся, связанное с вышеперечисленными аспектами, привлекательностью среды, создаваемой с помощью методик активного, игрового, проблемно ориентированного, командного обучения с элементами соревновательности, а также работой с роботизированными конструкторами, которая интересует и мотивирует учащихся сама по себе.

Несмотря на положительные стороны, существуют трудности в реализации подходов, связанных с образовательной робототехникой. Это прежде всего вопрос о том, за счет каких временных ресурсов или в ущерб какому учебному материалу будет реализован описанный подход. Второй важный вопрос заключается в отсутствии материальной базы, а именно роботизированных конструкторов, в достаточном количестве во всех школах. Ответы на поставленные вопросы найдены в педагогическом сообществе Российской Федерации, и нам полезно изучить этот опыт. Безусловно, потребуется пересмотреть учебные программы, а также интенсифицировать процесс обучения за счет интеграции и усиления межпредметных связей.

Подводя итог, подчеркнем, что реализация компетентностного подхода, о котором все чаще говорят в контексте общего среднего образования, возможна и целесообразна на основе образовательной робототехники. Внедрение соответствующего содержания в учебные планы и программы учреждений общего среднего, а также высшего об-

разования Беларуси, методик и инструментария образовательной робототехники – задача, которая должна быть оценена научным и педагогическим сообществами в самое ближайшее время. Международный педагогический опыт, соревновательное движение, внимание бизнеса к подготовке школьников и студентов в области робототехники, о которых речь пойдет далее, убедительно доказывают целесообразность и перспективность такого шага. Образовательная робототехника – это один из мощных инструментов, которые помогут готовить подрастающее поколение к решению задач будущего и жизни в новом технологическом укладе.

Для высшего и среднего специального образования существуют лишь отдельные наработки в области внедрения робототехники в процесс обучения. Однако именно сотрудничество со студентами поможет работодателям быстрее увидеть перспективы развития данного направления на всех ступенях образования. Поэтому остановимся на этом аспекте подробнее.

Если рассматривать контекст высшего образования, то здесь можно выделить два направления в понимании образовательной робототехники. Первое из них предполагает подготовку студентов по существующим специальностям, закрепленным на определенных факультетах и кафедрах (например, факультете информационных технологий и робототехники Белорусского национального технического университета). Обучение ведется по устоявшимся учебным программам, связанным с вполне конкретной сферой профессиональной деятельности. Данное направление является традиционным.

Второе направление образовательной робототехники в учреждениях высшего образования еще только начинает развиваться в Беларуси. Оно связано с использованием специального инструментария, как правило, роботизированных конструкторов (наборов), для интенсификации и повышения практической направленности процесса обучения проектной деятельности в междисциплинарных командах [11].

В нашем понимании образовательная робототехника в контексте высшего образования – это органичное сочетание использования определенного вида развивающего учебного оборудования с особыми методиками его включения в образовательный процесс, чаще всего на основе междисциплинарных заданий технического характера (в том числе имеющих социально значимый контекст), направленное на освоение студентами интегрированных знаний в области естественнонаучных и инженерных дисциплин, а также компетенций, связанных с ИТ, программированием, проектированием, командной работой, необходимых в современном высокотехнологичном мире. Образовательная робототехника для каждого уровня образования имеет свои

особенности. Если для школьников приоритетной является игровая деятельность с элементами проектирования и соревнования, то в учреждениях среднего специального и высшего образования на

первый план выходят практическое применение получаемых знаний, их верификация, исследовательская деятельность, участие в международных соревнованиях.

Соревновательное движение в области робототехники. Опыт Белорусского государственного университета

О повышающемся интересе со стороны образования и бизнеса к взаимодействию с учащимися в сфере робототехники свидетельствует проведение турниров мирового уровня. Так, в ноябре 2015 г. прошел очередной финал престижных соревнований по робототехнике – Всемирная олимпиада роботов (*World Robot Olympiad – WRO*) в государстве Катар. Для оценки масштабов этого состязания отметим, что в нем принимали участие 450 команд из 45 стран мира. Возраст участников варьировался от 9 до 25 лет, команды состояли из двух-трех человек. Беларусь в 2015 г. представляли семь команд в различных номинациях – от самых юных участников до студентов. В 2016 г. международный финал этих престижных соревнований прошел в Индии. Делегация Беларуси была одной из самых многочисленных.

Соревновательное движение по робототехнике в Беларуси также находится на подъеме. Регулярными стали конкурсы в рамках состязания профессиональных навыков *JuniorSkills Belarus*, детско-юношеский фестиваль «Рободром», Республиканский открытый робототехнический фестиваль «РобоФест-Беларусь», республиканский турнир-состязание по робототехнике среди учащейся и студенческой молодежи, национальный этап WRO и др.

