

**Задание практической части предпрофессионального экзамена на базе
МОСКОВСКОГО АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА (МАДИ)
Направление практической части экзамена: исследовательское**

Задача с практическим содержанием на тему:

**Исследование работы светодиодных индикаторов и разработка схемы
управления семисегментным светодиодным индикатором в зависимости
от освещенности**

Цель выполнения:

Исследовать и изучить принцип работы светодиодных индикаторов, фоторезисторов, транзисторов. После этого, на примере семисегментного светодиодного индикатора, разработать и описать принцип действия схемы управления семисегментным светодиодным индикатором в зависимости от освещенности.

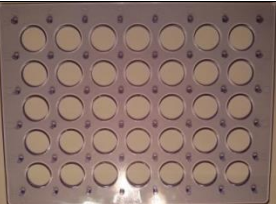
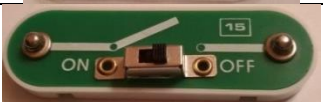
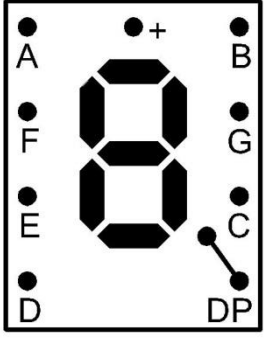
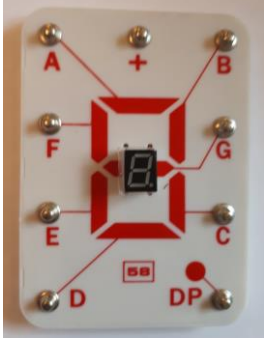
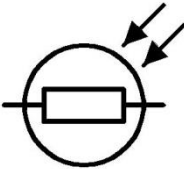
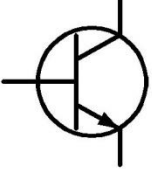
Задачи выполнения:

Разработать схему, в которой при хорошем освещении (днем) светодиодный индикатор показывает цифру «0», а при плохом освещении (ночью) – цифру «1».

План выполнения практической задачи:

1. Ознакомление с заданием;
2. Изучение элементной базы, поиск вариантов решения;
3. Разработка (создание) электрической принципиальной схемы;
4. Описание принципов работы созданной схемы;
5. Сборка схемы на макетной плате, проверка ее работоспособности;
6. Фиксация результатов в отчете;
7. Защита своей работы.

Исходные данные:

Наименование	Схематическое обозначение	Фотография
Макетная плата для работы без пайки – 1 шт.	---	
Батарея 3 В – 1 шт.		
Выключатель – 1 шт.		
Семисегментный светодиодный индикатор – 1 шт.		
Светочувствительный элемент (фоторезистор) – 1 шт.		
Биполярный транзистор (NPN) – 1 шт.		
Набор контактных соединений – 1 компл.	---	

Изучение работы фоторезистора.

Фоторезистор (*светочувствительный резистор*) – полупроводниковый элемент, сопротивление которого зависит от уровня освещенности. Под действием света электрическое сопротивление фоторезистора уменьшается в тысячи раз. При этом сила тока в цепи возрастает, достигая значения достаточного для включения или работы какого-либо устройства. У фоторезистора из нашего конструктора сопротивление в темноте превышает 20 МОм, а при ярком освещении оно уменьшается до 250 Ом.

Если к фоторезистору приложить постоянное напряжение и менять его освещенность, то обнаружится, что ток, протекающий через фоторезистор, изменяется нелинейно. Это означает, что *световая характеристика* – зависимость тока I от светового потока Φ при неизменном приложенном напряжении U – *нелинейна*.

Ток, протекающий через фоторезистор, зависит не только от освещенности, но и от приложенного напряжения. Если фоторезистор освещать неизменным светом и менять только приложенное напряжение, то протекающий по нему ток будет меняться пропорционально изменению напряжения. Это означает, что фоторезисторы при неизменном световом потоке Φ имеют линейную *вольт-амперную характеристику* и подчиняются закону Ома (см. Рис.1.)

