

УДК 378.147

ББК 74.48

ВВЕДЕНИЕ БАЗОВЫХ ПОНЯТИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В КУРСЕ РОБОТОТЕХНИКИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Г.Л. Абдулгалимов, М.С. Турпалова, Е.Г. Холмогорова

Аннотация. В статье описано содержание учебного модуля обучения базовым понятиям из раздела «Электричество». Этот учебный модуль предназначен для начинающих, которые занимаются в курсах технического творчества и робототехники. Содержание модуля включают темы, связанные со строением вещества, проводниками электрического тока, источниками и потребителями электроэнергии, понятиями напряжения, силы тока, мощности и сопротивления. Приводятся примеры расчетов с использованием закона Ома.

Ключевые слова: содержание учебного модуля, базовые понятия электричества для начинающих, закон Ома, расчет добавочного сопротивления.

STUDY OF BASIC CONCEPTS OF ELECTRICITY IN THE COURSE OF ROBOTICS AND TECHNICAL CREATIVITY

132

G.L. Abdulgaliyev, M.S. Turpalova, E.G. Kholmogorova

Abstract. The article describes the content of the training module for teaching basic concepts of electricity. This training module is intended for beginners who take courses in technical creativity and robotics. The contents of the module include topics related to the structure of the substance, conductors of electric current, sources and consumers of electricity, the concepts of voltage, current, power and resistance. Examples of calculations using Ohm's law are given.

Keywords: the content of the training module, the basic concepts of electricity for beginners, Ohm's law, the calculation of additional resistance.

© Абдулгалимов Г.Л., Турпалова М.С., Холмогорова Е.Г., 2019



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Все современные электромеханические и электронные устройства, начиная с детских игрушек и бытовой электротехники и заканчивая производственным оборудованием и автомобилями, начинены электронными узлами различной сложности, в том числе цифровыми электронными компонентами: процессор, память, таймеры, аналогово-цифровые преобразователи и т.д. Конструирование и программирование электронных устройств и моделей робототехники является сегодня не только интересным увлечением для многих школьников и студентов, но и одной из востребованных инженерных профессий и, как прогнозируют специалисты, профессией будущего [1].

Однако для создания электронных и робототехнических проектов различной сложности необходимо иметь некоторые базовые знания из различных разделов физики (механика, термодинамика, электричество и др.). До начала изучения физики в школе со многими физическими понятиями школьники различных возрастных категорий сталкиваются на занятиях, например, по робототехнике и техническому творчеству, а в соответствующей этой категории обучающихся литературе введению понятий из электричества не уделено достаточного внимания. Поэтому рассмотрим примерное содержание модуля для обучения основным понятиям из раздела «Электричество», учеников младшей и средней школы, которые впоследствии займутся робототехникой, радиотехникой, электроникой. Обучение рекомендуется в рамках курсов дополнительного образования. Модуль практико-ориентированный и должен сопрово-

ждаться не только презентациями, но и демонстрационными экспериментами и практическими заданиями, адаптированными под соответствующую возрастную категорию обучающихся. Итак, для составления тематического планирования курса раскроем примерное содержание изучаемого учебного материала [2].

Введение понятия электрического тока нужно начинать с темы о строении веществ в природе, т.е. о том, что все вокруг нас состоит из атомов, а атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. Рассказ сопровождать демонстрациями различных моделей атомов и молекул. Исходя из строения веществ можно ввести понятие проводников, диэлектриков и полупроводников, например, используя следующий ход мысли: в проводниках многие электроны более или менее свободны (их называют свободными электронами), т.е. они не имеют своих собственных атомов и могут свободно двигаться от одного ядра к другому, а в диэлектриках (непроводниках) все электроны жестко привязаны к своим атомам и не могут двигаться. Проводниками электрического тока являются в основном металлы, графит, сырое дерево, многие жидкости и т.д., а непроводниками (изоляторы или диэлектрики) — пластмасса, резина, сухое дерево, стекло и т.д. Можно рассмотреть примеры электрических кабелей с проводниками внутри и изоляторами снаружи. Рассказать коротко о материалах, называемых полупроводниками, которые в определенных условиях лучше проводят ток, а других условиях — хуже, и что полупроводники являются основной многих компонентов в совре-

менной микроэлектронике (диоды, транзисторы и т.д.).

