

# ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

---

УДК 681.5:004.384:372.862

DOI 10.23951/2307-6127-2018-1-157-166

## **МЕТОДИКА ЭФФЕКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ В ШКОЛЕ**

*В. Н. Иванов, А. В. Иванов*

*Омский государственный технический университет, Омск*

В условиях увеличивающегося применения обществом средств автоматизации в различных технологиях системы образования стран, заинтересованных в интенсивном развитии, вынуждены обращать внимание на расширение и углубление преподавания робототехники. Сделать это возможно, лишь вводя в школьный учебный процесс дисциплины, призванные обучить детей основам робототехники. Целью данной работы является описание методики обучения робототехнической программно-элементной базе в школе. Подробно описаны этапы изучения программирования, позволяющие легко и быстро добиться возможности школьнику программировать создаваемую робототехнику. Раскрыта необходимая для школьного обучения робототехническая элементная база. Наглядно продемонстрированы результаты использования в школьном образовании авторских предложений. Для этого приведены примеры выполненных в конце школьного обучения устройств. Доказывается, что школьное обучение робототехнике может быть эффективным, а именно углубленным, всеобщим, быстрым, легким и при этом относительно недорогим, представлена авторская система взглядов на то, как это должно делаться.

**Ключевые слова:** *технические средства обучения, школьное образование, техническое развитие ребенка, робототехника, программирование.*

В современном обществе очень быстро развиваются технологии, при этом использование робототехники постоянно увеличивается [1, 2]. В настоящее время существуют квалифицированные специалисты, занимающиеся созданием робототехники, но их количество слишком мало для современного мира технологий. В стране назрела острая необходимость генерации нового поколения работников высокотехнологических, инновационных отраслей [3]. Этот аспект является наиболее инертным в проблеме наращивания производительности производства, сокращения себестоимости единицы товара и, как следствие, увеличения прибыли. На подготовку одного хорошего специалиста, знаний которого будет достаточно для создания робототехники, ее эксплуатации и обслуживания, уходит все больше и больше времени. И это нормально, так как накопленный багаж знаний за всю историю человечества постоянно увеличивается. Данную проблему можно решить двумя способами: увеличить время и интенсивность обучения в высших учебных заведениях или начать обучать детей робототехнике и программированию таких систем еще в школе и даже дошкольных учебных заведениях [4], тем самым привлекая к обучению будущих специалистов еще детьми. Обучение основам робототехники в школе перспективно, так как ум человека формируется в детстве [5], и в этом возрасте он показывает лучшие метакогнитивные

способности [6]. Если человека в раннем возрасте не начать профильно обучать, потом дать полные профессиональные знания, умения и навыки будет гораздо сложнее.

На первый взгляд проблема обучения робототехнике в школе трудноразрешима. Однако при решении кадрового вопроса в преподавании, а также при соблюдении комплексности в достижении цели, как в вопросах установления этапов освоения дисциплин, так и выборе робототехнической программно-элементной базы обучения, выпускник школы способен создавать собственные робототехнические средства [7]. Авторы прошли этот путь и хотят, как и ряд других исследователей [8], поделиться системой взглядов по эффективному освоению робототехнической программно-элементной базы в школе.

Следует отметить, что уже существуют коммерческие образовательные системы, призванные познакомить детей с основами робототехники [9, 10]. По сути, это красиво оформленные и дорогие конструкторы для сборки робототехнических систем ограниченного применения. Примером может служить система Lego, которая тоже разработана для детей. С системой Lego можно взаимодействовать с помощью расширения EV3, созданного для языка программирования Small Basic. Однако обучение в старших классах школ с техническим уклоном таким системам не принесет большой пользы, поскольку знания, получаемые с их помощью будущими специалистами в области робототехники, ограничены запланированными создателями возможностями этих систем, не приучают школьников к работе с существующей на мировом рынке робототехнической элементной базой, а кроме того, такие системы в разы дороже. Тем не менее подобные системы были бы полезны для использования в начальной школе в процессе ознакомления детей с основами робототехники [11].

Целью данной работы является описание методики обучения робототехнической программно-элементной базе в школе. Для достижения этой цели следует выполнить следующие задачи:

- 1) обосновать выбор необходимых языков программирования для поэтапного их изучения с точки зрения простоты их освоения и в то же время полноты функциональных возможностей для применения в робототехнике;
- 2) дать рекомендации по изучению робототехнической программно-элементной базы в школе;
- 3) ознакомить с результатами применения авторских рекомендаций в образовательном процессе.

