

УДК 373

**Илькевич Борис Владимирович**  
профессор кафедры психологии и педагогики  
Ilkevich Boris V.  
e-mail: [ilk\\_bv@mail.ru](mailto:ilk_bv@mail.ru)

**Ярославцева Алеся Владимировна**  
магистрант  
Yaroslavtseva Olesya V.  
e-mail: [lesiayaroslavtseva@yandex.ru](mailto:lesiayaroslavtseva@yandex.ru)

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Гжельский государственный университет»  
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
“Gzhel State University”

Московская обл., Раменский г. о., пос. Электроизолятор,  
д. 67, Россия, 140155  
Тел.: 8(499)553-84-04

## **ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКА**

### **EDUCATIONAL ROBOTICS AS A MEANS OF DEVELOPING A STUDENT'S CREATIVE ENGINEERING AND TECHNICAL THINKING**

*Аннотация.* В статье исследованы актуальные проблемы обучения робототехнике на различных уровнях образования. Дается понятие робототехники как прикладной дисциплины, являющейся основой развития современного производства. Рассматривается применение различных робототехнических комплексов при обучении школьников. Изучены дидактические условия для развития творческого инженерного мышления.

*Ключевые слова:* робототехника; дидактические условия; средства обучения; дошкольники; младшие школьники.

*Abstract.* The article examines the current problems of teaching robotics at various levels of education. The concept of robotics as an applied discipline, which is the basis for the development of modern production, is given. The use of various robotic systems in teaching schoolchildren is considered. The didactic conditions for the development of creative engineering thinking are studied.

*Key words:* robotics; didactic conditions; teaching tools; preschoolers; primary school students.

Старший дошкольный и особенно школьный возраст являются наиболее плодотворными в формировании и развитии творческого мышления и инженерно-технического творческого мышления. В современном мире ведущая роль в формировании инженерного мышления детей и подростков отводится

робототехнике. Именно поэтому образовательной робототехнике и соответствующим педагогическим технологиям уделяется особое внимание в общеобразовательной школе.

Робототехника – прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем и являющаяся технической основой развития современного производства. Робототехника опирается на такие дисциплины, как электроника, механика, кибернетика, телемеханика, информатика, а также радиотехника и электротехника. Выделяют строительную, промышленную, бытовую, медицинскую, авиационную и экстремальную (военную, космическую, подводную) робототехнику.

В связи с развитием роботов актуализировались проблемы обучения робототехнике на различных уровнях образования. Образовательная робототехника является предметом, который позволяет определить и развивать технические наклонности у детей и подростков. Образовательная робототехника является базой для серьезного изучения прикладных технических наук. Робототехника актуальна для всех возрастов – от дошкольников до учеников старших классов и студентов вузов. В настоящее время образовательная робототехника преподается как предмет школьной программы или изучается в ходе внеурочной деятельности. В ходе внеурочной деятельности робототехника ориентирована прежде всего на детей, которые любят работать руками и интересуются компьютерной техникой, инженерно-техническими и кибернетическими системами.

Организация процесса обучения робототехнике невозможна без соответствующих образовательных средств. В настоящее время в образовании применяют различные робототехнические комплексы, например, LEGO Education, FischerTechnik, Mechatronics Control Kit, Festo Didactic и многие другие.

Начиная с 1960-х гг., конструкторы LEGO использовали в школе для преподавания различных дисциплин. В 1980 г. было принято решение об организации отдельного департамента развития образовательных продуктов. В настоящее время образовательная продукция компании LEGO выпускается под брендом LEGO Education. Отличительной особенностью продукции LEGO Education

от остальных конструкторов LEGO является сфера использования продукта: от детских садов до вузов. При этом использование LEGO Education подразумевает деятельность преподавателя (учителя, воспитателя), обладающего определенной профессиональной подготовкой.

Можно утверждать, что LEGO – одна из самых известных и распространенных педагогических систем, широко использующая трехмерные модели реального мира и предметно-игровую среду обучения и развития ребенка. Концепция образовательных программ LEGO Education предполагает реализацию деятельностного подхода в образовании. Ученики получают возможность вырабатывать необходимые для жизни навыки, которым не всегда уделяется достаточное внимание в ходе традиционных занятий [2]. Отдавая должное LEGO-технологиям, нельзя не отметить, что существуют не менее эффективные дидактически технологии, в частности, технологии Arduino.