Далее переходим к введению понятия электрического тока следующим образом: если в проводниках заставить все свободные электроны упорядоченно двигаться, то это и есть электрический ток. Причем различаются постоянный электрический ток, когда электроны движутся всегда в одну сторону, и переменный, если направление движения электронов меняется очень часто, например, 50 раз за одну секунду. Именно такой ток присутствует в электрических розетках (где частота переменного тока равна 50 герц). Таким образом, электрический ток — это упорядоченное движение электронов в проводнике. Далее необходимо рассмотреть, какими способами можно «заставить» электроны в проводнике двигаться упорядоченно, например, под действием магнитного поля, при химической реакции, под действием света или тепла (в некоторых материалах). Используя эти и другие физические явления, вырабатывается электроэнергия и разрабатываются различные источники электроэнергии. Источниками переменного электрического тока являются различного типа электростанции (атомные, тепловые, ветровые, гидроэлектростанции, солнечные), а источниками постоянного тока являются аккумуляторы, пальчиковые батареи, блоки питания или зарядные устройства и т.д.

Далее переходим к теме использования электрического тока или к потребителям электроэнергии (лампочки, утюги, телевизоры, телефоны и т.д.). Чтобы все это заработало, они должны быть замкнуты в электрическую цепь с источником электроэнер-

гии, т.е. необходимо, чтобы через потребитель электроэнергии протекал электрический ток. Показать отличия контактов (клемм) источников и потребителей постоянного и переменного электрического тока: на аккумуляторе и на любом потребителе постоянного тока есть две клеммы «плюс» и «минус» и при замыкании их через потребитель ток потечет от «плюса» через потребитель к «минусу». В электрической розетке переменного тока есть также два контакта, которые различаются как «фаза» и «ноль», и при подключении потребителя ток течет от «фазы» через потребитель к «нулю».

В ходе изложения материала обязательно нужно проводить отступления на правила безопасности. Излагая четкие и строгие правила поведения, детей приучают к технике безопасности, например: клеммы источника электрического тока, нельзя замыкать между собой без потребителя электроэнергии, т.к. короткое замыкание может испортить источник питания, расплавить провода и вызвать пожар; «плюс» потребителя постоянного тока подключается к «плюсу» источника, а «минус» — к «минусу», иначе можно сжечь электроприбор; в розетке электрического тока высокое и опасное для жизни человека напряжение, и т.д.

В следующей теме модуля вводится понятие электрической цепи. Когда электроны перемещаются через электрические схемы потребителя, они заставляют их функционировать по назначению: светиться, греть, крутиться и т.д. Далее можно продемонстрировать цепь с источником тока (например, блок пальчиковых батарей на 6 Вольт), потребите-

лем (светодиод), ключом (кнопка) и дополнительным сопротивлением (резистор на 100-200 Ом). И далее можно приступить к рассмотрению физических величин электрической цепи: «Напряжение», «Сила тока» и «Сопротивление».

Можно ввести понятие напряжения как разность потенциалов между двумя точками в электрической цепи, и что, очень важно, все доступное напряжение в электрической цепи подключенными потребителями будет использовано. Поэтому напряжение на различные электропотребители должно быть подано столько, сколько надо ему по инструкции, не больше и не меньше. Обязательно запомнить и «записать на полях», что напряжение измеряется в Вольтах, обозначается В или V. Далее рассмотреть последовательное и параллельное соединения в цепи. Привести примеры из повседневной жизни: в одной пальчиковой батарее (из пульта от телевизора) 1,5 В. А пульту требуется 3 В. Поэтому нужно последовательно соединить две батарейки, это значит «+» одной батареи соединить к «-» второй батареи. И далее с клеммы «-» первой батареи с «+» второй — снимаем 3 вольта. Если также последовательно добавить еще две батареи, то получим 6 вольт, при восьми последовательно соединенных пальчиковых батарейках соответственно, имеем 12 В и т.д. Нужно провести практические занятия по соединению между собой нескольких источников и измерению на них напряжения.