Ниже последовательно описан необходимый процесс обучения, языки программирования и элементная база для освоения робототехники, рассчитанные на программу одиннадцатилетней средней образовательной школы России. Реализовывать такую программу обучения и формировать кадры для преподавания основ робототехники, на взгляд авторов, следует в школах или классах с физико-математическим уклоном. Авторы считают, что материалы статьи могут быть адаптированы к образовательным системам любых других стран.

Такой предмет, как робототехника, следует вводить в 10-м классе. Его целью будет обучение программированию как компьютеров, так и микроконтроллеров для применения совместно с датчиками и исполнительными механизмами. Но для того чтобы предмет смог понять школьник, требуются следующие знания: основы физики (обычно изучаются в 7-м классе), законы электрического тока (обычно изучаются в 8-м классе) и полный курс информатики с 7-го по 8-й класс.

Первый язык программирования, которому рекомендуется обучать со второго полугодия учащихся 9-го класса, это Small Basic 1.0, разработанный корпорацией Microsoft на

виртуальной машине NET Framework 3.5. Есть более новые версии Small Basic, которые используют NET Framework 4.5, но при их использовании теряется кроссплатформенность, так как NET Framework 4.5 установлен и может работать не на всех операционных системах Microsoft Windows. Также следует учитывать, что у новых версий Small Basic сравнительно мало библиотек Dynamic Link Library (dll), расширяющих возможности написанных на языке программ. Для работы пользовательских приложений на компьютерах понадобится установленный компонент Microsoft Windows NET Framework 3.5, который в большинстве случаев уже имеется в устанавливаемой операционной системе Microsoft Windows. Small Basic 1.0 прост в освоении и превосходит среду geany с языком Pascal по функционалу, хотя также рассчитан на обучение детей. Имея определенный опыт в программировании, можно дополнять функционал языка с помощью библиотек dll, написанных на других языках программирования. Это значит, что преподаватель сможет сам дополнить язык программирования функциями. Small Basic 1.0 – бесплатная среда разработки, но у нее есть существенный недостаток – она работает только под операционной системой Microsoft Windows. Однако обучение работе в этой операционной системе с точки зрения освоения робототехники желательно, так как под нее в мире пишется больше программ для прошивки устройств, чем под Linux, и делается это быстрее.

В следующем полугодии учеников необходимо обучить диалекту языка C, так как многие языки программирования микроконтроллеров используют Ассемблер (слишком сложен для школьников) или диалект C. Данный диалект можно узнать, изучая такие языки программирования, как C, C++, C#. Под Microsoft Windows лучше изучать C#, это наиболее перспективный для последующего изучения робототехники язык. В нем также можно встретить функции, похожие на те, что были в Small Basic, что облегчит и ускорит понимание языка новичком.

В 11-м классе предполагается обучение программированию микроконтроллеров. В настоящее время в основном используются микроконтроллеры двух фирм – это Atmel и Microchip Technology. Для них обычно применяются отдельные программаторы. Но это будет слишком сложно для новичка. Несколько лет назад появился такой продукт, как Arduino. Это устройство содержит одновременно микроконтроллер (обычно фирмы Atmel), программатор, кварцевый резонатор, стабилизатор питания, а также многое другое, необходимое для комфортного использования. Платформа Arduino отличается своей универсальностью, популярностью и низкой ценой [12, 13]. Программируется данное устройство с USB-порта. Для Arduino есть специальная среда разработки Arduino IDE, написанная на виртуальной платформе Java. Язык Arduino IDE имеет диалект C, что облегчит его понимание для ученика, частично знающего C#. Arduino IDE – бесплатная среда. Авторы статьи считают ее наиболее актуальной для применения на сегодняшний день для обучения школьников.

Рассмотрим более подробно процесс обучения. Первое, что должны узнать ученики в программировании, это переменные, их типы, способы объявления и операторы присваивания. В Small Basic объявление является очень простым процессом, а тип переменной определяется автоматически в зависимости от вносимого в нее значения. Для введения в переменную численного значения достаточно написать ее имя, и после знака «равно» должно будет следовать само численное значение. Если необходимо объявить строковой тип данных, следует заключить вводимое значение в кавычки. На освоение данного процесса ученику не понадобится много времени. Для присваивания значения переменной следует написать ее имя, поставить знак равенства и написать значение или выражение, которое компьютер должен подсчитать.