Перед преподавателями робототехники, принявшими решение проводить занятия на основе контроллера Arduino, неизбежно возникает ряд вопросов: «С чего начать?», «Какие наборы использовать?», «Где взять программу занятий?». Данные вопросы актуальны в связи с избытком информации в интернете и обилием наборов, конструкторов Arduino в продаже.

Чтобы ответить на эти и другие вопросы, необходимо выяснить, что же такое Arduino. Это удобная платформа для разработки электронных устройств, с которой могут работать как новички, так и профессионалы. Arduino представляет собой небольшую плату с собственным процессором и памятью. На плате имеется достаточно большое число контактов, к которым можно подключать всевозможные компоненты: лампочки, датчики, моторы, другие электронные компоненты. Arduino позволяет учащимся познакомиться с миром электроники, понять принципы работы электронных компонентов [3].

На базе контроллера Arduino можно создавать и программировать различных роботов, устройства для умного дома, 3D принтеры и многое другое.

Одной из задач данной статьи является обзор программируемого комплекта робототехники Arduino и составление списка наиболее популярных компаний,

выпускающих наборы Arduino, применяемые на занятиях по робототехнике для детей разного возраста. Не менее важной задачей является составление списка образовательных ресурсов, включающих в себя большое количество проектов и идей с Arduino, как для начинающих, так и для опытных пользователей.

Сегодня на рынке представлено огромное количество робототехнических, образовательных, электрических конструкторов с Arduino. Проведя анализ компаний, выпускающих такие конструкторы, можно выделить наиболее популярные:

1. Компания «Амперка» (<https://amperka.ru/>). Представляет широкий модельный ряд своей продукции. Можно заказать как отдельные элементы (радиодетали, провода, сенсоры, дисплеи, источники питания, корпуса и платы), так и готовые наборы и даже целые обучающие курсы. В настоящее время компания «Амперка» является одним из лидеров по продаже электронных конструкторов и наборов робототехники. На странице сайта <http://wiki.amperka.ru/> представлена следующая информация: описание плат Arduino и других платформ; теория электричества для начинающих; основы программирования на языке C/C++; список компонентов и их описание; проекты с Arduino; умные и робототехнические устройства на основе Arduino.

2. Компания ARDUINO-KiT (<https://arduino-kit.ru/>). Предлагает огромный выбор электронных, образовательных, робототехнических конструкторов, комплектов для сборки, а также различных радиодеталей и инструментов. При этом можно приобрести более 40 книг по изучению Arduino, робототехнике, программированию, энциклопедии электронных компонентов. На страницах сайта представлена следующая информация: более 30 подробных уроков и проектов с Arduino; проекты умного дома и интернета вещей на основе Arduino; Ардуино ТВ (видео-уроки).

3. Компания Keystudio (<https://www.keystudio.com/>) предлагает большой ассортимент товаров по доступным ценам. Можно заказать электронные, образовательные, робототехнические конструкторы, радиоэлементы, комплекты для сборки 3D принтеров и многое другое. На странице <https://wiki.keystudio.com/>

представлено полное описание всех плат, датчиков и модулей; подробные уроки и проекты ко всем имеющимся в продаже комплектам; подробные инструкции для сборки робототехнических конструкторов и 3D принтеров.

4. Компания «АЙРДУИНО» (<https://iarduino.ru/>) имеет небольшой выбор обучающих робототехнических наборов. В то же время все они направлены на юных конструкторов и робототехников. В ассортименте есть обучающие наборы, с помощью которых дети получают все необходимые базовые навыки в пайке (все инструменты есть в наборе). На страницах сайта представлена теоретическая информация и полное описание плат, радиоэлементов и других компонентов; обучающие уроки и проекты; более 100 видео-уроков и проектов; большая библиотека скетчей для Arduino.

Помимо сайтов компаний производителей, в интернете много образовательных ресурсов с бесплатными проектами и идеями, которые можно реализовать с помощью Arduino.