Введение понятия силы тока можно показать на параллельном соединении источников тока и увеличении при этом мощности подклю-

чаемого потребителя. Силу тока описать как сумму электронов или электрического заряда, который течет через конкретную точку в электрической цепи. Записать и запомнить, что сила тока измеряется в Амперах и обозначается А. Очень полезны при объяснении понятий «Напряжение», «Сила тока» и «Сопротивление» различные абстрактные и более понятные примеры такого типа: давление воды в трубе можно сравнить с напряжением, а количество воды, протекаемой в тонкой или толстой трубе можно сравнить с меньшей или большей силой тока.

Теперь можно сделать переход к объяснению мощности потребителя при одинаковых значениях напряжения свечение лампочек разное и т.д. Или при последовательном соединении восьми пальчиковых батареек можно получить 12 вольт. Однако таким блоком батарей нельзя завести автомобиль. Хотя для этого требуется именно 12 вольт. Так, в автомобиле установлен аккумулятор на 12 вольт, но на гораздо большую силу тока, чем блок из пальчиковых батарей. Сила тока в электрической цепи зависит от потребителя и, конечно, от источника питания. Пальчиковые батареи в пульте управления от телевизора создают силу тока в несколько миллиампер, а в автомобиле в момент запуска сила тока достигает 50–100 Ампер. Нужно запомнить правило: при умножении напряжения на силу тока получим мощность потребителя электроэнергии, которая измеряется в Ваттах, обозначается Вт или W. Мощность, напряжение и сила тока, как основные технические характеристики, указываются в паспорте электриче-

ского прибора или на самом приборе. Далее учеников можно ознакомить с электрическими характеристиками некоторых электрических приборов (бытовой техники, лампочек, зарядных устройств и т.д.). Несоблюдение параметров, указанных в паспорте электроприбора, опасно: если у источника питания не хватает мощности или силы тока, чтобы обеспечить электрическим питанием какой-нибудь большой мощности электрический прибор, то источник питания перегреется и выйдет из строя. Источник питания должен быть мощней, чем потребитель электрического питания. Например, зарядные устройства от телефонов, смартфонов, планшетов или ноутбуков отличаются силой тока на их выходе, например, 0,5 А, 1 А, 2 А, и т.д., могут быть еще выше или ниже указанных значений.

Далее нужно ввести понятие сопротивления, т.е. как способности оказанию сопротивления протеканию электрического тока. Для этой цели используются электронные приборы, называемые резисторами. Величина сопротивления измеряется в Омах, обозначается Ом или Ω . Важно донести до обучающихся, что резистор с конкретным номиналом можно использовать для снижения напряжения до нужного значения. Часто необходимо отрегулировать поток электрической энергии через схему путем увеличения или уменьшения сопротивления. Например, большинство светодиодов, используемых в качестве индикаторов в учебных проектах по электронике, используют напряжение меньше, чем 5, 6, 9 или 12 вольт, которые предоставляют многие источники питания. Использование резистора от 100 до 400 Ом, при-

чем последовательно со светодиодом, позволяет понизить напряжение, защитить светодиод от порчи и заставить функционировать правильно. Сопротивление в 1 Ом считается незначительным, в то время как сопротивление в 1 миллион Ом (1 Мегаом) может оказаться весьма ощутимым. Все электронные компоненты имеют некоторое сопротивление, даже провода. Возникает очень важный вопрос: как правильно рассчитать нужное сопротивление? [3; 4].

Теперь, рассматривая несколько проблемных ситуаций, связанных с расчетом тех или иных параметров электрической цепи, можно перейти к изучению закона Ома: который утверждает, что сила тока I , который течет между двумя точками цепи, прямо пропорциональна напряжению V и обратно пропорциональна сопротивлению R . Закон Ома нужно закрепить расчетными задачами типа: резистор или лампочка сопротивлением в 50 Ом подключен к 1,5-вольтовой батарее. Сила тока I неизвестно. Зная V и R , по закону Ома можно вычислить текущее значение силы тока в резисторе $1,5/50 = 0,03$ А или 30 миллиампер (mA). Нужно на примерах рассмотреть все варианты выражения одних величин через другие, например, если напряжение V разделить на силу тока I , то получим сопротивление R .

