



ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ: ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОТИВАЦИИ И STEM-НАВЫКОВ

Г.В. Ваныкина, Т.О. Сундукова

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Россия

Аннотация. Образовательная робототехника все чаще присутствует в среднем образовании в связи с расширяющимися практическими приложениями, особенно с появлением чемпионатов, таких как FIRST® LEGO® League. Данные конкурсы основаны на глобализирующейся направленности различных областей учебной программы, поэтому мы считаем, что она напрямую связана с достижением комбинированных (научно-технических, инженерных, художественных и математических) навыков. Мы представляем исследование, которое систематизирует данные, основанные на анализе результатов трудов зарубежных авторов о влиянии изучения робототехники в средней школе на учебный процесс. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что как преподаватели, так и студенты и школьники считают, что робототехника способствует развитию интереса и научного подхода, а также формированию социальных навыков через командную работу.

Ключевые слова. Образовательная робототехника, среднее образование, STEM-навыки, мотивация к обучению, проектный подход в обучении, командная работа, компетентностный подход.

EDUCATIONAL ROBOTICS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS: AN EMPIRICAL STUDY OF MOTIVATION AND STEM SKILLS

G.V. Vanykina, T.O. Sundukova

Leo Tolstoy Tula State Pedagogical University, Russia

Abstract. Educational robotics is increasingly present in secondary education and is gaining a large practical application, especially with the advent of Championships such as the FIRST® LEGO® League. These competitions are based on the globalizing orientation of different areas of the curriculum, so we believe that it is directly related to the achievement of

combined (scientific, technical, engineering, artistic and mathematical) skills. We present a study that systematizes data based on the analysis of the results of works by foreign authors on the impact of studying robotics in high school on the educational process. The results suggest that both teachers and students believe that robotics contributes to the development of interest and scientific approach, as well as the formation of social skills through teamwork.

Keywords. Educational robotics, secondary education, STEM skills, motivation to learn, project approach in training, teamwork, competence approach.

Введение

Эволюция образовательной робототехники (Educational Robotics – ER) и ее применение в учебном процессе в последние годы выросли и укрепились. Робототехника является мотивационным инструментом для студентов и школьников в процессе преподавания-обучения, поскольку она позволяет работать комплексно, развивая одновременно несколько компетенций, как отмечали M. Jiménez и R. Cerdas [1]. Такой подход является основой STEM-образования (Science, Technology, Engineering, Mathematics – STEM), которое базируется на комплексной работе отраслей знаний: наука, технология, инженерия и математика. Концепция была разработана в девяностые годы XX века в США с целью содействия развитию и заинтересованности студентов в этих отраслях знаний, обусловленной востребованностью связанных с ними профессий.

Развитие проектов и проектной деятельности в школах становится важным направлением, и все больше учителей мотивируют учеников к участию в организованных мероприятиях или чемпионатах разного уровня [2]. В этом контексте, а также с появлением LEGO® Mindstorms®, рассмотрим мнения преподавателей и студентов о влиянии робототехники на учебно-познавательный процесс. Концепция ER предполагает комплексный подход, учитывающий взаимодополняемость различных областей деятельности. Цель ER – повысить интерес и развить научный подход в области проектирования, при этом технология направлена на развитие ряда навыков, таких как инициатива, ответственность, самостоятельность, креативность и командная работа. По мнению M. Kandlhofer и G. Steinbauer [3], высокие достижения в социальных навыках и самооценке у студентов приводят к большей мотивации и глобальным последствиям.

Тема ER стала объектом обширных исследований, устанавливающих ее актуальность и потенциальную значимость. В современном обществе овладение технологиями имеет важное значение и дополнительно требует от людей развития

способности мыслить и действовать творчески. С точки зрения дидактической концепции можно считать, что ER понимается как средство создания и действия, в котором студент способен развивать цифровые языки, в данном случае вычислительные. Когда студенты учатся программировать, это влияет на совершенствование навыков решения проблем, а, следовательно, и на личностную самостоятельность, основанную на конструктивистском подходе, при котором студент является главным действующим лицом в учебном процессе. При проведении мероприятий с ER студенты должны работать в группах, так как это повышает навыки, полученные в результате совместной работы. Кроме того, существуют также генерируемые высокие уровни мотивации, которые способствуют значимому обучению. По мнению А. Odorico [4], использование робототехники в образовательных целях разрабатывалось с перспективой приближения к решению проблем, поскольку студенты большую часть времени проводят за моделированием явлений и построением прототипов.