Среди прочих можно выделить следующие порталы:

– <https://cxem.net/> – сайт «Паяльник», посвященный радиоэлектронике; на сайте представлено большое количество радиоэлектронных схем, статей для начинающих конструкторов, программ, онлайн калькуляторов, обзоры и адреса магазинов радиодеталей; основной целью сайта является популяризация современной радиоэлектроники в мировом сообществе;

– <http://arduino-projects.ru/> – здесь представлен каталог интересных устройств, поделок и безделушек, сделанных на основе платформы Arduino; всего на сайте размещено более 500 проектов;

– <https://alexgyver.ru/> – это официальный сайт YouTube канала AlexGyver. Здесь можно найти все исходные данные для Arduino проектов, авторские статьи по тематикам Ардуино и электроники, уроки Arduino («Заметки Ардуинщика»), а также подборки товаров на Aliexpress (инструменты и электронные компоненты для самоделок и ремонта);

– <http://arduino-diy.com/> – это информационный ресурс с инструкциями по использованию контроллеров Arduino.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что в настоящее время возможно приобрести конструкторы Arduino для разных образовательных целей и возрастных групп детей и подростков. Кроме того, существует множество бесплатных информационно-обучающих порталов с интересными уроками и проектами, где преподаватель может найти новые идеи для занятий.

Однако следует отметить, что использование конструкторов Arduino, LEGO и им подобных не всегда целесообразно. Конечно, они достаточно унифицированы и могут использоваться для решения широкого круга задач: от самых сложных, до самых простых. Но приобретение таких конструкторов может оказаться достаточно дорогим «удовольствием». Цена самых простых комплектаций составляет несколько тысяч рублей. Если учесть, что для проведения занятий в группе необходимо приобрести десятки комплектов, то сумма покупки будет достаточно большая. В настоящее время образовательная робототехника пользуется все большей популярностью не только у младших школьников, но и у дошкольников. Поэтому стоит задуматься о приобретении более дешевой образовательной робототехники, которая вполне может решать поставленные педагогические задачи, в том числе по развитию творческого инженерно-технического мышления.

Также следует учесть, что одним из образовательных направлений в средней школе является электроника и электротехника. На занятиях по электронике и электротехнике школьники изучают основы электричества, знакомятся с понятиями «сила тока», «сопротивление», «напряжение», собирают электрические цепи, исследуют электронные схемы. Для сборки электрических схем на занятиях используют современные электронные конструкторы. Для сборки схем не требуется пайки, поскольку элементы схем имеют простые способы крепления.

Рассмотрим несколько электронных конструкторов, которые успешно используются на занятиях по основам электроники и электротехники, а также робототехники. Набор «Микроник» – это первый шаг в мир электроники и создания умных устройств для детей младшего школьного возраста. Одна из целей «Микроника» – показать ребенку, какие интересные устройства он способен собирать своими руками, заинтересовать его робототехникой. Набор «Микроник» не

предполагает знания программирования, а базовые знания показываются на интересных примерах, без подробных объяснений. Чтобы приступить к сборке устройства, нужно просто, следуя рекомендациям, вставить необходимые компоненты в отверстия на макетной плате.

Наряду с «Микроником» для начального знакомства с электроникой и электротехникой может использоваться набор «ЗНАТОК». Это электронный конструктор среднего уровня сложности, позволяющий ребенку начать обучаться электронике. У данного конструктора широкий модельный ряд, можно приобрести набор, состоящий из 15, 34, 180, 320, 999 схем. Все детали устанавливаются на общую платформу и соединяются между собой с помощью специальных заклепок. Конструктор из 999 схем, по сути, представляет собой полноценное обучающее пособие по физике, он рекомендован для использования в школах.

Применение электронных конструкторов на занятиях образовательной робототехники предполагает формирование у учащихся следующих компетенций: освоение свойств последовательного и параллельного соединений проводников; составление и чтение чертежей принципиальных электрических схем; понимание системы построения графических и буквенно-цифровых условных обозначений элементов электрических схем.

Выбор электронного конструктора на занятиях по электронике и электротехнике, робототехнике зависит от многих факторов: возраста детей, компетенцией педагога, уровня сложности, бюджета, целей обучения. В настоящее время на рынке представлено множество достаточно дешевых электронных конструкторов, как для новичков, так и для продвинутых пользователей. В данной статье рассмотрены лишь некоторые из них.

