

СССР

ПОТЕНЦИОМЕТР ПОСТОЯННОГО  
ТОКА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ  
С АВТОНОМНОЙ ПОВЕРКОЙ  
Р345

ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



*Имеет*

*Фрагмент  
ссылка*

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Потенциометр постоянного тока полуавтоматический с устройством для автономной поверки (самоповерки) Р345 в комплекте с усилителем Ф305.2 и переключателем направления тока П309 предназначен для измерения постоянных напряжений, не превышающих 2,12111 В.

С делителем напряжения Р313 потенциометром можно измерять напряжение до 1000 В.

Потенциометр эксплуатируется при температуре от +15 до +30°C и относительной влажности воздуха не более 80%.

Потенциометры Р345, поставляемые на экспорт в страны с тропическим климатом, предназначены для работы в помещении с кондиционированием воздуха при температуре от +15 до +30°C и относительной влажности до 80%, при этом заводское обозначение прибора должно быть Р345Т и в комплект поставки входят:

Ф305.2Т взамен Ф305.2;

П309Т взамен П309.

### 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Потенциометр Р345 выпускается в соответствии с требованиями технических условий.

2.2. Потенциометр имеет верхний предел измерения 2,12111 В. Измерительные декады потенциометра имеют следующие ступени:

I. 20 x 100 мВ

II. 11 x 10 мВ

III. 10 x 1 мВ

IV. 10 x 0,1 мВ

V. 10 x 0,01 мВ

VI. 10 x 0,001 мВ

Показания потенциометра устанавливаются с помощью двух независимых комплектов (рядов) декадных переключателей, что позволяет производить поочередное уравнивание двух неизвестных напряжений и затем быстро производить повторные измерения каждого из них без изменения положения переключателей.

Наличие двух рядов декадных переключателей позволяет значительно ускорить измерения и повысить точность измерений, поскольку ослабляется влияние различных посторонних факторов

в разрыве между двумя последующими измерениями, что особенно важно в случаях, когда измеряемая величина не является стабильной во времени.

Расширение предела измерения до 1000 В производится с помощью делителя напряжения РЗІЗ класса точности 0,001, имеющего коэффициенты деления 1:10; 1:100; 1:1000 при полном сопротивлении 10 МΩ.

При необходимости делитель напряжения может быть подстроен и может иметь в этом случае более высокий класс точности.

2.3. Потенциометр имеет встроенный автокомпенсатор (АК) напряжения, работающий со специальным усилителем Ф305.2.

Показания АК отсчитываются по выходному стрелочному прибору, встроенному в потенциометр. АК обеспечивает работу потенциометра без зеркального гальванометра с полуавтоматической компенсацией измеряемого напряжения и с отсчетом последних значащих цифр по шкале стрелочного прибора.

Переключатель чувствительности позволяет изменять цену деления шкалы стрелочного прибора от  $2 \cdot 10^{-1}$  В до  $2 \cdot 10^{-8}$  В.

Выходной сигнал АК может быть использован для регистрации малых изменений измеряемой величины с помощью типового регистрирующего прибора, подключаемого к потенциометру.

2.4. Питание усилителя осуществляется от сети 220 В, 50 Гц; питание рабочих цепей (контура А и контура В) потенциометра током осуществляется от двух батарей (Б<sub>А</sub> и Б<sub>В</sub>) напряжением от 2,3 до 3,6 В и от 1,02 до 2,3 В соответственно

Питание третьей цепи (контур С) производится от встроенного в переключатель П309 нормального элемента класса 0,02, который в этом случае является стабильным источником тока.

Для обеспечения необходимой стабильности рабочего тока в контурах А и В рекомендуется применять накальные батареи, например, І,28-НВМЦ-525 "Девиз". Рабочие токи  $I_A$  и  $I_B$  в цепях батарей Б<sub>А</sub> и Б<sub>В</sub> равны 1 мА, ток  $I_C$  в цепи Б<sub>С</sub> - 0,001 мА.

2.5. Потенциометр построен по схеме, позволяющей осуществлять при эксплуатации быструю автономную поверку потенциометра и вычислять поправки для всех точек диапазона измерения без применения дополнительной контрольно-измерительной аппаратуры.

Используемые в потенциометре измерительные и установочные сопротивления вместе с соединениями между ними выполнены из листового стабилизированного манганина в виде печатных схем.

Специальная технология обеспечивает максимальную идентичность температурных характеристик сопротивлений, высокую стабильность их во времени и значительное уменьшение температурной погрешности потенциометра.

Потенциометр снабжен системой подстройки, позволяющей уменьшить остаточные погрешности от старения сопротивлений и влияния температуры окружающей среды при эксплуатации.

2.6. Допустимая погрешность  $\Delta U$  показаний потенциометра в вольтах при температуре  $t \pm 2,5^\circ\text{C}$  ( $t$  - температура, при которой выполнена подстройка потенциометра при эксплуатации) не превышает значений, определяемых по формуле:

$$\Delta U = \pm (10U + 0,04) \cdot 10^{-6} \text{ В},$$

где  $U$  - измеряемое напряжение в вольтах.

2.7. Регулируемая часть установочного сопротивления рассчитана на использование нормальных элементов с ЭДС от 1,018000 до 1,019000 В и состоит из декады нормального элемента с десятью ступенями по 100 мВ каждая и рекорда нормального элемента с 10 оцифрованными делениями по 10 мВ.

2.8. Потенциометр снабжен встроенными регулировочными устройствами, обеспечивающими плавность установки рабочих токов:

0,0001% в цепи батареи Б<sub>А</sub>;

0,0002% в цепи батареи Б<sub>В</sub>;

0,020% в цепи батареи Б<sub>С</sub>;

2.9. Сопротивление изоляции между всеми токоведущими цепями потенциометра и корпусом имеет величину не менее  $4 \cdot 10^9 \Omega$  электрическая изоляция выдерживает напряжение 250 В переменного тока частоты 50 Гц.

2.10. Для уменьшения погрешности от термоэлектродвижущих сил основные переключатели потенциометра имеют контакты из меди. Щетки переключателей изготовлены из бронзы. Контакты и щетки покрыты гальваническим способом слоем серебра. Конструк-

ция переключателей испытана на износоустойчивость и выдерживает не менее 200000 ходов от упора до упора без ухода за ними.

2.11. Для исключения остаточных погрешностей от термоэлектродвижущих сил потенциометр имеет переключатель направления тока, позволяющий одновременно изменять направление тока во всех цепях прибора.

• Максимальная вариация термоконтактной ЭДС в измерительной цепи и переключателе направления тока при неподвижных щетках измерительных декад не превышает  $0,02 \mu V$ .

2.12. Встроенный переключатель чувствительности позволяет устанавливать любое из следующих значений множителя шкалы стрелочного прибора на выходе АК:

$10^{-1}$ ;  $10^{-2}$ ;  $10^{-3}$ ;  $10^{-4}$ ;  $10^{-5}$ ;  $10^{-6}$ ;  $10^{-7}$ ;  $10^{-8}$  V.

Допустимая основная погрешность показаний АК не превышает значений, указанных в таблице I (в процентах от удвоенного предела измерения), на каждые  $10^{\circ}C$  изменения температуры.

Таблица I

Предел измерения автокомпенсатора ( $\mu V$ )	Цена деления шкалы стрелочного прибора (V)	Допустимое внешнее сопротивление $R_{вн}$ (к $\Omega$ )	Допустимая основная погрешность АК	
			$\mu V$	%
0,6	$2 \cdot 10^{-8}$	0-0,6	$\pm 0,03$	$\pm 2,5$
6	$2 \cdot 10^{-7}$	0-5	$\pm 0,12$	$\pm 1,0$
60	$2 \cdot 10^{-6}$	0-10	$\pm 1,2$	$\pm 1,0$

2.13. Усилитель Ф305.2 при эксплуатации устанавливается на кронштейне на капитальной стене в месте, свободном от сотрясений и соединяется с потенциометром кабелем.

✓ Дрейф нуля усилителя на пределе  $0,6 \mu V$  через 30 минут после включения питания не превышает  $15 \cdot 10^{-8}$  V за 10 минут. Ток полного отклонения выходного прибора АК от нуля до крайней отметки в плюс или минус  $-25 \mu A$ .

Грубая настройка нуля усилителя после установки его на кронштейне производится имеющимся на нем механическим коррек-

тором; при дальнейшей эксплуатации грубая и тонкая настройка нуля усилителя производится дистанционно при помощи ручек, расположенных на панели потенциометра.

Переключатель направления тока П309 предназначен для одновременного изменения направления тока в цепях А, В и С потенциометра, в цепи образцового и измеряемого сопротивления, а также полярности подключения к потенциометру нормального элемента.

### 3. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

- |  |             |
|--|-------------|
| 3.1. Собственно потенциометр   | I штука     |
| 3.2. Описание техническое и инструкция по эксплуатации потенциометра | I экземпляр |
| 3.3. Документ, удостоверяющий качество прибора                       | I экземпляр |
| 3.4. Усилитель Ф305.2  | I комплект  |
| 3.5. Переключатель направления тока П309                             | I комплект  |

За отдельную плату потребителю может быть поставлен делитель напряжения Р313.

