

Преподаватель		Денисенко Динара Фаритовна	
Наименование дисциплины		Основы электротехники	
Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрфикация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Общие сведения об электровакуумных приборах		
Форма и срок сдачи изученного материала		Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,	
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)		Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.	

Тема: Общие сведения об электровакуумных приборах

Электровакуумными приборами называются приборы, у которых явление тока связано с движением электронов в вакууме. Разряжение воздуха составляет менее 100 *мкПа*, характерное для высокого вакуума. Электронные приборы состоят из стеклянной колбы-баллона (в некоторых случаях из металла или специальной керамики), системы электродов и цоколя (или группы выводов). Внешние выводы электровакуумного прибора выполняют в виде штырьков. В некоторых приборах они укрепляются в пластмассовой оправке — цоколе, который приклеивается к баллону прибора. В электровакуумных приборах безцокольной конструкции штырьки ввариваются в утолщенную часть баллона прибора — ножку. Сверхминиатюрные лампы не содержат штырьков, вместо штырьков имеются гибкие луженые выводы.

Электровакuumные приборы предназначены для преобразования электрических величин, например, тока или напряжения, по форме, значению и частоте, преобразования оптического изображения в электрический ток специальной формы или наоборот (в телевизионных и осциллографических трубках).

Особую группу составляют генераторные усилительные, частотно-преобразовательные и другие лампы. Большинство из них работают в непрерывном режиме, промышленность выпускает лампы и для импульсного режима. В них протекают кратковременные токи — электрические импульсы, длительность которых обычно много меньше, чем промежутки между ними.

В зависимости от рабочих частот электрические лампы подразделяются на низкочастотные, высокочастотные и сверхвысокочастотные.

1. Двухэлектродная лампа — диод

Диод состоит из стеклянного или металлического баллона с двумя электродами — анодом и катодом. Различают диоды прямого накала и диоды косвенного накала (рис. 10.1, а, б). В диодах прямого накала нить накала является катодом, питается от батареи накала с напряжением в несколько вольт. Нагретый катод эмиттирует электроны, которые устремляются к аноду, если к электродам лампы приложено напряжение (рис. 10.1, в).

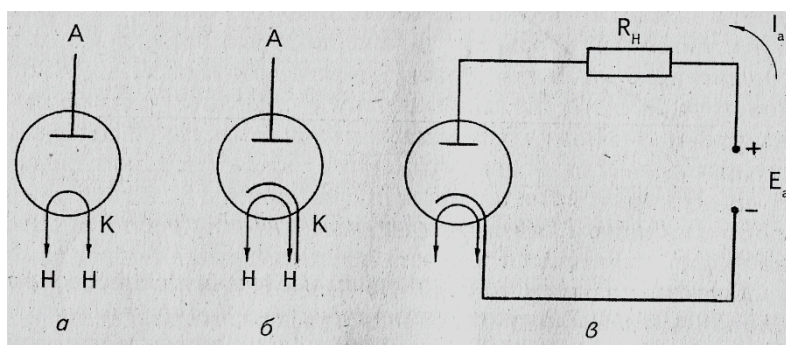


Рис. 10.1. Диод прямого накала (а); диод косвенного накала (б); схема включения диода (в)

Направление анодного тока в лампе противоположно направлению движения электронов. При изменении полярности анодного напряжения ток в анодной цепи будет равен нулю, т.е. диод обладает вентильными свойствами — пропускает ток только в одном направлении.

При открытом диоде анодный ток увеличивается с ростом анодного напряжения. Зависимость анодного тока от анодного напряжения $I_a = f(U_a)$ при постоянном по величине напряжении накала $U_n = \text{const}$ называется

анодной или вольт-амперной характеристикой (рис. 10.2). При отрицательном анодном напряжении анодный ток равен нулю, при $U_a = 0$ часть электронов достигает анода и в лампе протекает ток. Далее анодный ток возрастает с увеличением анодного напряжения по линейному закону до значения тока насыщения. При насыщении все электроны термоэмиссии достигают анода, дальнейшее увеличение тока лампы возможно за счет увеличения температуры катода, т.е. увеличения напряжения накала U_n .

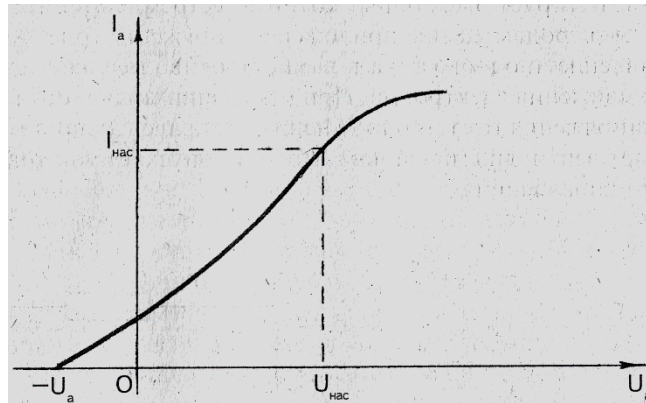


Рис. 10.2. Вольт-амперная характеристика диода

Основными параметрами диода являются: внутреннее сопротивление лампы R_i , крутизна характеристики S , допустимая мощность, выделяющаяся на аноде P_a , предельно допустимый анодный ток I_a , напряжения анода U_a и накала U_n , обратное напряжение $U_{обр}$. Все эти величины указываются в справочниках.

Внутренним или дифференциальным сопротивлением диода называют отношение бесконечно малого приращения напряжения к бесконечно малому приращению тока:

$$R_i = \Delta U_a / \Delta I_a$$

Крутизна характеристики - величина, обратная внутреннему сопротивлению диода

$$S = \Delta I_a / \Delta U_a = 1 / R_i$$

Выделяющаяся на аноде мощность $P_a = U_a I_a$ должна быть меньше допустимой мощности $P_{адоп}$, указанной в паспорте лампы.

Для каждой лампы указывается наибольшее допустимое обратное напряжение $U_{обр}$, которое может быть приложено к лампе в непроводящем направлении.

Система обозначения электровакуумных диодов означает следующее: первая (цифра) — напряжение накала; вторая (буква) — тип лампы: *Д* — диод, *Ц* — кенотрон, *Х* — двойной диод; третья (цифра) — порядковый номер

данного типа прибора; четвертая (буква) — конструктивное оформление: *С* — стеклянная миниатюрная пальчиковая, *Г*, *Б*, *Р* — стеклянные сверхминиатюрные, *Н* — металлокерамическая. Отсутствие четвертого знака (буквы) означает металлическую оболочку.

Диоды применяют для выпрямления переменного тока (кенотроны), для преобразования высокочастотных колебаний — детектирования, модулирования, преобразования частот.

2. Трехэлектродная лампа — триод

Триод в отличие от диода имеет третий электрод — сетку, которая располагается между анодом и катодом. Подавая на сетку напряжение, можно изменять количество электронов в потоке, т.е. управлять анодным током (рис. 10.3). Поэтому сетка называется управляющей.

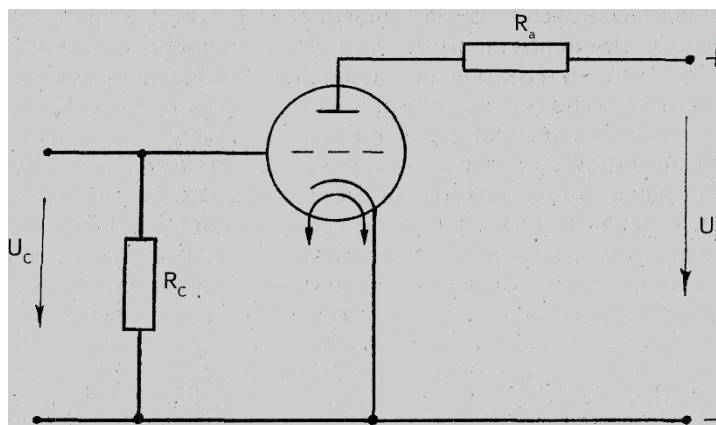


Рис. 10.3. Схема включения триода

Зависимость анодного тока от анодного напряжения $I_a = f(U_a)$ при $U_c = \text{const}$ называется анодной характеристикой (рис. 10.4, *а*). Если напряжение на сетке $U_c = 0$, то анодная характеристика аналогична ВАХ диода. При $U_c > 0$ характеристика располагается правее характеристики, полученной при $U_c = 0$, т.е. смещается в область более высоких напряжений, сохраняя форму и наклон.

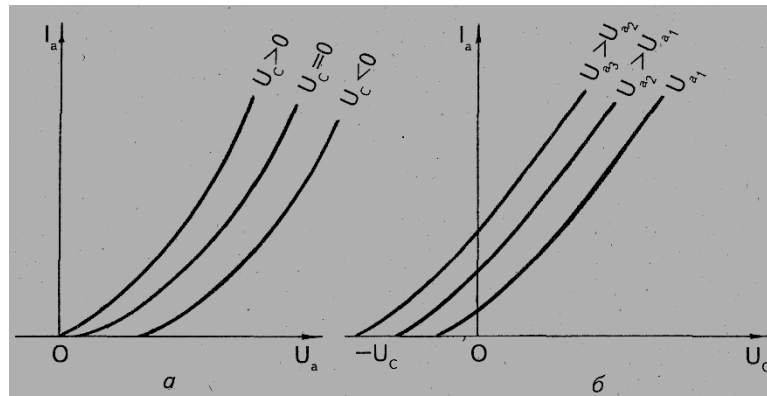


Рис. 10.4. Характеристики триода: анодные (а); анодно-сеточные (б) .

Совокупность анодных характеристик, снятых при различных сеточных напряжениях, называется семейством анодных характеристик.

Анодно-сеточные характеристики лампы $I_a = f(U_c)$, снимаются при неизменном анодном напряжении $U_a = \text{const}$. Чем больше анодное напряжение, тем больше должно быть отрицательное сеточное напряжение для запираия лампы (рис. 10.4, б).

В справочниках приводится семейство анодно-сеточных характеристик для каждой лампы.

К основным параметрам триода относятся: внутреннее сопротивление R_i , крутизна S и коэффициент усиления μ .

Внутренним, или дифференциальным, сопротивлением триода на переменном токе называется отношение приращения анодного напряжения ΔU_a к вызванному им приращению анодного тока ΔI_a при неизменном сеточном напряжении $U_c = \text{const}$:

$$R_i = \Delta U_a / \Delta I_a$$

Внутреннее сопротивление характеризует влияние анодного напряжения на анодный ток лампы.

