

Роганов Сергей Александрович

Старший преподаватель кафедры «Общая информатика», факультет «Бизнес-информатика», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск. E-mail: sergey@roganof.ru

Рыжков Андрей Игоревич

Кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики и дискретной математики, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск. E-mail: andrewry@mail.ru

ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ИНФОРМАТИКИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Целью статьи является описание изменений содержания учебной программы по информатике для технических специальностей в части изучения языков программирования высокого уровня. Язык программирования «Бейсик» заменен на «Wiring», с помощью которого программируют микроконтроллеры Arduino Uno. На лабораторных работах студенты проектируют, собирают и программируют различные электронные устройства. Предложенные изменения оновили курс и сделали его более практико-ориентированным. Результатом является повышение мотивации студентов к изучению информатики и других точных наук (физики и математики), появляется интерес к научно-исследовательской работе.

Ключевые слова: обучение программированию, свободное аппаратное обеспечение, свободное программное обеспечение, микроконтроллер, Arduino, Wiring, мотивация к обучению.

Roganov Sergej Aleksandrovich

Senior lecturer of the Department «General Informatics», Faculty «Business Informatics», Siberian State Transport University, Novosibirsk

Ryghkov Andrej Igorevich

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Informatics and Discrete Mathematics, Novosibirsk State Pedagogical University

PROGRAMMING MICROCONTROLLERS AS ALTERNATIVE TO COMPUTER SCIENCE COURSE CONTENT FOR TECHNICAL DEGREES

The purpose of the article is to describe the changes in the computer science curriculum for technical degrees with the main focus on studying high-level programming languages. The programming language “BASIC” is replaced by “Wiring”, which is used for programming the microcontrollers “Arduino Uno”. Students design, assemble and program various electronic devices. The proposed changes have modernized the course and made it more practice-oriented. The result is in enhancing students’ motivation to studying computer science and other sciences (Physics and Mathematics).

Keywords: educational programming, free hardware, free software, microcontroller, Arduino, Wiring, learning motivation.

Программа курса информатики специальности 280700 «Техносферная безопасность» (ТБ) рассчитана на три семестра. Первый семестр посвящен освоению общего пользовательского и теоретического курса, второй семестр – изучению основ программирования, включая численные методы, третий семестр отводится на программирование с разработкой интерфейсов программ, изучение численных методов.

Фактически программирование осваивается во втором семестре, наравне с другими специальностями, а в содержание третьего семестра курса «Информатика» добавляется обучение конструированию графических интерфейсов и форм, которые достаточно просто реализуются современными средствами (VBA) и не требуют изучения в течение целого семестра. Наш прошлогодний опыт преподавания указанного курса на этой же специальности показал, что повторение материала в той же форме снижает мотивацию студентов к дальнейшему, более глубокому изучению дисциплины, поэтому мы обратились к содержанию требований государственного стандарта.

Согласно ФГОС третьего поколения, в процессе освоения данной дисциплины студент должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

- компетенциями самосовершенствования (сознание необходимости, потребность и способность учиться) (ОК-4);
- способностью организовать свою работу ради достижения поставленных целей; готовностью к использованию инновационных идей (ОК-6);
- способностью работать самостоятельно (ОК-8);
- способностью принимать решения в пределах своих полномочий (ОК-9);
- способностью к познавательной деятельности (ОК-10);
- способностью использовать законы

и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ОК-11);

– способностью к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций (ОК-12);

– способностью использования основных программных средств, умением пользоваться глобальными информационными ресурсами, владением современными средствами телекоммуникаций, способностью использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач (ОК-13);

– способностью разрабатывать и использовать графическую документацию (ПК-2).

Из материалов стандарта видно, что требования не дают достаточного представления о мотивировании студентов к самостоятельной исследовательской деятельности. Нами предлагается альтернативное наполнение материала третьего семестра, позволяющее без потери качества реализовать те же требования государственного стандарта и повысить мотивацию студентов к обучению. Обучение программированию посредством изучения микроэлектроники удовлетворяет требованиям государственного образовательного стандарта и реализует все указанные компетенции.

