

# Экзамен

## Электротехника

1. Электрическая цепь. Основные элементы электрической цепи.

**Электрическая цепь** – совокупность устройств, в которых электромагнитные процессы могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, токе и напряжении.

Отдельное устройство, входящее в электрическую цепь называют **элементом электрической цепи**.

- Основными элементами электрической цепи являются:
- **источники электромагнитной энергии** (аккумуляторы, генераторы);
- **Элементы передачи электромагнитной энергии** – соединительные провода.
- **Приемники энергии** – электролампы, электропечи, электродвигатели и т.д.

2. Амперметр. Назовите основные его части. Каково назначение и устройство этих частей? Для измерения, каких величин применяется данный прибор и как он включается в электрическую цепь?

- Корпус, латунная шина, контактные винты, постоянный магнит, якорь с осью, стрелка и шкала.
- Стрелка закреплена на оси вместе с якорем. Якорь под действием искусственного магнита при отсутствии тока в шине удерживается вдоль него, а стрелка находится на у нулевого деления шкалы. При прохождении электрического тока по латунной шине якорь стремится установиться вдоль созданного вокруг шины магнитного потока, поворачиваясь на определенный угол вместе со стрелкой. Амперметр не включен в цепь стартера и звукового сигнала, так как ток, потребляемый этими приборами, имеет большое значение, на которое амперметр не рассчитан.
- Для измерения силы тока.

# 3. Что такое электрический ток?

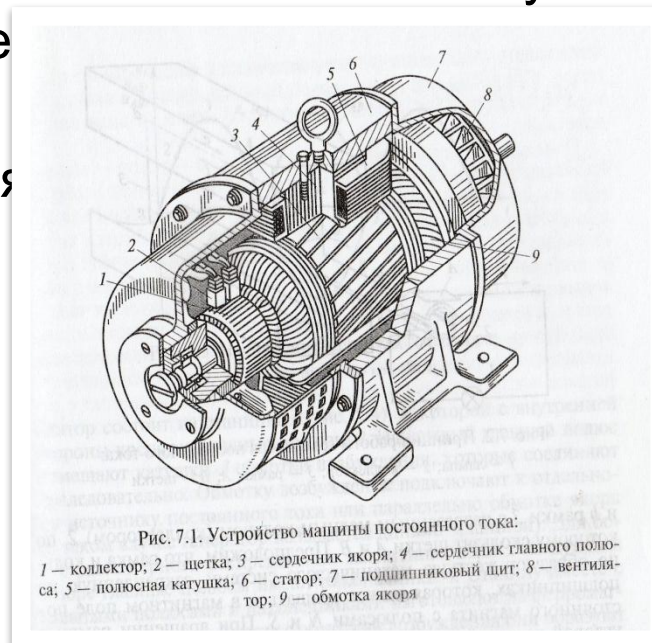
Явление направленного движения электрических зарядов. За положительное направление тока принимается направление движения положительных зарядов. Силу тока определяют как отношение суммарного заряда  $q$ , протекающего через некоторое сечение проводника за время  $t$ , к этому времени:

$$I = q / t$$

## 4. Объясните устройство и принцип действия электродвигателя.

Основными частями двигателя постоянного тока являются статор (неподвижная часть) и ротор (подвижная часть). Статор состоит из станины, к которой с внутренней стороны крепятся главные полюсы. На каждый главный полюс помещают катушки обмотки возбуждения, которые соединяют последовательно. Статор с главными полюсами и обмоткой возбуждения создает магнитное поле индуктора. Обмотка возбуждения подключается к источнику постоянного напряжения. Якорь также соде

которой протекает ток, потребляемой из сети. Ток якоря взаимодействует с магнитным потоком индуктора, в результате образуется электромагнитный момент, который и вращает ротор двигателя.



5. Дайте определение, что такое электродвижущая сила. Приведите единицы измерения ЭДС.

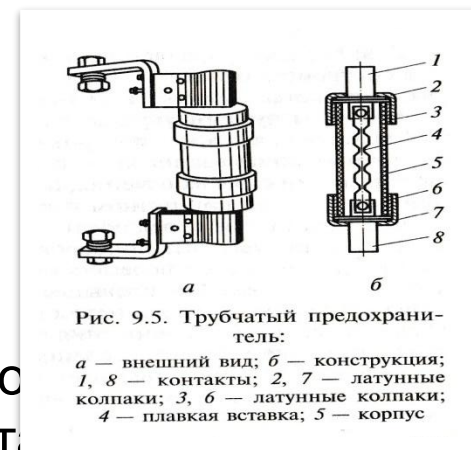
Электродвижущая сила (ЭДС) характеризует способность поля сторонних сил (механических, сил химических реакций и т.д) или индуцированного поля вызывать электрический ток.

$$E = A/q$$

Единицей ЭДС является вольт (В)

6. Короткое замыкание. Объясните назначение, устройство и принцип работы предохранителя.

