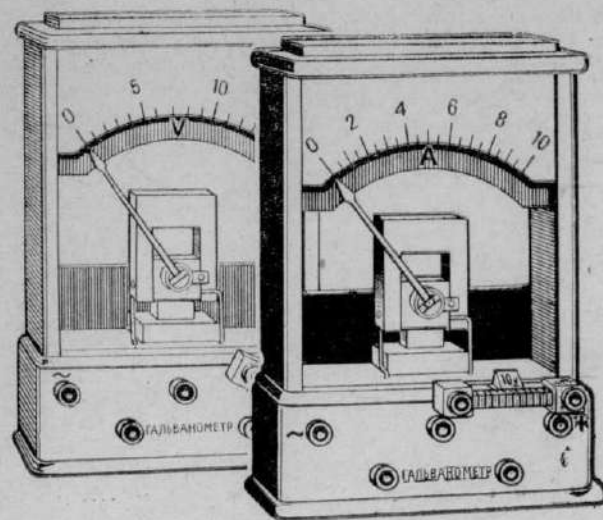


К прибору
прилагается
бесплатно

АМПЕРМЕТР и ВОЛЬТМЕТР С ГАЛЬВАНОМЕТРАМИ (ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ)



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»
Москва — 1974

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
ГЛАВУЧТЕХПРОМ

АМПЕРМЕТР И ВОЛЬТМЕТР С ГАЛЬВАНОМЕТРАМИ ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ¹ (УЧЕБНЫЕ) АГ и ВГ

Амперметр и вольтметр демонстрационные (учебные) являются измерительными приборами для постоянного и переменного тока.

Прилагаемые к амперметру сменные шунты позволяют пользоваться прибором в качестве амперметра постоянного и переменного тока с пределами измерений 0—3 А и 0—10 А.

Кроме этого, прибор может быть использован в качестве гальванометра постоянного тока с «0» посередине шкалы, чувствительного к малым токам.

Сменные добавочные сопротивления, прилагаемые к вольтметру, дают возможность пользоваться им как вольтметром постоянного тока с пределами измерений 0—5 В и 0—15 В и переменного тока с пределами измерений 0—15 В и 0—250 В.

Прибор в качестве гальванометра постоянного тока с «0» посередине шкалы чувствителен к малому напряжению.

Приборы могут служить пособием для изучения устройства и действия электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы.

Приборы предназначены для работы в вертикальном положении. В нормальных условиях (при температуре $+20 \pm 5^\circ \text{C}$ и вертикальном положении) погрешность приборов не превышает $\pm 4\%$ от верхнего предела измерения на постоянном токе и $\pm 5\%$ от верхнего предела измерения на переменном токе.

Использование приборов в других условиях приводит к увеличению погрешности.

Устройство

Амперметр и вольтметр демонстрационные (учебные) по своему устройству одинаковы и отличаются только элементами электрической схемы и начертанием шкал.

Приборы (рис. 1) состоят из следующих основных частей: измерительного механизма (*М*) магнитоэлектрической системы, сменных шкал (*Шк*), полупроводникового выпрямителя, сменных добавочных сопротивлений (*С*) в вольтметре или сменных шунтов (*Ш*) в амперметре.

¹ Приборы изготавливаются заводом «Физэлектроприбор» (Москва, Электрозаводская ул., 33), по ТУ РСФСР 206—72.

Текст руководства согласован с Программно-методическим управлением Министерства просвещения РСФСР.

Смонтированы приборы в пластмассовых футлярах. Лицевая сторона футляра застеклена. Это позволяет учащимся видеть шкалу, стрелку и устройство измерительного механизма.