Габаритные размеры и вес потенциометра и изделий, поставляемых в комплекте с ним, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование изделия	Габариты mm (не более)	Вес *kg (не более)
Переключатель П309	300x200x180	5
Усилитель Ф305.2	315x200x170	7
Делитель Р313	480x340x240	17

Потенциометры, начиная с октября 1967 года выпускаются с изменениями в автоматической части, повышающими устойчивость работы усилителя.

Потребителю следует иметь в виду, что усилители, которыми

укомплектованы потенциометры, выпущенные после октября 1967 года, могут генерировать при работе с потенциометрами более ранних выпусков.

В случае, если потенциометром комплектуется установка УЗ45 переключатель ПЗ09 отдельно не поставляется. Переключатель ПЗ09 в этом случае вмонтирован в установку, либо при монтаже установки заменяется равнозначным ему переключателем.

#### 4. ПРИНЦИП РАБОТЫ

Потенциометр работает по принципу компенсации неизвестного напряжения. Упрощенная электрическая схема потенциометра показана на рис.1. Полная схема приведена на рис.2. Схема усилителя Ф305.2 на рис.3. Параметры элементов схемы потенциометра приведены в таблице 3. Параметры элементов схемы усилителя - в таблице 4.

Схемы переключателя направления тока ПЗ09 и делителя напряжения РЗ13 приведены в описаниях этих приборов.

Потенциометр состоит из неавтоматической и автоматической частей.

Неавтоматическая часть (рис.1) состоит из 3-х контуров: контура А, контура В и контура С, потенциальные цепи которых соединены последовательно. Питание контуров производится от батарей Б<sub>А</sub>, Б<sub>В</sub> и нормального элемента класса 0,02.

В контур А входят старшие, первая и вторая измерительные декады, декада нормального элемента с реохордом НЭ и сопротивление 8 Ω .

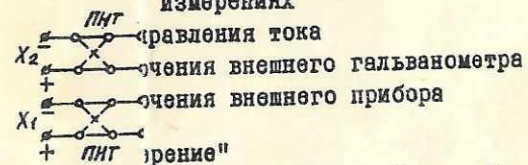
Установка рабочего тока  $I_A = 1 \text{ mA}$  производится по нормальному элементу класса 0,005 и выше. Нормальный элемент, по которому производится настройка тока  $I_A$ , в комплект поставки не входит. В качестве установочного сопротивления использованы первые 9 ступеней I декады, II декада и сопротивление 8 Ω, образующие в сумме постоянную часть (1018 Ω) установочного сопротивления.

Для учета температурных изменений ЭДС нормального элемента установочное сопротивление имеет декаду нормального элемента с десятью ступенями по 100 μV и реохорд нормального элемента с оцифрованными отметками через 5 μV.

#### ЗНАЧЕНИЯ

значения измеряемого напряжения  
значения нормального элемента  
усилителем Ф305.2 и измерения  
"И"

настройке тока  $I_A$   
настройке тока  $I_B$   
настройке тока  $I_C$   
измерениях



соединения схемы на АК или Г  
I, замыкающиеся при настройке

и настройке тока  $I_C$   
нормального элемента  
нормального элемента

Рс.

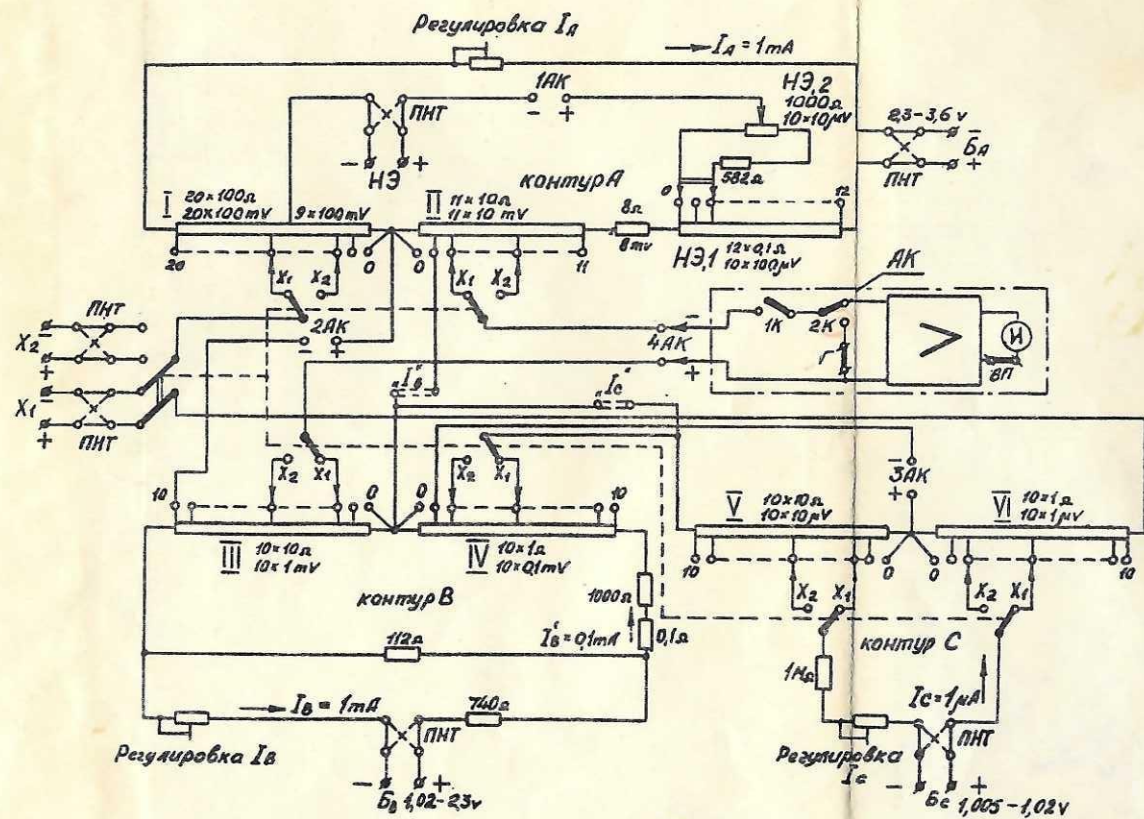


Схема принципиальная

Рис. I

ОБОЗНАЧЕНИЯ

- XI и X2 - зажимы для подключения измеряемого напряжения
- H3 - зажимы для подключения нормального элемента
- AK - автокомпенсатор с усилителем Ф305.2 и измерительным прибором "И"

- 1AK - включение АК при настройке тока  $I_A$
- 2AK - включение АК при настройке тока  $I_B$
- 3AK - включение АК при настройке тока  $I_C$
- 4AK - включение АК при измерениях
- ПНТ - переключатель направления тока

- Г - зажимы для подключения внешнего гальванометра
- ВП - зажимы для подключения внешнего прибора

1К - кнопка "измерение"