Далее ученики обучаются вводу и выводу информации в программу через консольное окно. Следует обратить внимание на то, что в некоторых языках программирования до ввода и вывода в консольное окно требуется его инициализация. Но в Small Basic она не нужна, при задействовании функций консольного окна программа проведет инициализацию автоматически.

После ученики должны изучить операторы ветвления и циклы. В данной среде разработки они все просты в использовании. В отличие от языка Pascal метки goto не требуют объявления в начале программы, что ускоряет написание программ.

В стандартной библиотеке Small Basic также содержатся функции для работы с графическим окном. Там нет визуального конструктора графических окон, все кнопки в окне и размер задаются функциями. Десятиклассника можно обучить этому за три урока. После этого учеников можно учить остальным функциям стандартной библиотеки в любой последовательности. Этим знаниям будет достаточно для написания полноценных программ.

Следующим пунктом будет изучение языка C#. Благодаря изученному Small Basic ученики смогут быстрее освоить функции ввода и вывода в консольное окно, но синтаксис и объявление переменных немного отличаются. Также в нем присутствует главная функция main, как и во многих языках с диалектом C.

Ознакомление с языком C# стоит начать с изучения переменных и массивов. В C# объявление переменной сложнее, чем в Small Basic, переменные начинают различаться по типу: целые, дробные, символьные. Следует учитывать, что каждая переменная имеет свою область видимости, т. е. область, в которой можно работать с переменной, за пределами этой области данной переменной не будет существовать.

После изучения переменных и массивов необходимо освоить функции ввода и вывода через консольное окно, операторы ветвления и циклы. Дальше ученики будут изучать работу с графическим окном. Также в конце обучения ученикам следует показать, как создавать Dynamic Link Library и как подключать их к Small Basic и C#. Изучив этот материал, ученики смогут подключить стандартную библиотеку Small Basic к C#, тем самым перенеся все функции языка Small Basic в C#.

Теперь, когда ученики освоили основы C#, можно приступать к изучению Arduino. Для начала ученик должен узнать, что такое микроконтроллер. Для обучения следует использовать модель платы Arduino Uno, данная модель является простой и недорогой. У нее есть тринадцать цифровых и пять аналоговых точек подключения (pin). Обучающимся необходимо рассказать об отличии цифровых и аналоговых входов-выходов на плате, а именно, что на цифровые контакты можно выводить только логические 0 или 1, где 0 – это отсутствие подачи напряжения (данный контакт можно использовать как заземление), а 1 – это напряжение 5 В. Ввод возможен, но только двоичный. Аналоговые контакты могут принимать напряжение и считывать его, где 1023 – это 5 В, а 0 – это 0 В. Это значит, что микроконтроллер может определить не только максимальное напряжение, которое подают на его аналоговый контакт, но и его доли. Также предусмотрен и вывод, но это не значит, что можно вывести какое-то промежуточное значение от максимального напряжения. Появляется понятие: широтно-импульсная модуляция – на контакт будет выводиться пульсирующее напряжение, которое может колебаться от 0 до 5 В. Но благодаря тому, что все это происходит с частотой 500 Гц, можно подобрать конденсатор, который частично стабилизирует напряжение. Перед началом работы с платой Arduino Uno следует предупредить учеников о том, что на один порт нагрузка не должна превышать 50 мА. В противном случае возрастет тепловыделение на микроконтроллере, что может привести к поврежде-

нию оборудования. Когда ученики выучили основы, следует начать обучение программированию на языке Arduino. В начале языка Arduino объявляются подключаемые библиотеки, затем идут две главные функции: `setup()` и `loop()`. Все, что находится в функции `setup`, выполняется один раз, а в функции `loop` происходит бесконечное количество раз. Чтобы не возникало ошибок, нужно учитывать, что в языке Arduino есть различие заглавных и строчных букв. Все операторы ветвления и циклов не имеют различия с C#, т. е. обучать этому заново не придется. Далее необходимо обучить школьников работе с виртуальным COM-портом, а именно приему и передаче данных, использованию долговременной памяти EEPROM.