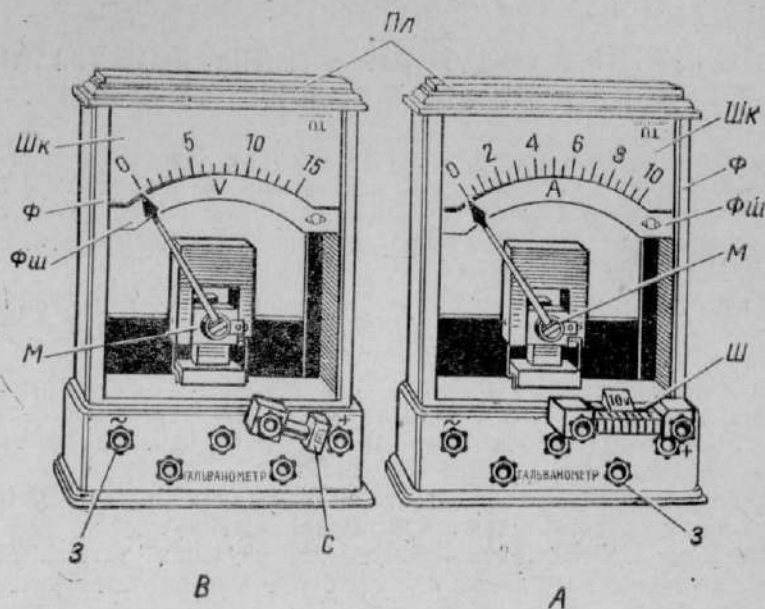


Рис. 1.

Снизу на лицевой стороне установлено пять зажимов. Три зажима (верхние) одного цвета, два зажима (нижние) другого цвета. У одного верхнего зажима имеется обозначение «~», а у другого (крайнего правого) «+».

Между нижними зажимами нанесена надпись: «Гальванометр».

Зажимы служат для присоединения к прибору токоподводящих проводов. Так как зажимы универсальные, то к ним можно подключать как провода с наконечниками, так и провода со штекерами.

В крышке футляра имеются три прямоугольных паза для установки шкал.

Передний паз предназначен для рабочей шкалы, задние два паза — для хранения двух свободных шкал, не используемых при данном измерении.

Шкалы прикреплены к пластмассовым планкам (Пл). С помощью этих планок шкалы могут выниматься или вставляться в футляр. Кроме того, планки предохраняют шкалы от проскальзывания внутрь прибора.

На планках имеются обозначения «~», «—» или «г», соответствующие назначению шкалы. Так, у планки со шкалой, предназначенной для установки при измерении переменного тока, имеется

обозначение «~», у шкалы гальванометра — обозначение «г», а у шкалы постоянного тока — обозначение «—».

Задняя сторона футляров также застеклена. Это позволяет преподавателю следить за расположением стрелки во время проведения опытов.

На задней стенке футляров (рис. 2) расположена головка корректора (К), вращая которую, устанавливают стрелку прибора в исходное нулевое положение.

В нижней части футляра имеется выдвижной ящик (Я), предназначенный для хранения сменных добавочных сопротивлений или шунтов.

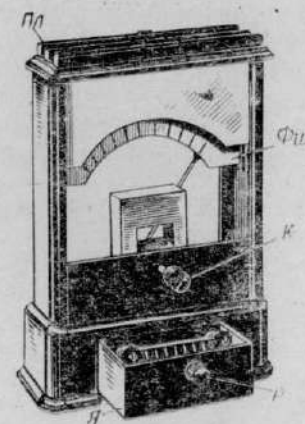


Рис. 2.

В верхнем правом углу шкал нанесены в соответствии с ГОСТом 1845—59 условные обозначения измеряемого рода тока: «—» для постоянного тока или «~» для переменного тока, условные обозначения системы прибора, рабочего положения прибора (\perp — вертикальное положение).

Внутри каждого прибора укреплена неподвижная дополнительная фоновая шкала (ФШ). С лицевой стороны на этой шкале нанесены буквы «V» в вольтметре и «A» в амперметре, номер прибора и фирменный знак завода, дата выпуска прибора, надпись «учебный» и надпись «Made in USSR». С обратной стороны на шкале нанесены десять равномерных делений. Начало и конец делений соответствуют началам и концам рабочих шкал. Эти деления предназначены для относительного определения положения стрелки и контроля за работой при проведении преподавателем опытов.

Механизм измерительной системы

В приборах применена магнитоэлектрическая система как наиболее точная и стабильная; шкала приборов с такой системой получается равномерной, т. е. цена каждого деления одинакова.

