

УДК 378.147

DOI: 10.26140/bg23-2019-0804-0033

## ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОГРАММИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

© 2019

SPIN: 5999-1598

ResearcherID: C-4229-2013

ORCID: 0000-0003-2876-5681

**Сорокин Алексей Николаевич**, кандидат физико-математических наук, доцент  
кафедры физики и информационных технологий

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского, Балашовский институт*

*(412300, Россия, Балашов, ул. Карла Маркса, 29, e-mail: asasdal@yandex.ru)*

**Аннотация.** В статье приводится информация об особенностях составления комбинированных лабораторных работ по изучению физических явлений, технических устройств, особенностей программирования различных электрических устройств с помощью платы Arduino и соответствующей программной среды. Предлагается определенная структура лабораторных работ, состоящая из ряда основных элементов: названия, цели, приборов и оборудования, теоретических и справочных сведений, практической части и контрольных вопросов. Приводится описание содержания каждого из этих элементов. Особое внимание уделено формированию практической части лабораторной работы, в которой выделяется три блока: построение или сборка электрической схемы определенного устройства с программным управлением, программирование работы этого устройства, выполнение экспериментальных измерений или наблюдение особенностей функционирования полученной программно-технической системы. В статье отмечается, что составление лабораторных работ выполняется студентами 4-5 курсов, а выполнение лабораторных работ может происходить при изучении соответствующих дисциплин студентами 1-3 курсов. При этом отмечается, что студенты составляющие лабораторные работы придерживаются указанной структуры лабораторной работы и особенно ее практической части. Также приводится пример текста составленной студентами и переработанной автором лабораторной работы. В статье делается вывод, что реализация подобного подхода к составлению лабораторных работ носит проектный характер и позволяет студентам освоить практически все компетенции и необходимые по стандарту об образовании виды профессиональной деятельности, относящиеся к физике, информатике, конструированию и программированию.

**Ключевые слова:** лабораторная работа, программирование, электротехнические устройства, программное управление, платформа Arduino, макетная плата, светодиод, конструирование, компетенции, проекты, профессиональная деятельность, физика, информатика.

## DEVELOPMENT OF LABORATORY WORKS TO STUDY ELECTRIC PROGRAMMABLE DEVICES ON THE ARDUINO PLATFORM

© 2019

**Sorokin Alexey Nikolaevich**, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor  
of the department of physics and information technologies

*Saratov State University, Balashov Institute*

*(412300, Russia, Balashov, Carl Marx street, 29, e-mail: asasdal@yandex.ru)*

**Abstract.** The article provides information about the development of the combined laboratory works on the study of physical phenomena, technical devices, programming of various electrical devices using the Arduino board and the suitable software environment. It is proposed a certain structure of laboratory work, consisting of a range of basic elements: the name, target, instruments and devices, theoretical and reference information, the practical part and control questions. The content of each element is described. The practical part of the laboratory work consists of three blocks: the construction or assembly of an electrical circuit of the device with software control, programming the operation of this device, performing experimental measurements or monitoring the functioning of the software and hardware system. The article described, that the creation of laboratory work is carried out by students of 4-5 courses, and the performance of laboratory work can occur in the study of appropriate disciplines by students of 1-3 courses. It is noted, that the students make up the laboratory work using to described structure and practical part of the laboratory work. Then an example of the text of laboratory work composed by students and revised by the author. It is concluded, that the implementation of such an approach to the development of laboratory work is project-based and allows students to master nearly all the competencies and necessary types of professional activities, containing on standard of education. These activities associated to physics, computer science, design and programming.

**Keywords:** laboratory work, programming, electrical devices, program control, Arduino platform, breadboard, LED, design, competence, projects, professional activity, physics, informatics.

### ВВЕДЕНИЕ

В работах [1-17] рассмотрены особенности применения компетентного подхода при осуществлении подготовки бакалавров в рамках образовательного процесса. В этих работах изучаются особенности проведения лекционных, лабораторных и практических занятий при реализации основных образовательных программ высшего образования. В [18-21] показывается, что при выполнении и составлении лабораторных работ по профилю подготовки бакалавра осваивается большинство компетенций, присутствующих в образовательном стандарте по соответствующему направлению подготовки бакалавриата. Стоит отметить, что осваиваемые компетенции позволяют осуществлять почти все виды практической деятельности, которые будет реализовывать успешно окончивший обучение выпускник при реали-

зации своих должностных обязанностей в рамках осуществления профессиональной деятельности.