2К - кнопка переключения схемы на АК или Г

"I<sub>B</sub>" - контакты, замыкающиеся при настройке тока  $I_B$

"I<sub>C</sub>" - то же при настройке тока  $I_C$

H3, I - декада нормального элемента

H3, 2 - реохорд нормального элемента

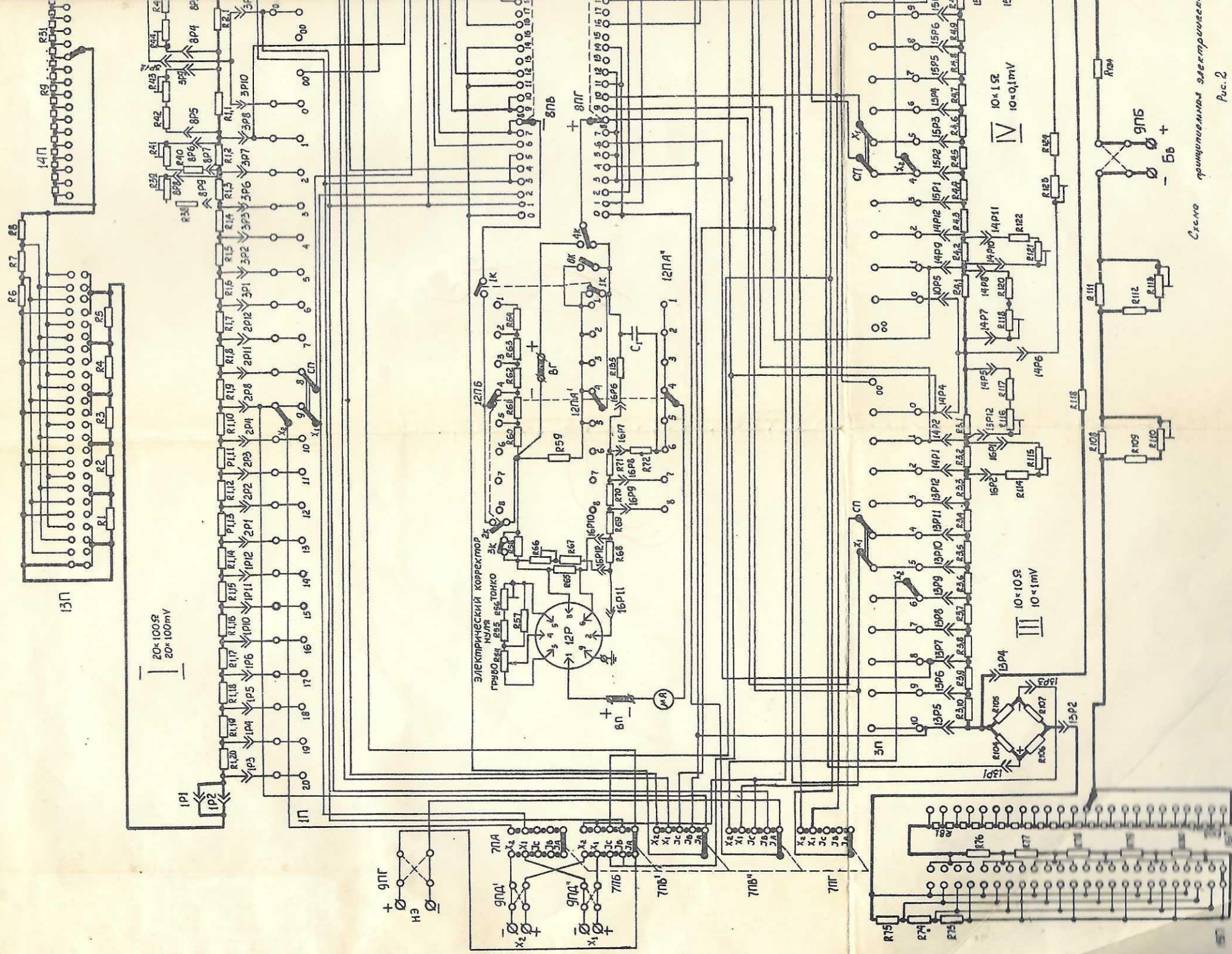
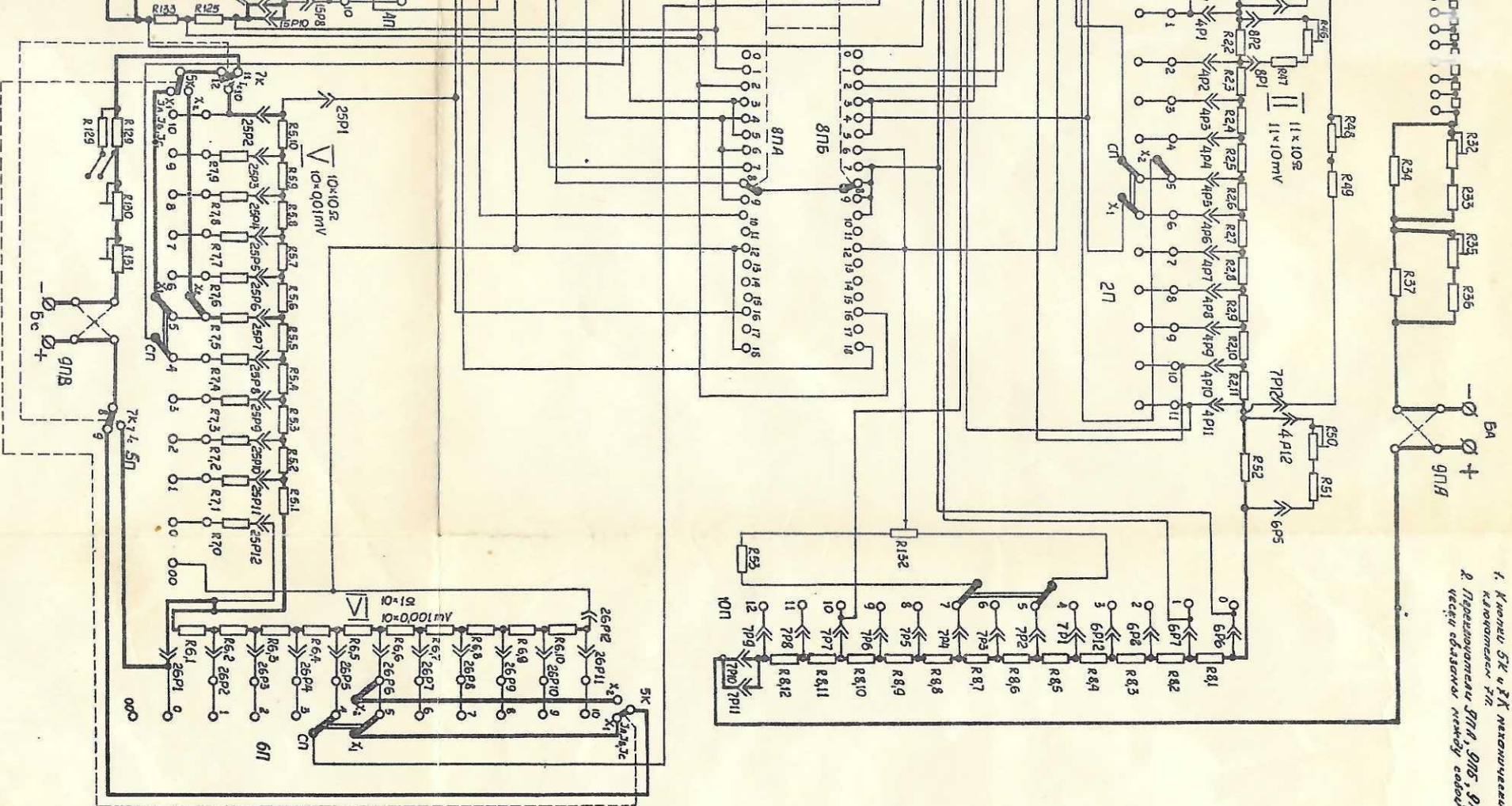


Схема принципиальная электромеханическая



1. Контроль ОК и ТК неконтактной обмотки с перемещением якоря  
 2. Регулирование ШТФ, ШНС, ШНА и ШНТ неконтактной обмоткой вращающейся скорости обмотки.



В контур В входят третья и четвертая измерительные декады, питаемые током  $I_B = 0,1 \text{ mA}$ . Установка рабочего тока в контуре В производится сравнением полного напряжения десяти ступеней третьей декады с напряжением первой ступени второй декады.

В контур С входят пятая и шестая измерительные декады, питаемые током  $I_C = 1 \mu\text{A}$  от нормального элемента класса 0,02, подключаемого к зажимам БС, этим обеспечивается стабильность рабочего тока, достаточная для работы декад У и УІ без частого пользования сопротивлением "регулировка  $I_C$ ". Контроль тока  $I_C$  осуществляется сравнением напряжения на 10 ступенях У-ой декады с напряжением на первой ступени ІУ-ой декады.

Автокомпенсационная часть потенциометра по принципу действия относится к фотогальванометрическим компенсационным приборам и состоит из усилителя Ф305.2, делителя напряжения  $R_{61} + R_{64}$  и компенсационных сопротивлений  $R_{69} + R_{71}$ , расположенных в потенциометре.

Часть напряжения (ЭДС), некомпенсированная на неавтоматической части потенциометра, подается на вход АК (схема автоматической части потенциометра показана на рис.4).

Секции фоторезистора  $r_{15}$  являются плечами моста. Двумя другими плечами являясь сопротивления  $r_9$  и  $r_8$ , причем  $r_9 = r_8$ .

При одинаковом освещении сопротивления секции  $r_{15}$  будут равны и ток в цепи микроамперметра ( $\mu\text{A}$ ) будет равен нулю.

При появлении на входе АК некомпенсированного напряжения подвижная часть гальванометра Г отклоняется, в результате чего изменяется распределение светового потока между фотосопротивлениями.

Изменение величины сопротивлений секции  $r_{15}$  зависящее от освещенности, приводит к изменению тока на входе полупроводникового усилителя (ППУ).

Ток с выхода ППУ проходит через компенсационные сопротивления  $R_{69} + R_{71}$  и микроамперметр, встроенный в потенциометр.

Рамка гальванометра Г будет отклоняться до тех пор, пока падение напряжения, создаваемое током  $I$  на компенсационном

сопротивлении  $R_{69} + R_{71}$  не уравновесит некомпенсированное неавтоматической частью напряжение.

Так как компенсационное сопротивление неизменно, то величина выходного тока  $I$ , измеряемого микроамперметром  $\mu\text{A}$ , пропорциональная измеряемому напряжению.

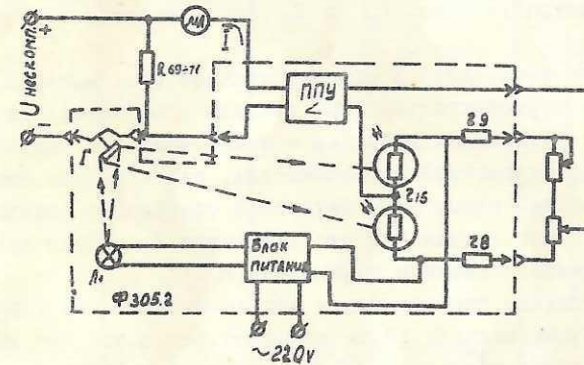


Рис. 4

Схема автоматической части потенциометра

Таким образом, измерение неизвестной ЭДС происходит в следующей последовательности:

измеряемая ЭДС подключается к зажимам  $X_1$  (или  $X_2$ ) и уравновешивается декадными переключателями;

разность между измеряемой ЭДС и суммарным напряжением, выставленным на декадах потенциометра, автоматически уравновешивается и измеряется АК, включенным при этом в положение 4АК (рис.1);

Отсчет этой части напряжения производится по стрелочному прибору с ценой деления до  $2 \cdot 10^{-8} \text{ V}$ , что позволяет получить две значащих цифры в дополнение к отсчету по декадам (цена деления УІ декады  $1 \mu\text{V}$ ).