Следует подчеркнуть различие между сопротивлением лампы на переменном токе R_i и сопротивлением лампы на постоянном токе R_o . R_i называют дифференциальным сопротивлением, а R_o — статическим, разница между значениями R_i R_o может быть весьма большой.

Крутизна S характеризует управляющее действие сетки, т.е. влияние сеточного напряжения U_c на анодный ток I_a . Если при постоянном анодном напряжении $U_a = \text{const}$ изменение сеточного напряжения ΔU_c изменяет анодный ток на ΔI_c , то

$$S = \Delta I_a / \Delta U_c$$

Коэффициентом усиления триода μ называется отношение изменения анодного ΔU_a и сеточного напряжения ΔU_c , при котором происходит одно и то же изменение анодного тока I_a :

$$\mu = \left| \frac{\Delta U_a}{\Delta U_c} \right|.$$

Основные параметры триода связаны следующим уравнением:

$$\mu = R_p S,$$

которое называется внутренним уравнением триода.

При работе триода на высоких частотах оказывают влияние межэлектродные емкости: сетка-катод $C_{ск}$, сетка-анод $C_{са}$, анод-катод $C_{ак}$, что затрудняет применение триода на высоких частотах.

Промышленность выпускает триоды прямого накала и с подогревным катодом (косвенного накала), двойные триоды — с двумя анодами, с двумя катодами и с двумя сетками в одном баллоне. В двойных триодах ставится экранирующая перегородка, которая заземляется для исключения взаимного влияния электродов.

3. Четырехэлектродная лампа — тетрод

Недостатки триода — малый коэффициент усиления и большая проходная емкость — устраняются в тетроде. Для этого между анодом и управляющей сеткой устанавливается экранирующая или экранирующая сетка, на которую подается положительный потенциал, равный половине анодного напряжения (рис. 10.5, а). Конденсатор C_3 служит для отвода переменной составляющей напряжения.

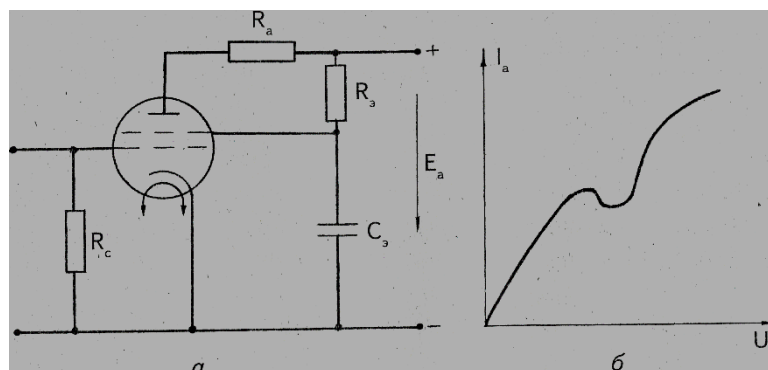


Рис. 10.5. Схема включения тетрода (а) и его анодная характеристика (б)

Недостатком тетрода является возникновение потока электронов вторичной эмиссии от анода к экранирующей сетке. Электроны, летящие с

большой скоростью к аноду, выбивают из его поверхности вторичные электроны, которые направляются к экранирующей сетке, создавая сеточный ток, направленный против анодного тока. На анодной характеристике появляется провал (рис. 10.5, б). Это явление называют динаatronным эффектом.

5. Пятиэлектродная лампа — пентод

В пентодах для устранения динаatronного эффекта устанавливают третью сетку — антидинаatronную, которую еще называют защитной, или пентодной. Третья сетка устанавливается между анодом и экранной сеткой, соединяется с катодом и находится под отрицательным потенциалом относительно анода (рис. 10.6). Она отталкивает электроны вторичной эмиссии обратно на анод, и ток вторичной эмиссии не возникает.

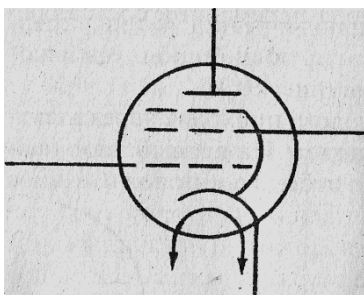


Рис. 10.6. Условное обозначение пентода на электрических схемах

Коэффициент усиления R_i и внутреннее сопротивление R пентода много больше, чем у тетрода.

6. Комбинированные и многоэлектродные лампы

Комбинированные и многоэлектродные лампы применяют для уменьшения габаритов электронных устройств и упрощения монтажа. К комбинированным лампам относятся диоды-триоды, триоды-пентоды и другие, имеющие в одном баллоне две системы электродов.

Многоэлектродные лампы — лампы, имеющие анод, катод и более трех сеток. Например, гексод — шестиэлектродная, гептод — семиэлектродная и октод — восьмиэлектродная лампы.

Преподаватель		Денисенко Динара Фаритовна	
Наименование дисциплины		Основы электротехники	
Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрфикация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Электрические сети		
Форма и срок сдачи изученного материала		Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,	
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)		Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.	

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

1. Классификация электрических сетей

Электрические сети служат для передачи электрической энергии от места ее производства к месту потребления. Различают сети высокого

напряжения свыше 1000 В и сети низкого напряжения до 1000 В, аналогичным образом различают и все электроустройства в этих сетях.

Для передачи электроэнергии применяют воздушные и кабельные линии. Воздушные линии выполняются голыми проводами (без изоляции), открыто проложенными на опорах по изоляторам. Согласно стандарту напряжение этих линий составляет 750, 500, 330, 220, 150, 110, 35, 20, 10 и 6 кВ.

Кабельные линии, прокладываемые в земле и под водой, применяют в основном при напряжении 6 и 10 кВ.

Кабелем называют один или несколько изолированных проводников, заключенных в герметическую оболочку из свинца, алюминия, полиэтилена. Для защиты оболочек кабеля от механических повреждений на них накладывают защитные покровы из стальных лент или проволок, называемых броней.

По назначению отдельные участки электрических сетей можно разделить на линии внешнего и внутреннего электроснабжения.

Линии внешнего электроснабжения передают энергию высокого напряжения на далекие расстояния от электростанции или подстанции энергосистемы к трансформаторной подстанции предприятия. Для передачи энергии на большие расстояния целесообразно использовать воздушные линии. Так как они требуют значительно меньших капитальных затрат на их оборудование, позволяют легко обнаруживать места повреждений и проводить ремонтные работы. Основным недостатком воздушных линий является подверженность опор, проводов и изоляторов различным повреждениям вследствие атмосферных явлений (гололеда, бурь, ударов молний) и других причин.

Кабельные линии для передачи энергии высокого напряжения используют в тех случаях, когда линия проходит по густо заселенной, застроенной местности или когда требуется особая надежность в эксплуатации. Необходимо учитывать, что кабельные линии дороже воздушных, при напряжении 6-35 кВ — в 2-3 раза, при напряжении 110 кВ — в 5-8 раз. Кабели напряжением 35 кВ бывают также газонаполненными с избыточным давлением инертного газа (обычно малоактивного азота). Кабели на напряжение 10 кВ выполняют маслонеполненными или газонаполненными.

Практически выбор того или иного способа распределения электрической энергии обуславливается главным образом величиной передаваемой мощности, величиной напряжения, протяженностью линии, характером местности, по которой проходит линия, необходимостью особой надежности и безопасности при ее эксплуатации.

Линии внутреннего электроснабжения служат для передачи электроэнергии от станций или подстанции предприятия к электроприемникам и для соединения подстанций предприятия. Связь между отдельными подстанциями предприятия и цеховыми, трансформаторными

подстанциями осуществляется кабельными линиями обычно при напряжении 6 кВ , проложенными в земле.

К линиям внутреннего электроснабжения относятся также все низковольтные линии напряжением до 500 В :

- линии, передающие энергию от распределительных щитов или подстанций к цеховым распределительным пунктам (РП);
- распределительные линии от РП к электроприемникам цехов;
- наружные проводки для питания различных временных и осветительных установок, расположенных на территории предприятия.

Распределительная сеть (внутренняя проводка) проходит внутри зданий и выполняется изолированным проводом. В особых случаях внутри зданий применяют кабели или провода, заключенные в газовые трубы. Так прокладываются провода в пожаро- и взрывоопасных цехах, например, в производственных помещениях элеваторов, мельниц, крупяных и комбикормовых заводов, во многих цехах химических, целлюлозно-бумажных заводов и текстильных фабрик. Силовая распределительная сеть, идущая от РП к отдельным двигателям трехфазного переменного тока, в основном к асинхронным, является трехпроводной трехфазной линией с линейным напряжением 380 В .

Групповая осветительная распределительная сеть может быть выполнена двухпроводной (фаза и нулевой провод), трехпроводной (две фазы и нулевой провод) и четырехпроводной (три фазы и нулевой провод). При напряжении распределительной сети 220 В и протяженности её до 100 м (не считая ответвлений к лампам) экономически более целесообразно применение двухпроводных линий с нагрузкой на каждую группу не выше $10\text{-}15\text{ А}$ при обслуживании ею до 20 светильников. При более длинных распределительных сетях применяют трех- и четырехпроводную линию с нагрузкой до $10\text{-}15\text{ А}$ на фазу.

Определив по светотехническому расчету количество ламп, и зная допускаемую нагрузку на одну фазу ($10\text{-}15\text{ А}$), определяют число групп и количество необходимых распределительных щитков. При распределении ламп по группам должна обеспечиваться равномерная нагрузка всех фаз трехфазной системы.

2. Требования, предъявляемые к электрическим сетям, и выбор сечения проводов

Любая электрическая сеть должна быть рассчитана так, чтобы обеспечивались следующие условия:

- нагрев током проводов и кабелей не должен достигать значений, опасных для целостности их изоляции;
- потери напряжения и мощности в сети не должны превышать пределов, при которых нарушается нормальная работа потребителей и эксплуатация становится экономически невыгодной;

- провода сети должны обладать механической прочностью (для воздушных линий электропередач);
- должна обеспечиваться безопасность для обслуживающего персонала.

В практических расчетах при выборе проводов, исходя из условий нагрева, пользуются готовыми таблицами допустимых токовых нагрузок, составленными на основании теоретических расчетов и результатов испытаний проводов на нагревание (см. прил. 3).

Величина напряжения на зажимах электроприемника определяет качество его работы. Для наилучшей работы электроприемника напряжение на его зажимах должно быть номинальным. Однако наличие электрической сети, связывающей источник электрической энергии с электроприемником, приводит к уменьшению напряжения на потребителях. Эти отклонения от номинального напряжения не должны превышать определенных величин, установленных правилами устройства электрических установок. Так, например, отклонение (уменьшение) напряжения в осветительной сети у наиболее отдаленной лампы не должно превышать $2,5\% U_{ном}$, для силовой сети, питающей электроэнергией двигателя, эта величина составляет $5\% U_{ном}$.