Когда будут изучены основы, с учениками следует проводить лабораторные работы. После того как ученики научатся подключать светодиоды, управлять ими, меняя яркость и мигая, с помощью кнопок и реостатов, можно переходить на следующий этап – подключение новых библиотек. С помощью нестандартных библиотек можно сделать многое – от обычного прибора, измеряющего температуру и выводящего значение на жидкокристаллический экран, до самодельного компьютера, который может воспроизводить музыку с карты памяти, работать с шаговыми двигателями, измерять расстояние, подключаться к телевизору и многое другое. Уже к концу 2015 г. насчитывалось более 400 датчиков для Arduino, которые могут использоваться при обучении.

Первая и одна из самых простых библиотек, рекомендуемых авторами, – это `ultrasonic`. Она создана для работы с ультразвуковым датчиком – измерителем расстояния, максимальная дальность которого 5 м. Сам датчик имеет четыре контакта, два из них отведено на питание, а другие два – для связи. После того как ученики смогут подключить данный датчик через библиотеку и управлять им, следует показать альтернативный способ управления датчиком, т. е. не используя библиотеку, а создав протокол связи прямо в основном коде. Чтобы узнать, какое значение принял микроконтроллер, необходимо установить связь с компьютером с помощью виртуального COM-порта. В Arduino-IDE есть возможность просматривать приходящие значения с виртуального порта. На следующем уроке ученикам необходимо показать, как на C# написать программу, которая сможет принимать значения с Arduino и записывать их в блокнот, а также обрабатывать и отправлять в Интернет.

Следующий датчик, применение которого рекомендуется изучить, это HC-SR501 (PIR) – инфракрасный сенсор движения. У него два контакта питания и один для связи. После полной загрузки датчика и обнаружения движения он подает логическую 1 на контакт. Ученику достаточно написать код, считывающий напряжение с цифрового контакта (цифровой ввод), если значение будет 1, то датчик обнаружил движение. На обратной стороне датчика находятся два микрореостата, один отвечает за чувствительность к движению, а второй за время, в течение которого будет подаваться логическая 1 на цифровой контакт после обнаружения.

Далее следует обучить применению инфракрасного приемника. Он предназначен для приема данных с пульта, содержащего инфракрасный светодиод. На питание отводятся два контакта и один – на связь. Однако в данном датчике алгоритм связи достаточно сложный, и для него есть библиотека. Значения датчик передает в шестнадцатеричной системе исчисления. После изучения инфракрасного датчика стоит изучить вывод сигнала заданной частоты на цифровой контакт. Сигнал будет из прямоугольных импульсов. Для того чтобы узнать результат вывода, следует подключить динамик или пьезоизлучатель (лучше использовать второй вариант, так как в контроллере есть ограничение по силе тока). Учитель должен научить школьников исправлять конфликтующие библиотеки.

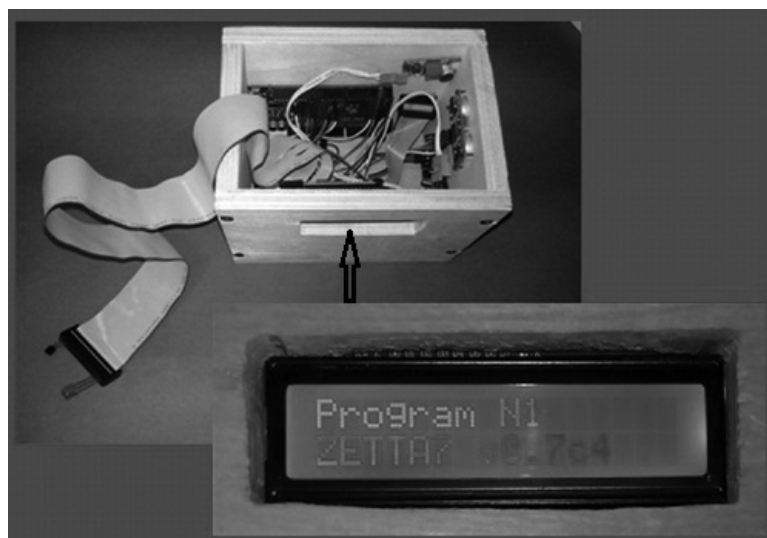
Когда ученики изучат несколько датчиков, им следует показать работу с дисплеем, например liquid crystal display 16x2. Он предназначен для вывода на него символов (не следует путать с пикселями), для подключения данного экрана используется большое количество контактов. Используя дешифратор i2c, можно ограничиться четырьмя контактами (два – питание, два – связь). Для функций управления экраном тоже имеется библиотека. Далее ученикам рекомендуется объяснить, как работать с датчиком – часами реального времени ds1302 (два контакта питания, три – связь). Если в данный модуль вставить батарейку, он сможет хранить точное время и дату, даже если отсутствует питание на Arduino. Следует обучить работе с датчиком температуры ds18b20 (два контакта – питание, один – связь), к которому существует библиотека.