При изучении вопросов управления современными техническими устройствами необходимо учитывать особенности конструирования этих устройств, а также функционирования их систем управления. Системы управления такими устройствами в большинстве случаев строятся на основе программируемых цифровых микросхем. Поэтому кроме особенностей конструирования различных технических устройств необходимо также изучение основ программирования систем управления этих устройств для наиболее эффективного их использования. Подобное возможно при использовании образовательных робототехнических наборов на основе платформы Arduino. Наиболее эффективной формой освоения компетенций является выполнение лаборатор-

ных работ по изучению различных физических явлений и технических систем [1, 2, 21].

### МЕТОДОЛОГИЯ

Поэтому в данной статье рассматриваются особенности составления лабораторных работ по изучению различных электротехнических устройств с управлением на основе платформы Arduino для освоения различных компетенции при выполнении программ обучения по различным образовательным стандартам высшего образования.

Студентам старших курсов (4,5 курсы) выдается практическое задание по разработке лабораторных работ. Практическое задание носит проектный характер и заключается в разработке текстов лабораторных работ, структурированных определенным образом, и их практической частью в соответствии с представленным далее набором действий.

В каждой лабораторной работе могут присутствовать следующие структурные элементы [21]: цель, приборы и оборудование, теоретические сведения, справочные материалы, практическая часть, контрольные вопросы.

В цели присутствует описание основной направленности действий студентов при выполнении лабораторной работы. Она согласуется с названием лабораторной работы.

В элементе «приборы и оборудование» находится описание приборов, использование которых необходимо для выполнения практической части лабораторной работы. Если данный элемент в лабораторной работе отсутствует, то это означает, что лабораторная работа носит теоретический характер и не предполагает выполнение реальных экспериментов, подобное возможно при отсутствии требуемого оборудования или его неисправности.

В теоретических сведениях и справочных материалах (при наличии данного элемента) приводится информация о теоретических основах, знание которых необходимо для правильного выполнения лабораторной работы.

В практической части приводится описание действий, которые необходимо выполнить для создания правильного отчета по лабораторной работе.

Контрольные вопросы в конце каждой лабораторной работы содержат по пять вопросов, связанных с изучением и использованием лабораторной работы.

Практическую часть лабораторных работ обобщенно можно представить следующим набором действий, выполняемых студентом:

1. Составить электрическую схему на макетной плате для правильной работы электронного прибора. Схема подключения приводится в тексте лабораторной работы или берется из руководства по эксплуатации Arduino. После сборки схемы необходимо ее проверить и сообщить преподавателю для проверки правильности сборки.

2. Запустить среду программирования Arduino. Написать программу для подключения и запуска соответствующих портов платы Arduino, к которым подключается собранная на макетной плате электрическая схема. Указать параметры для работы программы по управлению функционированию электронного прибора. После написания программы проверить ее и сообщить преподавателю для проверки правильности написания программы. После проверки вместе с преподавателем запустить работу собранной схемы под управлением программы.

3. Снять показания для достижения цели, поставленной в лабораторной работе, продемонстрировать и объяснить особенности функционирования собранной электрической схемы.

После выполнения указанных действий по выполнению лабораторной работы, описанных в практической части, студенты оформляют отчет по каждой лабораторной работе, отражающий основные этапы выполнения экспериментальной части и теоретической части в виде

проведения расчетов, построения чертежей, формулируют вывод по каждой выполненной лабораторной работе.