Для того чтобы представить, какое значение имеет колебание напряжения на зажимах электроприемника, следует помнить, что снижение светового потока у лампы накаливания пропорционально квадрату снижения напряжения, для двигателя постоянного тока момент на валу пропорционален напряжению, для трехфазного асинхронного двигателя $M = U^2$.

Из вышеизложенного следует, что расчет сети на потерю напряжения сводится к определению потери напряжения в линии, сечение проводов которой выбирается по условиям нагрева, и сравнению полученной величины с величиной напряжения, допускаемой нормами.

Под потерей напряжения в электрической линии постоянного тока понимают разность между напряжением U в начале и напряжением $U_{нагр.}$ в конце линии (рис. 8.1). Длина линии — l , нагрузка на конце линии — P .

Потеря напряжения в линии определяется выражением:

$$\Delta U = U - U_{нагр.}$$

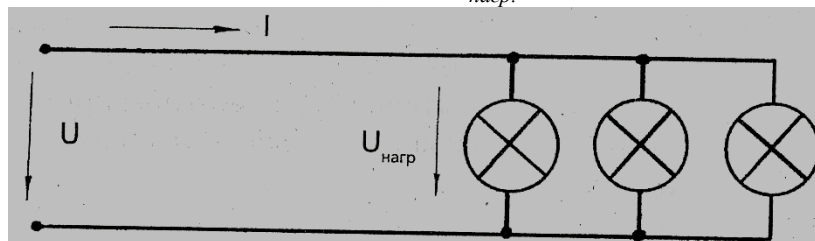


Рис. 8.1. Схема электрической линии постоянного тока

Ток в линии

$$I = P/U.$$

Сопротивление каждого провода линии

$$R_x = \frac{l}{j \cdot S},$$

где j — удельная проводимость материала линии; S — сечение проводника линии.

Потеря напряжения в линии

$$\Delta U = 2IR_{\lambda} = \frac{2 \cdot I \cdot l}{j \cdot S}.$$

Полученная формула позволяет определить потерю напряжения в линии, выраженную в вольтах, что неудобно при практических расчетах, поскольку потеря напряжения нормируется в процентах. Учитывая это, можно получить следующую расчетную формулу:

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_{nom}} \cdot 100\% = \frac{200Pl}{jSU_{nom}},$$

где U_{nom} — номинальное напряжение потребителя электрической энергии.

Если нагрузка на конце линии задана в виде мощности, удобно пользоваться следующей формулой:

$$\Delta U \% = \frac{200Pl}{jSU_{nom}^2}.$$

Для облегчения усвоения материала рассмотрим пример расчета электрической линии постоянного тока по условиям нагрева и по потере напряжения.

Преподаватель		Денисенко Динара Фаритовна	
Наименование дисциплины		Основы электротехники	
Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрфикация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Электрические измерения		
Форма и срок сдачи изученного материала		Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,	
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)		Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.	

Тема: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

1. Общие сведения

Измерением называют процесс определения значения физической величины с помощью специальных технических средств — приборов.

Электроизмерительные приборы подразделяются на приборы непосредственного отсчета и приборы сравнения.

Приборы непосредственного отсчета имеют проградуированную шкалу в единицах измеряемой величины (стрелочные амперметры и вольтметры).

Приборы сравнения позволяют сравнивать измеряемую величину с мерой — образцом измеряемой величины (измерительные мосты). Эти приборы более точные, но требуют большего времени для измерения.

Электроизмерительные приборы, показания которых являются непрерывными функциями измеряемых величин, называются аналоговыми.

Измерительные приборы, автоматически вырабатывающие дискретные сигналы измеряемой информации, показания которых представлены в цифровой форме, называются цифровыми.

Если прибор не только показывает значение измеряемой величины, но и регистрирует ее (или только регистрирует), то такой прибор называют регистрирующим. Самопишущие приборы записывают результаты измерений в форме диаграммы.

Интегрирующие приборы суммируют показания измеряемых величин по времени или по другой независимой переменной (счетчик электрической энергии).

2. Погрешности измерений

Пользование измерительными приборами с целью определения действительного значения A_0 измеряемой величины сопровождается погрешностью измерения и приводит к показываемому прибором результату измерения $A_{приб}$, отличному от A_0 .

Абсолютной погрешностью ΔA называется разность между показанием прибора $A_{приб}$ и действительным значением A_0 измеряемой величины:

$$\Delta A = A_{приб} - A_0.$$

Поправкой a называется величина, которую следует алгебраически прибавить к показанию прибора, чтобы получить действительное значение измеряемой величины:

$$a = -\Delta A.$$

Относительной погрешностью измерения β называется отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, обычно выражаемое в процентах:

$$\beta = \Delta A / A_0 * 100\%.$$

Относительная погрешность измерения показывает, насколько точно определена при помощи прибора искомая величина A_0 , но не характеризует степень точности самого прибора.

Приведенной погрешностью прибора J называется выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности ΔA к наибольшему значению A_n измеряемой величины, на которое градуирована шкала прибора, т.е. к верхнему пределу измерения прибора, являющемуся номинальным значением измеряемой величины, на которое рассчитан прибор:

$$J = \Delta A / A_n * 100\%.$$

Рассмотрим пример, практически иллюстрирующий смысл относительной и приведенной погрешностей. Пусть напряжение, действительное значение которого равно $U_d = 60 \text{ В}$, измеряется одновременно двумя вольтметрами, один из которых рассчитан на $U_{н1} = 75 \text{ В}$, а другой — на $U_{н2} = 300 \text{ В}$, причем абсолютная погрешность первого и второго вольтметра одинаковы и равны: $\Delta U_1 = \Delta U_2 = 3 \text{ В}$. Точность определения напряжения в обоих случаях

$$\beta_1 = \frac{\Delta U_1}{U_d} \cdot 100\% = \frac{3}{60} \cdot 100\% = 5\%,$$

$$\beta_2 = \frac{\Delta U_2}{U_d} \cdot 100\% = \frac{3}{60} \cdot 100\% = 5\%$$

получается одинаковой.

Приведенные погрешности соответственно равны

$$J_1 = \frac{\Delta U_1}{U_{н1}} \cdot 100\% = \frac{3}{75} \cdot 100\% = 4\%,$$

$$J_2 = \frac{\Delta U_2}{U_{н2}} \cdot 100\% = \frac{3}{300} \cdot 100\% = 1\%,$$

т.е. первый вольтметр, рассчитанный на 75 В и дающий абсолютную погрешность 3 В , является менее точным, чем второй вольтметр, допускающий ту же погрешность 3 В при пределе измерения 300 В .

Погрешности ΔA , β и J , также как и поправка Δa , могут быть как положительными, так и отрицательными.

Каждому измерительному прибору присуще, как правило, постоянство или изменение в весьма незначительных пределах абсолютной погрешности ΔA вдоль всей его шкалы. Относительная погрешность измерения β по мере уменьшения значений измеряемой величины и приближения к нулю шкалы прибора не остается постоянной, а увеличивается, стремясь к бесконечности. Поэтому при оценке степени точности приборов ГОСТ нормирует приведенную, а не относительную погрешность. Согласно стандарту по степени точности приборы разделяются на следующие восемь классов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 и 4,0, каждый из которых представляет собой взятую без знака ($\pm$) процентную норму, в которую должна уложиться приведенная погрешность J для любых значений измеряемой величины в пределах рабочей части шкалы прибора. Для счетчиков активной энергии шкалы классов точности несколько другая: 0,5; 1,0; 2,0; 2,5. Цифра, обозначающая класс точности, указывается на шкале прибора.

Постоянной прибора, или ценой деления называется число, на которое должно быть умножено указываемой стрелкой прибора количество безразмерных делений или угловых градусов шкалы (на которые она градуирована), для того чтобы получить значение измеряемой прибором величины, выраженное в именованных единицах — вольтах, амперах, ваттах и т.д. Цена деления прибора C может быть найдена как отношение

$$C = A_n / \alpha_{max}$$

где α_{max} - максимальное число делений шкалы прибора.

Если шкала прибора градуирована непосредственно к именованным единицам, то понятие цены деления теряет практический смысл, так как в этом случае $C = 1$.

Чувствительностью прибора называется отношение числа делений или градусов, на которое перемещается указатель (стрелка) прибора, к изменению измеряемой величины, вызвавшему это перемещение. Для прибора, имеющего равномерную шкалу, чувствительность S может быть определена как

$$S = \alpha_{max} / A_n$$

В этом случае S остается одинаковой вдоль всей шкалы прибора и представляет собой величину, обратную цене деления. При неравномерной шкале для каждой из ее точек чувствительность определяется как отношение элементарного углового перемещения $\Delta\alpha$ указателя (стрелки) к вызвавшему его элементарному приращению ΔA измеряемой величины, т.е.

$$S = \left| \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta A} \right|.$$

Порогом чувствительности прибора называется наименьшее значение измеряемой или контролируемой прибором физической величины, способное вызвать заметное изменение показания прибора.

Погрешность, которая присуща данному прибору при нормальных условиях его работы, являющаяся следствием несовершенства его конструкции и выполнения, например, следствием трения в опорах подвижной части, неточности градуировки или вычерчивания шкалы и т. п., называется основной погрешностью. Погрешности, обусловленные влиянием на показания прибора различных внешних факторов, например, температуры среды, магнитных полей и т.п., называются дополнительными погрешностями. Основная и дополнительные погрешности вместе с погрешностями, обусловленными личными свойствами человека, производящего эксперимент, составляют группу систематических погрешностей, которые при повторных измерениях остаются постоянными или же изменяются по определенному закону. Влияние систематических погрешностей может быть исключено введением соответствующих поправок. Кроме того, при измерении возможны также случайные погрешности, величины, природа и закономерность которых остаются неизвестными, и ошибки, приводящие к грубым искажениям результатов измерений и являющиеся обычно следствием неправильного отсчета по шкале прибора, неверной записью наблюдений и т.п.

В целях уменьшения дополнительных погрешностей приборов измерительные механизмы, имеющие слабые собственные магнитные поля, защищают от влияния внешних магнитных полей посредством экранирования.

3. Классификация электроизмерительных приборов

В соответствии со стандартом электроизмерительные приборы классифицируются по следующим признакам:

1. По роду измеряемой величины: вольтметры, амперметры, ваттметры и т.д. На шкале прибора наносят полное наименование прибора или первую латинскую букву измеряемой величины, например: вольтметр — *V*, амперметр — *A*, ваттметр — *W*.