Предпоследний шаг – это изучение исполнительных элементов. Школьников необходимо обучить работе с шаговыми двигателями и сервоприводами. Шаговые двигатели бывают биполярные и униполярные. Лучше использовать для обучения шаговые двигатели 28BYJ-48, которые рассчитаны на 5 В, и драйвер ULN2003. Данные модули легко подключаются к Arduino Uno, и стабилизатор питания на плате Arduino Uno обеспечит электричеством контроллер и сам шаговый двигатель.

После изучения данных тем в середине 11-го класса ученик сможет создать свой прибор, за который ему выставят итоговую оценку за освоение робототехники. В данном приборе могут быть задействованы микроконтроллеры, датчики и исполнительные механизмы, которые ученики изучили в первом полугодии 11-го класса.

Далее рассматриваются экспериментальные результаты описанного выше школьного обучения робототехнике на конкретных примерах с описанием использованной элементной базы и возможностей.

Так, школьник, который проходил обучение по данной программе, смог собрать прибор (рис. 1) и написать на него операционную систему, в которой было реализовано шесть основных программ (не считая дополнительных программ, которые нужны для работы других программ). Прибор был создан на Arduino mega и управлялся с инфракрасного пульта. Была возможность использовать две программы одновременно, но если они не используют одни и те же датчики. Например, аудиодрайвер выводил заданную частоту на динамик, и прибор показывал температуру. Жидкокристаллический экран позволял выводить информацию, также при подключенном кабеле USB появлялась возможность расширенно работать с прибором, читая и отправляя информацию через виртуальный последовательный порт.



Одна из особенностей данного прибора, достигнутая школьником, – экономия электроэнергии за счет отключения неиспользуемых датчиков прибором в конкретный момент. Стоимость элементной базы, использованной в приборе при приобретении в интернет-магазине, составила 40 \$.

Рис. 1. Прибор, собранный школьником, последовательно изучавшим предложенную в статье робототехническую программно-элементную базу

Первая программа позволяла считывать значения с ультразвукового измерителя дальности. Ученик не использовал библиотеку, а написал в скетче алгоритм связи сам. Была реализована подпрограмма, позволяющая определять (только при неподвижном корпусе прибора) движение предмета (сравнение предыдущей дистанции с только что полученной), при несоответствии результатов выдавался сигнал тревоги в СОМ-порт и в пьезоизлучатель. Вторая программа позволяла работать с PIR-модулем – инфракрасным датчиком движения. Третья программа имела возможность измерять температуру, но программа не использовала библиотеку для данного датчика. Четвертая программа являлась аудиодрайвером, она могла выводить прямоугольные импульсы на пьезоизлучатель (это единственная основная программа, которую использует другая программа как подпрограмму), позволяла удобно и быстро настраивать частоту сигнала. Пятая программа была создана для работы с датчиком ds1302, в отличие от инструкции (обычно в данный модуль устанавливается время и дата при прошивке Arduino) в приборе была реализована возможность менять время, дату и дни недели с пульта. Шестая программа создана для проигрывания музыки из массивов данных (до 128 нот в одной мелодии). Также была реализована возможность использовать подпрограммы.

В результате дополнительной самостоятельной работы школьником был создан более совершенный автоматизированный комплекс (рис. 2, 3).

Стоимость элементной базы, использованной в приборе при приобретении в интернет-магазине, составила 145 \$.

