

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Правила техники безопасности при работе с электрическими приборами и схемами

1. Поражение электрическим током представляет большую опасность для человека. Поэтому при всех работах с напряжениями, превышающими опасный предел, необходима большая внимательность, осторожность и строгое выполнение правил техники безопасности. Довольно широко распространённое небрежное отношение к опасности поражения электрическим током основано на непонимании природы этой опасности.

2. Протекающий через человеческое тело низкочастотный или постоянный ток силой 10 мА уже вызывает болезненные ощущения. Ток силой 50 мА смертелен. Величина тока зависит от приложенного напряжения и сопротивления тела, которое зависит от множества условий: от толщины и влажности кожи в месте контакта; от плотности контакта и площади соприкосновения с проводником; от температуры и влажности воздуха. Поэтому все напряжения выше 36 В считаются опасными, и при работе с ними обязательно соблюдение следующих правил техники безопасности.

Сборка и разборка схемы, а также и любые исправления в ней ни в коем случае не должны производиться под напряжением.

3. Металлические корпуса приборов, питающихся от сети, должны быть заземлены.

4. При работе ни в коем случае не прикасаться к неизолированным токонесущим частям приборов, а по возможности вообще к металлическим деталям (они могут случайно оказаться под напряжением).

Помните, что опасным может быть даже прикосновение к отдельному проводу, так как всегда существует опасность, что вы незаметно для себя прикоснётесь ещё к одному проводу или к какому-либо заземлённому предмету.

5. Работая с электрической схемой или прибором, следует относиться к любой заземлённой аппаратуре, как к проводам, находящимся под напряжением.

6. Если при включении схемы (прибора) или во время работы наблюдается опасное отклонение или разогрев приборов, сильное искрение или другие опасные, или непонятные явления, следует прежде всего выключить схему, а затем попытаться разобраться в причинах ненормальности. В сомнительных случаях обязательно обращайтесь к преподавателю.

7. Если кто-либо из окружающих попадёт под напряжение – немедленно выключите нужный рубильник (если нужно, отрывайте провода), но при этом избегайте прикасаться к пострадавшему и действуйте осторожно, чтобы самим не оказаться под током. Выключив напряжение, окажите пострадавшему первую помощь и немедленно сообщите преподавателю.

8. В случае воспламенения обязательно выключить электрическое напряжение и только после этого приступить к тушению пламени; немедленно сообщите преподавателю.

Основные электроизмерительные приборы физической лаборатории

Электрические измерения занимают в лабораторном практикуме особое место. Они используются не только в тех случаях, когда сами изучаемые процессы имеют электрическую природу, но часто и при измерении неэлектрических величин оказывается удобным использовать те или иные приборы, в которых исследуемые явления вызывают процессы электрического характера.

Электроизмерительные приборы можно классифицировать по следующим признакам:

- методу измерения;
- роду измеряемой величины;
- роду тока;

- степени точности;
- принципу действия.

1. По методу измерения:

Метод непосредственной оценки, заключающийся в том, что в процессе измерения сразу оценивается измеряемая величина.

Метод сравнения, или нулевой метод, служащий основой действия приборов сравнения: мостов, компенсаторов.

2. По роду измеряемой величины:

- для измерения напряжения (вольтметры, гальванометры);
- для измерения тока (амперметры, 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) и т.д.

3. По роду тока:

- постоянного;
- переменного.

Очень распространены в лабораторной практике комбинированные приборы: ампервольтметры (авометры или тестеры).

Род измеряемой величины всегда указывается на шкале прибора, или около его клемм (в случае совмещенных приборов), или на специальной маркировочной табличке.

Принцип действия приборов. В основу устройства прибора могут быть положены самые разнообразные действия электрического тока или напряжения. В соответствии с этим существует большое число электроизмерительных приборов. При работе с любым прибором необходимо знать (следует самостоятельно ознакомиться с различными видами систем, группа ИТ знакомится с системами в лабораторном практикуме в курсе общей физики), к какой системе он относится, так как от этого зависят способы его применения, техника устранения систематических ошибок, допустимые перегрузки и многое другое. Система прибора обозначается на шкале специальным значком, представляющим собой схематический чертеж основного узла прибора, определяющего его принцип действия. В таблице 1 приведены обозначения наиболее распространенных систем электроизмерительных приборов. Знание этих обозначений обязательно.

Класс точности. Для электроизмерительных приборов класс точности указывается в виде числа, равного основной приведенной погрешности, т.е. максимальной абсолютной погрешности, выраженной в процентах от максимального значения измеряемой величины при работе в нормальных условиях. Это число наносится на шкалу прибора. Для приборов с двухсторонней шкалой или со шкалой, начинающейся не от нуля, приведенная погрешность выражается в процентах от полного интервала изменения измеряемой величины. Все выпускаемые приборы классифицируются по классу точности:

0.05; 0.1; 0.2 - образцовые приборы, применяемые для проверки и градуировки рабочих приборов;

0.5; 1.0 - лабораторные приборы массового употребления;

1.5; 2.5; 4.0 - технические приборы.