Примечание: В измерительной цепи потенциометра присутствует переменная составляющая достигающая  $1,5 \text{ mV}$  на безреактивном сопротивлении  $1000 \Omega$

Кнопка КК, указанная на рис. I, служит для включения АК, кнопка 2К и зажимы Г позволяют заменить встроенный АК другим АК (внешним) или индикатором.

При настройке рабочего тока  $I_A$  АК включается между нормальным элементом и установочным сопротивлением контура А в положение IAK на рис. I.

При настройке тока  $I_B$  и  $I_C$  АК включается в положение 2AK и 3AK.

Выбором материалов в компенсационной цепи потенциометра паразитные термоконтактные ЭДС сведены к минимуму; для определения их остаточной величины и исключения из результатов измерений предусмотрен переключатель, одновременно изменяющий направления токов всех батарей и полярность подключения измеряемого напряжения (на рис. I показан пунктиром при зажимах источников питания и зажимах  $X_1$  и  $X_2$ ).

Все декадные переключатели выполнены двойными (на рис. I второй ряд переключателей не показан), что позволяет независимо выставлять значение двух измеряемых напряжений.

Элементы схемы потенциометра P345

Таблица 3

Обозначение по схеме P345	Номинальн. значение сопротивлений в $\Omega$	Допуст. погрешн. подгонки в % ( $\pm$ )	Т и п	К-во на приоб.	Примечание
1	2	3	4	5	6
R1,1-R1,20	100	0,0002	печатн.	20	входят в пластину А
R2,1-R2,11	10	0,0002	" "	11	" "
R3,1-R3,10	10	0,0005	" "	10	входят в пластину "В"
R4,1-R4,10	1	0,001	" "	10	" "
R5,1-R5,10	10	0,01	" "	10	входит в пластину "В"

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
R6,1-R6,10	I	0,05	печатн.	10	входит в пластину "В"
R7,0 } R7,1 } R7,2 }	82	10	непров.	3	УЛМ-0,22-82-10% А
R7,3 } R7,4 } R7,5 } R7,6 }	56	10	непров.	4	УЛМ-0,12-56-10% А
R7,7 } R7,8 } R7,9 }	27	10	" "	3	УЛМ-0,12-27-10% А
R8,1-R8,12	0,1	0,1	печатн.	12	входят в пластину "А"
R1-R5	220	I	пров.	5	
R6,R7,R8	56	I	" "	3	
R9-R31	$\sum_{i=1}^{23} R_i > 60$		печатн. без подг. на изоляционной основе	23	минимальн. значение сопротивл. 23 ступеней должно быть 60 $\Omega$ , сопротивление одной ступени - не более 4 $\Omega$
	$R_i \leq 4$				
R32	47	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-40
R33	200	$\pm 1$	пров.	I	
R34	100	$\pm 1$	" "	I	
R35	47	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-40
R36	2000	$\pm 1$	пров.	I	
R37	100	$\pm 1$	" "	I	
R38	15000	$\pm 1$	" "	I	
R39	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R40	15000	$\pm 1$	пров.	I	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
R41	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R42	15000	$\pm 1$	пров.	I	
R43	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R44	1500	$\pm 10$	- " -	I	- " -
R45	4300	$\pm 1$	пров.	I	
R46	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R47	4300	$\pm 1$	пров.	I	
R48	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R49	15000	$\pm 1$	пров.	I	
R50	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R51	500	$\pm 1$	пров.	I	
R52	8	$\pm 0,1$	печатн.	I	входит в пластину, А
R53	660	$\pm 0,5$	пров.	I	
R54	680	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-40
R55	150	$\pm 5$	непров.	I	МЛТ-0,5
R56	100	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-40
R57	470	$\pm 5$	непров.	I	МЛТ-0,5-470-I-A
R58	600	$\pm 1$	пров.	I	
R59	600	$\pm 1$	- " -	I	
R60	5,4 к $\Omega$	$\pm 0,1$	- " -	I	
R61	54 к $\Omega$	$\pm 0,1$	непроволоч.	I	МЛТ-0,25-54к $\Omega$ $\pm 10\%$
R62	540 к $\Omega$	$\pm 0,1$	- " -	I	МЛТ-0,25-540к $\Omega$ $\pm 10\%$
R 63	5,4 М $\Omega$	$\pm 0,1$	- " -	I	МЛТ-0,25-5,4М $\Omega$ $\pm 10\%$
R64	54 М $\Omega$	$\pm 0,1$	- " -	I	МЛТ-0,5 5шт. по 10М $\Omega$ 3шт. по 3М $\Omega$ и 1шт 1М $\Omega$
R65	300	$\pm 1$	пров.	I	
R66	100 к $\Omega$		реохорд СП	I	
R67	12 к $\Omega$	$\pm 5$	непров.	I	МЛТ-0,25-12000-I-A

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
R68	0,1	$\pm 0,1$	печатн.	I	
R69	0,024	$\pm 0,1$	- " -	I	
R70	0,216	$\pm 0,1$	- " -	I	
R71	2,16	$\pm 0,1$	- " -	I	
R72	2,4 к $\Omega$	$\pm 5$	непров.	I	МЛТ-0,25-2400-I-A
R73-R75 см. R6-R8				3	
R76-R80 см. R1-R5				5	
R81-R103 см. R9-R31				23	
R104-R107	по 1 $\Omega$	$\pm 0,02$	печатн.	4	составл. мостик с диагона-ли которого снимается 1 $\mu V$
R108	см. R34				
R109	см. R36				
R110	см. R32				
R111	см. R37				
R112	см. R36				
R113	см. R35				
R114	3200	$\pm 1$	пров.	I	
R115	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R116	1500	$\pm 10$	- " -	I	ППЗ-43
R117	3200	$\pm 1$	пров.	I	
R118	112	$\pm 0,5$	- " -	I	
R119	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R120	500	$\pm 1$	пров.	I	
R121	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R122	500	$\pm 1$	пров.	I	
R123	1500	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
R124	3200	$\pm 1$	пров.	I	
R125	1000	$\pm 0,03$	- " -	I	
R129	1000000	$\pm 0,05$	микро- пров.	2	МВСТ-0,25-группа II кл. "В", одно запасн.

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
RI30	20000	$\pm 10$	реохорд	I	ППЗ-43
RI31	3300	$\pm 10$	"	I	"
RI32	1000	$\pm 10$	"	I	ППЗ-40
RI33	0,1	$\pm 1$	пров.	I	опорное
CI	конденсатор 0,5 $\mu F$	$\pm 10$	МБМ 160 V		

Элементы схемы усилителя Ф305.2

Таблица 4

Обозначение по схеме	Тип, наименование	Техническая характеристика	ГОСТ или ТУ	К-во штук
1	2	3	4	5
r <sub>1</sub>	МЛТ-0,5	1к $\Omega$ $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-66	1
r <sub>2</sub>	СП-П-I-A-10к-100С-3-I2	10к $\Omega$	ГОСТ 5574-65	1
r <sub>3</sub>	МЛТ-0,5	3к $\Omega$ $\pm 10\%$	ГОСТ 7113-66	1
r <sub>4</sub> ; r <sub>5</sub>	МЛТ-0,5	430 $\Omega$ $\pm 10\%$	"	2
r <sub>6</sub>	МЛТ-0,5	110 $\Omega$ $\pm 10\%$	"	1
r <sub>7</sub>	МЛТ-2	3,9к $\Omega$ $\pm 10\%$	"	2
r <sub>8</sub> ; r <sub>9</sub>	МЛТ-2	5,1к $\Omega$ $\pm 10\%$	"	2
z <sub>10</sub> ; z <sub>11</sub>	МЛТ-0,25	510к $\Omega$ $\pm 10\%$	"	2
z <sub>12</sub> ; z <sub>13</sub>	МЛТ-0,25	5,6к $\Omega$ $\pm 10\%$	"	2
r <sub>15</sub>	Фоторезистор Ф101	-	-	1
CI	К-50-3-300-30 $\mu F$	30 $\mu F$	ОЖО.464.042ТУ	1
C2	К-50-3-25-1000 $\mu F$	1000 $\mu F$	"	1
DI	Диод Д226 В		ЩБЗ.362.002ТУ	4
D2	"- Д242Б		ТУ УЖО.321.049.ТУ	2

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
D3	Стабилитрон Д809		ЖКЗ.368.033 ВТУ	I
D4	"- Д817Г		ГОСТ I7I26-7I	I
G	Гальванометр			I
T1;				
T4;				
T5	Транзистор МП4I		СБ0.005.053 ТУ	3
T2	"- П201А		ЖКЗ.365.027 ТУ	I
T3	"- П4А		СМЗ 365.005 ТУ	I
LI	Лампа осветительная	СЦ-78/7 V 3,5 W		I
ШI	Штепсельное гнездо			I
ШЗ	Разъем			I
Пр.	Предохранитель ПМ-0,25			I
Тр.	Трансформатор		W1=2750 вит. $\varnothing 0,18$ ПЭВ I W2=1650 вит. $\varnothing 0,15$ ПЭВ I W3= 210 вит. $\varnothing 0,47$ ПЭВ 2 W4=210 вит. $\varnothing 0,47$ ПЭВ 2 19,60 листов Сталь тонколистовая Б 0,5 ГОСТ 3680-57 ШНЭАА ГОСТ 3836-47	

## 5. КОНСТРУКЦИЯ ПОТЕНЦИОМЕТРА

Потенциометр собран в металлическом кожухе без крышки. Все основные узлы и детали потенциометра смонтированы на монтажной панели, укрепленной на специальной раме и закрытой сверху декоративной лицевой панелью.