Магнитная система (рис. 3) состоит из магнита (*М*), планок (*П*), полюсных наконечников (*Н*) и сердечника (*С*).

Магнит изготовлен из сплава ЮНД4. Этот сплав обладает высокими магнитными свойствами.

Планки изготовлены из мягкой стали и прикреплены к магниту клеем БФ. Магнит и планки окрашены в красный цвет.

Сердечник и полюсные наконечники также изготовлены из мягкой стали.

Полюсные наконечники скрепляются пластинами (*Пл*) из немагнитного материала. Сердечник (*С*) прикрепляется к нижней пластине (*Пл*) через подкладки (*Пк*) с таким расчетом, чтобы обеспечить равномерность кругового зазора между сердечником и полюсными наконечниками.

Подвижная часть измерительного механизма прибора состоит из рамки (*Р*) с двумя полюсами и жестко соединенной с ней стрелкой (*Ст*).

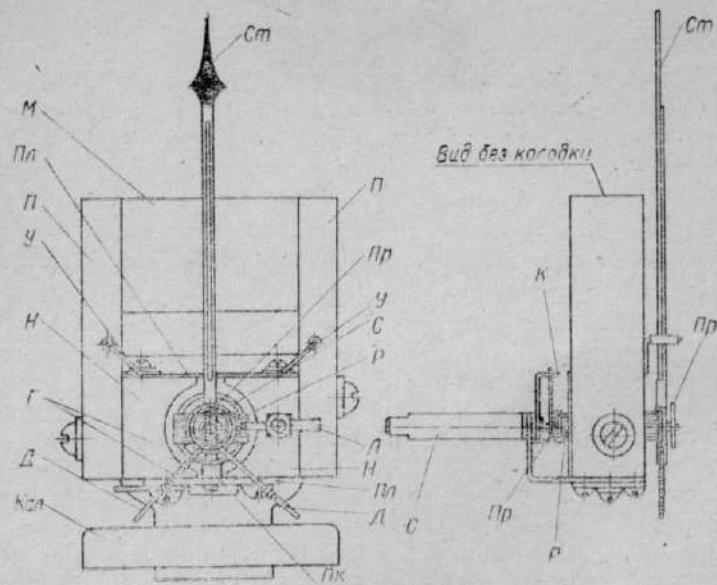


Рис. 3.

Каркас рамки (*Р*) изготовлен из немагнитного материала—алюминия. На каркасе намотана обмотка из медного изолированного провода.

Концы обмотки припаяны к специальным скобам. К отогнутым язычкам этих скоб припаяны две спиральные бронзовые пружины (*Пр*), служащие для токоподвода и для возвращения стрелки в нулевое положение. К стрелке прикреплены два стержня противовеса (*Д*) с грузиками (*Г*). Перемещением грузиков уравнивают подвижную систему так, чтобы стрелка при наклоне прибора не изменяла своего положения. Рамка надета на сердечник таким образом, что может вращаться вокруг оси.

Вращение рамки регулируется винтом, ввернутым в сердечник так, чтобы оно было легким и чтобы под действием своей тяжести вся подвижная часть (рамка со стрелкой) не вываливалась из подшипников. Свободные концы спиральных противодействующих пружин (*Пр*) припаяны: передняя пружина — к лепестку (*Л*), закрепленному в изоляционной втулке в одном из полюсных наконечников; задняя пружина — к поводку корректора (*К*). Этот поводок скреплен с осью (*О*), выходящей через футляр на его заднюю сторону, где на конец оси надета головка корректора. При вращении головки оси корректора в ту или иную сторону соответственно поворачивается поводок корректора (*К*), и пружина (*Пр*) ведет за собой подвижную систему. Таким образом, стрелка устанавливается в желаемом положении.

Для ограничения движения стрелки в пределах рабочей части шкалы к верхней пластине (*Пл*) прикреплены два упора (*У*).

Механизм прибора прикреплен к пластмассовой колодке (*Кол*), которая, в свою очередь, прикрепляется к футляру. Стрелка прибора расположена впереди дополнительной шкалы. В одной плоскости со стрелкой и выше ее находится сменная рабочая шкала. Такое расположение стрелки и шкалы обеспечивает минимальное видимое смещение стрелки по отношению к делениям шкалы (параллакс).