В Белорусском государственном университете (БГУ) при участии автора статьи делаются определенные шаги, направленные на включение образовательной робототехники в учебный процесс. Работа со студентами ориентирована на участие в соревнованиях мирового уровня. В международных турнирах команда БГУ принимала участие дважды.

Так, 22–23 октября 2016 г. в Беларуси прошел национальный этап престижного соревнования в области спортивной и образовательной робототехники – WRO-2016. Студенческая команда БГУ в составе студента 2-го курса механико-математического факультета И. Зайкова, студентки 2-го курса факультета прикладной математики и информатики И. Емельяновой и тренера – сотрудника Физико-технического института НАН Беларуси А. В. Польшаева – завоевала призовое место и получила возможность представлять Беларусь на международном финале в Нью-Дели (Индия) 25–27 ноября 2016 г. Команда прошла в финал соревнований и заняла 13-е место среди

лучших мировых команд. В подготовке команды к международным соревнованиям стоит также отметить усилия директора Центра ИТ-компетенций БГУ – ИВА С. В. Маркова.

Представить степень сложности и комплексности заданий в рамках соревнований, а также уровень необходимых для их решения междисциплинарных знаний поможет пример задания для студенческой категории участников.

Суть его состояла в следующем. Требовалось создать автономного робота, который на основе компьютерного зрения умел бы играть в боулинг. При этом робот должен был стартовать и возвращаться в строго выделенную позицию, самостоятельно собирать лежащие в коробке шары для бросков, обрабатывать информацию о нахождении кеглей с помощью видеокамеры, сбивать все кегли с одной или двух попыток, уметь выделять кеглю определенного цвета, попадать по ней, а также сбивать кегли, стоящие за препятствием, которое, в свою очередь, не должно быть сбито. Также задание предусматривало определение необходимости возвращаться за очередным шаром в случае выпадения страйка. За каждое из пяти выполненных заданий начислялись очки, при этом ограничение по времени требовало скорости и точности.

Работа над заданиями в этой категории предполагает использование робототехнического конструктора *Tetrix (Matrix)*, а также блока управления *MyRIO NI (KNR или LegoEV3)*. Средой для программирования являлся язык C. Студенты могли также применять специальную среду разработки и платформу для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования G фирмы *National Instruments – LabVIEW*. У каждого из выбранных подходов существуют свои достоинства и ограничения. Так, если в *LabVIEW* предоставляется возможность по обработке движений робота, то использование камеры осложнено низкой скоростью обработки изображения. Применение языка C предполагает создание собственных или изучение сторонних библиотек для управления движением робота – это достаточно трудоемкий процесс, но благодаря ему появляется возможность использовать библиотеку компьютерного зрения с открытым исходным кодом *Open CV*.

Безусловно, выполнение подобного задания – междисциплинарная задача, требующая сочетания

умений программировать, проектировать и создавать техническую модель робота, который перемещается на колесах, имеет манипуляторы, анализирует информацию с видеокamеры, оптимально выбирает стратегию поведения. Здесь студенты овладевают умениями работать с реальными датчиками и устройствами, требующими учета физических законов, технических ограничений, и совершенствуют свои навыки.

Работая над заданием, они в полной мере могут применить теоретические знания не только по программированию, но и по автоматическому регулированию процессов, математическому анализу, механике и другим дисциплинам в реальной ситуации. Командная работа также способствует развитию важных личностных качеств.

В заключение отметим, что робототехника трансформируется в интегральную учебную дисциплину, обеспечивающую широкие возможности интенсивного интеллектуального развития обучающихся по ряду направлений, прежде всего естественным и математическим наукам, программирова-

нию и проектированию. Кроме того, развиваются такие социально-личностные компетенции будущего специалиста, как креативность, критическое мышление, способность быстро принимать решения в изменившейся ситуации, работа в команде, ответственность и личная инициатива, умение обмениваться результатами работы, проявлять стрессоустойчивость и волю к победе. Многократные проверки правильности функционирования робота в изменяющихся условиях учат школьников и студентов видеть закономерности, проводить эксперименты, подбирать оптимальные варианты. Это требует настойчивости, умения реализовывать целостные проекты и доводить их до совершенства. Именно эти компетенции и личностные качества выпускников школ и учреждений среднего специального и высшего образования во многом будут определять успешность страны в новом технологическом укладе, где значительное место отведено не только высококвалифицированным кадрам, но и интеллектуальным роботам, которые найдут самое широкое применение во всех сферах.