Приборы более низкой точности служат для оценочных измерений.

Класс точности не должен превышать приведенной относительной погрешности прибора, которая определяется по формуле:

$$\delta = \frac{A - A_0}{A_{\max}} \cdot 100\%$$

где A – показания поверяемого прибора; A_0 – показания образцового прибора; $A_{\max}$ – максимальное значение измеряемой величины (предел измерения).

Род тока и диапазоны частот. Приборы постоянного тока отмечаются значком " — " на шкале, приборы переменного тока отмечаются значком " ~ " на шкале. Если прибор работает и на постоянном и на переменном токе, на шкале ставится значок " — ~ ". Большинство приборов переменного тока рассчитано на стандартную частоту 50 Гц. Если же прибор рассчитан на другую частоту, то она указывается на шкале. Основная погрешность прибора может удваиваться при отклонении частоты на 10% от номинальной. Для приборов постоянного и переменного тока (~) указывается верхний предел частот.

Пределы измерений. В простейшем случае пределы измерений указываются градуировкой шкалы прибора. У приборов с неравномерной шкалой рабочий участок шкалы отмечается точками. У приборов с несколькими пределами измерений, многопредельных или многошкальных, верхний предел измеряемой величины указывается у соответствующей клеммы или на переключателе; шкала в этом случае градуируется без указания наименования измеряемой величины, и цену деления необходимо вычислять.

Чувствительность или цена деления указывается только для гальванометров и других приборов без стандартной градуировки.

Рабочее положение шкалы прибора обозначается следующим образом: " — " - горизонтальное, " ⊥ " - вертикальное, " < " - наклонное (указывается угол наклона к горизонту, например: $\angle 60^\circ$). Если приборы не снабжены уровнем, то они не должны менять своих показаний при отклонении от нормального рабочего положения до 50. Испытательное напряжение изоляции в киловольтах указывается цифрой в звездочке (см. таблицу 1). Рабочее напряжение изоляции прибора составляет приблизительно 1/3 от испытательного. Это напряжение может быть приложено между токоведущими частями и любой металлической деталью, касающейся корпуса (или металлической деталью самого корпуса).

Соппротивление прибора или другая величина, характеризующая искажения, вносимые прибором в работу изучаемой схемы. Для амперметров указывают падение напряжения, для вольтметров - ток при отклонении на всю шкалу. Для приборов переменного тока указывают также индуктивность катушек.

Категория защищённости от внешних полей. В настоящее время выпускаются приборы двух категорий защищённости: I и II. У приборов первой категории защищенности знак системы прибора окружен квадратом ("магнитный экран"). Для приборов электростатической системы указывается защищенность не от магнитного, а от электрического поля, и соответственно знак системы прибора окружен пунктирным квадратом (см. приложение).

Температуро- и влагоустойчивость обозначаются значками Б, В1, В2. Все приборы градуируются при температуре 20 °С (если не указана другая рабочая температура). Приборы группы А (значок А не ставится) предназначены для работы при температурах +10 ÷ +35 °С и при относительной влажности до 80%, причем их основная погрешность удваивается на каждые 10° изменения температуры. Приборы

группы Б, В1, В2 могут работать в более жестких условиях, и влияние температуры на их показания несколько меньше.

Устойчивость к механическим воздействиям и степень герметичности корпуса: обыкновенный без обозначения, обыкновенный с повышенной прочностью (обозначается ОП), тряскопрочный ТП, вибропрочный ВП, ударопрочный УП, брызгозащищенный Бз, водозащищенный Вз, герметичный Гм, газозащищенный Гз, пылезащищенный Пз, взрывобезопасность Вб.

Марка завода-изготовителя, год выпуска и заводской номер.

Номер государственного стандарта, в соответствии с которым изготовлен прибор.

Кроме того, для характеристик прибора существенное значение имеют некоторые детали конструкции. Так, по способу монтажа приборы делятся на щитовые и переносные. Наиболее чувствительные приборы подвешиваются или устанавливаются на полках. Важное значение имеет способ отсчета, т.е. конструкция указателя и шкалы. Так, гальванометры делятся на зеркальные и стрелочные. Стрелочные приборы могут иметь либо обычную шкалу, либо зеркальную, позволяющую устранить влияние параллакса при отсчете. Часто встречаются приборы со световым указателем, когда осветитель и шкала смонтированы в самом приборе. Широкое применение в последние время получили приборы с цифровым отсчетом.

В таблице 1 приведены основные условные обозначения, наносимые на электроизмерительные приборы и вспомогательные части.