Разработанный прибор способен хранить время и дату с календарем, измерять ускорение свободного падения (которому сопротивляется прибор), измерять собственную угловую скорость, измерять магнитную напряженность, температуру, атмосферное давление, влажность воздуха, генерировать частоту сигнала, измерять частоту сигнала, напрямую работать с SD-картами (считывание, запись, стирание, уничтожение), напрямую работать с микросхемой типа 24L (считывание, запись, стирание, уничтожение), работать с RFID-системой (считывание, запись), работать с IButton-системой (считывание, запись), работать с IR-системой (прием), узнавать о присутствии рядом с собой теплого движущегося объекта, измерять расстояние от своих боковых стенок до объектов, являться устройством USB ввода-вывода в ПК (клавиатура, мышь, джойстик, геймпад, MIDI, аудиоустройство, СОМ), выводить данные на три экрана.



Рис. 2. Лицевая сторона прибора, созданного школьником в результате дополнительной самостоятельной работы



Рис. 3. Компоновка прибора, созданного школьником в результате дополнительной самостоятельной работы

Данный прибор состоит из следующих модулей: две Arduino Due, Arduino Mega, Arduino Leonardo, экран LCD2004, экран TFT 3.5 480 x 320, экран lcd nokia 5110, i2c дешифратор, часы ds1302, инерциальный модуль MPU9150, датчик температуры и влажности DHT11, датчик температуры и давления gy-86, инфракрасный приемник vs1838b, модуль для работы с rfid карточками RFID RS522, модуль для SD-карт, чип памяти 24L256, ультразвуковой дальномер hc-sr04, PIR модуль hc sr501.

В своей работе школьники смогут реализовать индивидуальные цели с использованием робототехнических систем. Это могут быть приборы, направленные на снятие датчиками информации и ее обработку, оборудование для автоматической работы с использованием исполнительных механизмов. Молодых людей с таким уровнем школьной подготовки можно будет массово готовить в системе высшего технического образования к будущей профессиональной деятельности на лучшем мировом уровне.

Предлагается использовать в школьном образовательном процессе следующие этапы изучения программирования, позволяющие легко и быстро добиться возможности ребенку запрограммировать создаваемую робототехнику. Первый язык программирования, которому следует обучить школьников, это Small Basic 1.0. Затем C# – это наиболее перспективный для последующего изучения робототехники язык. В завершение должна осваиваться специальная среда разработки Arduino IDE. В статье кроме этапов также раскрыты рекомендации по изучению этих языков программирования. Раскрыта необходимая для школьного обучения робототехническая элементная база. Наглядно продемонстрированы результаты использования в школьном образовании авторских предложений. Для этого приведены примеры выполненных в конце школьного обучения устройств. Школьное обучение робототехнике, как это показано в данной статье, может быть эффективным, а именно углубленным, всеобщим, быстрым, легким и при этом относительно недорогим.

Несомненно, мы, как общество, стоим лишь в начале понимания роли образовательной робототехники. Видится разделение текущих и будущих научных изысканий как минимум на два направления. Первое направление направлено на повышение качества образования в целом и по отдельным направлениям благодаря применению роботизированных обучающих систем. Второе направление, в рамках которого находится данная статья, нацелено на совершенствование образовательной деятельности в области освоения самой робототехники. Оба эти направления актуальны и будут, на взгляд авторов, в перспективе интенсивно развиваться.

### Список литературы

1. Иванов В. Н., Иванов А. В. Концепция эволюции систем интернета вещей // Омский научный вестник. 2016. № 5 (149). С. 147–151. URL: [http://elibrary.ru/download/elibrary\\_27203412\\_81164986.pdf](http://elibrary.ru/download/elibrary_27203412_81164986.pdf) (дата обращения: 30.05.2017).
2. Robbie B. A swiveling proxy that will even wear a tutu // New York Times. 2013. 8 June. p. A10. URL: <http://www.nytimes.com/2013/06/08/education/for-homebound-students-a-robot-proxy-in-the-classroom.html> (дата обращения: 30.05.2017).
3. Иванов Н. Г., Иванова И. В., Алехина Г. Д. Организация технического творчества старшеклассников в условиях сетевого образовательного взаимодействия // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2016. Вып. 12 (177). С. 20–23. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_27371293\\_14909188.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_27371293_14909188.pdf) (дата обращения: 30.05.2017).
4. Зюзина Т. Н., Рослова Т. И. Робототехника в дошкольной образовательной организации // Академический вестн. Академии социального управления. 2016. № 3 (21). С. 41–45.
5. Kandhofer M., Steinbauer G. Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes // Robotics and Autonomous Systems. 2016. Vol. 75. P. 679–685. doi: 10.1016/j.cogdev.2016.08.009.
6. Salles A., Ais J., Semelman M., Sigman M., Calero C. I. The metacognitive abilities of children and adults // Cognitive Development. 2016. Vol. 40. P. 101–110. doi: 10.1016/j.cogdev.2016.08.009.