Рассмотрим теоретическую модель Р. Mishra и М. J. Koehler [5], получившую название ТРСК (Technology pedagogical content knowledge). Эта модель базируется на трех типах дифференцированного знания: содержательном, педагогическом и технологическом. Рассматривая теоретические основы ТРСК, можно разделить интеграцию на теоретическую, педагогическую и методологическую. ТРСК позволяет продвигаться вперед в новых подходах к науке, искать и укреплять модели обучения, основанные на технологиях. В этом смысле ER в наибольшей степени соответствует интеграции в модель ТРСК, поскольку она способствует развитию вычислительного мышления.

В данном контексте необходимо также рассмотреть методологию STEM. Эта методология возникла в девяностых годах XX века, была разработана Национальным научным фондом в США и направлена на то, чтобы студенты могли изучать концепции, связанные с наукой, технологией, инженерией и математикой, одновременно и комплексно. Такой подход эволюционировал до термина STEAM с включением компонента А (Art), расширяя методологию STEM. STEAM – современная интегрированная и глобальная методология, основанная на интеграции искусства и дизайна в научную подготовку, чтобы поддержать их в школьном образовании и повлиять на компании, чтобы привлечь художников и дизайнеров для инновационных проектов.

По мнению D. Bazylev, A. Margun, K. Zimenko, A. Kremlev, E. Rukujzha [6], инициативы ER в школах имеют решающее значение для разработки механизмов

мотивации к обучению, которые делают студентов способными развивать навыки лидерства. Увеличение объема ER и STEAM в среднем образовании, внедрение робототехнических комплектов, таких как наборы брендов BQ®, LEGO® Mindstorms®, Robotics KidsLab® и других, считаются очень эффективными в продвижении активного, эмпирического, экспериментального и практического обучения [7]. Можно сделать вывод, что применение образовательной робототехники и STEAM-образования позволяет студентам быть главными действующими лицами собственного обучения и развивать весь свой потенциал, а также свои творческие способности и предпринимательские навыки.

Определим направления исследования.

- Изучить представления студентов об изменениях в обучении, связанных с уровнем вовлеченности и усилий, степенью участия, мотивацией, совершенствованием учебного процесса и командной работой.
- Исследовать представления педагогов, связанные с влиянием проекта на процесс обучения студентов, развитием у них STEAM-компетенций, уровнем их мотивации и командной работы.
- Соотнести результаты, полученные студентами и преподавателями.

Методология исследования

Мы предлагаем предэкспериментальную конструкцию, основанную на описательном исследовании, чтобы получить информацию об изучаемом явлении в определенный момент, в данном случае после демонстрации участниками результатов владения STEAM-навыками и объективной сравнительной оценке достижений. По нашему мнению, такое исследование можно провести на основе результатов соревнований по робототехнике после окончания турнира. С этой целью были проанализированы результаты, представленные в зарубежных исследованиях, в которых приведены анкеты, основной конструкт для оценки STEAM-навыков, продемонстрирована взаимосвязь между мнениями студентов и преподавателей, принявших участие в соревнованиях. Переменные исследования связаны со степенью вовлеченности, опытом участия и трудностями, с целью подтверждения того, оправдали ли этот опыт их ожидания, а также изучения мнений об использовании ER в качестве дидактического ресурса.

Данные были собраны на основе результатов исследований, предполагающих одновременное параллельное изучение мнений студентов и преподавателей. Согласно анкете преподавателя, пункты были оценены по шкале Лайкерта от одного до пяти (один для полного несогласия и пять для полного согласия), а также были выделены

предпосылки о вкладе в разработку проекта работы студентов с точки зрения оборудования, навыков STEM и академической успеваемости. Приведем некоторые вопросы анкет для преподавателей, представленные в исследованиях: Каков уровень самостоятельности студентов в использовании программного обеспечения? В какой степени, по Вашему мнению, робототехника помогла студентам приобрести навыки работы с компьютером? В какой степени, по Вашему мнению, проект помог студентам развить свои творческие способности? В какой степени, по Вашему мнению, проект помог мотивации студентов к обучению? В какой степени, по Вашему мнению, проект помог студентам активизировать поиск решения той или иной проблемы? До какого уровня проект помогал работать со STEM-навыками интегрированным образом?

В анкетах для студентов исследователи представили достаточно широкий материал, собрали различные аспекты, связанные с уровнем вовлеченности и усилий, степенью участия, мотивацией, совершенствованием учебного процесса и командной работой. Студент должен был провести самооценку по указанным пунктам по шкале Лайкерта от одного до пяти баллов. Приведем некоторые вопросы анкет для студентов, представленные в исследованиях: Какова степень Вашей общей мотивации в отношении проекта? В какой степени проект помог Вам улучшить индивидуальный уровень подготовки? В какой степени проект помог Вам повысить толерантность к чужому мнению? В какой степени проект помог Вам приобрести навыки работы с компьютером? В какой степени проект помог Вам развить свой творческий потенциал? В какой степени проект помог Вам найти решение проблемы? В какой степени проект помог Вам повысить мотивацию к обучению? В какой степени Вы считаете робототехнику полезной для собственного профессионального будущего? В какой степени, по Вашему мнению, робототехника адекватна взаимосвязи различных учебных материалов?