Библиографические ссылки

1. Малинецкий Г. Г. Чтоб сказку сделать былью... Высокие технологии – путь России в будущее. М., 2015.
2. Ефимов А. Россия – страна робототехников [Электронный ресурс]. URL: <https://sk.ru/news/b/press/archive/2016/03/22/albert-efimov-rossiya-strana-robototeknikov.aspx> (дата обращения: 16.12.2016).
3. Сычѳв В. А., Прокопович Г. А., Герасюто С. Л. Перспективы развития робототехники в Республике Беларусь // Электроника инфо. 2014. № 6. С. 25–26.
4. Гонноченко А. С. Тренды и перспективы развития робототехники [Электронный ресурс]. URL: http://www.slideshare.net/skrobocenter/ss-47184000?next_slideshow=1 (дата обращения: 16.12.2016).
5. Executive Summary World Robotics 2016 Service Robots [Electronic resource]. URL: http://www.ifr.org/fileadmin/user_upload/downloads/World_Robotics/2016/Executive_Summary_Service_Robots_2016.pdf (date of access: 16.12.2016).
6. Executive Summary World Robotics 2016 Industrial Robots [Electronic resource]. URL: <http://www.ifr.org/> (date of access: 16.12.2016).
7. Что такое образовательная робототехника? Мнение экспертов комиссии Совета Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://geektimes.ru/post/268520/?mobile=no> (дата обращения: 16.12.2016).
8. Тузикова И. В. Изучение робототехники: путь к инженерным специальностям // Шк. и пр-во. 2013. № 5. С. 45–47.
9. Оспенникова Е. В., Ершов М. В. Образовательная робототехника как инновационная технология реализации политической направленности обучения физике в средней школе // Пед. образование в России. 2015. № 3. С. 33–40.
10. Петракова О. В. Особенности изучения робототехники в школе [Электронный ресурс]. URL: <http://robot.uni-altai.ru/metodichka/publikacii/osobennosti-izucheniya-robototekhniki-v-shkole> (дата обращения: 16.12.2016).
11. Сычѳв В. А., Прокопович Г. А., Герасюто С. Л. Программно-аппаратное обеспечение учебно-методического комплекса по робототехнике // Электроника инфо. 2014. № 6. С. 26–29.

References

1. Malinetskii G. G. Chtob skazku sdelat' byl'yu... Vysokie tekhnologii – put' Rossii v budushchee. Moscow, 2015 (in Russ.).
2. Efimov A. Rossiya – strana robototekhnikov [Electronic resource]. URL: <https://sk.ru/news/b/press/archive/2016/03/22/albert-efimov-rossiya-strana-robototekhnikov.aspx> (date of access: 16.12.2016) (in Russ.).
3. Sychev V. A., Prokopovich G. A., Gerasyuto S. L. Perspektivy razvitiya robototekhniki v Respublike Belarus' [Prospects for the Development of Robotics in Belarus]. *Elektron. info*. 2014. No. 6. P. 25–26 (in Russ.).
4. Gonnochenko A. S. Trendy i perspektivy razvitiya robototekhniki [Electronic resource]. URL: http://www.slideshare.net/skrobocenter/ss-47184000?next_slideshow=1 (date of access: 16.12.2016) (in Russ.).
5. Executive Summary World Robotics 2016 Service Robots [Electronic resource]. URL: http://www.ifr.org/fileadmin/user_upload/downloads/World_Robotics/2016/Executive_Summary_Service_Robots_2016.pdf (date of access: 16.12.2016).

6. Executive Summary World Robotics 2016 Industrial Robots [Electronic resource]. URL: <http://www.ifr.org/> (date of access: 16.12.2016).
7. Chto takoe obrazovatel'naya robototekhnika? Mnenie ekspertov komissii Soveta Federatsii [Electronic resource]. URL: <https://geektimes.ru/post/268520/?mobile=no> (date of access: 16.12.2016) (in Russ.).
8. Tuzikova I. V. Robotics studying: way to engineering specialities. *Shkola proizvod.* 2013. No. 5. P. 45–47 (in Russ.).
9. Ospennikova E. V., Ershov M. V. Educational robotics as an innovative technology of realization of polytechnic approach of physics education in secondary school. *Pedagog. obraz. Ross.* 2015. No. 3. С. 33–40 (in Russ.).
10. Petrakova O. V. Osobennosti izucheniya robototekhniki v shkole [Electronic resource]. URL: <http://robot.uni-altai.ru/metodichka/publikacii/osobennosti-izucheniya-robototekhniki-v-shkole> (date of access: 16.12.2016) (in Russ.).
11. Sychev V. A., Prokopovich G. A., Gerasyuto S. L. Programmno-apparatnoe obespechenie uchebno-metodicheskogo kompleksa po robototekhnike [Software and hardware of training complex of the robotics]. *Elektron. info.* 2014. No. 6. P. 26–29 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 14.03.2017.
Received by editorial board 14.03.2017.