Потенциометр состоит из отдельных блоков и узлов, соединенных между собой проводниками, связанными в жгуты.

Измерительные и установочные сопротивления - печатные, выполненные на двух пластинах в виде отдельного блока, который крепится к раме.

Для переноски прибор имеет откидные металлические ручки.

Выходной прибор АК крепится к монтажной панели. Расположение ручек, выведенных на лицевую панель, показано на рис. 5.

## 6. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

К работе на приборе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Особые меры предосторожности необходимо соблюдать при измерении напряжений с помощью делителя напряжения, на который может быть подано напряжение до 1000 В.

При работе с делителем напряжения необходимо: его заземлить, для чего зажим "⚡", расположенный на лицевой панели прибора, надежно электрически соединить с заземленным контуром. Качество соединения и качество заземляющего контура должно периодически проверяться в соответствии с правилами технической эксплуатации и безопасного обслуживания электроустановок и промышленных предприятий.

Измеряемое напряжение подключать к делителю экранированными проводниками с заземленным экраном, имеющим неповрежденную изоляцию и наконечники.

## 7. ПОДГОТОВКА ПОТЕНЦИОМЕТРА К РАБОТЕ

7.1. Установить кронштейн усилителя Ф305.2 на капитальной стене в месте, свободном от сотрясений.

Примечание: во избежание большого дрейфа нуля нельзя устанавливать усилитель вблизи окон, труб парового отопления и других источников тепла и холода.

7.2. Установить усилитель на стол кронштейна. Присоединить заземление и шнур питания, не включая последний в сеть. Прикрепить кабель, шнур питания и провод заземления скобами к кронштейну.

7.3. Установить потенциометр и заземлить его.

7.4. Поместить батареи Б<sub>А</sub> и Б<sub>В</sub> в заземленный металлический щиток (желательно с заземленной крышкой). Для уменьшения или полного исключения емкостных влияний на потенциометр рекомендуется применять экранированные провода с заземленным экраном.

7.5. Батареи должны быть надежно изолированы от заземленного ящика и друг от друга (например, установлены на подставки из органического стекла или полиэтилена так, чтобы они не касались друг друга). Места соединения проводников должны быть пропаяны и изолированы липкой синтетической лентой или трубкой с высоким сопротивлением изоляции. Можно пользоваться прорезиненной изоляционной лентой, но при этом не допускается касания лентой экрана провода, стен ящика или крышки, а также касания изолированных мест проводников от разных батарей между собой.

Подключить батареи Б<sub>А</sub> и Б<sub>В</sub> напряжением 2,3+3,6 В и 1,02+2,3 В к зажимам переключателя П309 соответственно маркировке. Соединить переключатель П309 с потенциометром с помощью приложенного жгута в соответствии с надписями на зажимах и наконечниках.

При подключении жгута, прилагаемого к переключателю П309, сначала следует присоединить наконечники к зажимам потенциометра, а затем к зажимам переключателя. Это исключает возможность короткого замыкания батарей, подключенных к П309, при случайном соединении наконечников.

Кнопка "Б<sub>С</sub>внеш" переключателя П309 должна быть отжата (см. описание на П309).

Переключение встроенного нормального элемента класса 0,02 с внутреннего нагрузочного сопротивления на потенциометр осуществляется автоматически нажатием колодки жгута и кнопку, находящуюся между зажимами Б<sub>С</sub> переключателя П309.

7.6. Перед началом работы после длительного бездействия потенциометра прокрутить реохорды настройки токов  $I_A; I_B; I_C$   
Установить (см. рис. 5): ручку I5 в положение I;  
ручку I6 в положение 0.

Кнопку 4 (шунт АК) нажать и зафиксировать, если этого требуют условия работы (см. примечание).

Примечание: кнопку 4 (шунт АК) нажимают и фиксируют в том случае, если при чувствительности  $10^{-6}$  в,  $10^{-7}$  в или  $10^{-8}$  в необходимо измерять ЭДС, источник которой имеет внутреннее сопротивление, превышающее значения, указанные в таблице I.

Без включения кнопки в этом случае стрелка выходного прибора совершает неупорядоченные колебательные движения, и отсчет по выходному прибору невозможен (см. раздел 9.1).

при воле  
+ нет  
7.7. Установить стрелку индикатора на нулевую отметку корректором 4I.

7.8. Подключить нормальный элемент к зажимам "НЭ" переключателя П309.

2 +  
7.9. Выставить ручками I3 и I4 значение ЭДС нормального элемента для данной температуры.

7.10. Снять замыкающую колодку с разъема кабеля усилителя. Подсоединить кабель усилителя к потенциометру.

7.11. Включить вилку шнура питания усилителя в сеть переменного тока 220 в, 50 Hz и прогреть усилитель в течение 30 min.

1 +  
7.12. Установить нулевое показание стрелочного прибора вращением ручки механического корректора усилителя (ручка находится на усилителе). При этом переключатель I8 должен быть в положении  $10^{-6}$  в. Установка нуля, а также корректировка положения нуля при смещении его со временем производится ручками 33 и 34 (электрический корректор нуля) при чувствительности  $10^{-7}$  в и  $10^{-8}$  в и отжатой кнопке I ("измерение").

3 +  
7.13. Установить ток в контуре "А" при двух положениях

после длительного бездействия  
порядка настройки токов  $I_A; I_B; I_C$   
рычку I5 в положение I;  
рычку I6 в положение 0.  
и зафиксировать, если этого тре-  
бования).

рычку АК) нажимают и фиксируют в  
положении I при чувствительности  $10^{-6} \text{ В}$ ,  
при  $10^{-8} \text{ В}$  необходимо измерять ЭДС,  
прибор имеет внутреннее сопротивление  
значения, указанные в таблице

кнопки в этом случае стрелка  
прибора совершает неупорядоченные  
движения, и отсчет по выходно-  
возможен (см. раздел 9.1).

индикатора на нулевую отметку  
элемент к зажимам "НЭ" переключи-

и I4 значение ЭДС нормального  
элемента.  
содку с разъема кабеля усилителя  
к потенциометру.  
питания усилителя в сеть пере-  
прогреть усилитель в течение

оказание стрелочного прибора  
корректора усилителя (ручка  
этом переключатель I8 должен  
ановка нуля, а также корректи-  
ровании его со временем произво-  
дический корректор нуля) при  
 $10^{-8} \text{ В}$  и отжатой кнопке I ("из-  
мерение" при двух положениях

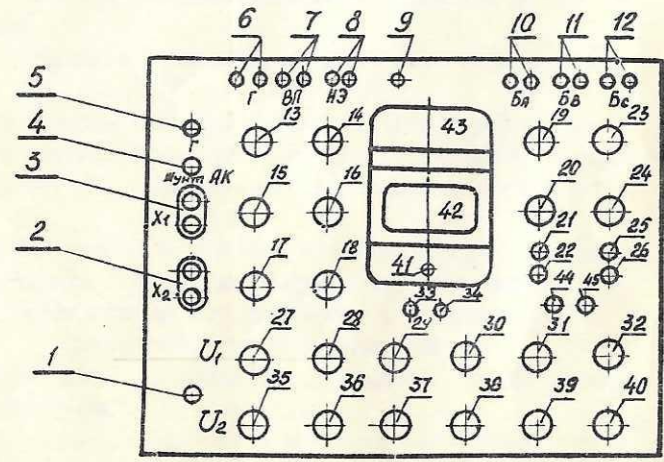
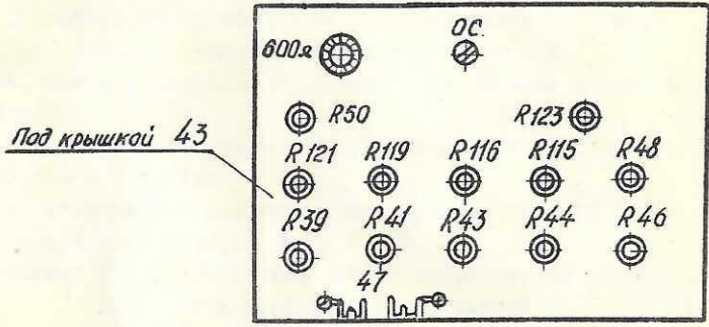