Платформа Arduino – это микроконтроллер ATmega 328, установленный на интерфейсной плате, укомплектованной средой разработки на языке программирования высокого уровня. Само устройство содержит современный программатор, подключаемый к персональному компьютеру кабелем USB. Эта система изначально предназначалась и для создания простейших электронных устройств, и для обучения основам

программирования и конструирования цифровой электроники.

Платформа Arduino является открытой (сам процессор изготавливается по закрытой технологии), что позволило многим фирмам-производителям наладить выпуск Arduino и многочисленных клонов (усовершенствованных, более специализированных реплик), что положительно сказывается на доступности этого технического решения.

Платформа Arduino в настоящее время является самой популярной системой такого рода [2–3; 7–8; 10]. Ее используют для обучения школьников и студентов по всему миру. Появляются публикации о целом движении и об Arduino-мании: настолько широких масштабов достигла популярность этой платформы.

Для программирования микроконтроллеров семейства Arduino используется интегрированная среда разработки Arduino IDE, являющаяся свободным ПО. Используемый язык (wiring), является надмножеством языка C++, поэтому все языковые конструкции, библиотеки, фактически используют синтаксис C/C++.

Программы принято называть скетчами (от англ. *sketch* – набросок). Программа состоит как минимум из двух обязательных функций: `setup` и `loop`, не принимающих никаких аргументов и ничего не возвращающих (`void`). Первая срабатывает один раз при каждом запуске устройства, а вторая представляет собой бесконечный цикл, в который обычно помещают основную логику функционирования.

Несмотря на наличие Arduino-специфичных конструкций, IDE строит обычный текст программы на C++, подключая библиотеки (как присущие только Arduino, так и стандартные `avr.h` для микроконтроллеров `atmel`). Получаемая C-программа компилируется под целевую платформу.

Язык C сложен, тем не менее для ос-

воения программирования платформы Arduino достаточно базового школьного курса структурного программирования [3]. Объектно ориентированная модель если и встречается при использовании сторонних библиотек, то опосредованно, т. к. ограничения микроконтроллеров `avr` не позволяют в полной мере реализовать парадигму объектно ориентированного программирования [9].

Отсюда быстрый рост популярности использования Arduino в образовании. Программирование Arduino доступно даже школьникам [8]. На практических примерах отрабатываются все алгоритмические структуры: ветвление, циклы, функции. В условиях ограничений на ОЗУ микроконтроллеров учащимся придется изучить особенности типов данных и правильно их подбирать [11].

При изучении языка программирования, используемого в Arduino, от учащихся потребуются лишь усвоить синтаксические особенности. Все семантические конструкции изученного во втором семестре структурного программирования остаются теми же. Таким образом, достигается закрепление усвоенных ранее знаний. Более того, через разнообразие форм, то есть разных языков программирования, достигается более глубокое понимание структурных единиц алгоритмов.

Arduino-специфичных команд языка немного, они достаточно просты и не выходят за рамки основ программирования.

Сама по себе платформа (с точки зрения оборудования) – это просто компьютер, исполняющий программу: получающий и передающий сигналы по 13 цифровым и 6 аналоговым каналам. Но список оборудования, с которым может быть налажено взаимодействие Arduino, весьма обширный. Это могут быть: датчики (освещенности, влажности, радиоактивности, напряжения, вибрации, наклона, магнитного поля

и др.), передающие устройства (сдвиговые регистры, светодиоды одноцветные и RGB-светодиоды, дисплеи и экраны всех видов, LED-матрицы, сервоприводы, электромоторы и др.), реле сильноточные, сложные интерактивные цифровые устройства (ультразвуковые дальномеры, сенсорные экраны и др.).

Кроме этого, платформа Arduino предполагает использование шилдов (shield) – специальных расширений. Шилд совпадает с размерами самой платы Arduino и может быть состыкован с ней так, что большая часть контактов платы останется доступна. Предусмотрена возможность состыковки более одного шилда. Функциональность шилдов очень разнообразна: GSM-шилд позволяет отправлять и получать SMS через сеть сотового оператора, Ethernet-шилд позволяет подключиться к локальной сети, в продаже есть шилды для радиосвязи между устройствами под управлением Arduino и множество других [6].

