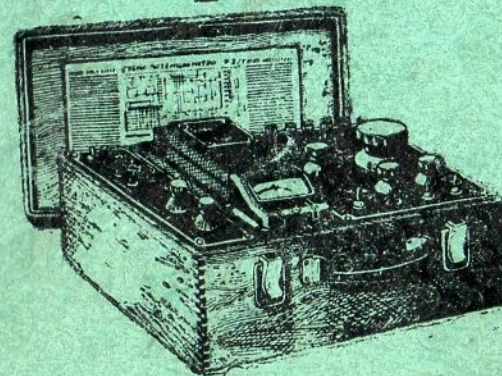




СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ СНХ
ЗАВОД ЭЛЕКТРОИЗМЕРТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ



Автоматический
ПОТЕНЦИОМЕТР
Р 2/1



ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ,
ОПИСАНИЕ И ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ



СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ СХ
ЗАВОД ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ



ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ
ПОТЕНЦИОМЕТР Р21

ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ,
ОПИСАНИЕ И ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ

ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ

НА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРЫ Р2/1

1. Пределы измерений: 30; 37,5; 45; 60; 75; 150 и 1500 мВ.
2. Габарит Р2/1— $450 \times 345 \times 205$ мм.
3. Габарит Р5/1— $280 \times 140 \times 160$ мм.
4. Вес Р2/1—12 кг.
5. Вес Р5/1—3 кг.
6. Приборы соответствуют ТУ-П ОПП. 534. 069-56.

Комплектность

В комплект поставки входят:

- а) собственно потенциометр Р2/1 — 1 шт.;
- б) делитель напряжения Р5/1 — 1 шт.;
- в) шунт Р6 (за отдельную плату) — 1 шт.;
- г) шнур для включения потенциометра в сеть — 1 шт.;
- д) описание и правила пользования — 1 шт.;
- е) выпускной аттестат на Р2/1 — 1 шт.;
- ж) паспорт на микроамперметр М102 — 1 шт.;
- з) паспорт на усилитель фотоэлектрический Ф12 — 1 шт.;
- и) запчасти к усилителю фотоэлектрическому Ф12 согласно его паспорту — 1 компл.

I. Введение

Все потенциометры, применяемые в настоящее время для измерения электродвижущих сил и поверки приборов, можно разделить на две основные группы:

- а) многодекадные потенциометры;
- б) потенциометры с неполной компенсацией.

Многодекадные потенциометры, использующие метод полной компенсации, отличаются прочностью и позволяют измерять ЭДС и проверять приборы с широким диапазоном пределов измерений. Однако эти приборы обладают рядом существенных недостатков:

- а) требуют для работы двух операторов;
- б) имеют низкую производительность, особенно при использовании при поверочных работах, так как помимо времени, затрачиваемого для установки стрелки поверяемого прибора на данную точку, большое количество времени затрачивается на процесс компенсации и вычисление поправок;
- в) используют зеркальные гальванометры со свойственными им неудобствами;
- г) большое время, затрачиваемое на измерение, повышает требования к источникам питания.

Неудобство многодекадных потенциометров для массовой поверки электроизмерительных приборов вызвало появление потенциометров с неполной компенсацией. В этих потенциометрах с помощью декады производится уравнивание номинального значения поверяемой величины, а нескомпенсированное напряжение, обусловленное погрешностью прибора, вызывает отклонение магнитоэлектрического указателя, по шкале которого отсчитывается поправка.

Эти приборы лишены перечисленных выше недостатков многодекадных потенциометров, однако имеют ряд других недостатков:

- а) используя метод неполной компенсации, они являются менее точными. Учет поправок затруднен;
- б) при использовании наиболее чувствительных стрелочных приборов и даже приборов со световым указателем, потенциометры эти, как правило, не позволяют производить поверку приборов с пределами измерения ниже 1 в и 0,5 а;

в) для проверки амперметров для каждого предела измерения требуются специальные шунты;

г) позволяют отсчитывать непосредственно поправку не для всех пределов измерения поверяемых приборов;

д) мало пригодны для измерения ЭДС и сопротивлений.

Эти недостатки потенциометров с неполной компенсацией, в особенности невозможность поверки чувствительных приборов, заставляют большинство потребителей по-прежнему пользоваться многодекадными потенциометрами.

Полуавтоматический потенциометр Р2/1, сочетая в себе высокую производительность с компенсационным методом измерения, полностью решает задачу массовой поверки электроизмерительных приборов и вместе с тем облегчает проведение точных измерений ЭДС и сопротивлений.

Потенциометр Р2/1:

1. Увеличивает производительность труда в 2—3 раза.
2. Обслуживается одним оператором.
3. Позволяет производить поверку амперметров, вольтметров и ваттметров с широким диапазоном пределов измерений, ЭДС и сопротивлений.
4. Результат измерения при поверке приборов дается непосредственно в виде поправки, не требуя никаких пересчетов.
5. Имеет точность, равную точности многодекадных потенциометров второго класса.
6. Является переносным и не требует для своей установки капитальных стен.
7. Несколько снижает требования к стабильности источников питания.

II. Технические данные

1. Потенциометр позволяет поверять на постоянном токе вольтметры и измерять напряжение до 600 в, амперметры на силы токов до 50 а, ваттметры на напряжения с номинальным напряжением и током, определяемыми пределами измерения делителя напряжения Р5/1 и шунта Р6.

2. Потенциометр имеет 6 пределов измерения: 30—37,5—45—60—75—150 мв, дающих возможность проверять приборы с ценой деления, кратной 1; 2; 2,5; 3; 4 и 5, т. е. практически любые приборы. При этом поправка отсчитывается непосредственно в долях деления шкалы поверяемого прибора.

Кроме того, потенциометр имеет седьмой предел измерения 1500 мв, служащий для измерения ЭДС и измерений сопротивлений, а также 2 дополнительных предела для измерения точных сопротивлений.

3. Потенциометр позволяет поверять как каждую десятую (оцифрованную) точку шкалы прибора, так и любую промежуточную точку.

4. Для поверки вольтметров на напряжение, превышающее 150 мв, используется делитель напряжения Р5/1.

Для поверки амперметров используются нормальные образцовые катушки сопротивлений величиной от 0,001 до 1000 ом. Для поверки ваттметров используется делитель напряжения Р5/1 и многопредельный шунт Р6.

5. Погрешность потенциометра при сопротивлениях цепи измеряемого напряжения не более сопротивлений, указанных в таблице 1, при номинальном напряжении сети переменного тока (127 или 220 в) $\pm 5\%$ и при нормальной температуре ($+20^\circ \pm 2^\circ\text{C}$) не должно превышать по абсолютному значению величины, вычисленной по формуле:

$$\Delta U = \pm (0,2U_x + 15 A) \cdot 10^{-3} \text{ милливольт,}$$

где:

ΔU — погрешность потенциометра в милливольт,х,

U_x — измеряемое напряжение в милливольт,х,

A — цена ступени второй декады потенциометра в милливольт,х, устанавливаемая переключателем пределов измерения.

Таблица 1

Предел измерения в мв	Внешнее сопротивление в омах не более
30	300
37,5	400
45	500
60	600
75	800
150	1500
1500	9000
1500/2	3000
1500/0,5	800

Примечание: При работе на потенциометре значениями сопротивлений цепи измеряемого напряжения более указанных в таблице 1, погрешность потенциометра может превышать допустимую расчетную по вышеуказанной формуле.

6. Время измерения поправки поверяемого прибора не превышает 3 секунд.

7. Рабочий ток потенциометра равен 10 ма. Потенциометр рассчитан на питание от кислотного аккумулятора напряжением $4 \pm 0,4$ в.

8. В потенциометре предусмотрена возможность применения нормальных элементов с электродвижущей силой от 1,0180 до 1,0190 в.

9. Потенциометр имеет вспомогательное питание от сети переменного тока напряжением 127 или 220 в через встроенный трансформатор с выходом понижающего напряжения 13 в, необходимое для осветительной лампочки фотоусилителя Ф12.

10. Потенциометр имеет экранировку от токов утечки.

III. Устройство потенциометра

§ 1. Принцип действия потенциометра

Потенциометр состоит собственно из двух потенциометров. Первый является декадным и служит для компенсации основной части измеряемого напряжения.