2. По роду тока: постоянный (-), однофазный переменный (~), постоянный и переменный ($\approx$); трехфазный ($\approx$), трехфазный при несимметричной нагрузке фаз ($\approx$). Указывается также рабочая частота или диапазон частот. Если частота не указана, то прибор предназначен для работы в цепях с частотой 50 Гц.

3. По принципу действия измерительного механизма — магнитоэлектрический , электромагнитный , выпрямительный , электродинамический , индукционный , ферродинамический  и т.д.

4. По классу точности - обозначают цифрой, равной допускаемой приведенной погрешности, выраженной в процентах.

Приборы классов точности от 0,05 до 0,5 называют лабораторными, а от 1 до 4 — техническими.

5. По степени защиты от внешних магнитных и электрических полей — I категории и II категории.

4. Измерение токов

Прибор для измерения силы тока — амперметр — включается последовательно с нагрузкой (рис.1). При таком включении весь измеряемый ток проходит через прибор. Для того чтобы включение амперметра не оказывало влияния на режим работы цепи, амперметры выполняют с весьма малым внутренним сопротивлением (десятые, сотые доли ома). Наименьшая погрешность измерений получается при $R_A \ll R_{\text{нагр}}$.

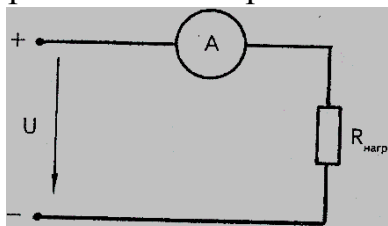


Рис.1. Схема включения амперметра

Для расширения пределов измерения амперметров применяются шунты (рис.2).

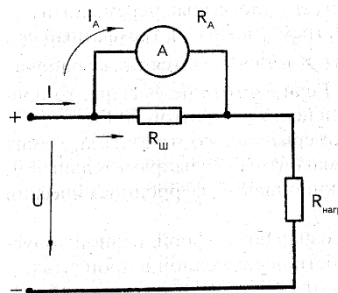


Рис.2. Схема включения амперметра с шунтом

Шунт — это сопротивление, выполненное из провода высокого сопротивления (манганина или константана) и включаемое параллельно амперметру. Шунты бывают внутренние и наружные. Внутренние встраиваются в амперметры, обычно на токи до 50 А, а наружные подключаются на клеммы прибора.

Согласно первому закону Кирхгофа, ток $I = I_{ш} + I_A$ (см. рис.2). Напряжения на шунте и амперметре равны:

$$I_{ш} R_{ш} = I_A R_A,$$

$$\text{откуда } I_{ш} = I_A \frac{R_A}{R_{ш}},$$

следовательно,

$$I_{ш} = I_A \frac{R_A}{R_{ш}} + I_A = I_A \left(\frac{R_A}{R_{ш}} + 1 \right) = I_A \cdot n$$

где $n = I/I_A$ — шунтовой коэффициент, который показывает во сколько раз увеличивается предел измерения амперметра.

5. Измерение напряжений

Вольтметр включается параллельно нагрузке (рис.3). Для обеспечения минимальной погрешности измерений внутреннее сопротивление вольтметра R_V должно быть намного больше сопротивления нагрузки $R_{нагр}$. Внутреннее сопротивление вольтметра составляет десятки и сотни килоОм. У цифровых приборов оно измеряется в мегаОмах. Для расширения пределов измерения вольтметра применяются добавочные сопротивления, которые включаются последовательно с обмоткой вольтметра (рис.4). Напряжения на вольтметре и добавочном сопротивлении прямо пропорциональны их сопротивлениям

$$\frac{U_{доб}}{U_V} = \frac{R_{доб} I_V}{R_V I_V} = \frac{R_{доб}}{R_V},$$

$$\text{откуда } U_{доб} = \frac{R_{доб}}{R_V} U_V.$$

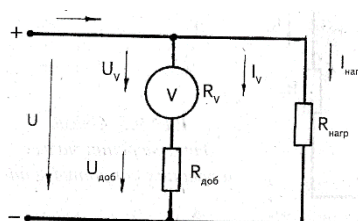
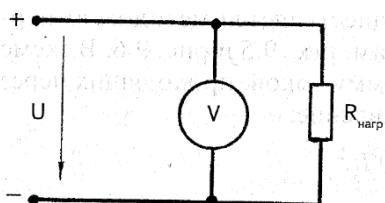


Рис.3. Схема включения вольтметра

Рис. 9.4. Схема включения вольтметра с добавочным сопротивлением

Согласно второму закону Кирхгофа

$$U = U_v + U_{доб} = U_v + \frac{R_{доб}}{R_v} U_v = \left(1 + \frac{R_{доб}}{R_v} \right) U_v = n \cdot U_v,$$

где $n = 1 + R_{доб} / R_v = U / U_v$ — множитель, показывает во сколько раз увеличивается предел измерения вольтметра.

В вольтметре с пределом измерения до 600 В добавочные сопротивления встраиваются внутрь прибора, а свыше 600 В применяются наружные сопротивления.

6. Измерение сопротивлений

Все сопротивления условно делятся по величине на три класса:

1. Малые, до 1 Ома.
2. Средние, от 1 Ома до 100 000 Ом.
3. Большие, свыше 100 000 Ом.

Измерение сопротивлений осуществляется методом амперметра и вольтметра по двум схемам: рис.5 и рис.6. В схеме рис.5 амперметр показывает сумму токов, проходящих через вольтметр, и измеряемое сопротивление:

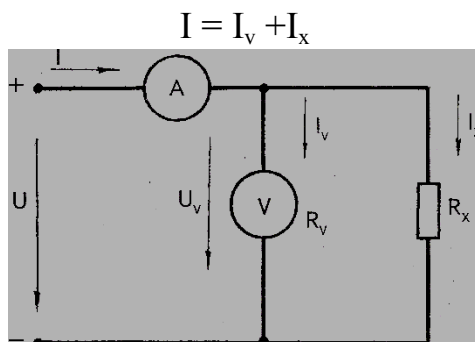


Рис.5. Схема для измерения малых и средних сопротивлений

По закону Ома измеряемое сопротивление

$$R_x = \frac{U_v}{I_x} = \frac{U_v}{I - I_v} = \frac{U_v}{I - \frac{U_v}{R_v}},$$

где U_v — показание вольтметра;

I — показание амперметра;

R_v — внутреннее сопротивление вольтметра, обозначаемое на шкале прибора.

Наибольшая точность измерений наблюдается при $R_v \gg R_x$.

В схеме рис.6 амперметр показывает ток, проходящий через измеряемое сопротивление R_x , вольтметр измеряет напряжение

$$U = U_A + U_x = IR_A + IR_x,$$

откуда

$$R_x = \frac{U - IR_A}{I} = \frac{U}{I} - R_A,$$

где U - показание вольтметра;

I - показание амперметра;

R_A - внутреннее сопротивление амперметра, указываемое на шкале прибора.

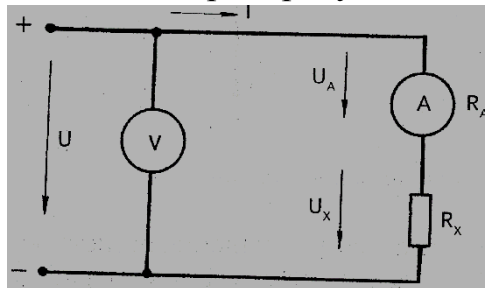


Рис.6. Схема для измерения средних и больших сопротивлений

Наибольшая точность измерений получается при $R_x \gg R_A$.

Мостовая схема предназначена для измерения средних и больших сопротивлений (рис.7), позволяет более точно производить процесс измерения. Мост состоит из четырех резисторов, величину одного из них требуется определить, например $R_1 = R_x$. В одну диагональ моста включается источник постоянного напряжения, а в другую — высокочувствительный прибор магнитоэлектрической системы — гальванометр. Резисторы R_x и R_2 соединены последовательно, по ним протекает один и тот же ток $I_{1,2}$. Резисторы R_3 и R_4 также соединены последовательно, по ним протекает ток $I_{3,4}$.

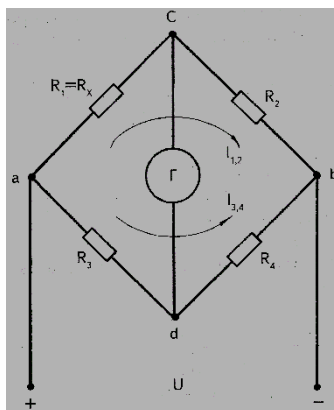


Рис.7. Мостовая схема измерения сопротивлений

При измерении сопротивления R_x , сопротивления резисторов R_2 , R_3 и R_4 регулируем таким образом, чтобы установить равновесие моста, при этом

$U_{ac} = U_{ad}$ и $U_{cb} = U_{db}$, потенциалы точек c и d равны, поэтому гальванометр показывает ноль.

Условие равновесия моста

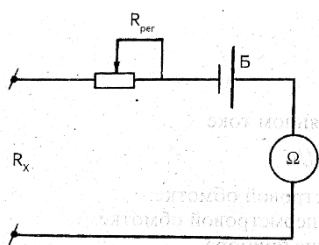
$$R_x R_4 = R_2 R_3$$

откуда

$$R_x = R_2 R_3 / R_4.$$

Сняв отчет R_2 , R_3 и R_4 , определяем значение R_x .

Прибор непосредственного отсчета сопротивлений — омметр — состоит из источника питания постоянного



тока (батареи), регулировочного резистора $R_{рег}$ и миллиамперметра магнитоэлектрической системы (рис.8). Шкала прибора градуируется в омах.

Рис.8. Схема омметра

Перед измерением зажимы R_x замыкаются накоротко, и регулировочным резистором $R_{рег}$ выставляется ноль на шкале прибора. Затем подключается измеряемое сопротивление и снимается отсчет.

Приборы непосредственного отсчета более удобны в эксплуатации, но менее точны, чем приборы сравнения.

7. Измерение активной мощности в цепях постоянного и однофазного переменного токов

Приборы для измерения активной мощности (мощности, которая совершает полезную работу) электродинамической или ферродинамической систем включаются по схеме рис.9. Ваттметр имеет две обмотки — вольтметровую или параллельную и токовую или последовательную. Начало обмоток обозначают точками, так как ваттметр — прибор полярный, то начало обмоток соединяют вместе и подключают обычно к одному из сетевых проводов.