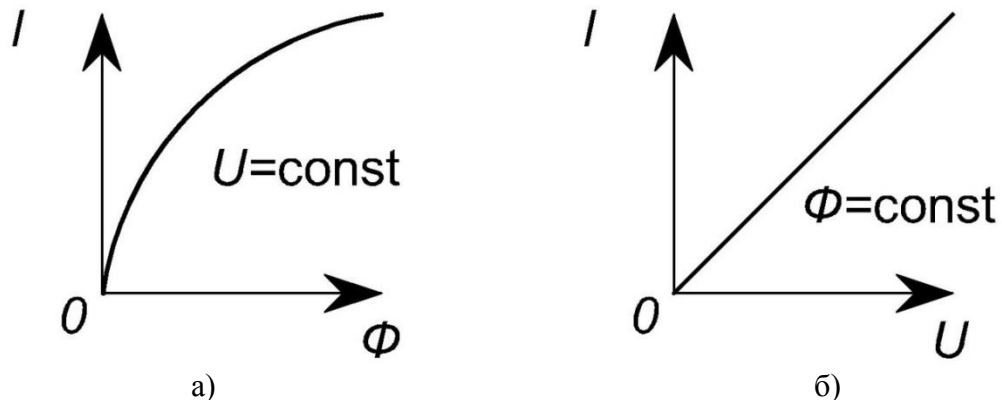


Рис. 1. Световая (а) и вольт-амперная (б) характеристики фоторезистора

Фоторезистор представляет собой диэлектрическую пластину, на которой нанесен тонкий слой полупроводника с границей в виде волны. Пластина помещается в корпус. Для защиты от влаги полупроводниковый слой покрывают прозрачным лаком.

Изучение работы транзистора.

Транзисторы – полупроводниковые приборы, предназначенные для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов. Транзисторы делятся на два типа: *биполярные* транзисторы и *униполярные* (полевые) транзисторы. В биполярных транзисторах носителями заряда служат как электроны, так и дырки, в униполярных – либо электроны, либо дырки. Изготавливаются они в основном из кремния или германия.

В нашем задании используются кремниевые биполярные транзисторы.

Биполярный транзистор – полупроводниковый прибор, имеющий три вывода: *эмиттер* (Э), *базу* (Б) и *коллектор* (К). Основу биполярного транзистора составляют два $p-n$ перехода. В зависимости от взаиморасположения $p-n$ переходов транзисторы разделяются на $p-n-p$ (PNP) или $n-p-n$ (NPN) типа (см. Рис.2). Если просто подсоединить соответствующее напряжение к эмиттеру (Э) и коллектору (К), то транзистор не будет проводить ток, т.е. будет «закрыт». Для того, чтобы транзистор «открылся», т.е. начал проводить ток, необходимо на базу (Б) подать управляющий потенциал для задания тока

базы. Значение данного потенциала и направление тока базы (I_6) зависит от типа транзистора (PNP или NPN). Регулируя этот потенциал и, следовательно, небольшой базовый ток, можно регулировать большой ток, протекающий через транзистор (коллектор и эмиттер).

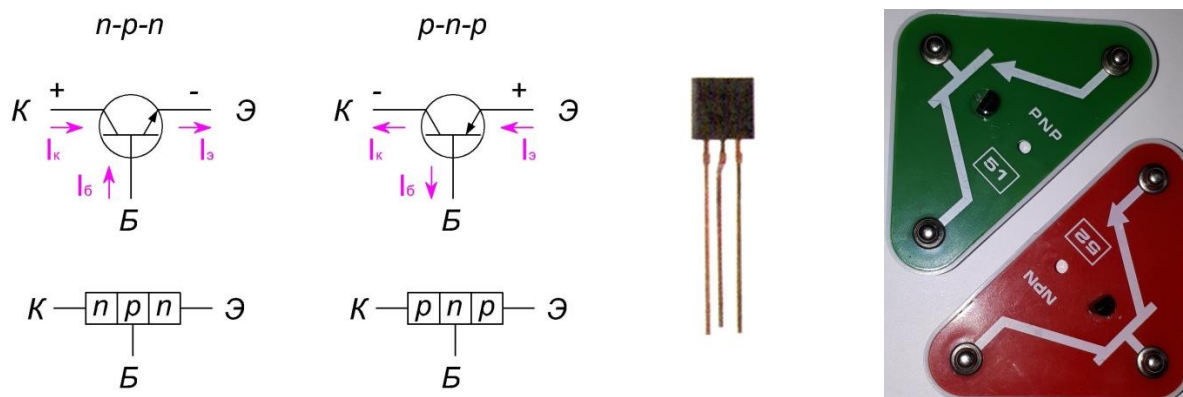


Рис.2. Внешний вид, устройство и условные обозначения транзисторов

Одной из характеристик транзистора является коэффициент усиления тока β , который определяется как:

$$\beta = I_k / I_6$$

Исходя из того, что $I_3 = I_k + I_6$, видно, что чем меньше ток базы I_6 , тем лучше и, следовательно, чем больше β , тем транзистор качественнее. У современных транзисторов β лежит в пределах от нескольких десятков до нескольких сотен.

Изучение работы светодиодного индикатора.

Семисегментный светодиодный индикатор – элемент, основное функциональное назначение которого, отображать цифры от 0 до 9 и некоторые буквы в часах, измерительных приборах, индикаторах бытовой техники (СВЧ-печах, стиральных машинах, холодильниках и т.п.). Состоит из корпуса с встроенными светодиодами. Как и обычные светодиоды, светодиоды, строенные в индикатор, нуждаются в токоограничивающих резисторах. Индикаторы бывают различных цветов. Помимо индикаторов с одной цифрой выпускаются многоцифровые индикаторы с встроенной схемой управления.