Предохранитель автоматически отключает электрическую цепь при перегрузке или при коротком замыкании. Наиболее употребительными являются трубчатые предохранители, которые состоят из корпуса, плавкой вставки в виде тонкой проволоки или пластины, контак-



Плавкие вставки изготавливаются из сплавов, содержащих свинец, олово, медь и другие элементы. Действие предохранителя основывается на том, что они включаются последовательно в электрическую цепь и если ток в цепи превышает ток вставки, то легкоплавкая вставка перегорает и цепь отключается.

**Короткое замыкание (КЗ)** - это образование электрического контакта вследствие соединения проводников электрической цепи, не предусмотренного нормальными условиями работы. Это явление в электрической части относится к числу самых опасных случаев.



7. Дайте определение, что такое электрическая мощность и электрическая энергия. Приведите единицы измерения этих величин.

- **Электрическая мощность** - это работа по перемещению электрических зарядов в единицу времени. Единица измерения мощности - ватт (Вт), киловатт (кВт), мегаватт (МВт). Различают активную и реактивную мощности.
- **Электрическая энергия** - это способность электромагнитного поля производить работу, преобразовываясь в другие виды энергии (механическую, тепловую, световую, химическую и др.).

8. Объясните назначение, устройство и принцип работы электромагнитного реле.

Это коммутационный аппарат относительно небольшой мощности, который реагирует на заданную физическую величину. Электромагнитное реле состоит из сердечника, обмотки, подвижного якоря



якоря. На якорь приложено напряжение, в магнитопроводе появляется магнитный поток, который способствует перемещению якоря 4. Движению якоря препятствует пружина 5, создающая удерживающую силу. Якорь связан механически с подвижными контактами.

9. Дайте определение закона Ома для участка цепи.

Зависимость между напряжением и током в электрической цепи устанавливает закон Ома.

Для участка электрической цепи, не содержащей источника электрической энергии, закон Ома имеет вид

$$I = \frac{U}{R}$$

где:  $I$  - ток участка цепи, А;  $U$  - напряжение на зажимах этого участка, В;

$R$  – сопротивление участка, Ом.

Для полной электрической цепи, т.е. цепи с источником электрической энергии, закон Ома определяется вы $I = \frac{E}{R + r}$ лем

где:  $E$  – ЭДС источника электрической энергии, В;  $R$  и  $r$  - внутреннее сопротивление этого источника, Ом.

## 10. Какие электрически цепи называются нелинейными?

Нелинейные цепи содержат элементы, компонентные уравнения которых нелинейны. Нелинейными могут быть как уравнения источников, и тогда нелинейными окажутся их внешние характеристики, так и уравнения резисторных элементов, тогда нелинейными будут их вольт-амперные характеристики (ВАХ) - зависимости  $U(I)$ .

11. Дайте классификацию электроизмерительных приборов по роду измеряемых величин.

- для измерения напряжения (вольтметры, милливольтметры, гальванометры);
- для измерения тока (амперметры, миллиамперметры, гальванометры);
- для измерения мощности (ваттметры);
- для измерения энергии (электрические счетчики);
- для измерения угла сдвига фаз (фазометры);
- для измерения частоты тока (частотомеры);
- для измерения сопротивлений (омметры).

## 12. Какие величины называются переменными и периодическими?

Переменными токами, напряжениями и ЭДС называются токи, напряжения и ЭДС, изменяющимися с течением временем.

Значение тока в произвольные моменты времени  $t$  называются мгновенными значениями тока и обозначаются  $i$ .

Наиболее часто в технике применяются периодические токи, напряжения и ЭДС, значения которых повторяются периодически, т.е. через равные промежутки времени.

# 13. Назовите основные характеристики измерительных приборов.

Измерительные приборы должны обладать определенными характеристиками, основными из которых являются: погрешность, чувствительность, диапазон измерения, потребляемая мощность.

Погрешность прибора определяется его классом точности.