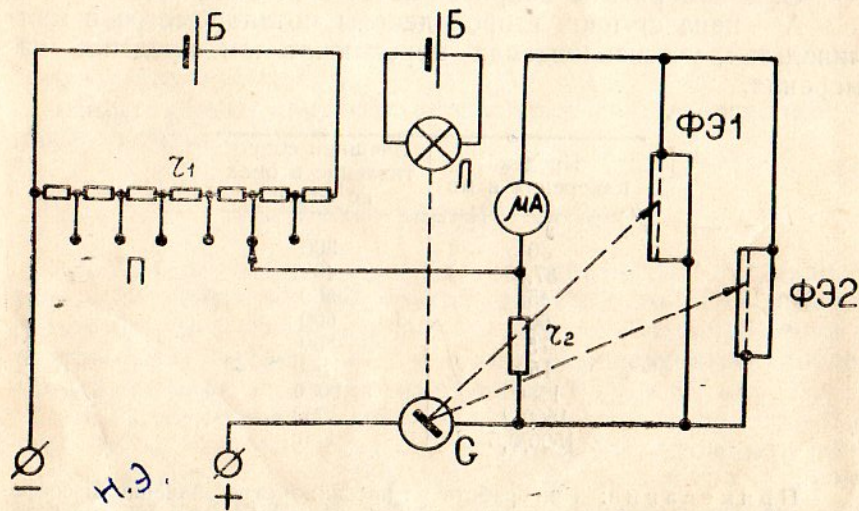


Рис. 1. Принципиальная схема полуавтоматического потенциометра.

На рис. 1 он условно показан в виде декады r_1 , вспомогательный ток в котором создается батареей Б. При проверке прибора рычаг переключателя П вручную устанавливается в положение, соответствующее поверяемому делению прибора.

Величина, некомпенсированная первым потенциометром, уравнивается вторым автоматическим фотоэлектрическим потенциометром. Последний схематично показан на рис. 1 (схема) в виде гальванометра, двух фотоэлементов с запирающим слоем ФЭ1 и ФЭ2, сопротивления r_2 , микроамперметра μA и осветительной лампы Л. Пучок света от лампочки Л, отражаясь от зеркала гальванометра Г, падает на фотоэлементы.

При появлении некомпенсированного напряжения гальванометр Г, отклоняясь, изменяет распределение светового потока между фотоэлементами, вследствие чего через сопротивление r_2 , микроамперметр μA потечет ток. Гальванометр будет отклоняться до тех пор, пока падение напряжения, создаваемое фототоком на сопротивлении r_2 , не уравнивает некомпенсированную первым потенциометром часть напряжения. При данном сопротивлении r_2 величина фототока, измеренная микроамперметром μA , определяется величиной приложенного ко второму потенциометру напряжения. Таким образом, шкала микроамперметра может быть проградуирована непосредственно в поправках к поверяемому прибору.

Применение двух фотоэлементов (ФЭ1 и ФЭ2) позволяет току, протекающему через микроамперметр и компенсационное сопротивление r_2 , изменять свое направление. Благодаря этому фотоэлектрический потенциометр может измерять напряжения любой полярности, т. е. определять поправки обоих знаков.

Как известно, показания фотоэлектрического потенциометра в широких пределах не зависят от изменения параметров фотоэлемента и осветительной лампы.

Хотя в приборе и применен гальванометр, однако последний выполнен на растяжках и вмонтирован в потенциометр, поэтому для последнего не требуется капитальных стен и установка по уровню.

Следует отметить, что фотоэлектрические потенциометры, часто называемые фотоэлектрическими усилителями, могут быть сделаны исключительно высокой чувствительности. Так, в приборе Р2/1 фотоэлектрический усилитель

имеет нижний предел измерения $\pm 0,15$ мв, что соответствует поправке поверяемого прибора $+0,75$ деления. Это позволило сделать у потенциометра нижний предел измерения 30 мв. Цена одного деления микроамперметра $\mu\text{А}$ равна 0,01 мв, что соответствует цене одного деления последней декады нормальных многодекадных потенциометров.

§ 2. Полная электрическая схема потенциометра

Потенциометр имеет две декады П1 и П2. Одна из них с 15 сопротивлениями $r_{п1}$ имеет шестнадцать положений и служит для компенсации напряжений, соответствующих оцифрованным точкам шкалы поверяемого прибора (см. рис. 2).

В случае необходимости проверки промежуточных точек шкалы компенсация достигается с помощью второй декады, имеющей 11 положений и 10 сопротивлений $r_{п2}$.

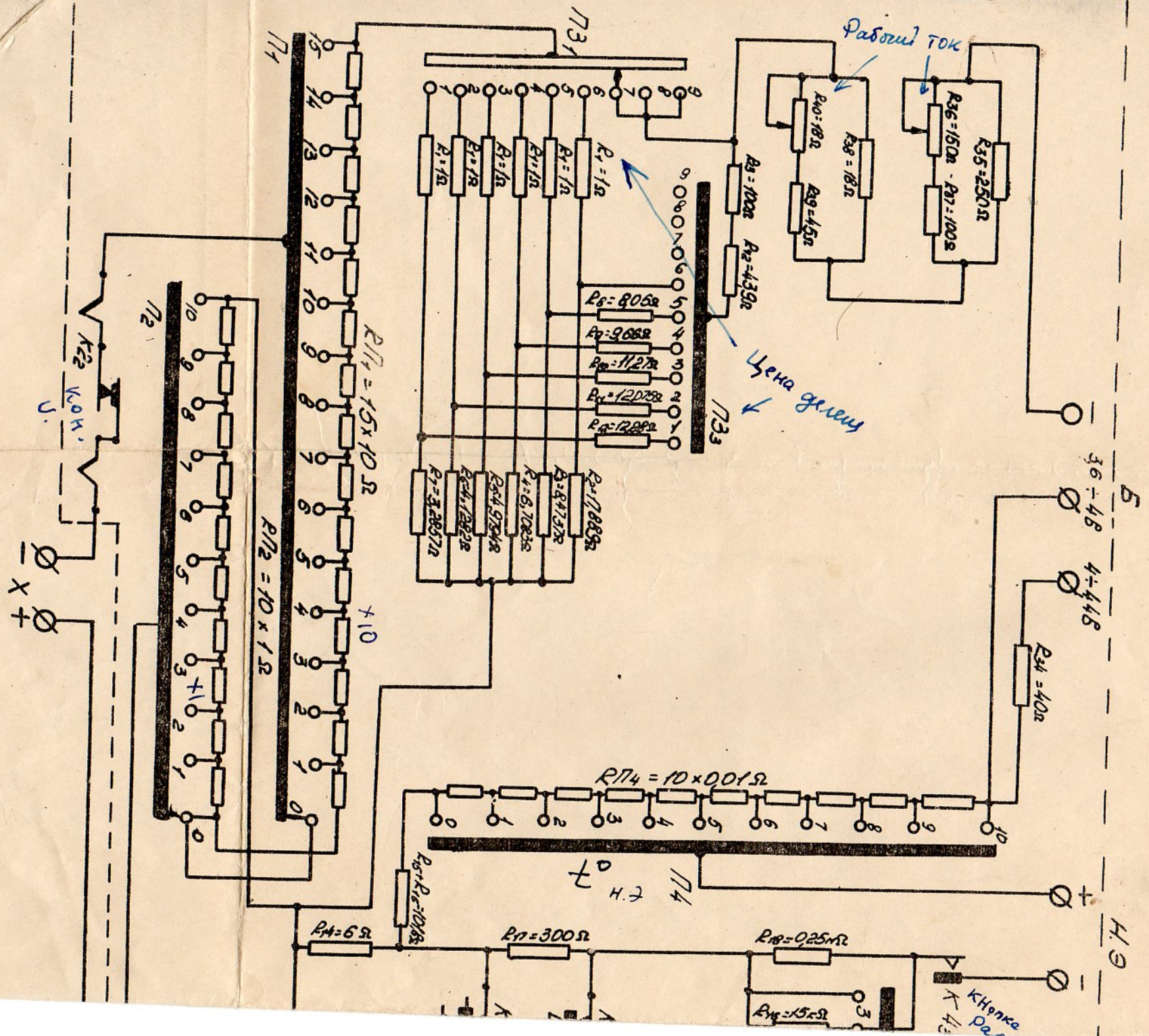
Вспомогательный ток от четырехвольтового аккумулятора регулируется реостатами r_{37} и r_{40} и устанавливается после последовательного переключения ручки переключателя П6 „чувствительность“ в положение 1 „грубо“, 2 „средне“, 3 „точно“ при нажатии кнопки K_4 с помощью сопротивлений r_{16} и r_{17} по нормальному элементу, причем нулевым прибором служит фотоэлектрический усилитель.