Схема расположения ручек потенциометра P345

Рис. 5

н. 7.9  

$$E_2 = E_{20} - 0,00004(t-20) - 0,000001(t-20)^2$$

1. Кнопка "измерение"
2. Зажимы  $X_2$
3. Зажимы  $X_1$
4. Кнопка "шунт АК"
5. Кнопка внешнего гальванометра (Г)
6. Зажимы внешнего гальванометра (Г)
7. Зажимы внешнего прибора (ВП)
8. Зажимы нормального элемента (НЭ)
9. Зажим "земля"
10. Зажимы батареи  $B_A$
11. Зажимы батареи  $B_B$
12. Зажимы батареи  $B_C$
13. Температурная декада нормального элемента
14. Реохорд нормального элемента
15. Переключатель "направление тока"
16. Переключатель автономная поверка
17. Переключатель рода работы ( $I_A - I_B - I_C - X_1 - X_2$ )
18. Переключатель чувствительности
- 19+22. Регулировка тока  $I_A$
- 23+26. Регулировка тока  $I_B$
- 27+32. Рабочие декады  $X_1$
- 35+40. Рабочие декады  $X_2$
- 33+34. Электрический корректор нуля
41. Механический корректор нуля выходного прибора
42. Выходной прибор автокомпенсатора (индикатор)
43. Крышка
- 44+45. Регулировка тока  $I_C$  (реохорды  $R_{130} - R_{131}$ )
47. Лепестки запасного сопротивления  $I_{\text{н}} \Omega$

переключателя I5, для чего:

7.13.1. Поставить переключатель I7 в положение  $I_A$ .

7.13.2. Поставить переключатель I8 в положение  $10^{-1} \text{ v}$ .

7.13.3. Поставить переключатель I5 в положение I.

7.13.4. Нажать и зафиксировать поворотом головки кнопку I ("измерение").

7.13.5. Проверить выставленное ручками I3 и I4 значение ЭДС нормального элемента.

7.13.6. Увеличивая чувствительность ручкой I8 до  $10^{-6} \text{ v}$ , регулировать ток ручками I9-22.

Примечание: ввиду избыточной чувствительности АК регулировка тока в контуре A в положениях  $10^{-7}$  и  $10^{-8} \text{ v}$  переключателя I8 не рекомендуется.

7.13.7. Поставить переключатель I8 в положение  $10^{-1} \text{ v}$  и отжать кнопку I.

7.13.8. Установить переключатель I5 в положение II и установить ток  $I_A$ .

7.13.9. В случае, если при положениях I и II переключателя I5 разность показаний выходного прибора составляет несколько микровольт, ток  $I_A$  настраивают на среднее значение этой разности.

При подстройке тока  $I_A$  на среднее значение следует добиваться чтобы стрелка выходного прибора сохраняла постоянное положение относительно нуля на его шкале, как в положении I, так и в положении II переключателя направления тока.

В отличие от "0" на шкале это положение стрелки называется "рабочим нулем".

При работе на потенциометре при двух направлениях тока значение рабочего нуля на точность измерений не влияет, поскольку это значение входит в подсчет с разными знаками и автоматически исключается из результата при подсчете.

В случае, если не удастся произвести настройку тока  $I_A$  на рабочий ноль, разность, полученная по выходному прибору в положениях I и II переключателя I5, не должна превышать  $1 \mu\text{v}$  для контура A.

7.14. Установить ток в контуре "B" для чего:

7.14.1. Поставить переключатель I7 в положение  $I_B$ .

7.14.2. Поставить переключатель 15 в положение I.

7.14.3. Нажать и зафиксировать кнопку I.

7.14.4. Последовательно переключая переключатель 18 из положения  $10^{-1}$  в в положение  $10^{-7}$  в, отрегулировать ток ручками 23-26.

7.14.5. Возвратить ручку 18 в положение  $10^{-1}$  в, а кнопку I отжать.

7.14.6. Настроить ток  $I_B$  в положении II переключателя 15. В случае, если не удастся произвести настройку тока  $I_B$  на рабочий нуль, разность по выходному прибору в положениях I и II переключателя 15 не должна превышать  $10 \cdot 10^{-8}$  в.

7.15. Установить ток в контуре "С":

7.15.1. Поставить переключатель 17 в положение  $I_C$ .

7.15.2. Поставить переключатель 15 в положение I.

7.15.3. Нажать и зафиксировать кнопку I.

7.15.4. Переключив ручку 18 из положения  $10^{-1}$  в в положение  $10^{-8}$  в, отрегулировать ток реохордами  $R_{130}$  и  $R_{131}$

7.15.5. Возвратить переключатель 18 в положение  $10^{-1}$  в перевести переключатель 15 в положение II и проверить настройку тока по 7.15.4.

Разность при настройке  $I_C$ , отмеченная по выходному прибору, в положениях I и II переключателя 15 не должна превышать  $2 \cdot 10^{-8}$  в.

При настройке токов  $I_B$  и  $I_C$  следует чаще проверять положение электрического нуля и в случае необходимости подстраивать его ручками 33 и 34 при отжатой кнопке I и чувствительности АК  $10^{-8}$  в.

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ:

1. Для обеспечения стабильности рабочих токов режим работы батарей должен сохраняться неизменным, поэтому питание следует держать постоянно включенным даже при длительных многодневных перерывах в работе.

Рекомендуемые источники питания обеспечивают ежемесячную непрерывную работу и срок их действия практически определяется не нагрузкой, а саморазрядом.

2. При измерении сопротивления для изменения направле-

ния тока в цепях потенциометра и в цепи образцового и измеряемого сопротивлений рекомендуется пользоваться только П309.

Произвести автономную поверку потенциометра и, при необходимости, сделать подстройку при данной температуре (температуру записать). Автономная поверка потенциометра обязательно должна производиться после получения прибора со склада и установки его в лаборатории, а также при изменении температуры окружающего воздуха более, чем на  $\pm 2,5^\circ\text{C}$  от той температуры, при которой подстроен (поверен) потенциометр.

После произведенных операций потенциометр готов к работе.

#### 8. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

При эксплуатации потенциометра допустимые отклонения температуры от температуры, при которой произведена автономная поверка (подстройка), не должны превышать  $\pm 2,5^\circ\text{C}$ .

Нельзя устанавливать усилитель вблизи окон, труб парового отопления и других источников тепла и холода.

Необходимо помнить, что источником больших помех при измерении на самых чувствительных пределах АК является одежда из легко электризирующихся материалов.

Не рекомендуется устанавливать потенциометры в помещениях с полом из плиток, изготовленных из легко электризирующихся синтетических материалов. Для уменьшения влияния электростатических полей на работу АК, следует собирать схему на столе, покрытом металлическим заземленным листом и следить за наличием хорошего заземления потенциометра и усилителя.

Потенциометр не требует при работе затенения рабочего места. При эксплуатации возможна установка усилителя на весьма значительном расстоянии от рабочего места (может быть вынесен в другое помещение, при условии удлинения соединительного кабеля).

#### 9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Измерение напряжения, не превышающего  $2,12111$  в.

9.1.1. Соблюдая полярность, подключить источники измеряемого напряжения к зажимам  $X_1$  и  $X_2$  (рис. 6) экранированными,

плотно свитыми проводниками.

9.1.2. Поставить переключатель I7 в положение X<sub>I</sub>.

9.1.3. Нажать и зафиксировать кнопку I.

9.1.4. Увеличивая чувствительность ручкой I8, уравновесить измеряемое напряжение X<sub>I</sub> ручками 27+32 и по стрелочному прибору произвести отсчет показаний α<sub>1</sub> и α<sub>2</sub> при положениях I и II переключателя I5. Определить измеряемую величину по формуле:

$$X_1 = (U_1 + 10^3 \Delta U_1) \cdot \text{mV},$$

где:

$$\Delta U_1 = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \cdot 10^{-n} \text{ V},$$

n - отсчет по лимбу переключателя I8.

Значения α<sub>1</sub> и α<sub>2</sub> должны подставляться в формулу со знаками "+" и "-" согласно надписи на шкале стрелочного прибора.

9.1.5. Измерение напряжения X<sub>2</sub> производится при положении X<sub>2</sub> переключателя I7 аналогично измерению X<sub>I</sub>. При этом пользуются декадными переключателями 35+40.

9.1.6. При измерениях необходимо периодически проверять и подстраивать рабочие токи в контурах "А" и "В". Подстройка в контуре "С" производится лишь по мере разряда нормального элемента. Необходимо также периодически проверять нуль усилителя, для чего достаточно отжать кнопку I и повернуть ручку I8 в положение 10<sup>-8</sup> V. Подстройку нуля усилителя производят ручками 33 и 34.

При сопротивлении источника измеряемой ЭДС (напряжения) выше величины, указанной в таблице I, наблюдается неустойчивая работа АК.

Для обеспечения устойчивой работы АК в этом случае следует нажать и зафиксировать кнопку 4 (шунт АК).