Чувствительностью прибора называется отношение приращения перемещения указателя измерения к приращению измеряемой величины.

Диапазон измерения – область значений измеряемой величины для которой погрешность прибора укладывается в класс точности.

Потребляемая мощность – мощность, которую потребляет прибор для выполнения необходимых измерений.

# 14. Назначение и классификация электрических машин.

Электрические машины представляют собой устройства, в которых электрическая энергия, поступающая из сети, превращается в механическую энергию вращения вала электрического двигателя.

Электрические машины подразделяются на электрические машины постоянного и переменного тока, на однофазные и трехфазные, синхронные и асинхронные.



# 15. Источники электрической энергии.

Электрическим аккумулятором называется химический источник тока, который обладает способностью накапливать (аккумулировать) электрическую энергию, получая ее от другого источника, и отдавать по мере надобности.

Запас химической энергии в аккумуляторе создается во время заряда его электрическим током от постороннего источника. При заряде аккумулятора подводимая к нему электрическая энергия преобразуется в химическую, которая может сохраняться и затем легко переходить снова в электрическую при разряде его.

## 16. Основные понятия и характеристики переменного тока

**Переменный** – это ток, в котором среднее значение за период силы и напряжения равно нулю. Такой ток непрерывно изменяется по величине и направлению, и происходят эти изменения через равные промежутки времени.

### Виды тока:

Ток проводимости.

Ток смещения.

- **Ток проводимости** – это такой ток, который обусловлен колебаниями электронов и ионов в среде.
- **Ток смещения** – это ток, который обусловлен смещением электрических зарядов на границе «проводник – диэлектрик» (например, ток через конденсатор).
- Ток смещения связан с изменением во времени электрического поля на границе проводник – диэлектрик и имеет особенности:
- Амплитуда тока смещения и его направления совпадают по фазе с таковыми тока проводимости.
- По значению он всегда равен току проводимости.
- Частным случаем тока смещения является ток поляризации. Ток поляризации – это ток смещению не в вакууме, а в материальной диэлектрической среде.

# 17.Трехфазная электрическая цепь

Трехфазная цепь представляет собой совокупность трех электрических цепей, в которых действуют синусоидальные ЭДС одной и той же частоты, синхронизированные таким образом, что их начальные фазы отличаются на угол  $2\pi/3 = 120^\circ$

**Трехфазная электрическая цепь включает в себя:**

- Источники электрической энергии (трехфазные генераторы или трансформаторы на промежуточных подстанциях);
- Линии передачи;
- Приемники энергии

# 18. Назначение и классификация электрических машин

Электрические машины представляют собой устройства, в которых электрическая энергия, поступающая из сети, превращается в механическую энергию вращения вала электрического двигателя. Электрические машины подразделяются на электрические машины переменного и постоянного тока. Машины переменного тока подразделяются на однофазные и трехфазные, синхронные и асинхронные.

19. Какие схемы применяют для соединения фаз трехфазных источников электрической энергии?

Различают две схемы соединения фаз источника: звездой и треугольником.

При соединении звездой концы фаз X, Y, Z соединяют в один общий узел, называемый нейтралью или нейтральной точкой генератора (трансформатора).

При соединении фаз источника треугольником объединяют в одну точку начала и концы соответствующих фаз X и B; Y и C; Z и A.

## 20. Назначение нейтрального провода.

Несимметричные приемники включают к источнику энергии с помощью четырехпроводных цепей. Благодаря нейтральному проводу напряжение на каждой фазе приемника будет равно соответствующему фазному напряжению источника. Следовательно нейтральный провод обеспечивает сохранение симметрии фазных напряжений несимметричного приемника.

## 21. Асинхронный и синхронные двигатели – назначение, применение.

Асинхронным называется двигатель переменного тока, у которого частота вращения ротора не совпадает с частотой вращения магнитного поля, создаваемого переменным током, и зависит от нагрузки. Они надежны в работе и требуют минимального технического обслуживания.

Трехфазные, двухфазные, однофазные, линейные.

Основное назначение –привод различных механических устройств, к которым не предъявляются особые требования к регулированию частоты вращения, где требуется осуществлять пуск, остановку, торможение и изменение направления вращения вала.

Синхронной называется машина переменного тока, у которой частота вращения ротора независимо от нагрузки пропорциональна частоте тока электрической сети.

Они могут работать в режиме генератора и в режиме двигателя.