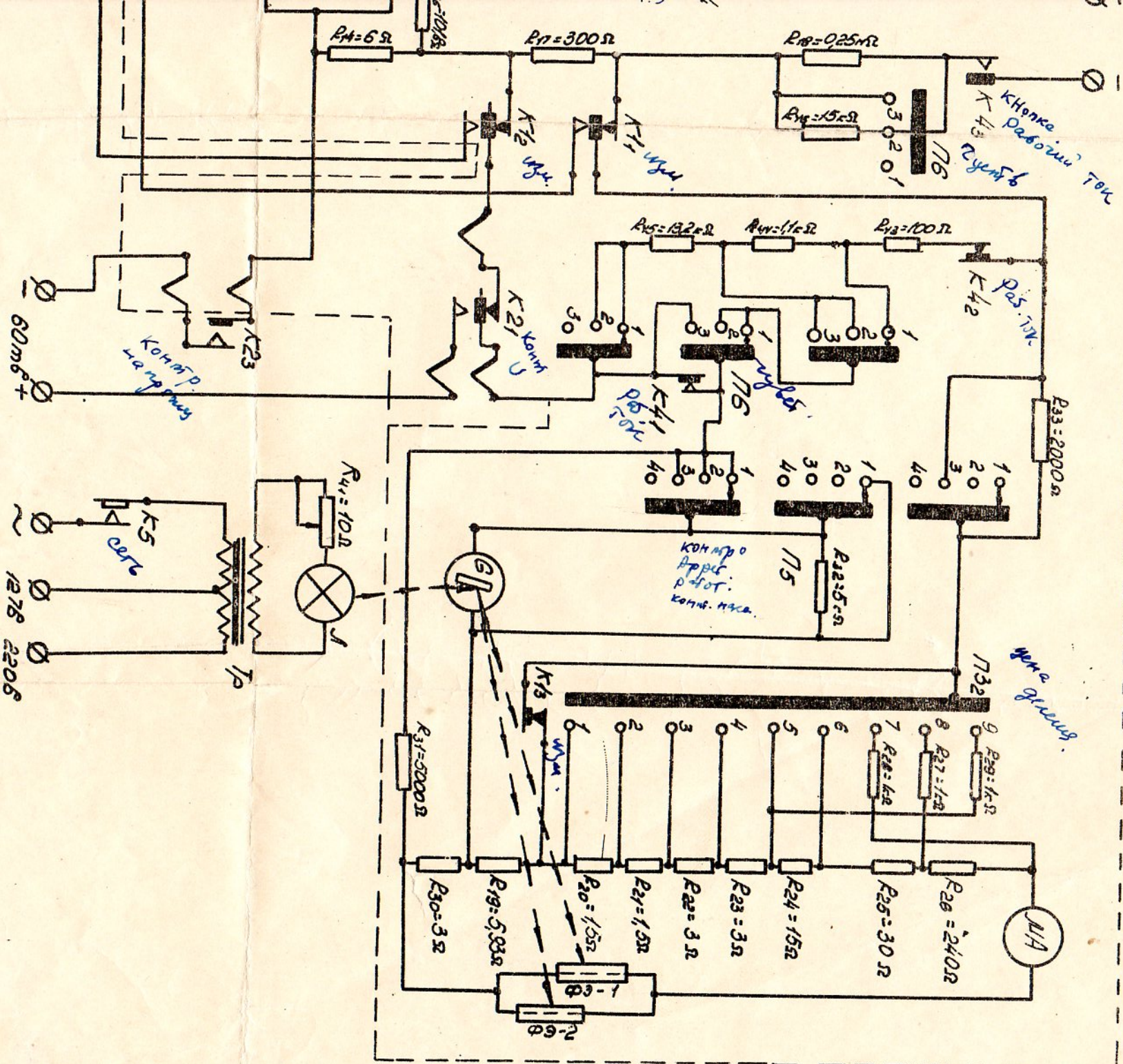
Для компенсации температурных изменений нормального элемента служит переключатель П4.

Для изменения пределов измерения потенциометра служит встроенный переключатель П3. Часть этого переключателя (ПЗ₁) с помощью набора параллельных шунтов из сопротивлений $r_2 + r_7$ отвлекает определенную часть вспомогательного тока в сопротивлении декад П1 и П2. При помощи сопротивлений $r_8 + r_{12}$ сохраняется постоянство сопротивления схемы потенциометра, что облегчает регулировку вспомогательного тока при переходе с одного предела измерения на другой.

Подаваемое на зажимы „Х“ измеряемое напряжение компенсируется декадами П1 и П2, а некомпенсированная часть напряжения, определяемая погрешностью поверяемого прибора, при нажатии на кнопки K_1 автоматически компенсируется фотоэлектрическим потенциометром. Последний состоит из гальванометра G , фотоэлементов (ФЭ1 и ФЭ2), микроамперметра $\mu\text{А}$ и сопротивлений $r_{19} - r_{26}$.

Рис 2 Полная электрическая





УЧЕБНАЯ СХЕМА

имеет
вует
позво
ния
на 0,
ней

с 15
служ
оциф
рис.

шкал
имею

ра ре
сле п
П6 "
3 "то
г₁₆ и
ром с

го эл

служ
ключа
из со
вспом
При т
сопро
лиров
дела

П
компе
часть
прибо
сирое
состо
микро

Величина сопротивления из ряда $r_{19} \div r_{26}$, включенного в цепь микроамперметра, изменяется с помощью переключателя ПЗ₂, вследствие чего при изменении предела потенциометра одновременно изменяется и предел измерения фотоэлектрического усилителя так, что шкала микроамперметра на основных пределах измерения составляет $\pm 0,75$ деления поверяемого прибора.

Освещение фотоэлементов производится лампой Л, питаемой через трансформатор Т от сети. Накал лампы регулируется реостатом r_{41} . Включение сети производится тумблером К5.

Сопротивления r_1 являются подгоняемыми и служат для облегчения подгонки потенциометра по пределам и снижения допусков на подгонку сопротивлений шунтов.

Контакт К1₃ при отжатой кнопке К1 обеспечивает фотоэлектрическому усилителю постоянную и наибольшую чувствительность, чем достигается необходимая точность установок вспомогательного тока потенциометра на всех пределах измерения.

Проверка ваттметров на потенциометре типа Р2/1 производится при неизменном напряжении и регулируемой силе тока. Для контроля величины напряжения, приложенного к вольтметровой цепи ваттметра, часть его, равная 60 мв, с делителя напряжения типа Р5/1 подключается к зажимам потенциометра „60 мв“.

При нажатии на кнопку К2 напряжение на делителе напряжения сравнивается с падением напряжения на сопротивлении $r_{14}=6$ ом, причем нулевым прибором служит фотоэлектрический усилитель.

Контакты К2₂ и К2₃ кнопки К₂ исключают возможность одновременного включения к потенциометру при проверке ваттметров токовой и вольтметровой цепей. Переходные сопротивления контактов переключателей в потенциометре Р2/1 не вносят погрешности в измерение, так как переходные сопротивления переключателей П1 и П2 входят в потенциальную цепь, а влияние переключателей ПЗ₁ и ПЗ₃ устраняется при установке рабочего тока.

Переключатель П5 имеет 4 положения. В первом положении гальванометр замкнут накоротко. Этому положению переключателя соответствует надпись „арретир“. Во втором положении переключателя „контроль накала“ производится компенсация механического противодействующего момента растяжек гальванометра.

В третьем положении „работа“ закорачивается контрольное сопротивление $r_{33} = 2000$ ом, предназначенное для проверки компенсации противодействующего момента, растяжек гальванометра, схема потенциометра приводится в рабочее состояние. В четвертом положении „контроль нуля“ гальванометр отключается от цепи потенциометра и производится настройка подвижной части гальванометра с помощью его корректора. Хотя подвижная часть управляющего гальванометра в процессе работы отклоняется от нулевого положения на небольшой угол, все же для поддержания этого отклонения необходим определенный ток, являющийся источником погрешности потенциометра.

Для уменьшения этой погрешности в рамку гальванометра с помощью сопротивлений r_{30} и r_{31} вводится вспомогательный ток.