Достоверность и корректность вопросов анкет были рассмотрены на основе представленных в исследованиях формулировок и методов оценки корректности опросников [4, 5, 7]. Анализ данных, полученных с помощью обоих опросников, был основан на описательном исследовании данных, представленных различными пунктами, в котором был рассчитан процент ответов по шкале (от одного до пяти) для каждого пункта. С другой стороны, было проведено исследование корреляций между различными пунктами обоих опросников. Используемая статистика, учитывая характер переменных и непараметрические допущения, представляла собой коэффициент корреляции Спирмена (Spearman's Rho correlation coefficient).

Результаты

Приведем описательную оценку информации, извлеченной из анализа данных, полученных на основе ответов респондентов и опубликованных в научных исследованиях зарубежных авторов. Оценки первично проводятся отдельно для преподавателей и студентов, после чего рассматривается возможная зависимость в оценках. Цель проведения опроса преподавателей состояла в том, чтобы получить информацию об их мнениях по поводу вклада проекта в обучение студентов. В ходе анкетирования были собраны данные об основных трудностях и рисках, которые студенты проявили в ходе проекта с точки зрения преподавателей. По мнению преподавателей, можно выделить *причины принятия участия в проекте* (по убыванию релевантности): позволяет интегрировать науку и технику; активно мотивирует студентов; является необходимой для будущего студентов, в частности, для профессиональной деятельности.

По мнению преподавателей, можно выделить степень влияния робототехники на различные *направления деятельности студентов* (по убыванию релевантности): проект помогал развивать навыки STEM интегрированным образом; проект помогал студентам активизировать поиск решения той или иной проблемы; проект помогал студентам развить свои творческие способности; проект помогал повышать мотивацию студентов к обучению; проект помогал повысить уровень самостоятельности студентов в использовании программного обеспечения; робототехника помогала студентам приобрести навыки работы с компьютером. Согласно приведенным данным, учителя оценили практически все пункты анкеты очень положительно, со средним значением четыре по шкале Лайкерта (согласны). Лучший результат был связан с интеграцией учебных программ, которую проект должен был усилить, чтобы развить навыки STEM. Практически единогласно учителя считают, что робототехника – это самая мотивационная часть проекта. Вместе с тем педагоги выделили некоторые *сложности и риски*, наиболее активно проявляющиеся при использовании робототехники в образовании. Данные об основных трудностях, которые, по мнению преподавателей, испытывали студенты при выполнении проекта, приводятся в порядке уменьшения релевантности: использование датчиков света и цвета; предложение и обоснование инновационной идеи; разработка миссий, которые должен выполнять робот; презентация проекта.

Цель проведения опроса студентов состояла в том, чтобы получить информацию об их мнениях по поводу личного вклада в проект, направлений индивидуального развития, сложностях. По мнению студентов, можно выделить степень положительного

влияния робототехники на различные *направления деятельности* респондентов (по убыванию релевантности): степень общей мотивации к проекту; робототехника адекватна взаимосвязи различных учебных программ; робототехника полезна для профессионального будущего; проект помог улучшить уровень подготовки; проект помог повысить толерантность к чужому мнению; проект помог приобрести навыки работы с компьютером; проект помог повысить мотивацию к обучению; проект помог научиться находить решение проблемы; проект помог развить свой творческий потенциал. Оценка студентами приобретаемых знаний в области робототехники также была положительной, наиболее ценными были мотивация и факт, что проект помогает интегрировать содержание учебного плана. Процент наиболее мотивирующих компонентов проекта для студентов, с их собственной точки зрения, представлен в порядке уменьшения релевантности следующим образом: робототехника; практическая ценность проекта; научная значимость проекта. Основные *трудности*, с которыми столкнулись студенты при выполнении проекта, представлены в порядке уменьшения релевантности следующим образом: использование датчиков света и цвета; моделирование миссий; конструирование робота; разработка миссий; понимание и осознание миссий. Обозначенные трудности связаны с робототехникой, сенсорами и разработкой миссий – это компоненты, которые студенты сочли наиболее трудными, с их точки зрения, и аспект, по которому они согласны с преподавателями.