Синхронные генераторы применяются в качестве основных устройств, производящих электрическую энергию на электрических станциях. Синхронные двигатели применяются в устройствах, где требуется постоянная частота вращения: металлургических заводах, компрессорных и насосных агрегатах, вентиляторах.



## 22. Полупроводниковые материалы.

Представляют собой класс материалов с электронной проводимостью, характеризующихся большей удельной электропроводностью, чем металлы, но меньшей, чем диэлектрики. Для получения полупроводников с заданными удельными электросопротивлением и типом проводимости осуществляют их легирование. Германий является одним из наиболее широко применяемых полупроводников, его используют для изготовления выпрямителей, транзисторов, диодов.

Полупроводниковые приборы на основе кремния работоспособны при более высоких температурах ( $120-150^{\circ}$ ), чем германиевые ( $70-85^{\circ}\text{C}$ ). Нелегированный кремний применяют при создании силовых выпрямителей, стабилизаторов напряжения. Также достаточно широко используются в электронной промышленности селен, теллур и их соединения.

## 23. Погрешность измерений.

Погрешности средства измерения подразделяются на абсолютные, относительные и приведенные.

**Абсолютная погрешность** – это разность между показанием измерительного прибора и действительным значением измеряемой величины.

**Относительная погрешность** ( в процентах) это отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, умноженному на 100.

**Приведённая погрешность** ( в процентах) это отношение абсолютной погрешности к нормируемому значению измеряемой величины, которое обычно принимают равным верхнему пределу измерения для данного прибора, умноженному на 100.

## 24. Назначение и классификация трансформаторов.

Трансформатор – статический электромагнитный аппарат, служащий для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток той же частоты, но другого напряжения.

По назначению трансформаторы делятся:

На силовые одно- и трехфазные трансформаторы номинальной мощностью от несколько единиц до 1 млн. кВ А и напряжением до 1250 кВ.

По способу охлаждения силовые трансформаторы подразделяются на масляные и воздушные.

Автотрансформаторы , измерительные трансформаторы, трансформаторы специального назначения.

## 25. Назначение и классификация измерительных приборов.

**Измерительный прибор** — это средство измерения, в котором вырабатывается сигнал, доступный для восприятия наблюдателем.

Электроизмерительные приборы можно классифицировать по следующим признакам:

- методу измерения;
- роду измеряемой величины;
- роду тока;
- степени точности;
- принципу действия.

## 26. Коэффициент полезного действия трансформатора.

называется отношение полезной мощности трансформатора к мощности потребляемой трансформатором из сети источника электрической энергии.

$$\eta = P_2 / P_1$$

# 27. Полупроводники: основные понятия, типы

## электропроводности.

Полупроводники – широкий класс материалов, которые по своей электропроводности занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками. На электропроводность проводников сильное влияние оказывают примеси. электропроводность полупроводника, обусловленная носителями электрического заряда отрицательного знака носит название электропроводности n-типа, а полупроводник, реализующий электропроводность p – типа, называется донорной (отдающей).

## 28. Назначение и устройство генератора переменного тока

Служат для питания потребителей, превращает механическую энергию в электрическую.

Статор, ротор, щетки, выпрямительный блок, электронный регулятор напряжения, две крышки, которые стягиваются при помощи стяжных болтов, приводной шкив с вентилятором и конденсатор.



## 29. Устройство статора генератора переменного тока

- Статор состоит из сердечника и катушки обмотки. Катушки образуют обмотки статора, разделенную на три фазы, расположенные под углом  $120^\circ$  по отношению друг к другу.

# 30. В чем сущность первого закона Кирхгофа

В любом узле электрической цепи  
алгебраическая сумма комплексов токов  
равна нулю  $\sum \underline{I} = 0$

Правило знаков: втекающие в узел токи в  
алгебраической сумме берутся со  
знаком «минус», вытекающие токи  
берутся со знаком «плюс».

# 31. В чем сущность второго закона Кирхгофа.

В любом контуре цепи алгебраическая сумма комплексов ЭДС равна алгебраической сумме комплексов падений напряжений на пассивных элементах этого контура

$$\sum \underline{E} = \sum \underline{I} Z$$

Правило знаков: если направления ЭДС и напряжения совпадают с заданным направлением обхода контура, то в алгебраической сумме они берутся со знаком «плюс», в противном случае – со знаком «минус».

32. Для каких целей служит измерительная цепь, измерительный механизм в электромеханических измерительных приборах.