Таким образом, ток, необходимый для отклонения подвижной части гальванометра, создается не за счет измеряемого напряжения, а за счет выходного тока и, следовательно, измерение напряжения производится полностью компенсационным методом.

Сопротивления r_{35} , r_{36} , r_{38} и r_{39} служат для обеспечения большей плавности регулировки вспомогательного тока. Сопротивление r_{18} предохраняет нормальный элемент при грубой регулировке тока. Сопротивление r_{34} является балластным.

Сопротивления r_{27} , r_{28} и r_{29} предохраняют гальванометр от перегрузки при работе на пределах измерения 0—1500 мв.

Потенциометр имеет полную экранировку от токов утечек. На схеме экран изображен пунктиром. Параметры элементов схемы приведены в таблице 2.

Обозначение в схеме	Техническая характеристика	Примечание
r_{n1}	$10 \pm 0,001$ ом	
r_{n2}	$1 \pm 0,0002$ ом	
r_2	$17,889 \pm 0,009$ ом	
r_3	$8,4737 \pm 0,004$ ом	
r_4	$6,7083 \pm 0,003$ ом	
r_5	$4,9794 \pm 0,0025$ ом	
r_6	$4,1282 \pm 0,002$ ом	
r_7	$3,2857 \pm 0,0015$ ом	
r_{13}	$100 \pm 0,01$ ом	
r_{14}	$6 \pm 0,006$ ом	
r_{15}	$100 \pm 0,01$ ом	
r_{19}	$5,93 \pm 0,003$ ом	
r_{20}, r_{21}	$1,5 \pm 0,0007$ ом	
r_{23}, r_{23}	$3 \pm 0,0015$ ом	
r_{24}	$15 \pm 0,007$ ом	
r_{25}	$30 \pm 0,015$ ом	
r_{26}	$240 \pm 0,12$ ом	
r_{42}	$43,9 \pm 0,013$ ом	
r_{n4}	$0,01 \pm 0,0003$ ом	
r_1	$1,0 \pm 0,0001$ ом	
r_{16}	$1,80 \pm 0,002$ ом	
r_8	$8,05 \pm 0,008$ ом	
r_9	$9,66 \pm 0,009$ ом	
r_{10}	$11,27 \pm 0,01$ ом	

Обозначение в схеме	Техническая характеристика	Примечание
Γ_{11}	$12,075 \pm 0,01 \text{ ом}$	
Γ_{12}	$12,88 \pm 0,01 \text{ ом}$	
Γ_{17}	$300 \pm 1,5 \text{ ом}$	
Γ_{18}	$250000 \pm 25000 \text{ ом}$	
$\Gamma_{27}, \Gamma_{28}, \Gamma_{29}$	$1000 \pm 10 \text{ ом}$	
Γ_{30}	$3 \pm 0,03 \text{ ом}$	
Γ_{31}, Γ_{32}	$5000 \pm 50 \text{ ом}$	
Γ_{33}	$2000 \pm 20 \text{ ом}$	
Γ_{34}	$40 \pm 0,4 \text{ ом}$	
Γ_{35}	$250 \pm 2,5 \text{ ом}$	
Γ_{36}	$150 \pm 6,0 \text{ ом}$	Реостат
Γ_{37}	$100 \pm 1,0 \text{ ом}$	
Γ_{38}	$18 \pm 0,18 \text{ ом}$	
Γ_{39}	$45 \pm 0,45 \text{ ом}$	
Γ_{40}	$18 \pm 0,9 \text{ ом}$	Реостат
Γ_{41}	$10 \pm 0,18 \text{ ом}$	
Д	Зеркальный гальванометр на растяжках. Постоянная около $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ А/1}^\circ$.	
$\mu\text{А}$	Микроамперметр стрелочный 25—0—25 мка.	
ФЭ1, ФЭ2	Фотоэлемент селеновый дифференциальный.	
Л	Лампа накаливания типа СМ12, 13 вольт 10 ватт.	
Т	Трансформатор понижающий 127, 220/12.	
Γ_{46}	$15000 \pm 1500 \text{ ом}$	Сопровителения ВС-1 ГОСТ 6562-53
Γ_{43}	$100 \pm 10 \text{ ом}$	
Γ_{44}	$1100 \pm 110 \text{ ом}$	
Γ_{45}	$13200 \pm 1320 \text{ ом}$	

§ 3. Делитель напряжения Р5/1

Схема делителя напряжения представлена на рис. 3.

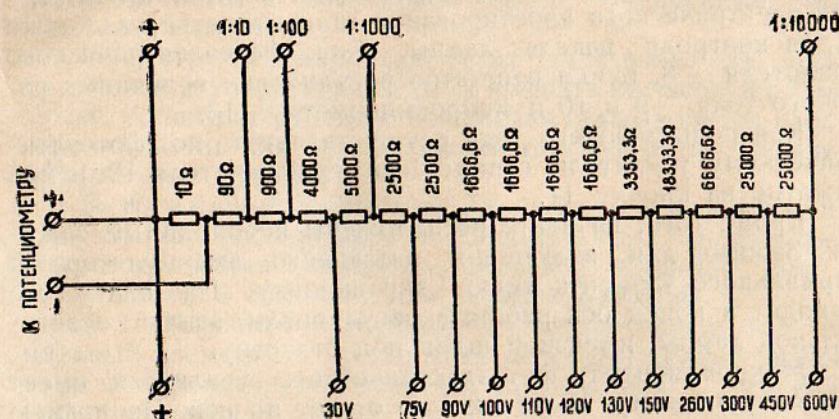


Рис. 3.

Делитель напряжения имеет коэффициенты 1:10, 1:100, 1:1000, 1:10000 для проверки вольтметров до 600 в. Для контроля напряжения вольтметровых цепей ваттметров у делителя напряжения имеются отводы на 30, 75, 90, 100, 110, 120, 130, 150, 260, 300, 450 и 600 в (т. е. на все практически встречающиеся напряжения); причем при подключении каждого из перечисленных напряжений с делителя на потенциометр снимается 60 мв.

§ 4. Конструкция потенциометра

Все основные детали и узлы потенциометра смонтированы на металлической плате, которая вставлена в деревянный ящик.

С лицевой стороны плата закрыта щитком, на котором нанесены необходимые надписи.

На рисунке 4 показано размещение элементов потенциометра на верхней плате.

На плате потенциометра размещены: переключатель пределов измерения—1, переключатель десятков делений—2, переключатель единиц делений—3, переключатель для учета различных значений электродвижущей силы нормального элемента—4, кнопка 5—для включения потенциометра

к измеряемому напряжению, подводимому к зажимам X, кнопка 6 — для включения потенциометра к напряжению на зажимах 60 мв при проверке ваттметров, переключатель 7 — для электрического арретирования гальванометра, а также и для контроля накала лампы, блок фотоэлектрического усилителя — 8, ручки реостатов регулировки величины рабочего тока — 9 и 10 и микроамперметр — 13.

Контроль рабочего тока осуществляется по фотоэлектрическому усилителю с помощью переключателя 12 и при нажатии на кнопку 11.

Кроме того, на плате расположены необходимые зажимы. Зажимы для включения питающего аккумулятора и нормального элемента имеют экранировку. На плату же выходит и конец оси реостата регулировки накала осветительной лампы, имеющей шлиц под отвертку.

Микроамперметр фотоэлектрического усилителя имеет наклонную шкалу, облегчающую отсчет по ней. На правую боковую поверхность крышки блока усилителя выходит ручка корректора гальванометра.

Доступ к фотоэлементу усилителя закрывается накладкой 14 на крышке усилителя, а к лампочке — крышкой 15.

Для присоединения к сети переменного тока на задней стенке ящика потенциометра имеется штепсельное гнездо с тремя штырями, на которые одевается штепсель шнура питания. Включение напряжения производится тумблером на боковой стенке ящика. Прибор в целом и блок усилителя пломбируются.

IV. Порядок работы

§ 5. Подготовка потенциометра к работе

1. Установить стрелку микроамперметра корректором на нулевую отметку шкалы.

2. При помощи соединительного шнура присоединить к потенциометру переменное напряжение 220 в или 127 в и включить его при помощи тумблера, находящегося на боковой стенке ящика потенциометра. При этом загорается осветительная лампа.

3. Переключатель для арретирования гальванометра перевести в положение „контроль нуля“.