На основе анализа приведенных данных можно сделать вывод, что установлена прямая связь между ER, мотивацией, творчеством и самостоятельной работой. Можно сделать вывод, что ER формирует у студентов высокую мотивацию, а самостоятельность в принятии решений способствует формированию соответствующих условий для творчества. Точно так же сам факт совершенствования своих компьютерных знаний способствует восприятию учителями того, насколько возросла самостоятельность учащихся. Полученные результаты позволяют продемонстрировать высокий потенциал робототехники в учебных аудиториях с точки зрения студентов. В исследованиях констатируется, что командная работа связана с более тесным взаимодействием с другими людьми и возможностью повышения социальных навыков, таких как толерантность и товарищество. Отмечается также, что сам факт работы с компьютерным программным обеспечением позволил студентам осуществлять поиск решений при одновременном объединении содержания учебного курса в целостный и творческий путь. Проект ER сам по себе является глобализирующим фактором различных областей учебной программы, поэтому мы считаем, что он напрямую связан с достижением STEM-навыков.

Выводы

Учитывая, что исследований в данной области к настоящему времени проведено немного и что данное исследование находится на начальной стадии сбора и анализа эмпирических данных, мы рассмотрели в статье результаты, представленные анкетами в исследовательском ключе, при этом получены оптимистичные выводы, поскольку полученные результаты подтверждают эффективность интегрирующего проекта. С точки зрения достижения целей, предложенных нами в начале исследования, мы можем сделать вывод, что они были достигнуты благодаря результатам, полученным в ходе проведенного статистического исследования. И студенты, и преподаватели оценили проект удовлетворительно, особенно его комплексный подход. В частности, что касается представлений преподавателей, то они считают, что участие в проекте помогло студентам интегрировать науку и технику и повысить их мотивацию, творческие способности и компьютерные навыки. ER воспринимается как очень благоприятная технология для обучения студентов и, в частности, для достижения STEM-навыков. Полученные результаты весьма позитивны и позволяют сделать вывод о том, что ER формирует у студентов высокую мотивацию. Аналогичным образом, самостоятельность в принятии решений создает соответствующие условия для развития творческих способностей и будущего профессионального роста.

Относительно восприятия студентами робототехники можно констатировать положительную оценку технологии. Студенты имели возможность развивать свою технологическую компетентность через программирование робота, в то время как они совершенствовали навыки через два направления: научный проект и проект ценностей, продвигая трансверсальную работу и осуществляя рефлексию. Работа в команде в проекте RE помогла студентам продвигать свои социальные навыки, измерения проекта ценностей. Факт приобретения опыта оказывает положительное влияние на студентов, которые ценят важность робототехники в своем профессиональном будущем. С другой стороны, изучение корреляций между различными пунктами дало полезные результаты, поскольку они показывают взаимосвязь между использованием ER, мотивацией, творчеством и самостоятельной работой, что также помогает студентам в принятии решений и развитии социальных навыков. Рассматриваемые навыки были развиты у всех студентов без исключения, независимо от того, были ли их навыки в области науки или техники слабо сформированы или они не намеревались продолжать обучение в STEM-областях.

В контексте вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости дальнейшего углубления предмета исследования, необходимо провести сравнительные

исследования с большей значимостью, с большим охватом целевой аудитории и расширением международного контекста изучения. Мы считаем, что следует выполнить корректировку опросника для определения параметриальной среды будущего исследования.

Список использованных источников (на языке оригинала)

1. Jiménez M., Cerdas R. La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. 2014; 1: 1-18.

2. Сундукова Т.О., Ваныкина Г.В. Образовательная робототехника в современной школе. Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований. 2018; 1: 607-612.

3. Kandlhofer M., Steinbauer G. Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*. 2016; Jan 1;75:679-85.

4. Odorico A. Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista Informática Educativa y Medios Audiovisuales*. 2004;1(3):34-46.

5. Mishra P., Koehler M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*. 2006; Jun 108(6):1017-54.

6. Bazylev D., Margun A., Zimenko K., Kremlev A., Rukujzha E. Participation in robotics competition as motivation for learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014; Oct 7;152:835-40.

7. Vega-Moreno D., Cufi X., Rueda M., Llinás D. Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *IJERI*. 2016;6:162-175.

References (на английском языке)

1. Jiménez M., Cerdas R. La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. 2014; 1: 1-18.

2. Sundukova T.O., Vanykina G.V. Obrazovatel'naja robototekhnika v sovremennoj shkole [Educational robotics in the modern school]. Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований. 2018; 1: 607-612. (In Russian)

3. Kandlhofer M., Steinbauer G. Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous*

Systems. 2016; Jan 1;75:679-85.

4. Odorico A. Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista Informática Educativa y Medios Audiovisuales*. 2004;1(3):34-46.

5. Mishra P., Koehler M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*. 2006; Jun 108(6):1017-54.

6. Bazylev D., Margun A., Zimenko K., Kremlev A., Rukujzha E. Participation in robotics competition as motivation for learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014; Oct 7;152:835-40.

7. Vega-Moreno D., Cufí X., Rueda M., Llinás D. Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *IJERI*. 2016;6:162-175.