7. Tocháček D., Lapeš J., Fuglík V. Developing Technological Knowledge and Programming Skills of Secondary Schools Students through the Educational Robotics Projects // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2016. Vol. 217. P. 377–381. doi: 10.1016/j.sbspro.2016.02.107.
8. Ospennikova E., Ershov M., Iljin I. Educational Robotics as an Inovative Educational Technology // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 214. P. 18–26. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.588.
9. Нетесова О. С. Особенности преподавания элективного курса «Конструирование и программирование роботов» в общеобразовательной школе // *Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin)*. 2013. Вып. 9 (137). С. 175–180. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_20933710\\_51609017.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_20933710_51609017.pdf) (дата обращения: 30.05.2017).
10. Шимов И. В. Применение робототехнических устройств в обучении программированию школьников // *Педагогическое образование в России*. 2013. № 1. С. 185–188. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_18883886\\_64322945.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_18883886_64322945.pdf) (дата обращения: 30.05.2017).
11. Scaradozzi D., Sorbi L., Pedale A., Valzano M., Vergine C. Teaching Robotics at the Primary School: An Innovative Approach // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 174. P. 3838–3846. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1122.
12. Candelas F. A., García G. J., Puente S., Pomares J., Jara C. A., Pérez J., Mira D., Torres F. Experiences on using Arduino for laboratory experiments of Automatic Control and Robotics // *IFAC-PapersOnLine*. 2015. Vol. 48, is. 29. P. 105–110. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.11.221.
13. Sobota J., Pišl R., Balda P., Schlegel M. Raspberry Pi and Arduino boards in control education // *IFAC Proceedings Volumes*. 2013. Vol. 46, is. 17. P. 7–12. doi: 10.3182/20130828-3-UK-2039.00003.

**Иванов Виталий Николаевич**, доктор технических наук, профессор, Омский государственный технический университет (пр. Мира, 11, Омск, Россия, 644050). E-mail: [vitaly-ivanov@yandex.ru](mailto:vitaly-ivanov@yandex.ru)

**Иванов Арсений Витальевич**, студент, Омский государственный технический университет (пр. Мира, 11, Омск, Россия, 644050). E-mail: [A50-STUDIO@yandex.ru](mailto:A50-STUDIO@yandex.ru)

*Материал поступил в редакцию 01.06.2017.*

DOI 10.23951/2307-6127-2018-1-157-166

## **THE METHODS OF EFFECTIVE STUDY OF ROBOTIC SOFTWARE AND HARDWARE BASE IN SCHOOL**

*V. N. Ivanov, A. V. Ivanov*

*Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation*

In the conditions of increasing application by a society of means of automation in various technologies of an education system of the countries interested in intensive development, it is necessary to pay attention to expansion and deepening of teaching of robotics. It is possible to make it only entering into school educational process of the disciplines, called to train children to robotics bases. The purpose of the given work is to describe the methods of teaching of robotic software and hardware base at school. Stages of studying of the programming are described in detail, allowing the pupils easily and quickly to achieve the possibility to program the robotics that they create. The robotics element base necessary for school training is opened. The results of using author's proposals in school education are clearly demonstrated. Examples of the devices executed at the end of school training are resulted for this purpose. The authors prove that school training to a robotics can be effective, namely deepened, general, fast, easy and thus rather not expensive and share the frame of reference on how it should be done. At first sight the problem of teaching robotics at school is intractable. However, at solving of a personnel question in teaching, and also at integrated approach observance for the purpose of achievement as well as in questions of establishment of the stages of studying the discipline, and a choice of robotic programming-element base of training a school graduate is capable to create his own robotic means.

