

## Физика

## МОДУЛЬ «МИКРОЭЛЕКТРОНИКА» В ПРЕДМЕТЕ «ТЕХНОЛОГИЯ»

Косаченко С.В., Ример Д.И.

*г. Томск, ОГБОУ «Томский физико-технический лицей»*

В данной статье рассматривается модуль «Микроэлектроника» в рамках предмета «Технология» для учеников 7 классов. Представлена организация внедрения занятий в учебный план. Рассмотрены планируемые результаты при освоении предмета «Технология» в 7 классе. Приведен сценарий урока по теме «Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полупроводниковые приборы». Представлена структура проекта «Пульсар», для закрепления знаний о принципе работы биполярного транзистора.

Микроэлектроника в школе приобретает все большую значимость и актуальность в настоящее время. Учащиеся вовлечены в учебный процесс создания схем, проектирования и программирования различных устройств на базе микроконтроллеров и ежегодно участвуют в конкурсах, олимпиадах и конференциях.

В основе содержания данной программы лежит концепция инженерного образования на основе интеллектуальной и творческой деятельности. Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой основного общего образования и удовлетворяет требованиям Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО) [1].

Учащимся предлагается образовательный комплекс с взаимосвязью теоретических и практических уроков как групповых, так и индивидуальных объёмом в 68 учебных часа. Эти часы желательно проводить как сдвоенные уроки, так как существует прочная связь теоретического материала с практическими работами.

Теоретический курс – познавательный, курс изучения базовых основ элементов электротехники и микроэлектроники, составления базовых программ и простых схем под управлением микроконтроллера Arduino.

Практический курс – курс углубленного изучения и освоения микроэлектроники на основе микроконтроллера Arduino; усвоение знаний, умений, навыков на уровне практического и творческого применения.

По завершении учебного курса обучающийся:

- называет и характеризует актуальные и перспективные технологии в области

электротехники и микроэлектроники, характеризует профессии в этих областях;

- перечисляет, характеризует и распознает радио-технические элементы и устройства;

- объясняет понятие «Интегральная схема (ИС)», знает технологические методики по созданию ИС;

- осуществляет сборку электрических цепей по принципиальной схеме, проводит анализ неполадок электрической цепи, осуществляет работу с измерительными устройствами;

- осуществляет модификацию заданной электрической цепи в соответствии с поставленной задачей, конструирование электрических цепей в соответствии с поставленной задачей;

- осуществляет программирование микроконтроллера в соответствии с поставленной задачей.

В данной статье рассмотрим сценарий проведения урока на примере темы «Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полупроводниковые приборы».

Цель урока: сформировать у учащихся начальное представление о теории строения атома; о зонной теории твёрдых тел; о проводимости материалов (проводники (металлы) – полупроводники – изоляторы (диэлектрики)); о строении и принципе работы полупроводниковых устройствах и области их применения.

Используемое оборудование:

- персональные компьютеры;
- проектор/экран;
- набор радиоэлементов и микроконтроллер Arduino («Матрёшка Y» [2])
- измерительные приборы (вольтметр, амперметр, омметр или мультиметр);
- программное обеспечение – среда разработки Arduino IDE [3]

Теоретическая материал.

Строение атома – вокруг положительно заряженного ядра вращаются электроны. У каждого электрона есть строго ограниченная орбита, по которой он может вращаться вокруг ядра в данном химическом элементе. Электроны, принадлежащие изолированным атомам, имеют определённые дискретные значения энергии. В твёрдом теле энергетический спектр электронов существенно иной, он состоит из отдельных

разрешённых энергетических зон, разделённых зонами запрещённых энергий.

Энергетические зоны в идеальном кристалле (рис. 1): валентная – зона заполненная валентными электронами; запрещенная – область значений энергии, которыми не может обладать электрон; зона проводимости – первая из незаполненных электроны зон (диапазонов энергии, где могут находиться электроны).

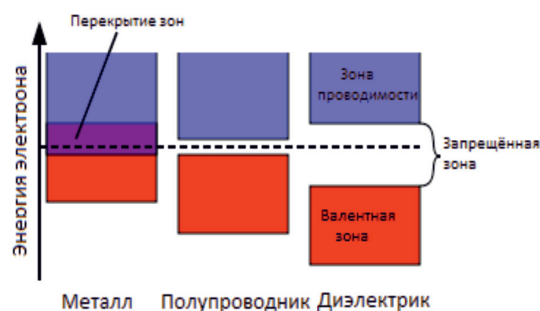


Рис. 1. Упрощенная зонная диаграмма для проводников (металлов), полупроводников и изоляторов (диэлектриков)

Полупроводниковые приборы (диоды и транзисторы). Основные понятия: p-n, p-n-p и n-p-n структуры, условное изображение на схеме, основные характеристики и область применения [4].

Для закрепления знаний о работе транзистора предлагается выполнить следующий проект:

«Пульсар» – в этом эксперименте плавно наращиваем яркость светодиодной шкалы, управляя большой нагрузкой через транзистор [5].