Подобрать средство обучения, позволяющее решить задачи развития творческого мышления, является обязательным, но недостаточным условием эффективного дидактического процесса. Анализ психолого-педагогической литературы, опыт преподавательской деятельности в области образовательной робототехники позволяет утверждать, что развитие творческого инженерного мышления будет успешным только при соблюдении следующих дидактических

условий:

1. Занятия по основам робототехники должны проводиться в контексте проблемного обучения и индивидуального подхода.

Нужно помнить, что проблемная ситуация имеет педагогический и психологический аспекты. Педагогический аспект проблемного обучения раскрывается в организации занятий на базе электронных конструкторов, которая предполагает формулировку учителем проблемы, связанной с конструированием технической системы, имеющей определенные характеристики. При этом проблема должна носить нестандартный характер. Только в этом случае будет максимально активизироваться творческое инженерно-техническое мышление.

Психологический аспект проблемного обучения связан с личностью учащегося, он раскрывается в индивидуальном подходе к реализации когнитивных запросов ребенка. В ходе «субъектно-субъектных» отношений учитель должен учесть мотивацию обучаемого, его способности, успеваемость и даже настроение. В результате ученик становится в позицию полноправного субъекта своего обучения и у него формируются новые компетенции, возникают психические новообразования, обуславливающие нестандартное творческое мышление.

2. В ходе занятий должны использоваться методы, активизирующие творческое мышление. Данных методов много, и они достаточно хорошо описаны в педагогической литературе. Обычно выделяют инструментальные методы (рациональные и иррациональные): мозговой штурм, синектика, морфологический анализ, АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач), майевтика и другие, и личностные: групповая динамика, трансцендентальная медитация, методика формирования уверенности в своих силах и другие. Выбор метода определяется педагогической ситуацией, квалификацией преподавателя, особенностями мотивационной сферы детей, уровнем их обучаемости и обученности.

3. Необходимо создание ситуации свободного выбора варианта технического решения, положительный эффект от которого описан в работах отечественных и зарубежных авторов: К. Левина, Х. Хекхаузена, А. Марковой, Г. Щукиной и других ученых. Однако свободной выбор не предусматривает вседозволенности. Опасно



как «давление» на ученика, его чрезмерная опека, диктовка «правильного» технического решения, так и создание атмосферы развлекательности, отсутствия стремления к положительному результату работы. Учитель должен следить за действиями подопечного и при необходимости деликатно направлять их в нужное русло. В идеальном случае педагог должен сознательно структурировать, генерировать ту ситуацию, в которой учащийся совершит свободный выбор инженерно-технического решения. При этом учитель не должен демонстрировать детям, какой выбор он ожидает. В противном случае мотивация станет в большей степени внешней (социальной), что будет тормозить развитие познавательных мотивов деятельности, развитие творческого инженерно-технического мышления.

4. Требования и способности к выполнению творческой инженерной задачи учащегося должны соответствовать друг другу. Если требования превышают возможности, ученик теряет интерес к работе, находится в постоянном «цейтноте», «состоянии тревожности». Но интерес к работе теряется и в случае, если задание слишком легкое. Обучаемый не получает удовлетворения от преодоления трудностей, творческое мышление не развивается, Учащийся находится в «состоянии скуки», появляется свободное время, которое не используется рационально. Только баланс требований и способностей может обеспечить эмоциональный подъем, обуславливающий развитие творческого начала, желания искать новые технические решения.

5. В информации об условиях выбора творческой задачи преподавателю следует указать, что не будут применяться какие-либо виды поощрения за тот или иной выбор темы (направления) творческой инженерно-технической деятельности. Это должно исключить понижающий эффект внешней (социальной) мотивации. Американские ученые (Эдвард Деци, Марк Липер, Гарри Харлоу и другие) провели ряд экспериментов, который дал основания утверждать, что если учащихся поощряют за ту работу, которая их интересует, то они теряют внутреннюю мотивацию к ней быстрее, чем учащиеся, которых не поощряют. Это объясняется отсутствием ситуации свободного выбора: учащиеся воспринимают поощрение как попытку давления на них, лишения творческой автономии.