Магнитоэлектрические приборы, отличаясь большой точностью, пригодны только для измерения силы и напряжения постоянного тока. Для использования этой системы при измерении переменных токов необходимо их выпрямить.

В демонстрационных вольтметре и амперметре это выпрямление переменных токов производится полупроводниковым выпрямителем по однополупериодной схеме.

Выпрямитель закреплен в нижней части футляра. Доступ к нему открывается, если снять дно футляра (металлическую пластинку), которое прикреплено к нижней части футляра четырьмя винтами.

Прямое сопротивление выпрямителя не остается постоянным, а при уменьшении подводимого напряжения несколько меняется (увеличивается). Вследствие этого шкалы приборов с полупроводниковым выпрямителем имеют неравномерные деления. В начале шкалы деления располагаются более близко друг к другу. Точ-

ность измерений в начале шкалы сильно ухудшается, поэтому ГОСТом оговаривается, что рабочей частью шкалы таких приборов являются последние 75% длины ее.

Над первым рабочим делением ставится точка.

Амперметр демонстрационный

Принципиальная схема амперметра показана на рисунке 4.

Рамка измерительного механизма амперметра намотана медным изолированным проводом (ПЭВ-1 или ПЭЛ-1) диаметром 0,05 мм, число витков — 500.

Сопротивление прибора на зажимах гальванометра (сопротивление обмотки рамки + сопротивление двух спиральных пружинок и схемных проводов) примерно равно 385 Ом.

Действительное сопротивление данного прибора указывается на шкале гальванометра.

Шунты амперметра общие как при измерении постоянного тока, так и при измерении переменного тока. Они подгоняются таким образом, что при прохождении номинального тока падение напряжения на сопротивлении шунта составляет 700 мВ. Такое большое падение напряжения на шунте выбрано с целью максимально расширить начальную часть шкалы переменного тока.

Таким образом, измерительный механизм прибора является милливольтметром с пределом измерения 700 мВ по постоянному и переменному току. Добавочное сопротивление R_1 (постоянный ток) состоит из постоянного непроволочного резистора ВС 1,2, кОм и последовательно соединенного с ним проволочного резистора, величина которого подгоняется при регулировке прибора.

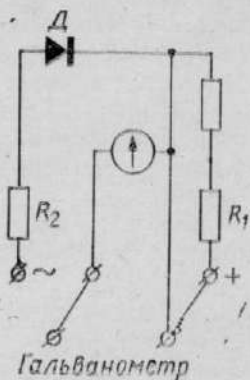


Рис. 4.

Добавочное сопротивление R_2 (переменный ток) — проволочное. Оно подгоняется при регулировке прибора.

Амперметр постоянного тока

Шунт на 3 А или 10 А в зависимости от величины тока в измеряемой цепи подключается к правым верхним зажимам (обозначенным знаком «+») и среднему зажиму. К зажимам на шунте подключаются провода измеряемой цепи, при этом соблюдается необходимая полярность.

В передний паз на крышке прибора надо опустить шкалу постоянного тока того же предела измерения, что и установленный шунт.

Головкой корректора надо установить стрелку на нуль шкалы.

Включается ток в измеряемой цепи и производится измерение.

Как амперметр постоянного тока прибор имеет два предела измерений: 3 А и 10 А. Соответственно в приборе имеются две рабочие шкалы, нанесенные на двух сторонах подшкальника, на пластмассовой планке которого имеется знак «—» (постоянный ток).

Шкала на 3 А имеет 15 делений, из них три оцифрованы. Цена одного деления 0,2 А.

Шкала на 10 А имеет десять основных делений ценой 1 А. Основные деления разделены пополам (более короткой чертой); следовательно, эти деления имеют цену 0,5 А.

К прибору приложены для этих пределов измерений силы тока два наружных шунта (рис. 5) на 3 А и 10 А.

Шунты изготовлены из ленточного марганца (M) и укреплены на пластмассовом каркасе (K), концы шунтов припаяны к угольникам ($У$).