4. Проверить и, при необходимости, отрегулировать нулевое положение гальванометра, для чего, вращая корректор гальванометра, установить стрелку микроамперметра

на нуль. При этом нет необходимости добиваться точной установки и достаточно, если стрелка микроамперметра будет установлена в допусковой сектор, очерченный двумя красными рисками.

Если стрелка микроамперметра ушла влево за шкалу, то рукоятку корректора следует вращать по часовой стрелке. После установки нулевого положения гальванометра следует переключатель для арретирования гальванометра перевести в положение „работа“.

5. К зажимам с надписью $3,6 \div 4$ в или $4 \div 4,4$ в подключить источник питания постоянного тока соответствующего напряжения и емкостью не менее 40 а-час для аккумуляторов и 400 а-час для сухих элементов.

6. Подключить к зажимам с обозначением НЭ нормальный элемент и установить переключателем значение э. д. с. нормального элемента в соответствии с температурой помещения.

7. Установить рабочий ток потенциометра, для чего выставить ручку переключателя „чувствительность“ на „грубо“, нажав на кнопку „рабочий ток“ и вращая ручки реостатов регулировки рабочего тока, установить стрелку микроамперметра на нуль в пределах допускового сектора, отмеченного на шкале двумя линиями.

Переключить ручку переключателя „чувствительность“ последовательно на „средне“, а затем на „точно“, нажимая кнопку „рабочий ток“, и вращением ручек „рабочий ток“ установить стрелку микроамперметра в пределах допускового сектора. Проверить компенсацию противодействующего момента гальванометра согласно пункту в настоящей инструкции. После выполнения перечисленных операций потенциометр готов к работе. Во время работы следует периодически проверять правильность установки рабочего тока. Для этого нужно нажать на кнопку с надписью „рабочий ток“, переключатель „чувствительность“ при этом должен быть установлен на „точно“. Если рабочий ток установлен правильно, то стрелка микроамперметра при нажатии на кнопку не выйдет за пределы допускового сектора.

В случае необходимости рабочий ток должен быть откорректирован.

8. При установке потенциометра или при смене лампы или фотоэлемента следует проверить и, при необходимости, отрегулировать накал осветительной лампы и проверить исправность фотоэлемента.

Для проверки лампы (компенсации противодействующего момента) следует:

а) повернуть ручку реостата точной регулировки рабочего тока так, чтобы при переключении ручки переключателя „чувствительность“ на „точно“ стрелка микроамперметра установилась на цифре $+7$ шкалы прибора.

б) переключатель для арретирования гальванометра перевести из положения „работа“ в положение „контроль накала“.

Если при этом стрелка микроамперметра будет смещаться со своего положения больше, чем на ± 1 мм, то накал лампы нужно подрегулировать.

Регулировка накала лампы производится реостатом с надписью „накал“ до тех пор, пока смещение стрелки микроамперметра станет меньше ± 1 мм. Затем повторить операции „а“ и „б“ для отметки -7 микроамперметра.

Для проверки исправности фотоэлемента следует убедиться, что поворотом рукоятки реостата точной регулировки рабочего тока можно отклонить стрелку микроамперметра в обе стороны до упора.

Отрегулировав накал лампы, необходимо заново установить рабочий ток потенциометра.

Проверку накала лампы и исправности фотоэлемента нет необходимости производить каждый день. При работе с внешними сопротивлениями, указанными в таблице 1, не превышающими 1000 ом, смещение стрелки при переводе переключателя в положение „контроль“ может достигать $\pm 2 - 3$ мм без внесения существенной погрешности в измерение. При работе с внешними сопротивлениями, превышающими 1000 ом и более, указанными в таблице 1, следует чаще проверять нуль гальванометра и накал лампы и установить их возможно более тщательно.

§ 6. Поверка вольтметров

Для удобства работы рекомендуется поверяемый прибор поместить перед потенциометром P2/1, против его микроамперметра.

1. Выставить ручками переключателей с обозначением возле них X10 и X1 число, равное поверяемой отметке шкалы.

2. Установить на переключателе с обозначением „Цена деления mV“ число N (мв), кратное цене деления шкалы поверяемого прибора A (мв/дел.).

3. Выбрать коэффициент деления K делителя напряжения P5/1 по формуле:

$$K = \frac{N}{A}$$

Пример. Поверяемый вольтметр на 300 имеет шкалу 150 делений. Цена деления вольтметра

$$A = \frac{300}{150} = 2000 \text{ мв/дел.}$$

Следовательно, $N = 0,2$ мв.

Определяем коэффициент деления делителя напряжения P5/1.

$$K = \frac{N}{A} = \frac{0,2}{2000} = 0,0001, \text{ т. е. } K = 1:10000.$$

Следовательно, на переключателе „цена деления mV“ необходимо установить 0,2 мв и подключить вольтметр к зажимам „+“ и „1:10000“ делителя напряжения (см. рис. 5).

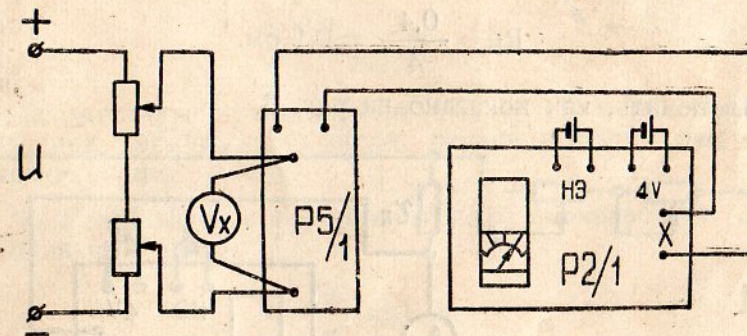


Рис. 5.

Если цена деления вольтметра в милливольтх совпадает с ценой деления, устанавливаемой переключателем „цена деления mV“, то прибор нужно поверять без делителя напряжения.

4. Установить стрелку на поверяемую отметку шкалы и, нажав кнопку „измерение“, прочитать поправку по шкале микроамперметра в десятых долях деления поверяемого прибора.

5. В процессе работы следует периодически проверять правильность установки рабочего тока.

§ 7. Поверка амперметров

1. Выставить ручками переключателей с обозначением возле них „X10“ и „X1“ число, равное номеру поверяемой отметки шкалы.

2. Установить на переключателе „Цена деления mV“ число N (мв), кратное цене деления шкалы поверяемого прибора A (ма/дел.).

3. Выбрать образцовое сопротивление по формуле:

$$R_N = \frac{N}{A}$$

Пример. Поверяемый миллиамперметр на 300 ма имеет шкалу 75 делений. Цена деления миллиамперметра равна

$$A = \frac{300}{75} = 4 \text{ ма/дел.}$$

Следовательно, N = 0,4 мв.

Определяем образцовое сопротивление

$$R_N = \frac{0,4}{4} = 0,1 \text{ ом.}$$

Включить, как показано на рис. 6.

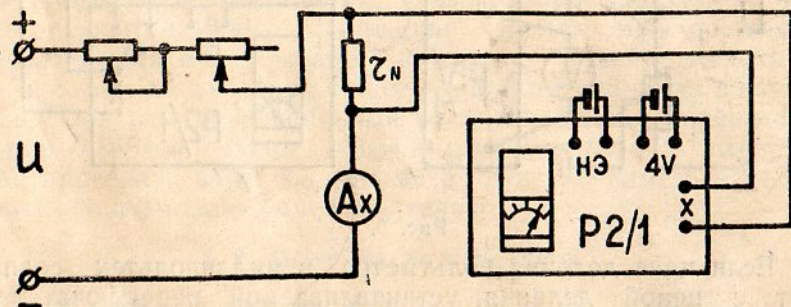


Рис. 6.

Примечание. В случае включения образцового сопротивления 1000 ом следует проверить правильность накала осветительной лампы (см. § 5, п. 8).

4. Установить стрелку на поверяемую отметку шкалы и, нажав кнопку „измерение“, прочитать поправку по шкале микроамперметра в десятых долях деления шкалы поверяемого прибора.

§ 8. Поверка ваттметров

1. Делитель напряжения P5/1 и шунт P6 включить соответственно на номинальные значения напряжения и тока поверяемого прибора (см. рис. 7).