После включения кнопки "шунт АК" выходной прибор служит только в качестве нуль-индикатора. В случае необходимости произвести отсчет по стрелочному прибору, следует предварительно определить цену деления при выбранной чувствительности.

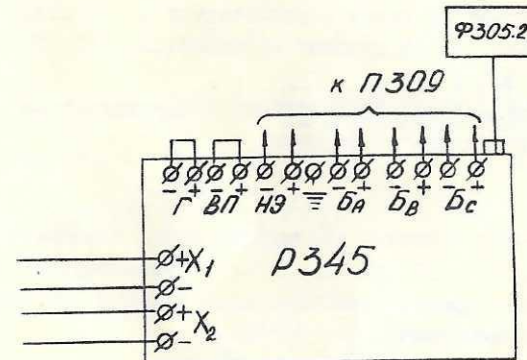


Рис.6

Схема измерения напряжения до 2,12 III V.

Определение цены деления производится следующим образом: поставить переключатель I5 в положение I, включить кнопку 4 (шунт АК) и при чувствительности 10<sup>-6</sup> ÷ 10<sup>-8</sup> V произвести отсчет α<sub>1</sub> по μA с учетом знака. Перевести переключатель 32 или 3I (если переключатель I7 установлен на X<sub>I</sub>) или переключатель 39 или 40 (если переключатель I7 стоит в положении X<sub>2</sub>) на n ступеней так, чтобы можно было отсчитать число делений α<sub>2</sub>' - соответствующее новому положению стрелки с учетом знака.

Определить цену деления при положении I переключателя I5 по формуле:

$$C_n = \frac{n \cdot a}{\alpha_2' - \alpha_1} \frac{\text{mV}}{\text{дел}}$$

где: α<sub>1</sub> - исходное положение стрелки на шкале выходного прибора АК;

α<sub>2</sub>' - число делений отсчитываемое по шкале выходного прибора АК при перемещении переключателя 3I (32, 39, 40) на n ступеней;

$n$  - отсчет по лимбу переключателя 3I (32,39,40);  
 $d$  - цена одной ступени переключателя 3I (32,39,40)  
 в мV .

То же проделать при положении II переключателя I5 и подсчитать цену деления по формуле:

$$C_n'' = \frac{n \cdot d}{d_2'' \cdot d_1''} \frac{\text{mV}}{\text{дел}}$$

где  $d_2''$  и  $d_1''$  - отсчет делений по шкале выходного прибора АК при положении II переключателя I5.

Определить среднее значение цены деления при двух напряжениях переключателя I5 по формуле:

$$C_n = \frac{C_n' - C_n''}{2} \frac{\text{mV}}{\text{дел}}$$

### 9.2. Измерение напряжений до 1000 V .

Измерение напряжений производится с помощью делителя Р3I3 (класс точности 0,00I до 600 V , и класс точности 0,00 до 1000 V ).

Источник измеряемого напряжения подключается к делителю после предварительного выбора соответствующего коэффициента деления согласно описанию Р3I3.

Выходные зажимы делителя подключаются к зажимам X<sub>I</sub> или X<sub>2</sub> (рис.7) остальные операции при замерах те же, что в пункт 9.1.

Примечание: Делитель напряжения Р3I3 следует подключить к потенциометру экранированными, плотно свитыми проводниками с заземленным экраном. При подсчете действительного значения измеряемого напряжения поправки для делителя и потенциометра следует сложить с их знаками.

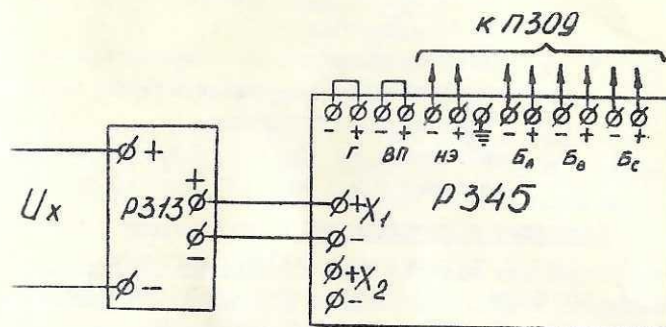


Рис.7

Схема измерения напряжения до 1000 V .

### 9.3. Измерение силы тока.

Сила тока измеряется на потенциометре с помощью образцовых катушек R<sub>ок</sub> нужных номиналов, как показано на рис.8.

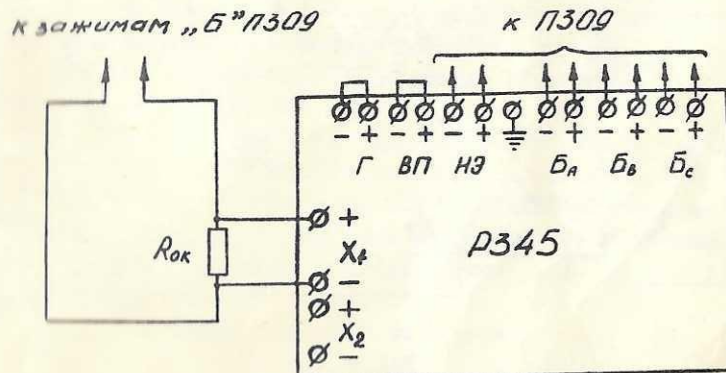


Рис.8

Схема измерения силы тока

Измеряемый ток определяется по формуле:

$$I_x = \frac{U_x}{R_{ок}}$$

где:  $R_{ок}$  - значение сопротивления образцовой катушки, определенное по ее свидетельству с учетом температурной поправки;

$U_x$  - напряжение на образцовой катушке, измеренное согласно п.9.1 или 9.2 настоящего описания

#### 9.4. Измерение сопротивлений.

Для устранения влияния термоконтактных ЭДС, которые могут возникать в цепи измеряемого сопротивления, рекомендуется производить измерения при двух направлениях тока, пользуясь переключателем П309 и соблюдать требования, изложенные в пп.9.1 и 9.2.

Для измерения сопротивления  $R_x$  на потенциометре необходимо:

9.4.1. Собрать схему согласно рис.9

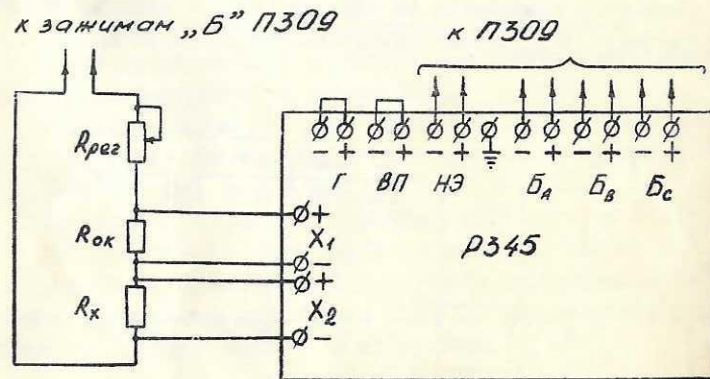


Рис.9

Схема измерения сопротивления

9.4.2. Подготовить потенциометр к работе как указано выше (см. раздел "Подготовка потенциометра к работе").

9.4.3. Установить переключатель 15 на "I", переключатель 16 на "0", переключатель 18 на "10<sup>-1</sup> v", переключатель 17 на "X<sub>1</sub>".

9.4.4. Установить переключатель П309 в положение "I".

9.4.5. На декадных переключателях ряда U<sub>1</sub> установить значение напряжения, соответствующее действительному значению образцового сопротивления  $R_N$ .

9.4.6. Нажать и зафиксировать кнопку "измерение".

9.4.7. Постепенно увеличивая чувствительность АК поворотом ручки 18, отрегулировать ток в цепи  $R_x - R_N$  (с помощью Прог.) таким образом, чтобы стрелка выходного прибора потенциометра установилась на нулевой отметке шкалы.

9.4.8. Переключатель 18 поставить в положение 10<sup>-1</sup> v, кнопку "измерение" - отжать.

9.4.9. Установить переключатель П309 в положение "П".

9.4.10. Нажать и зафиксировать кнопку "измерение".

9.4.11. Переключатель 18 поставить в то же положение, что и в пункте 9.4.7.

9.4.12. Отсчитать отклонение стрелки по шкале ( $\alpha$ )

9.4.13. Отрегулировать ток в цепи  $R_N - R_x$  таким образом, чтобы стрелка установилась на отметку  $\frac{\alpha}{2}$ .

9.4.14. Переключатель 18 поставить в положение 10<sup>-1</sup> v, кнопку измерения отжать.

9.4.15. Переключатель 17 поставить в положение "X<sub>2</sub>".

9.4.16. Нажать и зафиксировать кнопку "измерение".

9.4.17. Постепенно увеличивая чувствительность переключателем 18 произвести измерение напряжения на сопротивлении  $R_x$  с помощью декадных переключателей ряда U<sub>2</sub> при двух направлениях тока.