Таким образом, управляемое Arduino внешнее окружение может образовывать

оригинальную конструкцию с целью изучения физического явления, автоматизации процесса [1], реализации эстетической функции. Разнообразие таких конструкций [4–5] и программ, управляющих ими, стремится к бесконечности: на портале youtube.com сейчас насчитывается более 2,5 млн роликов с заголовком, содержащим слово «Arduino», – подавляющее большинство из них либо об устройствах, созданных на этой платформе, либо видеолекции и видеозаписи лабораторных работ с Arduino.

Образовательный процесс был организован следующим образом. Студентам 2-го курса специальности «Техносферная безопасность» было предложено на выбор два варианта обучения: традиционная программа (программирование на языке VBA) или экспериментальная (программирование на Arduino). В результате группа разделилась на 2 подгруппы. Для второй (экспериментальной) подгруппы был разработан календарный план занятий, рабочая программа, соответствующие стандарту.

Таблица 1

План занятий

№	Тема	Часы
1	2	3
1	Введение. Платформа Arduino	2
2	Введение. Платформа Arduino	2
3	Простейшая программа управления светодиодом	2
4	Программирование функций (без параметров)	2
5	Управление несколькими светодиодами. Тайминг, функция millis()	2
6	Управление сервоприводом. Подключение библиотеки	2
7	Работа с датчиком освещенности, с пьезодатчиком	2
8	Программирование функций (с параметрами)	2
9	Создание простейшей интерактивной конструкции, связывающей показания датчика и светодиодную индикацию	2
10	Вывод на экран компьютера, функция SerialMonitor	2
11	Вывод на дисплей LCD5110	2
12	Вывод на дисплей данных датчиков. Управление реле	2
13	Создание программируемого движущегося робота	2

1	2	3
14	Широтно-импульсная модуляция	2
15	Сдвиговые регистры	2
16	Итоговое отчетное задание	2

Метод проектов стал основным подходом к обучению программированию цифровой электроники, выбранным нами. В качестве проектов студенты выбирают конструкции под управлением Arduino. Оформление проектов мы предложили в виде карточек. Одна карточка содержит:

- 1) цель работы и краткое описание (время выполнения);
- 2) список необходимого оборудования;
- 3) принципиальную и аналоговую схемы;
- 4) алгоритм сборки или развернутое описание;
- 5) идею программы и блок-схему;
- 6) код программы;
- 7) возможные проблемы;
- 8) ссылку на видеоролик с демонстрацией работы.

Мы предполагаем, что за семестр на отличную оценку каждый студент должен выполнить и оформить 5 карточек.

Карточки различаются по уровню сложности выполняемой работы:

- 1) элементарный уровень: простейшая электрическая цепь с линейной логикой работы;
- 2) разветвленная электрическая цепь, несколько независимых элементов, простейший ветвящийся алгоритм работы;
- 3) интерактивная установка, обрабатывающая показания датчиков, индицирующая эти изменения;
- 4) интерактивная установка практической направленности: макет реально работающей электронной системы или ее части, имитация физического процесса или явления;
- 5) интерактивная установка, готовая к применению в исследовательской деятельности, в быту или в качестве замены/дополнения серийного изделия.

Студентам предлагается разработать карточки всех уровней. По окончании разработки каждый проект демонстрируется на занятии, разбирается алгоритм работы установки и программы.

Итак, представим актуальные результаты организованного процесса обучения. В контрольной группе сформировались микрогруппы по интересам из студентов с близкими проектами. Активизировалась совместная работа по разбору уже готовых установок и их программ, по конструированию своих установок и разработке программ управления микроконтроллером. У всех студентов проявился интерес к повторению уже известной информации в новом ключе. Им пришлось «переоткрывать» заново темы курса «Информатика»: устройство ПК, кодирование. У учащихся появилось практическое понимание ранее изученной теоретической информации. Для успешной работы с Arduino студентами были повторены и осмыслены следующие темы: применение систем счисления и алгебры логики, частота работы процессора, объем памяти.

У части группы проявился интерес к самостоятельному изучению современного опыта в конструировании, поиску информации о новых электронных системах.

Один участник группы (Ощепков Захар) подготовил небольшую опытную установку по измерению освещенности и температуры как макет части комплексной электронной системы безопасности. Он выступил с соответствующим докладом на студенческой конференции «Наука и молодежь XXI века» в подсекции «Общая информатика» секции «Информационные технологии на транс-

порте», на которой занял 1-е место.