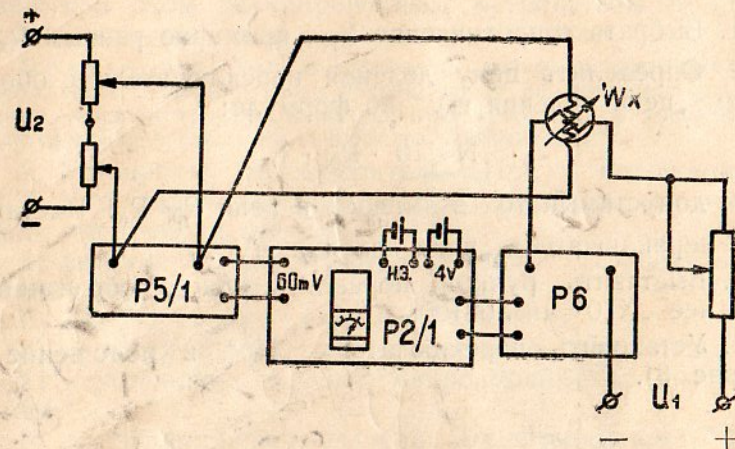


Рис. 7.

2. Выставить ручками переключателей с обозначением возле них „X10“ и „X1“ число, равное номеру поверяемой отметки шкалы.

3. Установить на переключателе с обозначением „Цена деления mV“ число

$$N = \frac{30}{n} \text{ (мв), где}$$

n — число делений шкалы поверяемого прибора.

Пример. Ваттметр на 300 вт имеет шкалу 150 делений.

$$N = \frac{30}{150} = 0,2 \text{ мв.}$$

4. Нажать кнопку „контроль напряжения“ и, регулируя напряжение, подаваемое на ваттметр, установить стрелку микроамперметра на нулевую отметку.

5. Регулировкой тока в последовательной цепи ваттметра установить стрелку прибора на поверяемую отметку и,

нажав кнопку „измерение“, прочитать поправку по шкале микроамперметра в десятых долях деления шкалы поверяемого прибора.

§ 9. Измерение сопротивлений

1. Выбрать сопротивление R_N , примерно равным R_x .
2. Определить цену деления переключателя с обозначением „цена деления mV“ по формуле:

$$N \leq 10 \cdot R_N \cdot I,$$

где I — допустимый ток в амперах в цепи R_N R_x . Выставить ее на переключателе „цена деления mV“.

3. Выставить ручкой переключателя с обозначением возле нее „X10“ число 100.

4. Установить переключатель „Пр“ в положение „1“ (см. рис. 8).

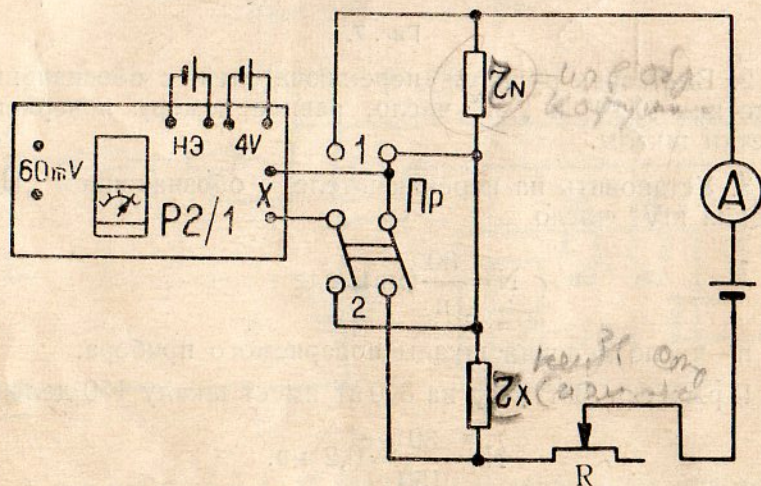


Рис. 8.

5. Отрегулировать значение рабочего тока в цепи R_N R_x следующим образом:

а) переключатель „чувствительность“ установить в положение „грубо“;

б) нажать кнопку „измерение“ и регулирующим устройством R установить стрелку микроамперметра на допускном секторе;

в) переключатель „чувствительность“ перевести последовательно в положение „средне“, а затем „точно“, установив при этом регулировочным устройством R стрелку микроамперметра на нулевую отметку шкалы.

Примечание. Если в положении „точно“ переключатель „чувствительность“, регулирующее устройство R не позволяет установить стрелку микроамперметра точно на нуль, допускается дополнительная подрегулировка ручками потенциометра „рабочий ток“.

6. Установить переключатель „Пр“ в положение „2“.

7. Установить стрелку микроамперметра в пределах шкалы следующим образом:

а) переключатель „чувствительность“ установить в положение „грубо“;

б) нажать кнопку „измерение“;

в) ручками переключателя, которые обозначены „X10“ и „X1“, установить стрелку микроамперметра в пределах шкалы;

г) перевести переключатель „чувствительность“ последовательно в положение „средне“, а затем „точно“, повторяя все указанное в пунктах „б“ и „в“.

8. Определить значение измеряемого сопротивления по формуле:

$$R_x = 10^{-2} \cdot R_N (M \pm Cx) \text{ ом},$$

где:

M — число, отсчитанное по переключателям, обозначенным „X10“ и „X1“;

α — отсчет по микроамперметру в оцифрованных делениях.

$C = 0,005$ для $N = 10/0,5$,

$C = 0,02$ для $N = 10/2$,

$C = 0,1$ для всех остальных значений.

Пример. Сопротивление, которое необходимо измерить, имеет величину примерно 1 ом.

Следовательно, выбираем образцовую катушку сопротивления $R_N = 1 \text{ ом}$.

Допустимый ток, который можно пропустить через сопротивление R_x , равен $I = 0,5 \text{ а}$.

Определим цену деления переключателя с обозначением „цена деления mV“ и выставим ее на нем.

$$N \leq 10 \cdot R_N \cdot I = 10 \cdot 1 \cdot 0,5 = 5.$$

Выставим на переключателе „цена деления mV“ цифру 1, т. к. следующая цифра меньше 5, которая стоит на переключателе „цена деления mV“, есть 1.

После уравнивания ручками переключателей „X10“ и „X1“ отсчитаны цифры:

а) на переключателе „X10“ отсчитано 11. Умножаем цифру 11 на 10, получим $11 \times 10 = 110$;

б) на переключателе „X1“ отсчитано 3. Умножим 3×1 , получим $3 \times 1 = 3$;

в) складываем полученные цифры на обоих переключателях:

$$M = 110 + 3 = 113.$$

После выполнения пункта 7 стрелка микроамперметра установилась на отметку 5 влево от нуля, т. е. $\alpha = -5$. Для цены деления 1 переключателя „цена деления mV“ $C = 0,1$ мв.

Определяем значение R_x .

$$R_x = 10^{-2} \cdot 1 (113 - 0,1 \cdot 5) = 1,125 \text{ ом}.$$

Для получения максимальной точности измерения руководствоваться следующим:

а) наибольшая точность достигается при сравнении равновеликих по номинальному значению сопротивлений, так как в этом случае погрешность неавтоматической (декадной) части потенциометра не будет сказываться на результате измерений, и вся погрешность будет определяться автоматической частью.

При измерении сопротивлений, отличающихся от образцового более чем на величину показания автоматической части, компенсация достигается переключением декад потенциометров, и их погрешность войдет в результаты измерений;

б) погрешность автоматической части обуславливается погрешностью микроамперметра и падением напряжения в измерительной цепи, создаваемом током, протекающим через гальванометр.

При правильной установке нуля гальванометра и накала лампы (см. § 5, пп. 4—7) величина этого тока не превышает $1 \div 2 \cdot 10^{-9}$ А. При менее тщательной регулировке ток в цепи гальванометра может достигать $5 \cdot 10^{-9}$ А и более.

Погрешность, создаваемая этим током, равна отношению вызываемого им падения напряжения на полном сопротивлении цепи гальванометра к измеряемому напряжению.

В таблице 3 приведены в качестве примера ориентировочные значения этой погрешности для различных измеряемых сопротивлений и напряжений.

Таблица 3

Измеряемое сопротивление в омах	Падение напряжения в микровольтах	Погрешность в % при измеряемом напряжении	
		100 мв	1000 мв
1000	1 — 2	0,0001 — 0,002	0,0001 — 0,0002
10000	10 — 20	0,01 — 0,02	0,001 — 0,002
100000	100 — 200	0,1 — 0,2	0,01 — 0,02

Таким образом, при измерении больших сопротивлений погрешность, создаваемая током в цепи гальванометра, может достигать существенных значений и поэтому в этих случаях следует тщательно регулировать нуль гальванометра и накал лампы.