Далее можно рассмотреть пример из практики: расчет добавочного сопротивления для подключения светодиода к источнику питания с заданным напряжением. Например, из паспорта светодиода известно потребляемое им напряжение (3,6 В) и сила тока (0,02 А). Пусть мы имеем источник питания на 9 В. Нужно вы-

числить сопротивление добавочного резистора, для подключения к этому источнику светодиода, рассчитанного на 3,6 В. Для выполнения этого расчета важен следующий ход мысли: в данной электрической цепи (см. рисунок 1) светодиод на себя должен забирать 3,6 В, а все остальное напряжение забирает добавочный резистор. А сила тока в этой цепи не меняется на светодиоде и на добавочном сопротивлении. Так, в нашем примере если используется источник на 9 вольт, то резистор R себе должен забрать напряжение $9 - 3,6 = 5,4$ В. Тогда, по закону Ома, добавочное сопротивление $R = 5,4 / 0,02 = 270$ Ом. Решите эту задачу для напряжений 5 В, 12 В, 19 В и т.д.

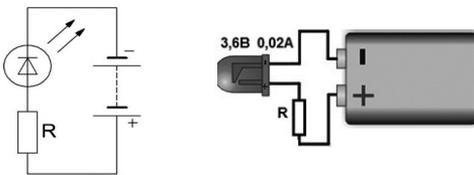


Рис. 1. Схема подключения светодиода к источнику питания

Далее полезно поэкспериментировать: светодиод можно питать не только 3,6 вольт, но и меньшим напряжением. Если подать на светодиод 3 вольта, например от двух 1,5-вольтовых пальчиковых батареек, мы даже не заметим снижения яркости свечения светодиода. А если подать ниже 2 вольт, то свечение светодиода заметно ухудшится. Но выше 3,6 вольт на светодиод подавать не нужно, он перегорит. Поэтому нужно предупредить о важности правильного расчета добавочного сопротивления.

Далее надо изучить простые правила электрических соединений: напряжение на элементах цепи суммируется при их последовательном со-

единении и не меняется при параллельном соединении; сила тока не меняется на элементах цепи при их последовательном соединении и суммируется при параллельном соединении. Далее можно экспериментально закрепить эти правила: если параллельно подключить несколько светодиодов к источнику, на них будет одинаковое напряжение, равное напряжению источника, и поэтому каждый светодиод нужно подключать со своим добавочным резистором (рис. 2); если последовательно подключать светодиоды, то напряжение источника будет делиться на них равно, т.е. если последовательно подключить 3 одинаковых светодиода к источнику в 9 В, то каждый светодиод заберет по 3 В и добавочные резисторы при этом не понадобятся (см. рис. 2).

Далее необходимо изучить параллельное и последовательное соединение резисторов, их маркировку, а также использование мультиметра в качестве омметра. Выпускаются резисторы постоянного и переменного сопротивления, причем определенных стандартами номиналов. Номиналы резисторов стандарта Ассоциации электронной промышленности (EIA) имеют следующие значе-

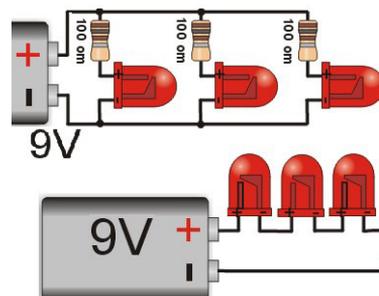


Рис. 2. Параллельное и последовательное подключение светодиодов к источнику питания 9 вольт

ния сопротивления: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, и 82, умноженные на множитель 1, 10, 100, 1000 и т.д. Например, можно легко найти резисторы на 10 Ω или 220 Ω, или 4.7 кΩ и т.д. Как решить проблему если понадобится резистор, например, на 920Ω? Естественно, такое сопротивление нужно собирать из двух и более резисторов, соединяя их последовательно и параллельно. Например, $920\Omega = 820\Omega + 100\Omega$, для такого сложения итогового сопротивления резисторы нужно соединить последовательно. А при параллельном соединении резисторов итоговое сопротивление вычисляется по специальной формуле.

Необходимо обучающимся показать, что сопротивление резистора, а также напряжение источника или силу тока в цепи можно измерить специальными приборами — мультиметрами.