6. Исключение понижающего эффекта внешней мотивации не означает отказ от существующих в ходе творческой работы позитивных обратных связей (похвала, одобрение, сопереживание успеха и т. д.). Однако следует помнить, что эти связи должны быть дозированы и определяться исключительно деятельностью ученика. При этом поощрение должно иметь смысл информации, а не контроля, похвалы за «правильное решение», которое одобряется преподавателем.

7. В творческой робототехнической деятельности следует избегать необходимости выполнения работы в жесткие фиксированные сроки и постоянного контроля за ее выполнением. «Цейтнот» негативно сказывается на творчестве, лишает ребенка внутренних мотивов деятельности. Однако нужно, как уже отмечалось, исключить атмосферу вседозволенности и развлекательности. Это касается и плановых занятий, и внеурочной деятельности, кружков технического творчества, робототехники и т. п.

8. Существуют педагогические ситуации, в которых учащиеся начинают воспринимать себя как бы со стороны (например, представление своего технического решения, доказательство его целесообразности и т. д.). Подобные случаи актуализируют ощущение подконтрольности, утраты автономии и самодетерминации и, как следствие, усиливают внешнюю (социальную) и ослабляют внутреннюю (познавательную) мотивацию, интерес к техническому творчеству. Необходимо по возможности исключить вышеуказанные негативные последствия, поскольку только познавательная мотивация в достаточной степени обеспечивает развитие творческого мышления. При этом важен анализ особенностей мотивационной сферы ученика. Для некоторых детей с выраженной социальной мотивацией деятельности просто необходимо одобрение взрослых, без положительных стимулов они становятся неуверенными в своих силах и прекращают работу. Однако в процессе формирования творческого мышления происходит трансформация социальных мотивов в познавательные, которые становятся определяющими в мотивационной сфере учащегося.

9. В ходе занятий робототехникой преподавателю необходимо учитывать, что процесс выработки творческого инженерно-технического решения проходит шесть этапов:

- формулировка и осознание проблемной ситуации; на данном этапе осуществляется анализ технической потребности, раскрытие технических противоречий, формулировка гипотезы, целей и задач инженерно-технического исследования (проектирования);

- рождение технической идеи, позволяющей решить проблему, разрешить существующие противоречия;

- разработка теоретической модели, структурной и функциональной схемы будущего инженерно-технического решения;

- проектирование и конструирование нового технического устройства, обладающего качествами, которые позволяют разрешить противоречия, достигнуть поставленные цели;

- создание инженерно-технического объекта (экспериментального образца);

- испытание созданного образца, его доработка по результатам испытаний [4].

Современные инженеры, техники, чтобы соответствовать своему месту в науке и производстве, выполнять функции на высоком уровне, должны иметь творческое инженерно-техническое мышление, заниматься инновационной изобретательской и рационализаторской деятельностью.

Начальные навыки инженерно-технического творчества обучающиеся получают в школе на занятиях робототехникой. Образовательная робототехника является средством развития творческого инженерного мышления школьника, получения знаний и умений для осуществления инновационной деятельности, для решения сложных технико-технологических, инженерных и производственных проблем и задач.

От правильного выбора робототехнических средств обучения и их умелого использования зависит успешное развитие творческого инженерно-технического мышления школьника. Положения, изложенные в статье, должны помочь преподавателям робототехники в решении этих задач.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орешников И. М. Философия техники и инженерной деятельности: учеб. пособие. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. 109 с.
2. Казагачев В. Н., Ашейчик К. С., Мусаева А. Е. Обзор программируемого комплекта робототехники Lego // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы VIII Междунар. науч. конф. (г. Самара, март 2016 г.). Самара: ООО «Издательство АСГАРД», 2016. – С. 251–254.
3. Шандаров Е. С. Создание мобильных роботов на базе платформы Arduino. Сборник учебно-методических материалов по образовательной робототехнике: Опыт образовательных учреждений Томской области / Сост. О. С. Нетесова. Томск: Издательство ТГПУ, 2016. 172 с.
4. Илькевич Б. В., Илькевич К. Б. Компоненты непрерывного профессионально-мотивирующего художественно-промышленного образования: учебное пособие. Гжель: ГГХПИ, 2014. 100 с.