После подготовки отчета преподавателем задаются вопросы об особенностях написания программы для платы Arduino, выполнения экспериментов и проведения расчетов в лабораторной работе, о сущности протекающих физических явлений при проведении экспериментов и о работе различных технических устройств, входящих в состав измерительных установок.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

При выполнении задания по составлению лабораторной работы студенты самостоятельно формулировали тему и цель лабораторной работы отличные от разрабатываемой другими студентами в группе. Работа над проектом по составлению лабораторной работы выполнялась в составе малой группы, состоящей из 2-3 человек. При этом осуществлялась совместная разработка основных структурных элементов лабораторной работы, а также поиск информации и форм ее представления для наполнения данных элементов. Поиск выполнялся с использованием всех доступных ресурсов в виде учебников, поисковых интернет-систем и информации с профильных сайтов сети интернет. После осуществлялась разработка практической части. Выполнялось построение требуемой для раскрытия темы и цели лабораторной работы электрической схемы, программы для правильной работы электрической схемы. Затем студентами определялись параметры для изменения при выполнении лабораторной работы. Причем изменяемые параметры могут присутствовать как в программе, регулирующей работу электронного устройства, так и в электрической схеме самого устройства, или одновременно в программе и электрической схеме. Способ реализации вариативности параметров также определялся студентами. В завершении составлялись контрольные вопросы по теме лабораторной работы. На всех этапах составления лабораторной работы в качестве эксперта, оценивающего завершенность соответствующего структурного элемента лабораторной работы, выступал преподаватель. Также при необходимости преподаватель направлял деятельность студентов при выполнении всех этапов работы и консультировал по возникающим неразрешимым самостоятельно вопросам.

Приведем в качестве примера немного переработанное содержание одной такой лабораторной работы на тему «Изучение режимов работы светодиода», разработанной студентами старших курсов при выполнении указанного практического задания по составлению лабораторных работ.

Целью этой лабораторной работы является изучение особенностей составления электрической схемы для работы светодиода и программирования режима работы светодиода через плату Arduino.

Для достижения этой цели необходим компьютер с программой Arduino, плата Arduino с комплектом KS0078 (макетная плата, красный светодиод, резистор 220 Ом, проводные перемычки).

В теоретической части лабораторной работы содержатся сведения об используемом оборудовании и особенностях подключения к нему светодиода.

Плата Arduino – это устройство на основе микроконтроллера ATmega328. На плате присутствует 14 цифровых входов/выходов, 6 аналоговых входов, выходы для питания различных устройств, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB, разъем питания платы, разъем для внутрисхемного программирования и кнопка сброса. Для начала работы с устройством необходимо подключить плату к компьютеру посредством USB-кабеля, который также будет служить источником питания платы Arduino. Подключение платы Arduino к компьютеру посредством USB-кабеля также используется для программирования работы микроконтроллера с помощью программы Arduino.

Мaketная плата позволяет проводить отладочные

работы большое количество раз, изменяя модификацию схем и способы подключения устройств. Макетная плата для монтажа без пайки имеет пластиковое основание с множеством отверстий (стандартное расстояние между ними составляет 2,54 мм). Внутри конструкции расположены ряды металлических пластин. Макетная плата включает также по две линии питания с каждой из сторон. «Красная линия» используется для подачи «+» напряжения, «синяя» – для «-». За счет наличия двух шин питания на плату могут подаваться два различных уровня напряжения. Для упрощения ориентации на макетную плату также нанесены цифровые и буквенные обозначения, которыми можно руководствоваться, создавая, например, инструкцию для подключения.

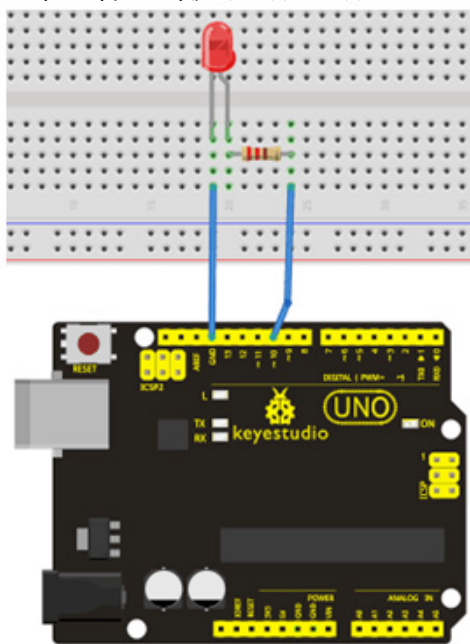


Рисунок 1

Светодиод подключается через резистор 220 Ом. Подключение без резистора приведет к выходу из строя светодиода и может привести к выходу из строя платы Arduino. Для работы светодиода можно ставить резисторы с номиналом от 125 Ом до 1 кОм (и выше). Чем выше сопротивление, тем менее ярко будет испускать излучение светодиод.