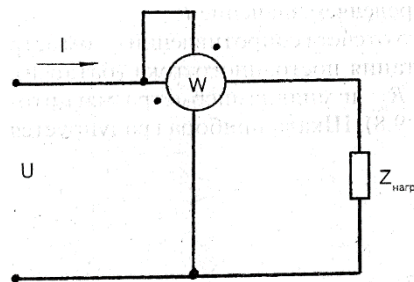


Рис.9. Схема включения ваттметра

Показание прибора на постоянном токе

$$P = UI,$$

где U — напряжение на вольтметровой обмотке; I — ток, протекающий по амперметровой обмотке. На переменном токе показание прибора

$$P = UI \cos(\hat{U}\hat{I}),$$

где $\cos(\hat{U}\hat{I})$ — значение косинуса угла между напряжением и током.

Цена деления ваттметра зависит от предела измерения по напряжению $U_{пред}$, предела измерения по току $I_{пред}$ и от числа делений шкалы α_{max} :

$$C = \frac{U_{пред} \cdot I_{пред}}{\alpha_{max}}.$$

8. Измерение активной мощности в трехфазных цепях

Измерение активной мощности в четырехпроводной цепи осуществляется тремя ваттметрами, включаемыми по схеме рис.10. Каждый ваттметр измеряет мощность одной фазы. Активная мощность трехфазной цепи равна сумме показаний трех ваттметров:

$$P = P_A + P_B + P_C.$$

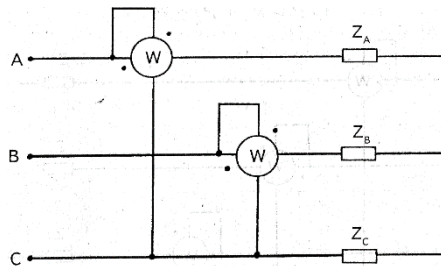


Рис.10. Схема измерения активной мощности в четырехпроводной трехфазной цепи

При симметричной нагрузке, когда $Z_A = Z_B = Z_C$, для измерения мощности трехфазной цепи достаточно включения одного ваттметра в любую из фаз, например, в фазу A :

$$P = 3P_A.$$

В трехфазной трехпроводной цепи мощность измеряется двумя ваттметрами (рис.11), независимо от схемы соединения нагрузки. Ваттметр, включенный в фазу A , измеряет ток фазы A и линейное напряжение U_{AC} . Токовая обмотка ваттметра фазы B включена в линейный провод B , а обмотка напряжения — на линейное напряжение U_{BC} .

Мощность трехфазной цепи равна алгебраической сумме показаний двух ваттметров:

$$P = P_A + P_B = U_{AC} I_A \cos(30^\circ - \varphi) + U_{BC} I_B \cos(30^\circ + \varphi).$$

Углы сдвига по фазе $\psi_A = 30^\circ - \varphi$ между векторами $\bar{U}_{AC}$ и $\bar{I}_A$ и $\psi_B = 30^\circ + \varphi$ между $\bar{U}_{BC}$ и $\bar{I}_B$ определяем по векторной диаграмме рис.12.

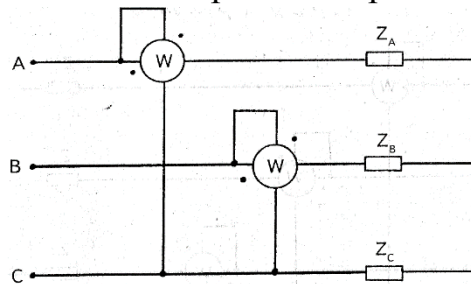


Рис.11. Схема измерения активной мощности в трехфазной трехпроводной цепи

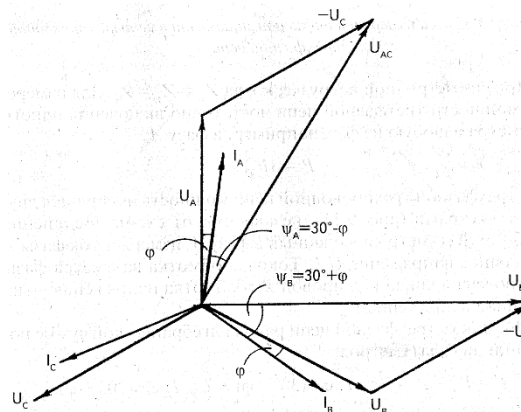


Рис.12. Векторная диаграмма для метода двух ваттметров

При $\varphi = 0$ показания ваттметров одинаковы, при $\varphi = 60^\circ$ показания одного из ваттметров равны нулю и вся мощность регистрируется другим ваттметром, при $\varphi > 60^\circ$ показания одного из ваттметров отрицательны (рис. 13).

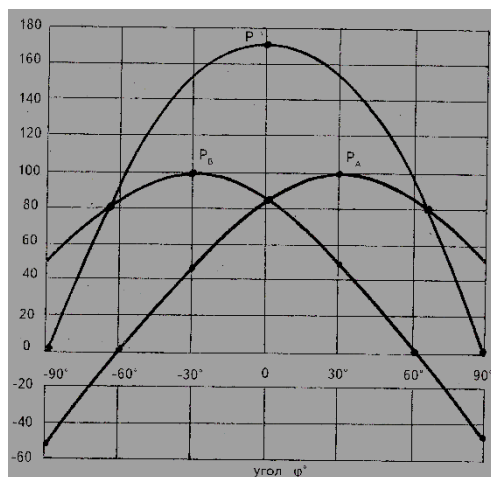


Рис. 13. Показания ваттметров в процентах номинальной мощности при симметричной нагрузке

Промышленность выпускает трехфазные ваттметры для измерения мощности в четырехпроводных и трехпроводных трехфазных цепях.

9. Измерение энергии

Схемы включения счетчиков электрической энергии в однофазных и трехфазных цепях переменного тока ничем не отличаются от схем включения ваттметров.

На шкале счетчика активной энергии указываются номинальные напряжения и частота, диапазон токов, у которого меньшая цифра является номинальным током, а верхняя — максимальным током, число оборотов диска на $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$, например, $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 2500$ оборотов диска.

Величина потребляемой энергии определяется разностью отсчетов по счетному механизму в конце и в начале временного периода.

10. Электрические измерения неэлектрических величин

Неэлектрическая величина X с помощью датчика может быть преобразована в электрическую величину Y — напряжение, ток частоту и т. д. (рис. 9.14). С выхода датчика электрическая величина подается на усилители и далее — на измерительный прибор (вольтметр, амперметр), шкала которого градуируется в единицах измеряемой величины. В некоторых схемах усилитель или источник питания могут отсутствовать.

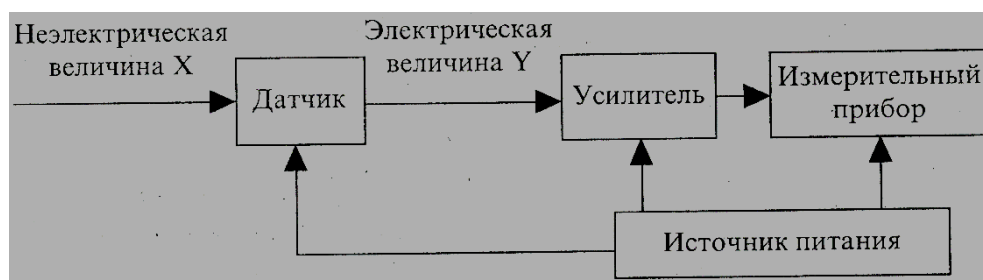


Рис. 9.14. Схема измерения неэлектрической величины

Датчики-преобразователи делятся на две группы: параметрические и генераторные.

К параметрическим датчикам относятся:

- **реостатные** (рис. 9.15, а), которые используются для преобразования угловых и, линейных перемещений.

Датчик состоит из обмотки на каркасе и щетки. Форма каркаса зависит от характера измеряемого перемещения и других факторов, может иметь вид прямоугольника, цилиндра, призмы и т.д. Для изготовления каркасов применяются диэлектрики - гетинакс, пластмасса и керамика. Проволока для обмотки выполняется из сплавов. Дешевым и часто используемым материалом является константан. При высоких температурах применяются нихром и фехраль. Щетка (движок) выполняется из проволок или из плоских пружинящих полосок.

Достоинство реостатных преобразователей состоит в получении значительного выходного сигнала при сравнительно простой конструкции. Недостаток — наличие скользящего контакта;

- **тензометрические** (проволочные) преобразователи (рис. 9.15,б) используют зависимость электрического сопротивления проводника от механического воздействия. Датчик состоит из тонкой проволоки высокого сопротивления на подложке.

Достоинством этого типа преобразователей являются малые габариты и вес, простота конструкции, надежность и сравнительно высокая точность, недостатком — малая чувствительность.

Тензометрические датчики используются для измерения деформаций, усилий, давлений и т.д.;

- **терморезисторные** (рис. 9.15, в), принцип действия которых основан на зависимости электрического сопротивления проводника или полупроводника от температуры.

Полупроводниковые терморезисторы (термисторы) имеют более высокую чувствительность, так как температурный коэффициент электрического сопротивления в 10-15 раз выше, чем у проводниковых материалов. Недостатком термисторов является нелинейный характер функций преобразования.