Угольниками шунт подключается к выходным зажимам прибора. На каркасе шунта в местах крепления угольников ($У$) имеются зажимы, к ним подсоединяются проводники цепи, в которой необходимо измерить величину тока. Шунты, прилагаемые к прибору, служат и для измерений величины переменного тока.

На каждом шунте помечается верхний предел измерений (3 А или 10 А).

Амперметр переменного тока

Шунт на 3 А или 10 А в зависимости от величины тока в измеряемой цепи подключается к левому верхнему зажиму (обозначенному знаком «~») и среднему зажиму, являющемуся общим для переменного и постоянного тока.

К зажимам на шунте подключаются провода измеряемой цепи.

В передний паз на крышке прибора надо опустить шкалу переменного тока того же предела измерения, что и установленный шунт.

Головкой корректора надо установить стрелку на нуль шкалы. Включается ток в измеряемой цепи и производится измерение.

Как амперметр переменного тока прибор имеет два предела измерений: 3 А и 10 А.

Соответственно в приборе имеются две рабочие шкалы перемен-

ного тока, нанесенные на двух сторонах подшкальника, на пластмассовой планке которого обозначен знак «~» (переменный ток).

Шкала на 3 А имеет три оцифрованных деления: 1, 2, 3 А. Расстояния между делениями 1—2 и 2—3 разделены еще на 5 делений, цена каждого деления — 0,2 А.

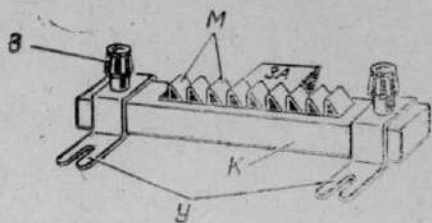


Рис. 5.

Между 0 и 1 имеются два добавочных деления, отмечающие 0,4 А и 0,6 А. Шкала на 10 А имеет основные деления ценой 1 А. Эти деления разделены пополам (более короткой чертой); следовательно, цена мелких делений — 0,5 А. На шкале отсутствует деление для 1 А, первое деление 2 А, второе деление — 3 А.

В связи с неравномерностью характеристики полупроводникового выпрямителя, рабочая часть шкалы 3 А начинается с 1 А, а шкалы 10 А — с 3 А. Эти деления на шкалах отмечены точкой.

Как уже было указано выше, прилагаемые шунты к прибору служат и для измерений на постоянном токе.

Гальванометр постоянного тока

Как видно из схемы амперметра (рис. 4), обмотка рамки прибора непосредственно подключается к нижним зажимам с надписью «Гальванометр». Если подключать внешнюю электрическую цепь к этим зажимам, то прибор будет работать в качестве гальванометра, чувствительного к току.

Цена деления гальванометра — не более $2 \cdot 10^{-3}$ А. Так как шкала гальванометра имеет по 5 делений в каждую сторону от нуля, то это означает, что для отклонения стрелки от нуля до конца шкалы (5 делений) необходим ток силой не более 10 мА.

Действительная цена деления данного экземпляра гальванометра указывается на его шкале.

Шкала гальванометра прикреплена к пластмассовой планке, помеченной буквой *Пл* (рис. 2). После опускания в передний паз крышки прибора шкалы гальванометра нужно головкой корректора установить стрелку на нуль шкалы. При работе с гальванометром необходимо помнить о его высокой чувствительности и не подключать цепь с большей силой тока во избежание сгорания обмотки рамки или повреждения стрелки.

Вольтметр демонстрационный

Принципиальная схема вольтметра показана на рисунке 6.

Рамка измерительного механизма вольтметра намотана медным изолированным проводом (ПЭВ-1 или ПЭЛ-1) диаметром 0,23 мм, число витков — 40.

Сопротивление прибора на зажимах гальванометра (сопротивление обмотки рамки + сопротивление двух спиральных пружинок и схемных проводов) примерно равно 2,3 Ом. Действительное сопротивление данного прибора указывается на шкале гальванометра.