В ходе освоения данной дисциплины студенты обретают достаточно глубокие знания по основам программирования, систематизируют знания по физике (электричество и магнетизм, проводимость), информатике (алгебра логики, системы счисления, устройство ПК, измерение информации, кодирование), по математике (функции, логарифм, производная).

В процессе рассмотрения простейших устройств, в том числе самодельных, у студентов растет интерес к практическому применению ранее полученных знаний по ведущим дисциплинам курса «Информатика», понимание устройства приборов, широко используемых в практике.

Таким образом, проведенная работа по-

зволяет нам сделать следующие выводы:

1) предлагаемый экспериментальный курс как добровольная альтернатива содержательно полностью соответствует ФГОСу специальности, учебной программе, учебному плану;

2) повышение уровня наглядности, практическая ориентированность позитивно сказываются на самомотивации студентов, работе в микрогруппах, интеграции предметных знаний, актуализации межпредметных связей;

3) в дальнейшем предполагается исследование возможности оформления этого курса в отдельную дисциплину, аналогично описанному опыту – внедрение этого курса как добровольной альтернативы курса программирования (второй семестр курса информатики) на технических специальностях СГУПС.

Список литературы

1. *Болдырева А. В.* Arduino в обучении основам робототехники: подключение датчика воды // *Инновационные технологии в науке и образовании: сборник статей победителей III Международной научно-практической конференции.* Пенза, 10 апреля 2017 г. – М.: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2017. – С. 200–202.

2. *Гордиевских В. М., Кораблев А. А.* Микроконтроллеры LEGO EV3 и Arduino Uno как технологическая основа для курса робототехники в вузе // *Вестник Шадринского государственного педагогического университета.* – 2016. – № 3 (31). – С. 160–163.

3. *Грачев В. В.* Применение платформы Arduino в обучении школьников робототехнике // *Образовательная робототехника: состояние, проблемы, перспективы: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции,* Новосибирск, 25–27 ноября 2015 г. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2016. – С. 27–29.

4. *Кудрявцев А. В.* Изучение возможностей использования микроконтроллера для управления устройствами в курсе «Робототехника» // *Вестник Шадринского государственного педагогического университета.* – 2015. – № 4 (28). – С. 37–41.

5. *Кривонос А. Н., Кузьменко Е. В., Кузьменко С. В.* Обзор и перспективы использования платформы Arduino Nano 3.0 в высшей школе // *Информационные технологии и средства обучения.* – 2016. – Т. 56, № 6. – С. 77–87.

6. *Латин Н. И., Киселев А. К., Толчин Д. А.* Роботизированная платформа Arduino // *Информационные технологии в организации единого образовательного пространства: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции преподавателей, студентов, аспирантов, соискателей и специалистов.* – Нижний Новгород: ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», 2015. – С. 139–144.

7. *Мартынюк А. С.* Методические и технологические аспекты подготовки будущих учителей физики к использованию средств микроэлектроники в экспериментально-исследовательской работе // *Фундаментальные исследования.* – 2013. – № 8–2. – С. 450–454.

8. Матюхина А. В., Катаев А. В., Чернецкий М. А., Ползунов С. Е. Описание курсов робототехники для детей младших и старших классов школы на базе Arduino Uno // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2015. – № 14 (178). – С. 93–97.

9. Омельченко Е. Я., Танич В. О., Маклаков А. С., Карякина Е. А. Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы Arduino // Электротехнические системы и комплексы. – 2013. – № 21. – С. 28–33.

10. Сокол А. В., Фешина Е. В., Солодкий В. С. Применение Arduino во внеучебной деятельности студентов вуза как средство развития прикладного программирования // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко, Краснодар, 26–30 ноября 2016 г. / отв. за вып. А. Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2017. – С. 456–457.

11. Спирин А. В., Ильчук А. В., Ивкина Л. М. Развитие инженерного мышления учащихся средней школы с использованием микроконтроллера Arduino Uno // Перспективы и вызовы информационного общества: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках IV Международного научно-образовательного форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития» / ответственный редактор Н. И. Пак. – Красноярск, 2015. – С. 127–130.

Поступила в редакцию 05.06.2017