Термисторные преобразователи применяются для измерения температур, скорости движения газов, измерения вакуума и т.д.;

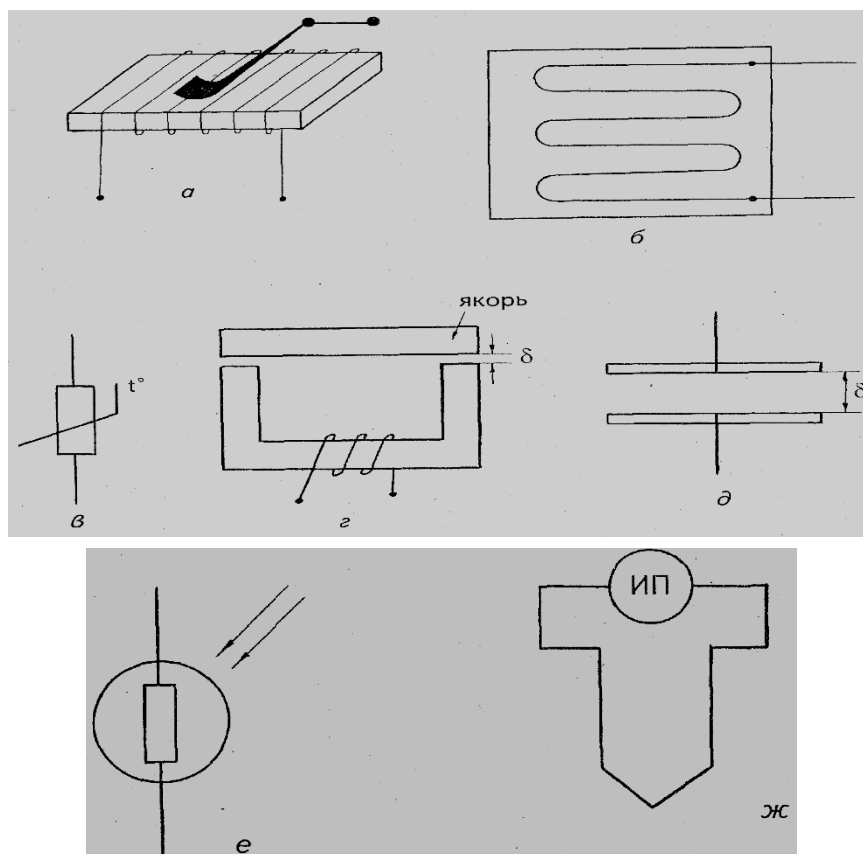


Рис. 9.15. Измерительные преобразователи: а — реостатный; б — тензометрический; в — терморезисторный; г — индуктивный; д — емкостный; е — фоторезисторный; ж — термоэлектрический

- **индуктивные**, используют зависимость изменения индуктивности от положения отдельных элементов магнитопровода, например, якоря (рис. 9.15, г). С изменением зазора δ изменяется и индуктивность.

Индуктивные преобразователи используются для измерения механической силы, давления, линейного и углового перемещений;

- **емкостные** — принцип действия основан на изменении емкости конденсатора (рис. 9.15, д). Как известно, емкость конденсатора зависит от размеров пластин, расстояния между пластинами δ и диэлектрической проницаемости диэлектрика между ними.

Применяются для измерения мелких перемещений, силы, давления, уровня жидкости, влажности и т.д.;

- **фоторезисторные** (рис. 9.15, е). Фоторезистор — полупроводниковый прибор, сопротивление которого зависит от интенсивности падающего на него светового потока.

Применяются для измерения прозрачности жидкостей и газов.

В генераторных преобразователях измеряется неэлектрическая величина, преобразуется в э.д.с. Наибольшее распространение получили следующие преобразователи:

- **термоэлектрические** — основаны на термоэлектрическом эффекте, возникающем в цепи термопары (рис. 9.15, ж), состоящей из двух разнородных проводников.

Шкала измерительного прибора градуируется непосредственно в единицах измеряемой величины — °С;

- **индукционные** — в основном это микрогенераторы постоянного и переменного тока, предназначенные для измерения частоты вращения (тахометры);

- **пьезоэлектрические** — основаны на использовании прямого пьезоэлектрического эффекта, заключающегося в появлении э.д.с. на поверхности некоторых кристаллов, например, кварца, под влиянием механических напряжений.

Преподаватель		Денисенко Динара Фаритовна	
Наименование дисциплины		Основы электротехники	
Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Цифровые электронные вычислительные машины. микропроцессоры и микроЭВМ		
Форма и срок сдачи изученного материала		Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419 @gmail.com ,	

Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)	Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.
---	--

ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ. МИКРОПРОЦЕССОРЫ И МИКРОЭВМ

СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

В современной вычислительной технике наряду с десятичной широко применяются другие системы счисления. Все эти системы относятся к позиционным, обеспечивающим наиболее экономную запись чисел и формализацию арифметических операций.

Принцип построения всех позиционных систем одинаков: выбирают основание a , для записи первых чисел натурального ряда выбирают a — 1 различных символов, например 1, 2, 3, 4, 5, которые называют цифрами, отсутствие единиц того или иного разряда обозначают символом 0, основание системы всегда записывают как 10, в записи числа указывают, сколько в нем содержится единиц (первый разряд, 10^0), сколько оснований, возведенных в первую степень (второй разряд, 10^1), сколько оснований, возведенных во вторую степень (третий разряд, 10^2), и т. д.

Например, в десятичной системе счисления запись 2095 означает $2 \cdot 10^3 + 0 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$, т. е. число состоит из двух тысяч, девяти десятков и пяти единиц. В шестеричной системе счисления запись 125 означает $1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$, т. е. число состоит из одной тридцатшестерки, двух шестерок и пяти единиц (10 в шестеричной системе означает шесть).

Возникновение десятичной системы, вероятно, связано с наличием десяти пальцев на руках человека, которые мы и сейчас еще используем для счета (загибая соответствующее их количество). У десятичной системы нет специфических преимуществ, но историческая традиция и привычка,

вырабатываемая у каждого человека с детства, делают эту систему практически незаменимой. Поэтому, используя для вычислений другие системы счисления, конечный результат всегда представляют в десятичной системе.

С точки зрения структуры все позиционные системы идентичны, однако некоторые из них имеют определенные преимущества. Так, основание двенадцатеричной системы следует считать более «круглым», чем основание десятичной, так как оно имеет четыре делителя.

Наиболее экономичной по количеству требуемых для записи чисел разрядосимволов является троичная система. Преимущество восьмеричной системы — ее простая связь с двоичной.

Двоичная система счисления занимает особое положение: это система с наименьшим возможным основанием (для записи чисел требуется всего два символа), выполнение арифметических операций над числами максимально упрощено.

Именно возможность изображать числа с помощью всего двух символов — 1 и 0 — делает эту систему предпочтительной для цифровых электронных вычислительных машин. Числа в двоичной системе могут быть представлены последовательностью импульсов: наличие импульса соответствует единице, его отсутствие — нулю. При этом существенные колебания высоты отдельных импульсов, неизбежные вследствие помех, не приводит к сбою в вычислениях. Важно, чтобы импульс не был потерян полностью.

ПЕРЕВОД ЧИСЕЛ ИЗ ОДНОЙ СИСТЕМЫ В ДРУГУЮ

В двоичной системе любое число записывается с помощью одной цифры и знака 0, обозначающего разряд, в котором цифра отсутствует. Попробуем записать некоторые числа в двоичной системе счисления, при этом называть их будем в десятичной системе.

0 — первый разряд не содержит единицы: записано «число» 0.

1 — первый разряд содержит единицу: записано число 1.

10 — первый разряд не содержит единицы, второй разряд содержит единицу: записано число 2 (основание системы в первой степени).

11 — записано число 3 (одна двойка + одна единица).

100 — записано число 4 (одна четверка или основание во второй степени).

101 — число 5 (одна четверка + одна единица).

110 — число 6 (одна четверка + одна двойка).

Далее: $111_2 = 7_{10}$, $1000_2 = 8_{10}$, $1001_2 = 9_{10}$, $1010_2 = 10_{10}$, $1011_2 = 11_{10}$ и т. д. Здесь индекс при числе указывает основание системы.

Если в десятичной системе каждая единица разряда слева в десять раз больше единицы разряда, примыкающего справа, то в двоичной системе единица разряда слева в два раза больше единицы разряда справа. Так, в

десятичном числе справа налево идут единицы, десятки, сотни и т. д., а в двоичном числе — единицы, двойки, четверки и т. д.

Например, запись в двоичной системе 10011 означает $1 \cdot 10^{100} + 0 \cdot 10^{11} + 0 \cdot 10^{10} + 1 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$. В привычной десятичной системе получим $1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 0 + 0 + 2 + 1 = 19$. Таким образом, $10011_2 = 19_{10}$.

В общем случае, если надо число из двоичной системы перевести в десятичную, то мысленно (или на бумаге) определяем значение единицы каждого разряда, а затем суммируем полученные числа: $11010_2 = 1 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 16 + 8 + 2 = 26_{10}$.

Аналогично поступают при любой системе счисления, например при троичной: $1202_3 = 1 \cdot 27 + 2 \cdot 9 + 0 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 27 + 18 + 2 = 47_{10}$.

Так же просто осуществляется и обратный переход из десятичной системы в двоичную (или любую другую). Для перехода необходимо последовательно разделить десятичное число на основание новой системы. Например, переведем число 19 в двоичную систему: $19:2 = 9(1)$, т. е. 19 содержит девять двоек и одну единицу; следовательно, число имеет вид ...1. Девять двоек нельзя записать в одном разряде двоек, поэтому посмотрим, сколько в девяти двойках четверок, для чего девять двоек снова разделим на два: $9:2 = 4(1)$, т. е. девять двоек можно представить как четыре четверки и одну двойку, а число — в виде ...11. Четыре четверки нельзя записать в одном разряде, поэтому, продолжая деление, находим количество восьмерок и остаток четверок $4:2 = 2(0)$, а число имеет вид ...011. Далее находим, сколько раз по 16 содержится в числе, в остатке получим восьмерки $2:2 = 1(0)$. Следовательно, число содержит один раз шестнадцать, не содержит восьмерок и окончательно принимает вид 10011. Таким образом, $19_{10} = 10011_2$.

Аналогично можно перевести число 19 в троичную систему: $19:3 = 6(1)$ — число 19 содержит шесть троек и одну единицу; $6:3 = 2(0)$ — шесть троек содержат две девятки и нуль троек. Итак, $19_{10} = 201_3$.

Рассмотрим еще пример: $88_{10} = ?_5$.
 $88:5 = 17(3)$, $17:5 = 3(2)$, т. е. $88_{10} = 323_5$.

Чтобы не вдаваться каждый раз в изложение уже приведенных рассуждений, перевод формализуют, производя деление в целых числах, до нулевого результата и записывая все остатки, указанные в скобках, снизу вверх.

Например,

$$\begin{array}{r}
 19 \overline{) 2} \\
 (1) \ 9 \overline{) 2} \\
 (1) \ 4 \overline{) 2} \\
 (0) \ 2 \overline{) 2} \\
 (0) \ 1 \overline{) 2} \\
 (1) \ 0
 \end{array}$$

(еще раз убеждаемся, что $19_{10} = 10011_2$).

Перевод вручную чисел из одной недесятичной системы в другую недесятичную можно производить в два этапа: сначала недесятичное число

перевести в десятичное, а затем десятичное в новую систему. ЭВМ осуществляет такой перевод, непосредственно минуя десятичную систему.

АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ С ДВОИЧНЫМИ ЧИСЛАМИ

Арифметические операции с двоичными числами предельно просты, о чем свидетельствуют таблицы поразрядного сложения и умножения

$$\begin{array}{ll} 0 + 0 = 0, & 0 * 0 = 0, \\ 0 + 1 = 1, & 0 * 1 = 0, \\ 1 + 1 = 0 \text{ (единица переходит в старший} & 1 * 1 = 1 \\ \text{разряд),} & \end{array}$$

Если бы утвердилась двоичная система, не требовалось бы затрачивать время на запоминание таблицы умножения. В качестве примера осуществим сложение двух двоичных чисел:

$$\begin{array}{r} 1001101 \\ + 1101011 \\ \hline 10111000 \end{array}$$

Или в десятичной системе: $77 + 107 = 184$.