Для выполнения проекта понадобится:

- 1 плата Arduino;
- 1 беспаячная макетная плата;
- 1 биполярный транзистор;
- 1 светодиодная шкала (или 6-10 светодиодов);
- 1 резистор номиналом 1 кОм;
- 6-10 резисторов номиналом 220 Ом (в зависимости от количества светодиодов);
- 3 провода «папа-папа»

Скетч:

```
void setup()
{
  pinMode(9, OUTPUT); /*инициализируем 9 пин платы микроконтроллера на выдачу на-
  прядения (подойдёт любой пин поддерживающий ШИМ)*/
}
void loop()
{
  for (int i = 0; i<256; i++) /*цикл с параметром for(инициализация; условие; приращение),
  здесь параметр i с каждым проходом цикла увеличивается на 1, пока не станет равен 256*/
  {
```

На первом этапе собираем схему с линейкой светодиодов без биполярного транзистора (рис. 2):

Так как 6-10 светодиодов будет потреблять больше тока, чем 40 мА, которые может себе позволить цифровой пин платы, берем питание из порта 5 В, рассчитанного на ток до 500 мА. При подаче питания на плату загорится линейка светодиодов, но управлять их яркостью не возможно. Взяв мультиметр, замерим напряжение и силу тока на участке резистор-светодиод.

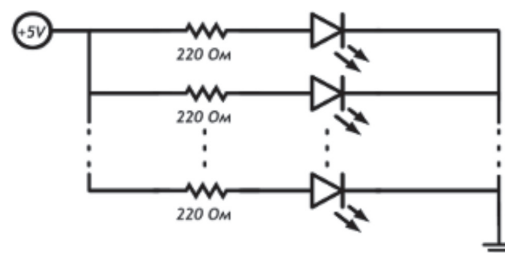


Рис. 2. Схема без транзистора

Для управления яркостью предложим использовать биполярный транзистор.

Если эту схему (рис. 3) собрать без резистора между базой транзистора и портом Arduino, мы практически устроим короткое замыкание порта на землю. Рано или поздно это выведет из строя транзистор или пин микроконтроллера.

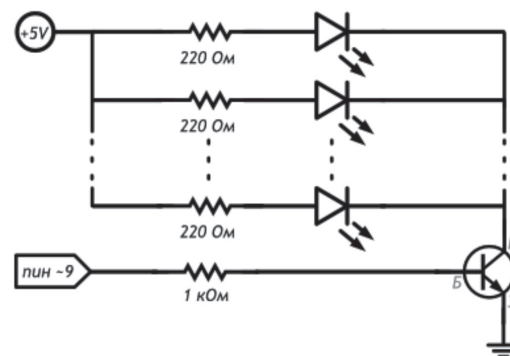
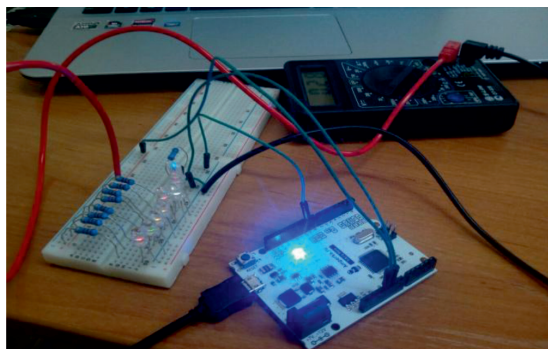


Рис. 3. Схема с транзистором

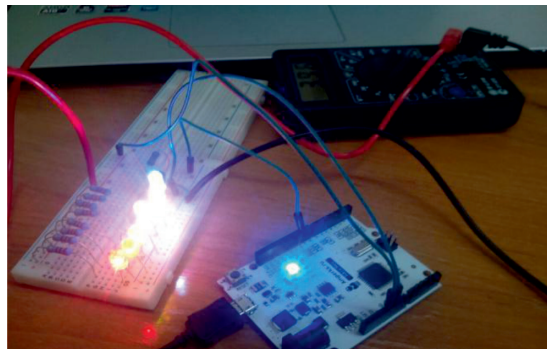
`analogWrite(9, i); /*команда analogWrite(pin, value) в качестве value принимает значения от 0 до 255. Если передать значение из-за пределов этого диапазона, функция сработает, но в общем случае вы получите неожиданный результат.*/`

`delay(100); /*задержка в изменении яркости светодиодов, её можно варьировать для более точного измерения характеристик цепи*/`

`}`  
`}`



а



б

Рис. 4. Пример сборки схемы: а – транзистор закрыт; б – транзистор открыт

При выполнении данного скетча наблюдаем постепенное нарастание яркости светодиодов. Используя мультиметр измеряем значения напряжения на участке резистор-светодиод, и напряжение между база-эмиттер. Ученики могут увидеть, что, с нарастанием напряжения на база-эмиттер, увеличивается яркость светодиодов (нарастает напряжение на участке резистор-светодиод) – здесь транзистор выполняет функцию переключателя с множеством положений. Нужно объяснить, что отсутствие напряжения на база-эмиттер говорит о закрытом состоянии транзистора (рис. 4, а), нарастание напряжения база-эмиттер открывает транзистор (рис. 4, б).

На самостоятельную работу предлагаются следующие задания:

1. Изменить программу так, чтобы яркость светодиодов росла только до половины от максимальной.

2. Изменить программу так, чтобы светодиоды становились максимально яркими в три раза быстрее, без изменения функции `delay`.

3. Изменить программу так, чтобы светодиоды плавно зажигались и плавно гасли.

#### Список литературы

1. Мин.обр. И науки РФ приказ от 17 Декабря 2010 Г. № 1897 об Утверждении Федерального Государственного Образовательного Стандарта Основного Общего Образования.
2. ООО «АМПЕРКА» [Электронный ресурс]: интернет магазин радио деталей. – Режим доступа: <http://amperka.ru/product/matryoshka-y>
3. Arduino [Электронный ресурс]: SOFTWARE – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software#>
4. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учебное пособие / В.А. Гуртов – ПетрГУ. – Петрозаводск, 2004. – 312 с.
5. ООО «АМПЕРКА» [Электронный ресурс]: интернет энциклопедия. – Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/конспект-arduino:пульсар>