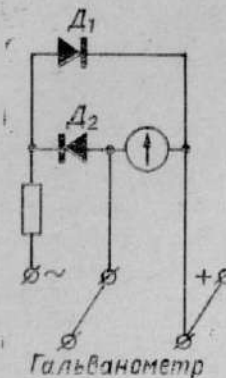


Рис. 6.

Для выпрямления переменного тока применена однополупериодная схема. В рабочий полупериод ток проходит через полупроводниковый элемент D_1 и рамку прибора, а в нерабочий полупериод — мимо рамки, через элемент D_2 . Это необходимо для того, чтобы через элемент D_1 не проходило большое обратное напряжение, вызывающее его порчу (пробой). Полупроводниковый выпрямитель для измерений напряжения переменного тока включен постоянно. Но так как его сопротивление значительно больше сопротивления рамки, шунтирующее влияние его на чувствительность прибора при измерении напряжения постоянного тока очень мало.

Вольтметр постоянного тока

Как вольтметр постоянного тока прибор имеет два предела измерений: 5 В и 15 В. Соответственно в приборе имеются две рабочие шкалы, нанесенные на двух сторонах подшкальника, на пластмассовой планке которого обозначен знак «—» (постоянный ток). Шкала на 5 В имеет пять оцифрованных делений. Цена одного деления 1 В. Основные деления разделены пополам (более короткой чертой); следовательно, цена этих делений — 0,5 В.

Шкала на 15 В имеет 15 делений, из них оцифрованы деления 5, 10, 15.

Цена одного деления на этой шкале 1 В. К прибору приложены для этих пределов измерений напряжений постоянного тока две добавочные катушки (рис. 7).

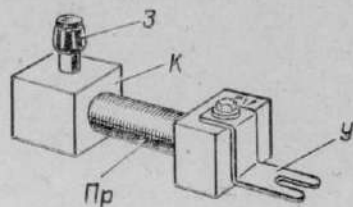


Рис. 7.

Катушки добавочных сопротивлений представляют собой пластмассовые каркасы (*К*), на которые намотана константановая или манганиновая проволока (*Пр*). Величина сопротивлений каждой катушки подгоняется индивидуально к прибору. На каркас наносится номер прибора.

Один конец обмотки подведен к угольнику (*У*), при помощи которого катушка прикрепляется к выходному зажиму прибора.

Второй конец обмотки прикреплен к стержню зажима (*З*). К этому зажиму присоединяется при измерениях проводник от источника напряжения. На каждой катушке указаны род измеряемого напряжения (знак «—») и верхний предел измерения (5 В или 15 В).

Для работы с прибором в качестве вольтметра постоянного тока необходимо:

- а) в передний паз в крышке прибора опустить шкалу постоянного тока необходимого предела измерений;
- б) вращая головку корректора, установить стрелку в нулевое положение;
- в) под зажим прибора, помеченный знаком «+» (крайний правый зажим), поджать угольник катушки добавочного сопротивления необходимого предела измерений;
- г) присоединить проводники от источника измеряемого напряжения к среднему зажиму прибора и зажиму на каркасе катушки добавочного сопротивления, соблюдая полярность.

Вольтметр переменного тока

Как вольтметр переменного тока прибор имеет два предела измерений: 15 В и 250 В. Соответственно в приборе имеются две рабочие шкалы, нанесенные на подшкальнике, на пластмассовой планке которого обозначен знак «~» (переменный ток). Шкала на 15 В имеет 15 делений, из них оцифрованы деления 5, 10 и 15. Цена одного деления 1 В. Шкала на 250 В имеет деления по 50 В.

Основные деления разделены пополам (более короткой чертой); следовательно, эти деления имеют цену 25 В.

К прибору приложены для этих пределов измерений и напряжений переменного тока две добавочные катушки. Устройство катушек аналогично устройству катушек к вольтметру постоянного тока. На каждой катушке указаны род измеряемого напряжения (знак «~») и верхний предел измерения (15 В и 250 В).

Величина сопротивления каждой катушки подгоняется индивидуально к прибору. На каркасах наносится номер прибора.