В машинных операциях с двоичными числами важное значение имеет дополнительный код. Чтобы получить дополнительный код двоичного числа, надо в этом числе заменить 0 на 1, а 1 — на 0 и к полученному числу прибавить 1. Например, если исходное число равно 10010, то дополнительный код равен $01101 + 1 = 01110$.

Для упрощения (а следовательно, повышения надежности) арифметических устройств вычислительных машин предпочитают вычитание числа заменить его сложением в дополнительном коде. Умножение и деление тоже заменяют сложением соответственно в прямом и дополнительном кодах.

Таким образом, все арифметические операции в машине сводятся к одной: сложению двоичных чисел.

В математике разработаны численные методы (алгоритмы) определения с заданной точностью практически всех функций, например трансцендентных ($\pi_4 \approx 6,3x/\ln^4 x$ и т. д.), и решения всех уравнений (алгебраических, разностных, дифференциальных, линейных и нелинейных), а также их систем.

Эти численные методы сводят решение уравнения к последовательности (иногда очень длинной) арифметических операций над числами, т. е. в конечном счете, к сложению двоичных чисел.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Разнообразие назначений и характеристик вычислительных машин, исключительно высокие темпы их совершенствования и быстрая смена поколений привели к большому разнообразию структурных схем ЭВМ.

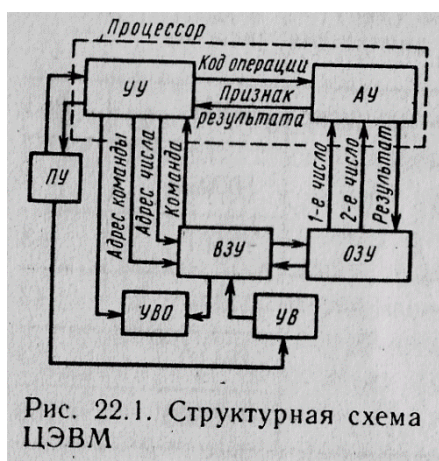


Рис. 22.1. Структурная схема ЦЭВМ

Рассмотрим принцип действия ЦЭВМ применительно к ставшей уже классической схеме универсальной вычислительной машины (рис. 22.1), на которой можно выделить семь функциональных блоков.

Арифметическое устройство (АУ) предназначено для выполнения арифметических операций с двоичными числами. Оно может выполнять также ограниченное число логических операций (сравнение, отрицание, инверсия, дизъюнкция, конъюнкция и др.).

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) позволяет хранить сравнительно небольшой объем информации, необходимой для производства вычислений на том или ином заранее выделенном этапе решения задачи. Скорость выбора информации из ОЗУ и передачи ее в арифметическое устройство соответствует скорости выполнения арифметических и логических операций в АУ.

Внешнее запоминающее устройство (ВЗУ) — хранилище основного массива информации, необходимого для решения задачи, а также справочных данных и стандартных программ. Скорость выбора информации из ВЗУ на несколько порядков ниже скорости выбора информации из ОЗУ.

Устройство управления (УУ) определяет порядок и содержание работы отдельных блоков в соответствии с программой, записанной в ВЗУ.

Пульт управления (ПУ) предназначен для ручного ввода в машину командной информации оператора («Пуск», «Запись программы»). Пульт снабжен кнопками для включения и выключения цепей и мнемоническими схемами для отображения состояния блоков (контроль).

Устройство ввода информации (УВ) предназначено для записи программ и другой информации в ВЗУ. Информация может поступать по каналам связи в виде непрерывных сигналов. Такую информацию устройство ввода кодирует, т. е. преобразует в дискретные сигналы (двоичные числа).

Устройство вывода и отображения информации (УВО) предназначено для выдачи решений в виде буквенно-цифровых текстов или графических построений на экране. УВО может также выдавать сигналы для систем автоматического управления (САУ).

В машинах последних поколений блоки АУ и УУ обычно объединяют. Такой объединенный блок называют процессором. Для хранения и выбора информации кроме ВЗУ и ОЗУ можно установить ряд промежуточных блоков, причем, чем больше быстродействие, тем меньше объем памяти блока. Все запоминающие блоки иногда определяют понятием «память» машины, а блоки ввода и вывода информации — «канал связи».

В процессе работы машина последовательно выполняет операции, записанные в программе.

Программа представляет собой последовательность команд, а каждая команда — набор двоичных чисел. Первое число команды — это код

операции, которую надо выполнить (например, 001 означает «сложить два числа»), второе число команды — адрес (номер или координаты) ячейки памяти, в которой записано первое слагаемое, третье число команды — адрес другого слагаемого, четвертое число команды — адрес ячейки памяти, в которую должен быть записан результат сложения (сумма двух двоичных чисел). Таким образом, команда — это последовательность импульсов, соответствующих тем разрядам, в которых записаны единицы: 00101101...10010. Рассмотренная команда называется трехадресной. В машинах используют и другие типы команд.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЦЭВМ

Программа разрабатывается программистом, записывается условными знаками и переводится на перфорированные карты с помощью ручных (клавишных) перфорационных машин. Затем с перфокарт программу автоматически вводят в память машины (ВЗУ).

После нажатия кнопки «Пуск» на пульте ручного управления машина начинает работать автоматически. Устройство управления передает в ВЗУ адрес первой команды. Записанная по этому адресу команда поступает в устройство управления, которое код операции передает в арифметическое устройство, а адреса чисел последовательно передает в ВЗУ. Найденные по этим адресам числа поступают в ОЗУ и оттуда в арифметическое устройство.

Арифметическое устройство выполняет заданную кодом операцию и направляет результат в ОЗУ, где он хранится некоторое время или передается в ВЗУ по адресу, указанному устройством управления. По получении результата арифметическое устройство вырабатывает двоичное число (признак результата, например 1), которое поступает в устройство управления и добавляется к адресу первой команды. Таким образом, формируется адрес второй команды, который устройством управления передается в ВЗУ. Записанная по этому адресу команда передается в УУ и т. д.

По ходу решения задачи встречаются команды «Выдать промежуточный результат», «Переписать очередной блок чисел из ВЗУ в ОЗУ», «Освободить те или иные ячейки ОЗУ» (стереть записанные в них использованные и в дальнейшем ненужные числа) и др.

Перенесение чисел из ВЗУ в ОЗУ и обратно производится параллельно с работой АУ, что обеспечивает независимость скорости вычислений от скорости выборки чисел из ВЗУ.

Получив команды «Вывести результат» и «Стоп», устройство управления запускает печатающие машины и прерывает процесс вычислений.

Так как быстроедействие машины очень велико, программа может предусматривать решение сразу нескольких задач. Например, обучающий комплекс на базе ЦЭВМ способен одновременно вести диалог с десятками и сотнями учащихся. Это возможно потому, что человек реагирует на задания и

указания машины несравненно медленнее, чем она обрабатывает и оценивает вводимые в нее ответы.

Самые разнообразные числовые и логические задачи машина решает с помощью ограниченного набора однотипных элементов. Рассмотрим некоторые из них.

Преподаватель	Денисенко Динара Фаритовна
Наименование дисциплины	Основы электротехники

Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрфикация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Электрическое поле заряженных частиц.		
Форма и срок сдачи изученного материала	Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,		
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)	Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учаш. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.		

ТЕМА: Электрическое поле заряженных частиц.

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ: Определение силы взаимодействия электрических зарядов в вакууме и диэлектрике.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Определение силы взаимодействия между двумя электрическими зарядами в вакууме и диэлектрике. Выяснить, как зависит сила взаимодействия от величины диэлектрической проницаемости среды и расстояние между зарядами.

ПРИБРЕТАЕМЫЕ УМЕНИЯ И НАВЫКИ:

Уметь применять необходимые формулы для определения силы

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА: инструкционные карты, линейка, карандаш, таблицы значений электротехнических величин.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: Соблюдение правил работы с чертежными принадлежностями.

ЛИТЕРАТУРА: Н.А.Данилов, П.Н.Иванов, Общая электротехника с основами электроники гл. 1 1.1-1.4.

ХОД РАБОТЫ

Задание:

- При помощи выражения закона Кулона описывающего взаимодействие двух точечных заряженных тел, определит относительную диэлектрическую проницаемость среды.
- Заполнить таблицу.
- Ответить на вопросы.

№ п/п	Q ₁ , Кл	Q ₂ , Кл	F, Н	R, см	Диэлектрик	
					название	E, В
1	1,1	3,1	$1,352 \cdot 10^{-5}$	1	Аммиак	
2	1,2	3,2	$4,166 \cdot 10^{-6}$	2	Ацетон	
3	1,3	3,3	$5,296 \cdot 10^{-7}$	3	Вода	
4	1,4	3,4	$6,227 \cdot 10^{-7}$	4	Глицерин	
5	1,5	3,5	$1,296 \cdot 10^{-6}$	5	Керосин	

Вывод:

Вопросы для самоконтроля:

1. Привести несколько примеров твердых электроизоляционных материалов (5-6 примеров).
2. Диэлектрическая проницаемость воды равна 81. Что это означает?
3. На каком электрическом заряде, начинаются и на каком заканчиваются?

Преподаватель	Денисенко Динара Фаритовна
Наименование дисциплины	Основы электротехники

Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрфикация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Проводники и диэлектрики в электрическом поле.		
Форма и срок сдачи изученного материала	Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,		
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)	Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учаш. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.		

ТЕМА: Проводники и диэлектрики в электрическом поле.

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ: Определение общей электроемкости конденсаторов при параллельном и последовательном соединении.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Научиться определять общую электроемкость батареи конденсаторов при параллельном и последовательном соединениях. Выяснить, при каком соединении электроемкость батареи конденсаторов больше, меньше.

ПРИБРЕТАЕМЫЕ УМЕНИЯ И НАВЫКИ:

Уметь применять необходимые формулы для определения силы взаимодействия электрических зарядов.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА: инструкционные карты, линейка, карандаш, таблицы значений электротехнических величин.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: Соблюдение правил работы с чертежными принадлежностями.

ЛИТЕРАТУРА: Н.А.Данилов, П.Н.Иванов, Общая электротехника с основами электроники с. 20-28.

ХОД РАБОТЫ

Задание

- Используя формулы для расчета общей емкости конденсаторов при последовательном и параллельном соединении конденсаторов, рассчитать общую емкость всей цепи.
- Заполнить таблицу.
- Ответьте на контрольные вопросы.