Такого рода погрешность имеет место при измерении больших сопротивлений обычными потенциометрами, так как практически полная компенсация не достигается, и в цепи гальванометра также протекает ток порядка $12 \cdot 10^{-9}$ А;

в) в отличие от измерения больших сопротивлений обычными потенциометрами, когда гальванометр не реагирует на переключение последних декад, что ограничивает точность отсчета, при измерении с помощью потенциометра Р2/1 точность отсчета по шкале микроамперметра не зависит от величины измеряемого сопротивления.

Поэтому при оценке истинной точности измерения следует принимать во внимание значение погрешностей, указанных в таблице 3;

г) при измерении сопротивлений следует по возможности пользоваться специально предусмотренным для этой цели пределом измерения 1500 мв (положение переключателя „цена деления в мв“ — 10). При этом показания, отсчитываемые по шкале микроамперметра, могут лежать в пределах $\pm 7,5$ мв, что составляет, например, при измерении напряжения 1 в $\pm 0,75\%$, и цена одного наименьшего деления 0,05%.

При измерении более точных сопротивлений следует переключатель деления поставить в положение 10/2 или 10/0,5, где числитель дроби обозначает цену деления декад,

а знаменатель—цену деления по шкале микроамперметра в мв. В этих случаях предел измерения потенциометра также остается равным 1500 мв, а предел измерения по шкале микроамперметра $\pm 1,5$ мв или $\pm 0,375$ мв, и цена одного наименьшего деления (при измерении напряжения 1 в) 0,01% и 0,0025%.

§ 10. Измерение напряжений

1. Измеряемое напряжение величиной до 1500 мв подключить к зажимам X потенциометра.

2. Перемещая ручки потенциометра, добиться такого их положения, чтобы нажатие на кнопку „измерение“ не вызывало ухода стрелки микроамперметра за его шкалу.

3. Величина измеряемого напряжения находится путем умножения цены деления в мв, установленной на переключателе потенциометра, на сумму отсчета по его двум ручкам и шкале указывающего прибора.

§ 11. Порядок выключения потенциометра

1. Отключить нормальный элемент.
2. Отключить аккумулятор.
3. Отключить сеть переменного тока.
4. Заарретировать гальванометр.

§ 12. Смена фотоэлемента и лампы

В потенциометре применены селеновые фотоэлементы, которые, как правило, обладают длительным сроком службы, до десяти и более лет. Однако, как у всяких полупроводников, может иметь место случайный преждевременный выход фотоэлемента из строя. При неисправности фотоэлемента (см. § 5, п. 8) нужно, сняв накладку 14 (рис. 4) на крышке блока усилителя, вынуть фотоэлемент и заменить его новым.

Окно фотоэлемента должно быть обращено в сторону микроамперметра. Накатка на оправе фотоэлемента должна быть сверху.

Поверхность фотоэлемента ничем не защищена, и поэтому следует с ним обращаться бережно, однако в случае порчи фотоэлемент может быть отремонтирован любой организацией, занимающейся изготовлением селеновых фотоэлементов.

Для замены лампочек следует отвернуть два винта и снять крышку 15 (рис. 4). Регулировку положения лампочки после замены следует проверять включением дополни-

тельно питания прибора от сети и при снятой накладке 14 на крышке блока усилителя. Правильно установленной лампочке соответствует наилучшее освещение фотоэлемента.

§ 13. Установка потенциометра

При установке потенциометра после транспортировки следует убедиться, что фотоэлемент вставлен в свое гнездо до упора.

В качестве источника питания для потенциометра рекомендуется применять кислотный аккумулятор емкостью не менее 40 а-ч. при напряжении от 3,6 до 4,4 в. Так как рабочий ток потенциометра мал (10 ма), то для нормальной работы аккумулятора его необходимо примерно раз в 2 месяца разряжать нормальным разрядным током и снова заряжать. После зарядки аккумулятор необходимо выдерживать в течение 4—6 часов и включить в работу после предварительной разрядки на 6—8% от нормальной емкости током, не превышающим 0,1 от предельного разрядного тока аккумулятора.

Кроме кислотных аккумуляторов, допускается применение сухих элементов емкостью не менее 400 а-ч. или щелочных аккумуляторов достаточной емкости. Для приближенной регулировки напряжения в этих случаях должны быть применены внешние реостат и магазин сопротивления, включенные последовательно с источником питания.

При работе потенциометра не рекомендуется отключать аккумулятор на время кратковременных перерывов в работе.

Аккумулятор, питающий потенциометр и нормальный элемент, необходимо хорошо изолировать от земли, особенно это необходимо при работе с приборами, питающимися от напряжений значительной величины (100—300 и больше вольт). В этом случае рекомендуется этот аккумулятор и нормальный элемент устанавливать на изолирующей подставке. При отсутствии хорошей изоляции можно применять экранированную подставку. Эта подставка может представлять собой два листа изоляционного материала, между которыми проложен тонкий металлический лист, который соединен с зажимом „+X“ потенциометра.

Потенциометр предназначен для работы в горизонтальном положении.

При транспортировке и при переноске с места на место следует арретировать гальванометр потенциометра.

§ 14. Методика наладки электрической схемы при ремонте

В случае ремонта прибора наладку схемы производить по следующим пунктам:

I. Проверить прибор по сопротивлению изоляции мегомметром (или другим прибором), дающим в разомкнутой цепи напряжение не более 1000 вольт.

Сопротивление изоляции между всеми соединенными вместе зажимами и доступными металлическими частями корпуса должно быть не менее 500 мегом. Сопротивление изоляции между всеми соединенными вместе штырями штепсельной колодки и доступными металлическими частями корпуса должно быть не менее 20 мегом.

II. Проверить узел регулировки рабочего тока следующим образом:

1. К зажимам цепи „—“ и „3,6÷4,0“ вольт подключить прибор для измерения сопротивления (мост, омметр).

2. Поставить ручки реохордов регулировки рабочего тока „грубо“ и „точно“ в крайнее правое положение и измерить сопротивление цепи батареи, которое должно быть не более 360 ом.

3. Повернуть ручку „грубо“ до упора влево и замерить сопротивление; разность замеров по п. 2 и п. 3 должна быть в пределах 51,5÷53,0 ома.

4. Повернуть ручку „точно“ до упора влево и замерить сопротивление, которое должно быть не менее 400 ом. Разность замеров по п. 2 и по п. 4 должна быть в пределах 1,15÷1,2 ома.

5. Прибором для измерения сопротивления измерить сопротивление между зажимами „3,6÷4,0“ и „4,0÷4,4“ вольт, которое должно быть в пределах 39,6÷40,4 ома.

III. Проверить декаду н. э. с целью выявления возможных обрывов и замыканий следующим образом: после настройки рабочего тока по п. 7 раздела IV выставляются поочередно все положения переключателя н. э. При изменении включенного сопротивления декады н. э. стрелка микроамперметра должна отклоняться от нулевого положения вправо или влево (в зависимости от того, увеличивается или уменьшается сопротивление) равными ступенями.

IV. Проверить измерительную схему по пределам методом сличения показаний проверяемого прибора с показаниями образцового потенциометра 1-го класса, имеющего свидетельство Коммерприбора и поправки.

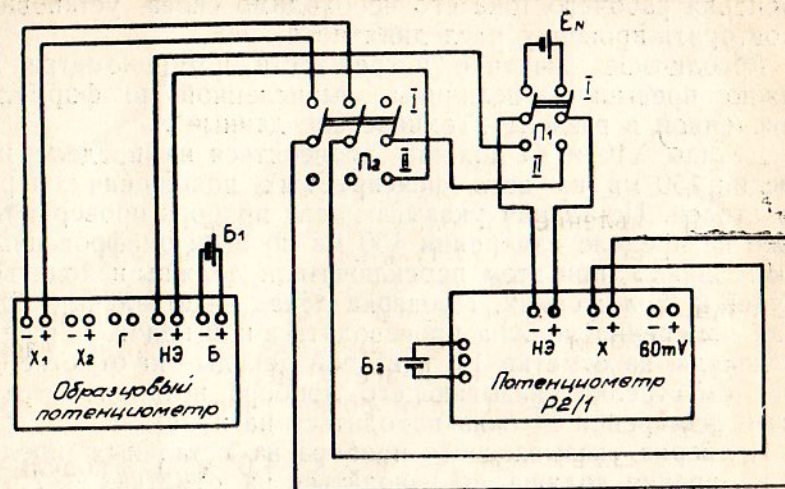


Рис. 9. Схема проверки потенциометра.