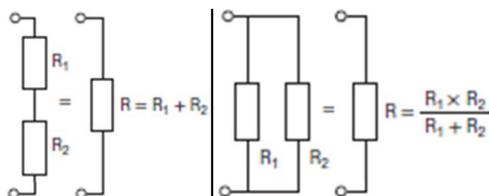


Рис. 3. Последовательное и параллельное соединение резисторов

В электронике и радиотехнике кроме постоянного и переменного резистора используется огромное количество (возможно более сотни наименований) различных электронных компонентов (радиодеталей): кон-

денсаторы, диоды, транзисторы, тиристоры, трансформаторы, реле, динамики, индикаторы и дисплеи, кварцевые резонаторы, антенны и т.д., на базе некоторых из них могут быть созданы более сложные электронные компоненты в виде различных интегральных схем: микроконтроллеры, микропроцессоры, усилители, сумматоры, регистры, счетчики, интерфейсы, модуляторы/демодуляторы, преобразователи, регуляторы напряжения, датчики, оптроны, радиоприемники и радиопередатчики и т.д. С любыми электронными компонентами нужно знакомить учащихся перед их использованием в своих проектах.

Итак, подведем итог тематического планирования модуля на 18 часов по введению базовых понятий электричества для детей: Строение веществ (2 ч). Проводники, диэлектрики и полупроводники (2 ч). Понятие электрического тока (1 ч). Источники электроэнергии (1 ч). Потребители электроэнергии (1 ч). Электрическая цепь (1 ч). Понятие напряжения (1 ч). Понятие силы тока (1 ч). Понятие мощности (1 ч). Понятие сопротивления (1 ч). Закон Ома (2 ч). Параллельное и последовательное соединения (2 ч). Приборы для измерений (2 ч).

Методическая значимость приведенного материала заключается в его минимально необходимом наборе, достаточном для робототехнических занятий и подаче на языке, понятном для детей младшего и среднего школьного возраста.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Abdulgalimov, G.L.* A new model of Russian professional education // World Applied Sciences Journal, 2013. Т. 27. № 7. Р. 826–829.

2. *Абдулгалимов, Г.Л., Косино, О.А., Субочева, М.Л.* Основы образовательной робототехники (на примере Ардуино). М.: Издательство Перо, 2018. 148 с.
3. *Борисов, В.Г.* Юный радиолюбитель. 8-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1992. 416 с.
4. *Бальва, О.П.* ЕГЭ. Физика: универсальный справочник. М.: Эксмо, 2018. 304 с.

REFERENCES

1. Abdulgalimov G.L. A new model of Russian professional education, *World Applied Sciences Journal*, 2013, T. 27, No. 7, pp. 826–829. (in Russian).
2. Abdulgalimov G.L., Kosino O.A., Subocheva M.L. *Osnovy obrazovatelnoj robototekhniki (na primere Arduino)*. Moscow, Izdatelstvo Pero, 2018, 148 p. (in Russian).
3. Balva O.P. *EGE. Fizika: universalnyj spravochnik*, Moscow, Eksmo, 2018, 304 p. (in Russian).
4. Borisov V.G. *Yunyj radiolyubitel*, 8-e izd., pererab. i dop., Moscow, Radio i svyaz, 1992, 416 p. (in Russian).

Абдулгалимов Грамудин Латифович, доктор педагогических наук, профессор, кафедра прикладной математики, информатики и ИТ, Московский педагогический государственный университет, agraml@mail.ru

Abdulgalimov G.L., ScD (Pedagogy), Associate Professor, Department of Applied Mathematics, Computer Science and IT Moscow Pedagogical State University, agraml@mail.ru

Турпалова Макка Сайд-Ахмедовна, старший преподаватель, кафедра прикладной информатики, Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, abc444@inbox.ru

Turpalova M.S., Senior Lecturer, Department of Applied Informatics, Chechen State Pedagogical University, Grozny, abc444@inbox.ru

Холмогорова Евгения Григорьевна, заведующая лабораторией, кафедра методики преподавания физики, Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, abc444@inbox.ru

Kholmogorova Eu.G., Head of the Laboratory of the Department of Physics Teaching Methodology, M.K. Ammosov North-East Federal University, abc444@inbox.ru