Семисегментный индикатор состоит из 7 частей – сегментов (А-Г), внутри каждого из них находится светодиод, и на месте точки (DP) еще один. Всего 8 светодиодов. Изучить принцип работы индикатора можно, собрав схему, представленную на рис. 3. Замкнув выключатель, можно убедиться, что на индикаторе появилась буква «Р». Далее подключая различные сегменты индикатора, можно добиться показаний цифр от 0 до 9, а также некоторых букв.

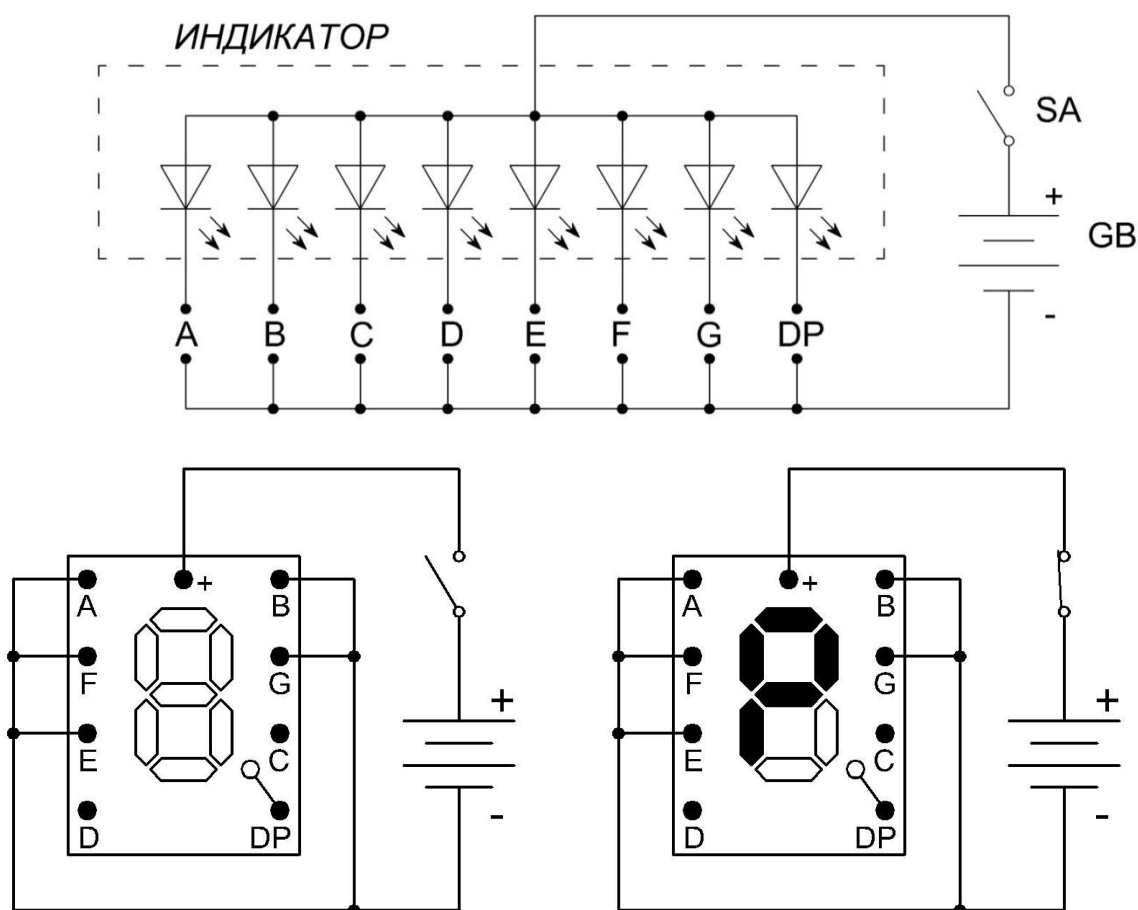


Рис.3. Изучение принципа работы светодиодного индикатора

В данном индикаторе все плюсы (аноды) этих светодиодов объединены. Такой индикатор называется индикатором с общими анодами и управляется подачей нулевого потенциала на катоды. Так же существуют индикаторы с общими катодами. Для составления различных цифр и букв нужно включить соответствующие светодиоды. Например, если хотите получить прописную английскую букву «L», необходимо соединить три клеммы D, E и F с минусом питания, а вывод «+» соединить с плюсом питания.

**Требуется начертить и собрать схему. Продемонстрировать ее работоспособность.
Дать описание работы схемы (наблюдаемый результат) и сделать выводы.**