В практической части содержится информация о порядке выполнения лабораторной работы.

Первоначально требуется собрать электрическую схему. Для этого необходимо подключить светодиод через резистор к цифровому контакту под номером 10, так как это показано на рисунке 1. Схему после сборки нужно продемонстрировать преподавателю для проверки правильности подключения различных элементов.

Затем необходимо подключить плату Arduino к компьютеру. Для этого понадобится USB кабель. После его подключения к компьютеру, на плате загорится светодиод «ON» и начнёт мигать светодиод «L» (рисунок 1).

Далее нужно зайти в «Диспетчер устройств» (комбинация клавиш **ctrl+alt+delete**). Раскрыть вкладку «Порты COM и LPT», чтобы узнать: какой номер COM-порта присвоен подключенной плате Arduino.

Потом запустить программу Arduino. В ней перейти в меню «Сервис» – «Плата» и среди множества вариантов выбрать вариант соответствующей используемой плате, в данном случае – это Arduino Uno. Затем перейти в меню «Сервис» - «Последовательный порт» и выбрать порт, к которому подключена плата Arduino. Если список последовательных портов пуст, значит плата Arduino неправильно подключена. Для исправления этой ошибки необходимо переподключить USB кабель или заменить его, или использовать другой USB порт для подключения

USB кабеля. После выполнения указанных действий необходимо записать текст программы, представленный далее, и запустить его на выполнение под контролем преподавателя.

Текст программы выглядит следующим образом (после двойной косой черты указаны комментарии к соответствующей строке программы):

```
int ledPin = 10; // определить цифровой вывод 10 для
поддачи сигнала
void setup () // установка параметров программы
{
    pinMode (ledPin, OUTPUT); // определить цифровой
вывод в качестве выходного
}
void loop () // далее идет текст программы
{
    digitalWrite (ledPin, HIGH); // включить светодиод с
помощью процедуры
    delay (1000); // задержка длительность 1 секунда
    digitalWrite (ledPin, LOW); // выключить светодиод с
помощью процедуры
    delay (1000); // задержка длительностью 1 секунда
}
```

В результате действия данной программы светодиод будет включаться на 1 секунду и выключаться на 1 секунду. Так как программа запускается микроконтроллером циклически, то получится эффект мигания светодиода с периодом в 2 секунды.

Пользуясь этой программой, необходимо написать свою программу для обеспечения мигания светодиода, выбрав времена задержки в соответствии с указаниями преподавателя.

После выполнения указанных действий необходимо продемонстрировать результат работы модифицированной программы и прокомментировать работу светодиода.

В конце текста лабораторной работы приводятся контрольные вопросы: «Какие компоненты входят в состав платы Arduino? Что такое макетная плата? Какие функции она выполняет? Без какого важного компонента нельзя подключать светодиод к плате Arduino? Вызов какой функции обеспечит включение светодиода? Как подключить Arduino к компьютеру (расскажите последовательность действий)?»

### ВЫВОДЫ

Разработанные лабораторные работы применяются в процессе обучения студентов младших курсов (1-3 курсы). То есть студенты 1-3 курсов при изучении соответствующих дисциплин учебного плана выполняют составленные студентами 4-5 курсов лабораторные работы. Также указанные лабораторные работы могут использоваться в качестве основы для кружковой и проектной деятельности в школах и техникумах при организации внеурочной работы учащихся по физике, информатике, робототехнике, конструированию, программированию.

Таким образом при составлении таких лабораторных работ возможно осуществлять реализацию различных проектов по программированию, конструированию, составлению электрических схем и проверки параметров их работы, по экспериментальному изучению физических явлений. Студентами при подобной деятельности активно формируются и оттачиваются профессиональные навыки и умения в процессе выполнения и особенно разработки лабораторных работ с использованием платы Arduino. Развиваются и осваиваются компетенции естественнонаучной направленности, связанные с физикотехническими дисциплинами, информатикой, программированием, построением и реализацией алгоритмов, а также достигаются различные предметные и метапредметные цели, относящиеся к этим областям знаний.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сорokin А.Н. Формирование компетенций у студентов естественнонаучных специальностей и направлений подготовки при про-



ведении лабораторных работ // Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Воронеж: ВГЛТА, 2013. № 5 (5). С. 489-494.