**Key words:** *technical training, school education, technical development of the child, robotics, programming.*

## References

1. Ivanov V. N., Ivanov A. V. Kontsepsiya evolyutsii sistem interneta veshchey [The concept of evolution of systems of Internet of things]. *Omskiy nauchnyy vestnik – Omsk Scientific Bulletin*, 2016, no. 5 (149), pp. 147–151 (in Russian). URL: [http://elibrary.ru/download/elibrary\\_27203412\\_81164986.pdf](http://elibrary.ru/download/elibrary_27203412_81164986.pdf) (accessed 30 May 2017).
2. Robbie B. A swiveling proxy that will even wear a tutu. *New York Times*, 2013, 8 June, p. A10. URL: <http://www.nytimes.com/2013/06/08/education/for-homebound-students-a-robot-proxy-in-the-classroom.html> (accessed 30 May 2017).
3. Ivanov N. G., Ivanova I. V., Alekhina G. D. Organizatsiya tekhnicheskogo tvorchestva starsheklassnikov v usloviyakh setevogo obrazovatel'nogo vzaimodeystviya [Organization of technical creativity of senior pupils in the conditions of the educational network interaction]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2016, vol. 12 (177), pp. 20–23 (in Russian). URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_27371293\\_14909188.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_27371293_14909188.pdf) (accessed 30 May 2017).
4. Zyuzina T. N., Roslova T. I. Robototekhnika v doshkol'noy obrazovatel'noy organizatsii [Robotics in pre-school educational organization]. *Akademicheskyy vestnik Akademii sotsial'nogo upravleniya*, 2016, no. 3 (21), pp. 41–45 (in Russian).
5. Kandhofer M., Steinbauer G. Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 2016, vol. 75, pp. 679–685. DOI: 10.1016/j.robot.2015.09.007.
6. Salles A., Ais J., Semelman M., Sigman M., Calero C. I. The metacognitive abilities of children and adults. *Cognitive Development*, 2016, vol. 40, pp. 101–110. DOI: 10.1016/j.cogdev.2016.08.009.
7. Tocháček D., Lapeš J., Fuglík V. Developing Technological Knowledge and Programming Skills of Secondary Schools Students through the Educational Robotics Projects. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2016, vol. 217, pp. 377–381. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.02.107.
8. Ospennikova E., Ershov M., Iljin I. Educational Robotics as an Inovative Educational Technology. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol. 214, pp. 18–26. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.11.588.
9. Netesova O. S. Osobennosti prepodavaniya elektivnogo kursa “Konstruirovaniye i programmirovaniye robotov” v obshcheobrazovatel'noy shkole [Teaching the elective course “Programming and design of robots” in the school]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2013, vol. 9 (137), pp. 175–180 (in Russian). URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_20933710\\_51609017.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_20933710_51609017.pdf) (accessed 30 May 2017).
10. Shimov I. V. Primeneniye robototekhnicheskikh ustroystv v obuchenii programmirovaniyu shkol'nikov [The use of robotic devices in the teaching of programming for schoolchildren]. *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii – Pedagogical Education in Russia*, 2013, no. 1, pp. 185–188 (in Russian). URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_18883886\\_64322945.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_18883886_64322945.pdf) (accessed 30 May 2017).
11. Scaradozzi D., Sorbi L., Pedale A., Valzano M., Vergine C. Teaching Robotics at the Primary School: An Innovative Approach. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol. 174, pp. 3838–3846. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1122.
12. Candelas F. A., García G. J., Puente S., Pomares J., Jara C. A., Pérez J., Mira D., Torres F. Experiences on using Arduino for laboratory experiments of Automatic Control and Robotics. *IFAC-PapersOnLine*, 2015, vol. 48, Is. 29, pp. 105–110. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.11.221.
13. Sobota J., Pišl R., Balda P., Schlegel M. Raspberry Pi and Arduino boards in control education. *IFAC Proceedings Volumes*, 2013, vol. 46, Is. 17, pp. 7–12. DOI: 10.3182/20130828-3-UK-2039.00003.

**Ivanov V. N.**, Omsk State Technical University (pr. Mira, 11, Omsk, Russian Federation, 644050).  
E-mail: [vitaly-ivanov@yandex.ru](mailto:vitaly-ivanov@yandex.ru)

**Ivanov A. V.**, Omsk State Technical University (pr. Mira, 11, Omsk, Russian Federation, 644050).  
E-mail: [A50-STUDIO@yandex.ru](mailto:A50-STUDIO@yandex.ru)