Обозначения:

Б₁ и Б₂ — источники постоянного тока,
П — переключатель для включения на настройку тока (н. э.) и измерение (X).

Образцовый потенциометр должен обеспечивать проверку верхнего предела измерения (1500 мВ) и должен иметь цену наименьшего деления 1 мкВ.

Проверка потенциометра по схеме рис. 9 должна производиться в следующем порядке:

а) отрегулировать проверяемый потенциометр в соответствии с правилами пользования;

б) установить на Р2/1 цену деления, соответствующую проверяемому пределу;

в) настроить рабочий ток потенциометра;

г) напряжение U_x , установленное на проверяемом приборе, уравновесить напряжением на образцовом приборе;

д) стрелка указывающего прибора в момент измерения должна находиться на нуле при проверке декад потенциометра или на проверяемой точке его шкалы — при проверке последней;

е) после проверки одного-двух показаний потенциометра необходимо проверить рабочий ток, при обнаружении

изменения рабочего тока его необходимо снова установить и повторить проверку последних показаний.

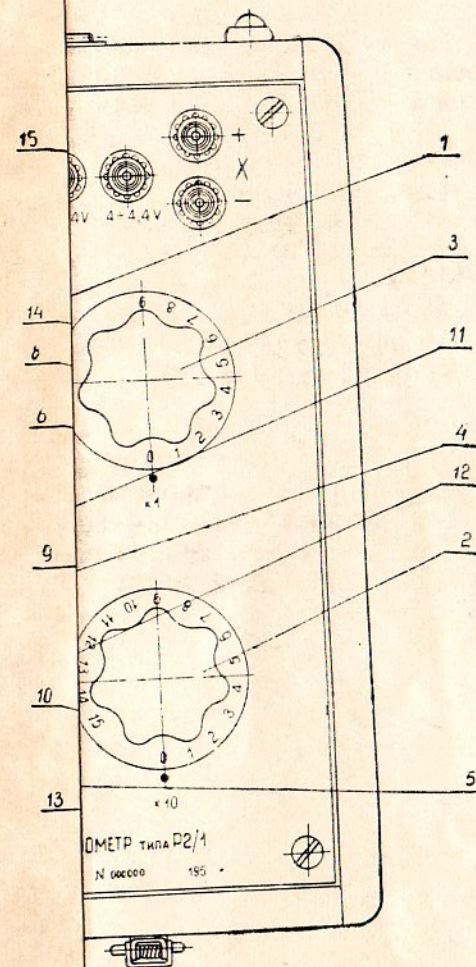
Абсолютное значение погрешности потенциометра не должно превышать величины, вычисленной по формуле, приведенной в разделе "Технические данные".

Декады X10 и X1 должны проверяться на пределе измерения 150 мв на всех фиксируемых положениях переключателей. Показания указывающего прибора проверяются также на пределе измерения 150 мв по всем оцифрованным точкам шкалы, при этом переключатели должны находиться в нулевых положениях. Проверка декад на остальных пределах измерения должна производиться при положении первой декады на отметке 14, а второй декады — на отметке 10. При этом стрелка указывающего прибора потенциометра в момент измерения должна находиться на нуле.

Проверка указывающего прибора на остальных пределах измерения должна производиться на отметках $+7,5$ и $-7,5$. При этом декады должны находиться в нулевых положениях.

Для проверки точности измерения напряжения на зажимах 60 мв следует пересоединить провода, идущие к зажимам X на зажимы 60 мв, и установить величину напряжения $U_x = 60$ мв по проверяемому потенциометру так, чтобы нажатие на кнопку "Контроль напряжения" не вызвало смещения стрелки по микроамперметру с нуля.

Приложение: рис. 2 и рис. 4.



установить
ометра не
формуле,
ределе из-
ных пере-
роверяются
фрованным
находиться
льных пре-
жении пер-
отметке 10.
нциометра в
ных преде-
ках +7,5 и
мудевых по-
ения на за-
идушие к
еличину на-
ометру так,
и" не вызы-
нуля.

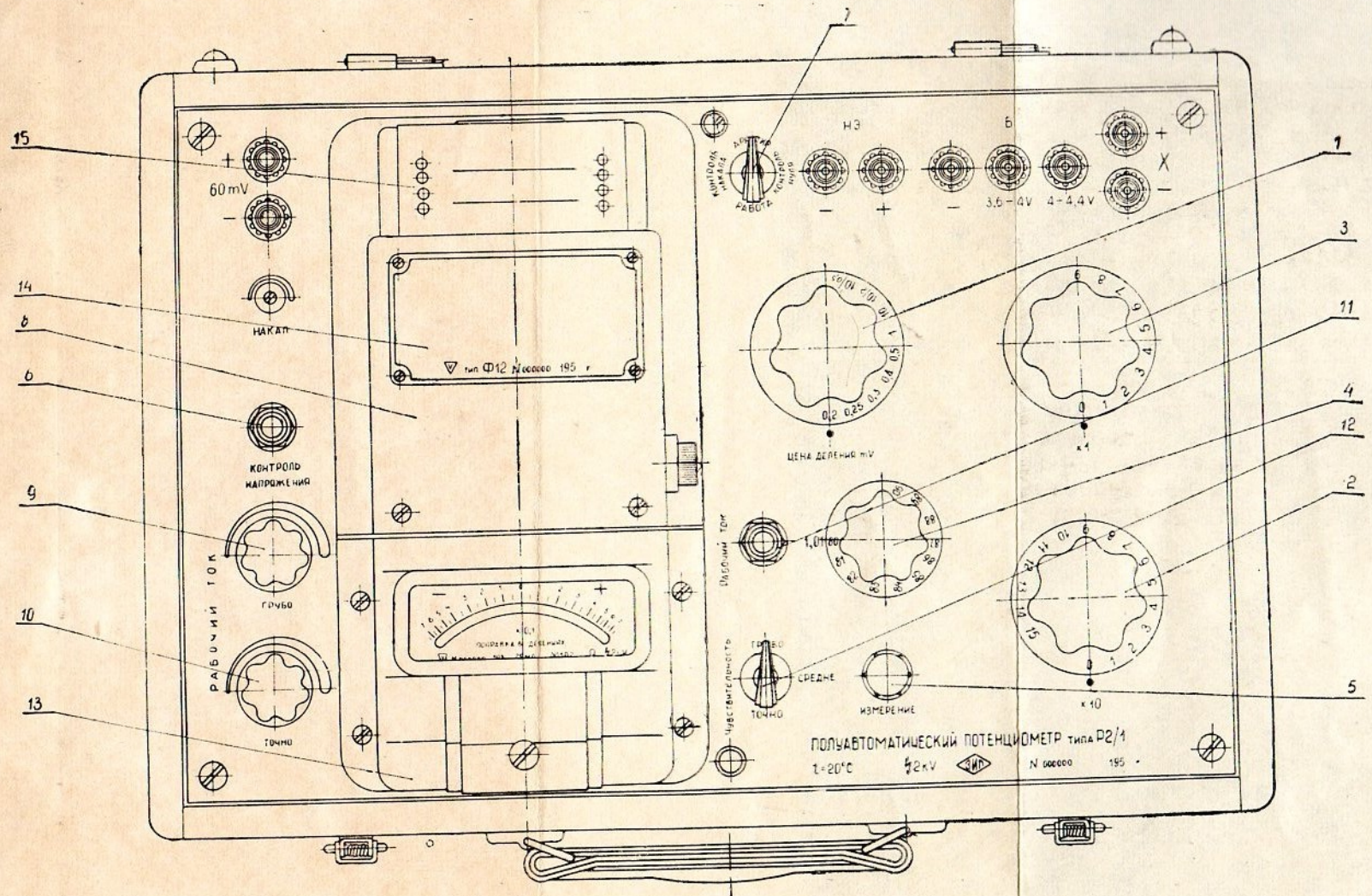


Рис. 4. Верхняя панель.

изменени
и повтор
Абсо

должно
приведен

Дек
мерения
ключате
также на
точкам
в нулев
делах из
вой дека
При это
момент

Про
лах изм
—7,5. П
ложения

Для
жимах
зажима
пряжени
чтобы н
вало см
При