Измерительная цепь предназначена для преобразования измеряемой величины в величину, которая воздействует на измерительный механизм.

Измерительный механизм преобразует поступающую из измерительной цепи электрическую величину в механическое перемещение.

### 33. Каково назначение приборов электромагнитной системы и на чем основано их действие.

Используют для измерения в цепях постоянного и переменного тока в качестве амперметров, вольтметров и фазометров. Широко применяются в качестве щитовых, но имеют невысокие точность и чувствительность. Принцип действия электромагнитного измерительного прибора основан на взаимодействии магнитного поля и ферромагнитного сердечника.

## 34. Чем измеряют ток в электрической цепи?

Ток измеряют амперметром, включенным последовательно с элементом электрической цепи, в котором измеряется ток. Включение амперметра, имеющего сопротивление  $R$  вызывает изменение тока в измеряемой цепи, что приводит к погрешности. Погрешность, возникающая в результате включения приборов, называется методической.

## 35. Каковы основные характеристики двигателя.

Для анализа работы двигателей постоянного тока необходимо знать: ЭДС якоря, напряжение, ток якоря, электромагнитный момент якоря, частоту вращения якоря. Для двигателей наиболее важными являются: механическая характеристика, представляющая зависимость частоты вращения якоря от момента на валу; Рабочие характеристики, представляющие собой зависимости частоты вращения, момента, тока и КПД от мощности на валу двигателя.

# 36. Как устроен трансформатор?

Трансформатор состоит из обмоток и магнитопровода – стального сердечника, набранного из листов электротехнической стали толщиной 0,35...0,5 мм для уменьшения потерь от вихревых токов. Листы сердечника покрываются лаком для изоляции друг от друга. Части магнитопровода, на которых располагаются обмотки, называются стержнями. Части магнитопровода, замыкающие стержни, называются ярмом. Трансформатор имеет не менее двух обмоток, связанных между собой общим потоком. Обмотки электрически изолированы друг от друга.



## 37. Для чего служит конденсатор и его устройство?

Конденсатор запасает энергию электрического поля. Он выполняется в виде двух металлических пластин, разделенных слоем диэлектрика. Емкость, для использования которой предназначен конденсатор, представляет собой отношение двух равных по величине, но противоположных по знаку зарядов пластин, разнесенных в пространстве, к напряжению этого элемента

$$C = q / u$$

Единицей емкости является фарад.

## 38. Перечите классификацию электрических цепей.

По типу электромагнитных процессов электрические цепи подразделяют на цепи постоянного тока и цепи переменного тока.

По типу элементов электрические цепи подразделяют на линейные и нелинейные.

# 39. Виды и методы измерений.

Измерения в зависимости от способа получения результата подразделяются на прямые и косвенные. Существуют два метода электрических измерений: непосредственной оценки и сравнения. При методе непосредственной оценки измеряемая величина определяется по показанию прибора. Шкала прибора градуируется в соответствующих единицах измеряемой величины по эталонному прибору на заводе при изготовлении прибора. При методе сравнения измеряемая величина сравнивается с эталоном, образцовой или рабочей мерой. Точность измерений значительно выше, но возрастает и сложность измерений.

# 40. Проводники и диэлектрики

Проводниками называют тела, через которые электрические заряды могут переходить от заряженного тела к незаряженному. Способность проводников пропускать через себя электрические заряды объясняется наличием в них свободных носителей заряда (металлические тела в твердом и жидком состоянии, жидкие растворы электролитов).

Диэлектриками, изоляторами, называются тела, через которые электрические заряды не могут переходить от заряженного тела - к незаряженному (воздух и стекло, плексиглас и эбонит, сухое дерево и бумага).

41. Электроизоляционные материалы, их виды и свойства  
**Электроизоляционные** материалы – диэлектрические материалы, предназначенные для предотвращения протекания электрического тока путями, нежелательными для работы электротехнического устройства.

- По агрегатному состоянию
  - твёрдые
  - Жидкие
  - газообразные
- По химическому состоянию
  - органические
  - Неорганические
  - элементоорганические
- По происхождению
  - природные
  - искусственные
  - синтетические
- По степени полярности
  - неполярные
  - полярные
  - Гетерополярные
  - гомеополярные

## 42. Назначение аккумулятора.

Электрическим аккумулятором называется химический источник тока, который обладает способностью накапливать (аккумулировать) электрическую энергию, получая ее от другого источника, и отдавать по мере надобности.