№ п/п	C_1, Φ	C_2, Φ	$C_{\text{пар}}, \Phi$	$C_{\text{посл}}, \Phi$
1.	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$		
2.	$2 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$		
3.	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$3,4 \cdot 10^{-6}$		
4.	$3 \cdot 10^{-6}$	$4,6 \cdot 10^{-6}$		
5.	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$5,8 \cdot 10^{-6}$		
6.	$4 \cdot 10^{-6}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$		
7.	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-6}$		
8.	$5 \cdot 10^{-6}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$		
9.	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$9,3 \cdot 10^{-6}$		
10.	$6 \cdot 10^{-6}$	$9,6 \cdot 10^{-6}$		

Вывод:

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое конденсатор?
2. Какие типы конденсаторов вам известны?
3. Кем и когда был изобретен первый конденсатор?
4. Назвать области применения конденсаторов

Преподаватель

Денисенко Динара Фаритовна

Наименование дисциплины		Основы электротехники	
Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Закон Ома. Электрическое сопротивление и проводимость.		
Форма и срок сдачи изученного материала		Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,	
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)		Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.	

ТЕМА: Закон Ома. Электрическое сопротивление и проводимость.

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ: Вычисление сопротивления и проводимости различных видов кабелей.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Научиться определять сопротивление различных видов кабелей.

ПРИБРЕТАЕМЫЕ УМЕНИЯ И НАВЫКИ:

Уметь применять необходимые формулы для определения силы взаимодействия электрических зарядов.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА: инструкционные карты, линейка, карандаш, таблицы значений электротехнических величин.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: Соблюдение правил работы с чертежными принадлежностями.

ЛИТЕРАТУРА: Н.А.Данилов, П.Н.Иванов, Общая электротехника с основами электроники с. 37-42

ХОД РАБОТЫ

Задание

- Используя формулу зависимости сопротивления проводника от материала и геометрии, рассчитать сопротивление различных видов кабелей.
- Заполнить таблицу.
- Ответьте на контрольные вопросы.

№ п/п	Тип кабеля (проводники)	ρ , Ом *мм ² /м	l, км	S, мм ²	R, Ом	g, См
1.	Медный	0,017	1	21		
2.	Алюминиевый	0,028	1	17		
3.	Серебряный	0,016	1	27		
4.	Цинковый	0,059	1	13		
5.	железный	0,098	1	19		
6.	Свинцовый	0,205	1	23		
7.	Оловянный	0,120	1	15		
8.	Молибден	0,057	1	25		
9.	Латунный	0,071	1	29		
10.	Магниевый	0,045	1	17		

Вывод:

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется электрическим током?
2. Что называется электрической цепью?
3. Что устанавливают законы Ома?

Преподаватель	Денисенко Динара Фаритовна
Наименование дисциплины	Основы электротехники

Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрфикация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Электромагнитные силы. Энергия магнитного поля.		
Форма и срок сдачи изученного материала	Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,		
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)	Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учаш. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.		

ТЕМА: Электромагнитные силы. Энергия магнитного поля.

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ: Расчет магнитной индукции различных проводников с током.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить характер магнитных полей прямого, кругового тока, кольцевой и цилиндрической катушек. Научиться определять направление силовых линий магнитного поля и по правилу «Буравчика».

ПРИБРЕТАЕМЫЕ УМЕНИЯ И НАВЫКИ:

Уметь применять необходимые формулы для определения силы взаимодействия электрических зарядов.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА: инструкционные карты, линейка, карандаш, таблицы значений электротехнических величин.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: Соблюдение правил работы с чертежными принадлежностями.

ЛИТЕРАТУРА: Н.А.Данилов, П.Н.Иванов, Общая электротехника с основами электроники с. 86-93

ХОД РАБОТЫ

Задание

- Используя формулу для определения магнитной индукции в точке пространства, которая находится на расстоянии r от оси длинного прямого провода с током.
- Заполнить таблицу.
- Ответьте на контрольные вопросы.

№ п/п	μ	μ_0 , Гн/м	I , А	r , м	B , Тл
1.	1,00023	$4\pi \cdot 10^{-7}$	0,5	0,015	
2.	1,000343	$4\pi \cdot 10^{-7}$	0,75	0,020	
3.	1,000176	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1,00	0,025	
4.	1,00100	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1,50	0,030	
5.	1,00209	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1,75	0,035	
6.	175,00	$4\pi \cdot 10^{-7}$	2,00	0,040	
7.	1120,00	$4\pi \cdot 10^{-7}$	2,50	0,045	
8.	250000,0	$4\pi \cdot 10^{-7}$	2,75	0,050	
9.	8000,00	$4\pi \cdot 10^{-7}$	3,00	0,055	
10.	700,00	$4\pi \cdot 10^{-7}$	3,50	0,060	

Вывод:

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется магнитным полем?
2. Какими свойствами обладают силовые линии магнитного поля?
3. Как можно определить направление силовых линий магнитного поля?
4. Как определить напряжение силовых линий магнитного поля прямого тока?
5. Как определить направление силовых линий магнитного поля кругового тока?
6. Что называется намагничивающей силой?
7. Чему равна напряженность магнитного поля?
8. Что называется магнитным сопротивлением?

Преподаватель	Денисенко Динара Фаритовна
Наименование дисциплины	Основы электротехники

Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрфикация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Преобразование механической энергии в электрическую. Преобразование электрической энергии в механическую.		
Форма и срок сдачи изученного материала	Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,		
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)	Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.		

ТЕМА: Преобразование механической энергии в электрическую.
Преобразование электрической энергии в механическую.

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение правила Ленца.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучив, правило Ленца приобрести умения и навыки определения направления индукционного тока, а также определение полюсов соленоида.

ПРИБРЕТАЕМЫЕ УМЕНИЯ И НАВЫКИ:

Уметь применять необходимые формулы для определения силы взаимодействия электрических зарядов.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА: инструкционные карты, линейка, карандаш, таблицы значений электротехнических величин.

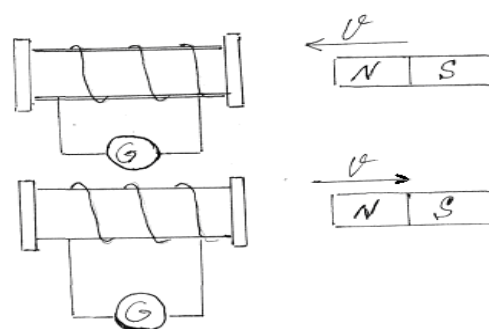
ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: Соблюдение правил работы с чертежными принадлежностями.

ЛИТЕРАТУРА: Н.А.Данилов, П.Н.Иванов, Общая электротехника с основами электроники с. 104-108

ХОД РАБОТЫ

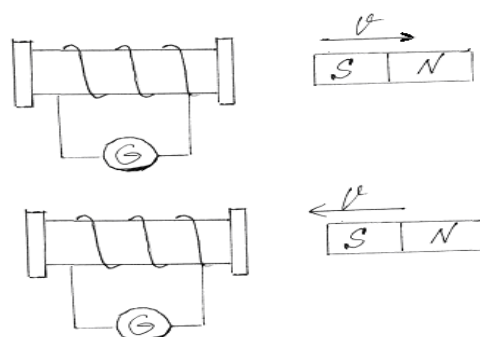
Задание 1

- Определить направление тока и полюса соленоида.



Задание 2

- Определить направление тока и полюса соленоида.



Задание 3

- Ответьте на контрольные вопросы.

Вывод:

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется соленоидом?
2. Как определяются полюса соленоида?
3. Что называется электромагнитом?
4. Где применяются электромагниты?
5. Каким образом можно увеличить магнитный поток электромагнита?
6. Какими свойствами обладают магнитные силовые линии?
7. Как формулируется правило Ленца?
8. Что называется электромагнитной индукцией?

Наименование дисциплины		Основы электротехники	
Группа	21Э	Специальность	35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства
Тема	Устройство, принцип действия, классификация электромашин постоянного тока.		
Форма и срок сдачи изученного материала		Оформить конспект. Выполненный конспект прислать на электронную почту. dinaraakcurina8419@gmail.com ,	
Рекомендации обучающемуся (список литературы, электронные ресурсы)		Берикашвили В. Ш. Электронная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ш. Берикашвили, А.К. Черепанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних спец. учеб. заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк. 2017. – 752 с.: ил. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 2017. – 352с.: ил.	

ТЕМА: Устройство, принцип действия, классификация электромашин постоянного тока.

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ: Вычисление ЭДС, индуцируемой в обмотке якоря генератора постоянного тока.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Научится рассчитывать величину электродвижущей силы индуцируемой в обмотке якоря генератора постоянного тока.

ПРИБРЕТАЕМЫЕ УМЕНИЯ И НАВЫКИ:

Уметь применять необходимые формулы для определения силы взаимодействия электрических зарядов.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА: инструкционные карты, линейка, карандаш, таблицы значений электротехнических величин.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: Соблюдение правил работы с чертежными принадлежностями.

ЛИТЕРАТУРА: Н.А.Данилов, П.Н.Иванов, Общая электротехника с основами электроники с. 239-277

ХОД РАБОТЫ

Задание

- Используя формулу для определения ЭДС индуцируемой в обмотке якоря генератора постоянного тока, вычислить ЭДС индуцируемую в обмотке якоря при изменении количества оборотов якоря.
- Сделать вывод, какое имеет влияние ЭДС в обмотке якоря генератора на силу вырабатываемого тока.
- Заполнить таблицу.
- Ответьте на контрольные вопросы.

№ п/п	B , Тл	l , см	n , об/мин	R , см	α°	E , В
1.	0,1	10	500	5	90	
2.	0,3	10	700	5	90	
3.	0,5	10	900	5	90	
4.	0,7	10	1100	5	90	
5.	0,9	10	1300	5	90	
6.	1,1	10	1500	5	90	
7.	1,3	10	1700	5	90	
8.	1,5	10	1900	5	90	
9.	1,7	10	2100	5	90	
10.	1,9	10	2300	5	90	

Вывод:

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить основные части электрических машин постоянного тока.
2. В чем заключается работа электрической машины постоянного тока в режиме генератора?
3. В чем заключается работа электрической машины в режиме двигателя?
4. В чем состоит свойство обратимости машины постоянного тока?
5. Назначение и устройство коллектора в генераторах постоянного тока.
6. Назначение коллектора у электродвигателей постоянного тока.

7. Что такое реакция якоря?
8. Какой процесс называется коммутацией?