Для работы с прибором в качестве вольтметра переменного тока необходимо:

- а) в передний паз в крышке прибора опустить шкалу переменного тока необходимого предела измерений;
- б) вращая головку корректора, установить стрелку на нуль шкалы;
- в) под зажим прибора, помеченный знаком «~» (крайний левый зажим), поджать угольник катушки добавочного сопротивления необходимого предела измерений;
- г) присоединить проводники от источника измеряемого напряжения к среднему зажиму прибора (общему для переменного и постоянного тока) и к зажиму на каркасе катушки добавочного сопротивления.

Гальванометр постоянного тока

Как видно из схемы вольтметра (рис. 6), обмотка рамки прибора непосредственно подключается к нижним зажимам с надписью «Гальванометр». Если подключить внешнюю цепь к этим зажимам, то прибор будет работать в качестве гальванометра, чувствительного к напряжению.

Цена деления гальванометра не больше $5 \cdot 10^{-5}$ В. Так как шкала гальванометра имеет по 5 делений в каждую сторону от нуля, то это означает, что для отклонения стрелки от нуля до конца шкалы (5 делений) необходимо напряжение не больше 0,25 мВ. Действительная цена деления данного экземпляра гальванометра указывается на его шкале.

Шкала гальванометра нанесена на подшкальнике с пластмассовой планкой, помеченной буквой «Г».

После опускания в передний паз крышки прибора шкалы гальванометра нужно головкой корректора установить стрелку на нуль шкалы. При работе с гальванометром необходимо помнить о его высокой чувствительности и не подключать его к источнику большого напряжения во избежание сгорания обмотки рамки или поломки стрелки.

Хранение и пользование

Приборы следует хранить в сухом помещении при комнатной температуре в закрытом шкафу и оберегать от пыли, так как по

своей конструкции (пазы в крышке для смены шкал) они недостаточно защищены от проникновения пыли внутрь прибора.

При хранении и пользовании нужно оберегать приборы от толчков и ударов.

При измерениях напряжений или токов необходимо следить, чтобы добавочные сопротивления или шунты, включаемые в приборы, соответствовали измеряемым величинам. В случае измерения неизвестных величин напряжений или токов следует включать прибор на максимально возможный предел измерений и включение производить на очень короткое время. Только убедившись, что предел прибора соответствует измеряемой величине, можно включать прибор на длительное время измерения.

В случае отсутствия показаний прибора надо проверить все соединения и пайки.

Места соединения проводов схемы с выводными зажимами прибора можно проверить, выдвинув ящик из футляра и сняв металлическое дно прибора, вывернув винты, крепящие дно к футляру.

При этом открывается доступ к монтажу и деталям схемы.

При необходимости иметь доступ к измерительному механизму надо вывернуть винты, крепящие крышку к футляру, снять крышку и вынуть переднее стекло.

Измерительный механизм вынимается из футляра следующим образом: отпаиваются провода, идущие в нижнюю часть футляра, снимается головка корректора, для чего надо вывернуть винт, находящийся на боковой поверхности головки. Затем вывертываются 2 винта, крепящие колодку механизма к футляру. При этой операции надо поддерживать измерительный механизм за магнит.

Сборка прибора производится в обратном порядке.

В случае полной разборки системы прибора необходимо помнить, что магнит прибора намагничен на заводе при привертнутых полюсных наконечниках.

Во избежание уменьшения магнитного потока магнитной системы полюсные наконечники отделять от планок нельзя.

К УЧИТЕЛЯМ ШКОЛ И ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Завод «Физэлектроприбор» обращается с просьбой сообщить свои замечания по работе и использованию прибора, а также внести предложения по улучшению конструкции.

Замечания и предложения просим направлять по адресу:
Москва, Б-76, ул. Электrozаводская, 33.

Издание 14-е.

Редактор Л. С. Князева.

Редактор издательства А. И. Лебедев.

Подп. к печати 18/X-74 г.

Формат 60×90^{1/16}.

Заказ 611.

Печ. л. 0,75.
Бесплатно.

Уч.-изд. л. 0,69.
Тираж 17 000.

Типография 14-й ф-ки ГУТП, Москва, 6-й проезд Подбельского, д. 1