Запас химической энергии в аккумуляторе создается во время заряда его электрическим током от постороннего источника. При заряде аккумулятора подводимая к нему электрическая энергия преобразуется в химическую, которая может сохраняться и затем легко переходить снова в электрическую при разряде его.

43. Дайте сравнительную характеристику свойств проводниковых материалов, применяемых для изготовления проводов.

- Медь имеет широкое применение благодаря высокой проводимости, хорошими механическими характеристиками, низкой стоимостью.
- Алюминий характеризуется достаточно высокой электропроводностью в сочетании с пластичностью и малой плотностью. Он более распространен в природе, чем медь и более стоек к коррозии.

# 44. Принцип работы

## генератора

При включение зажигания загорается контрольная лампа на щитке приборов, сигнализирующая о том, что в обмотку возбуждения ротора поступает ток от аккумуляторной батареи. Протекающий по обмотке возбуждения ток создает вокруг полюсов ротора магнитный поток. После пуска двигателя, когда ротор генератора стал вращаться, под каждым зубцом статора проходит то южный, то северный полюс ротора. Поэтому магнитный поток, проходящий через зубцы статора меняется по силе и направлению. Переменный магнитный поток пересекает витки обмотки статора, индуцируя в нем ЭДС. Переменное напряжение и ток, индуцированные в обмотке статора, выпрямляются выпрямительным блоком и для



## 45. Принцип работы аккумуляторной батареи

При прохождении тока через пластины и электролит в аккумуляторе происходит процесс преобразования электрической энергии в химическую, что выражается в образовании налета активной массы на поверхности пластин. На положительной пластине образуется перекись свинца коричневого цвета, а на отрицательной – губчатый свинец серого цвета. При этом плотность электролита значительно увеличивается – аккумулятор зарядился. При включении в цепь аккумулятора какого-либо потребителя происходит обратный процесс превращения химической энергии в электрическую и аккумулятор постепенно разряжается. При этом активная масса на той и другой пластинах превращается в сернокислый свинец, а плотность уменьшается.

## 46. Полупроводниковые диоды, устройство, принцип работы.

В системе электрооборудования применяют полупроводниковые приборы – диоды.

Полупроводниковый диод обладает свойством пропускать ток в одном направлении. Диод состоит из пластинки германия или кремния, в которую вплавлена капелька алюминия или индия. На границе между ними образуется переходный слой, имеющий одностороннюю направленность. Такие диоды применяют в качестве выпрямителей переменного тока.

## 47. Полупроводниковые триоды, устройство, принцип работы.

Полупроводниковый триод, называемый транзистором состоит из полупроводниковой пластинки – базы и двух наплавленных капель, образующих две зоны проводимости. Тот электрод (капля), к которому подводится напряжение, называется эмиттером, а другой, с которого снимается напряжение, называется коллектором. Управление проводимостью транзистора осуществляется при помощи тока, подводимого к базе. Транзисторы можно применять для усиления или прерывания тока.

## 48. Соединение источников электрической энергии.

Последовательное соединение – соединение, при котором минусовый вывод одного аккумулятора соединяют с плюсовым выводом другого аккумулятора . Среднее рабочее напряжение одного аккумулятора равно 2 В. Напряжение всех последовательно включенных аккумуляторов действует в одном направлении, общее напряжение аккумуляторной батареи будет равно сумме напряжений всех аккумуляторов.

## 49. Соединение потребителей электрической энергии.

Последовательное соединение – это такое соединение, при котором все потребители включены один за другим в одну линию. Поэтому по всем потребителям проходит ток одинаковой силы. При параллельном соединении к одной точке цепи подключают по одному выводу каждого потребителя, а к другой точке цепи другие выводы. Внешняя цепь имеет два разветвления, то есть две параллельные ветви. Оба потребителя находятся под одинаковым напряжением. Сила тока в цепи каждого потребителя зависит от величины его сопротивления.

## 50. Магниты.

Изготавливают магниты из сплава стали с другими металлами. Магнитное поле магнита имеет северный и южный полюсы. Между полюсами проходят магнитные линии, направление действия которых принято считать от северного полюса к южному. Магнит притягивает стальные и чугунные предметы. Полюсы магнита обладают наибольшей силой притяжения. Магнитные линии разноименных полюсов притягиваются к друг к другу, а одноименных отталкиваются. Магниты применяются в контрольно-измерительных приборах, транзисторной системе зажигания и др.