В таблице 2 приведены основные условные графические обозначения, применяемые при построении схем в лабораторном практикуме, и их размеры (согласно ГОСТ 2.728-74, ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.722-68, ГОСТ 2.732-68, ГОСТ 2.747-68, ГОСТ 2.755-87, ГОСТ 2.701-2008).

Таблица 1. Условные обозначения

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Принцип действия прибора			
Магнитоэлектрический прибор с подвижной рамкой		Электромагнитный прибор	
Электродинамический прибор		Ферродинамический прибор	
Индукционный прибор		Электростатический прибор	
Вибрационный прибор (язычковый)		Тепловой прибор с нагреваемой проволокой	
Дополнительные обозначения по виду преобразования			
Выпрямитель полупроводниковый		Электронный преобразователь	
Дополнительные обозначения по защите от магнитных и электрических полей			

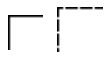
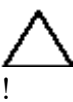
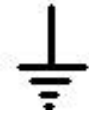
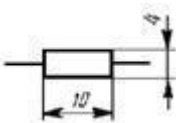
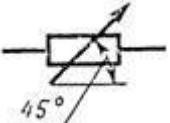
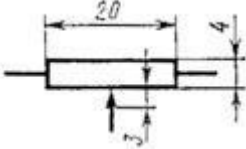
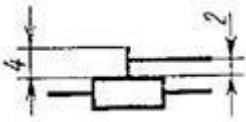
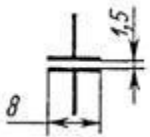
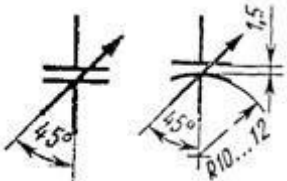
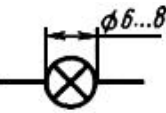
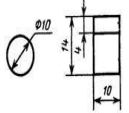
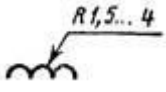
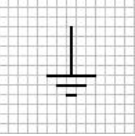
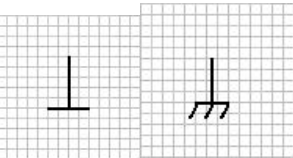
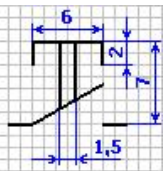
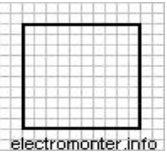
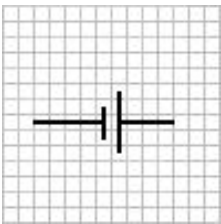
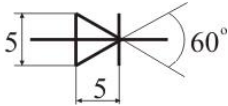
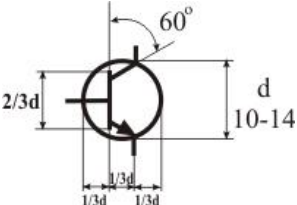
3  ащита от внешних магнитных полей (I категории защищённости)		Защита от внешних электрических полей (I категории защищённости)	
II. Обозначение рода тока			
Постоянный ток		Переменный ток	
III. Обозначение класса точности, положения прибора, прочности изоляции			
Класс точности при нормировании погрешности в % от диапазона измерений, например, 1.5	1.5	Горизонтальное положение шкалы	
Наклонное положение шкалы под определённым углом к горизонту, например, 60°		Вертикальное положение шкалы	
Направление ориентации прибора в земном магнитном поле		Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением, например, 2 кВ	
Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит		Осторожно! Прочность изоляции измерительной цепи не соответствует нормам (знак выполняется красным цветом)	
Внимание! Смотри дополнительные указания в паспорте и инструкции по эксплуатации			
IV. Обозначение зажимов и корректора			
Отрицательный зажим		Положительный зажим	+
Общий зажим (для многопредельных и комбинированных приборов)		Зажим, соединённый с корпусом	
Зажим (винт, шпилька) для заземления			

Таблица 2

Наименование	Размеры условного	Наименование	Размеры условного
--------------	-------------------	--------------	-------------------

	графического обозначения элемента цепи		графического обозначения элемента цепи
Резистор постоянный		Резистор переменный	
Потенциометр функциональ- -ный		Резистор подстроечный	
Конденсатор постоянной емкости		Конденсатор переменной емкости	
Лампа накаливания		Прибор измерительный	
Катушка индуктивности		Заземление, общее обозначение	
Электрическое соединение корпусом		Контакт коммутационного устройства замыкающий	
Контакт коммутационного устройства размыкающий		Контакт коммутационного устройства переключающий	
Выключатель кнопочный		Прибор, устройство	

Гальванический элемент		Диоды выпрямительные высокочастотные, импульсные	
Биполярный транзистор структуры n-p-n		Биполярный транзистор структуры p-n-p	

Лабораторная работа 2-01