2. Сорокин А.Н. Особенности формирования компетенций у студентов при выполнении лабораторных работ по изучению распространения акустических волн // Актуальные проблемы модернизации математического и естественно-научного образования: сб. науч. тр. по матер. Всерос. науч.-метод. конф. г. Балашиха, 17 мая 2018г. Саратов: Саратовский источник, 2018. С.116-119.

3. Фахертдинова Д.И., Кондратьев В.В., Осипова А.И. Методические особенности преподавания физики в строительном вузе // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т.17. №24. С.319-323.

4. Азлямова З. Ш., Камашева Ю. Л., Шевченко Д. В. Об одном подходе к измерению сформированности компетенций // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.15-18.

5. Алиева У. Г., Муртузалиев М. О. Этапы формирования у студентов научного мировоззрения студентов // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.26-29.

6. Мишанова О. Г., Батенова Ю. В. Информационно-языковая компетенция современного ребенка в новом культурном контексте цифрового общества // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.44-48.

7. Гузнова А. В., Павлова О. А., Шумилова О. Н. Формирование межкультурной компетентности студентов посредством дисциплин гуманитарного цикла // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.82-85.

8. Курбанов Т. К. Проблемы формирования профессиональной компетентности студентов в условиях информационного взрыва // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.138-141.

9. Меньшикова Т. И., Перепелкина А. В., Абасова М. Ю. Мотивация к здоровому образу жизни как компонент социальной компетентности студентов // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.165-168.

10. Нурмеева Е. К. Личность инженера как аспект рассмотрения, необходимый для формирования у студентов текстовой компетенции // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2. (23). С.180-182.

11. Одарич И. Н., Третьякова Е. М. Критерии и показатели уровней сформированности профессиональных компетенций студентов строительного профиля // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.183-185.

12. Улендеева Н. И. Состав и структура информационно-аналитической компетентности будущего сотрудника ФСИН России // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.290-293.

13. Фролова М. И. Педагогические методы формирования общекультурных компетенций и толерантности личности в процессе художественного образования (на примере проектной методики) // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.294-297.

14. Дугарова Т. Ц., Григорьева А. А. Модель формирования межкультурных компетенций у студентов исторического факультета // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. Т.6. №4 (21). С.54-58.

15. Одарич И. Н. Структурирование профессиональных компетенций при подготовке студентов бакалавриата строительного профиля в условиях реализации ФГОС 3++ и ПСОСП // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. Т.6. №4 (21). С.123-127.

16. Померанцева Н. Г., Сырина Т. А. Особенности формирования иноязычной социокультурной компетенции средствами массовых открытых онлайн курсов // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. Т.6. №4 (21). С.167-170.

17. Чиханова Е. В., Панов И. Г. Формирование профессиональной компетентности обучающихся творческих вузов с использованием современных технологий обучения // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. Т.6. №4 (21). С.246-249.

18. Талхигова Х.С. Учебный физический эксперимент в условиях модернизации образования // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Современные технологии в мировом пространстве». Уфа: АЭТЕРНА, 2016. С.161-163.

19. Сорокин А.Н. Практические задания в виде составления задач по биомедицинской инженерии // Актуальные проблемы модернизации математического и естественно-научного образования : матер. Всерос. науч.-метод. конф. г. Балашиха, 3 июня 2016г / под ред. М.А. Ляшко. Саратов: Саратовский источник, 2016. С.66-69.

20. Сорокин А.Н. Методические особенности проведения занятий по физическим и техническим дисциплинам // Методические аспекты преподавания математических и естественнонаучных дисциплин : сб. науч. тр. / под ред. М.А. Ляшко. Саратов: Саратовский источник, 2017. С.57-82.

21. Сорокин А.Н. Лабораторный практикум по изучению физических явлений и взаимодействий в биотехнических системах : учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2019. 222с.

Статья поступила в редакцию 02.08.2019

Статья принята к публикации 27.11.2019