Сопротивление вычисляют по формуле:

$$R_x = \frac{U_x}{U_{ok}} \cdot R_{ok}$$

- где:  $U_{ok}$  - напряжение на образцовом сопротивлении в вольтах;  
 $U_x$  - полусумма двух измеренных напряжений при I и II положениях переключателя П309 в вольтах;  
 $R_{ok}$  - значение сопротивления образцовой катушки, определенное по ее свидетельству с учетом температурной поправки в омах.

При измерении сопротивлений, величины которых превышают указанные в таблице I, при чувствительности  $10^{-6}$  В;  $10^{-7}$  В;  $10^{-8}$  В следует включить кнопку 4 (шунт АК) и определить при необходимости цену деления, как указано в пункте 9.1.6.

При измерении больших сопротивлений при чувствительности с  $10^{-1}$  В по  $10^{-5}$  В включение кнопки 4 не обязательно, поскольку в этих положениях переключателя чувствительности вход АК шунтируется сопротивлением 600  $\Omega$  (см. схему электрическую, R 59).

9.5. Измерение сопротивления без внешнего нормального элемента

Сопротивление можно измерять с помощью потенциометра без настройки рабочих токов по внешнему нормальному элементу.

При измерении сопротивлений на потенциометре их величина определяется по отношению напряжений на измеряемом и образцовом сопротивлении. Отношение напряжений не изменяется, если оба измеряемых напряжения умножить или разделить на один и тот же коэффициент. Поэтому при измерении сопротивлений нет необходимости пользоваться внешним нормальным элементом высокого класса точности для установки рабочих токов потенциометра. Установка токов может быть произведена по встроенному в переключатель П309 нормальному элементу класса 0,02 (задающему ток в контуре С потенциометра) в следующем порядке:

Принимая ток  $I_C$  за нормальный, устанавливаем переключатель I7 в положение  $I_C$ .

В этом положении АК измеряет разность напряжений на сопротивлениях, в контурах В и С, предназначенных для настройки тока  $I_C$  по ранее настроенному  $I_B$ . При обратном порядке настройки, в этом положении добиваются нуля на АК поворотом ручек 23...26 (на рис. I - регулировка  $I_B$ ). Затем, в положении  $I_B$  переключателя I7 настраивают ток  $I_A$  ручками 19...22 (регулировка  $I_A$ ). В положение  $I_A$  переключатель I7 не устанавливают. Измерение сопротивлений производят согласно разделу 9.4, периодически проверяя и подстраивая токи  $I_A$  и  $I_B$  описанным выше способом по току  $I_C$ .

9.6. Проверка ваттметров.

Ориентировочная схема проверки ваттметров показана на рис. 10. В каждом отдельном случае проверка ваттметров производится в соответствии с инструкцией Госкомитета Стандартов № I84-62.

Ток, проходящий через ваттметр, измеряется при проверке с помощью образцовой катушки ОК, выводы которой присоединены к зажимам  $X_1$ .

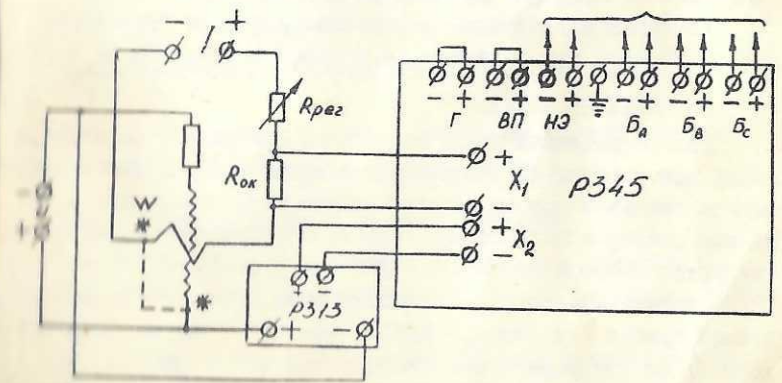


Рис. 10  
Схема проверки ваттметра

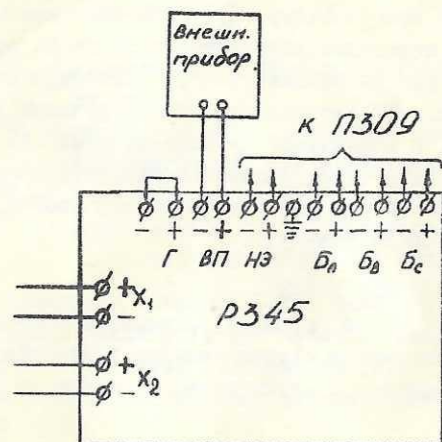


Рис. II

Схема подключения внешнего прибора

Контроль напряжения в параллельной цепи ваттметров осуществляется через зажимы  $X_2$  с помощью ручек 35-40 и АК.

### 9.7. Внешний прибор.

Для регистрации малых изменений измеряемой величины, а также для управления контролируемым процессом можно использовать выходной ток АК. С этой целью последовательно с выходным прибором АК включены зажимы ВП, нормально замкнутые накоротко съемной перемычкой ("7" на рис. 5).

К разомкнутым зажимам ВП может быть подключен регистрирующий прибор (например, Н373-2 или Н37-1 завода ЗИП) или устройство для управления исследуемой цепью (рис. II).

При выборе внешнего прибора следует иметь в виду, что полное отклонение выходного прибора АК равен  $25 \mu A$ . Входное сопротивление регистрирующего прибора или управляющего устройства, подключаемого к зажимам ВП, не должно превышать  $1 + 1,5 k\Omega$ .

### 9.8. Проверка потенциометров, имеющих встроенные АК

При сличении потенциометров Р345 друг с другом или с другими потенциометрами, имеющими АК, необходимо отключить АК проверяемого прибора. Одновременное включение двух АК в одну и ту же цепь приводит к их неустойчивому состоянию.

Для отключения АК потенциометра необходимо:

9.8.1. Замкнуть зажимы 6 (Г) на потенциометре переключной, если они оказались разомкнутыми.

9.8.2. Разомкнуть зажимы 7 (ВП), освободив один зажим развернув переключку вокруг второго зажима.

9.8.3. Нажать и зафиксировать кнопку 5 "Г" (на схеме, приведенной на рис. 2 - 4К).

Примечание: Для настройки и проверки рабочих токов требуется временное включение АК сличаемого потенциометра, поэтому необходимо питание и кабель усилителя этого потенциометра оставлять включенными. Для включения потенциометра следует отжать кнопку "Г" и установить на место отверткой или пинцетом (во избежание нагрева пальцами) переключку ВП.

9.8.4. Установить переключатель И8 в положение  $10^{-6} V + 10^{-8} V$ .

9.8.5. Соблюдая полярность, соединить плотно сквитыми проводниками зажимы  $X_1$  обоих потенциометров.

### 9.9. Работа с внешним нулевым прибором.

Для работы с внешним нулевым прибором необходимо:

9.9.1. Снять или разомкнуть переключку, нормально замыкая зажимы 6 (Г).

9.9.2. Подключить к зажимам 6 внешний нулевой прибор (например, гальванометр), нажать и зафиксировать кнопку (Г).

Включение и выключение внешнего нулевого прибора при измерениях на потенциометре производится как обычно, кноп-

кой I (измерен.). Следует иметь в виду, что переключатель чувствительности I8 может быть применен для регулирования чувствительности внешнего нулевого прибора в положениях  $10^{-1}$  v и  $10^{-6}$  v. В этом случае в положении  $10^{-1}$  v переключателя I8 в цепь Г включено добавочное сопротивление около  $60 \text{ M}\Omega$ , в положении  $10^{-2}$  v -  $6 \text{ M}\Omega$ , в положении  $10^{-3}$  v -  $600 \text{ k}\Omega$ , в положении  $10^{-4}$  v -  $60 \text{ k}\Omega$ , в положении  $10^{-5}$  v -  $6 \text{ k}\Omega$  в положении  $10^{-6}$  v - 0.

#### 9.10. Использование АК потенциометра в качестве нулевого прибора в других схемах.

АК потенциометра может быть использован в качестве нулевого прибора в схемах уравнивания. В этом случае следует учесть выходное сопротивление измерительной схемы. Для подключения АК к внешней схеме (другому потенциометру, мосту и т.п.) необходимо:

- 9.10.1. Установить все измерительные декады на "0".
- 9.10.2. Установить переключатель I7 в положении  $X_I$ .
- 9.10.3. Присоединить провода с выхода схемы (прибора) к зажимам  $X_I$ .
- 9.10.4. В начале работы с автокомпенсатором нажать и зафиксировать кнопку "измерение" потенциометра.
- 9.10.5. Изменение чувствительности АК производится переключателем I8.

### 10. ПОВЕРКА И НАСТРОЙКА ПОТЕНЦИОМЕТРА

#### 10.1. Общие сведения.

Электрическая схема потенциометра приведена на рис. I. Расположение переключателей потенциометра P345 дано на рис. 5.

**ВНИМАНИЕ!** При всех измерениях в процессе поверки следует соблюдать следующие правила пользования переключателем I8 (переключатель чувствительности):

10.1.1. В начале измерения переключатель I8 должен быть установлен в положение  $10^{-1}$  v, а кнопка I ("измерение") отжата. При отжатой кнопке I автоматическая часть и

усилитель отключены от измерительной схемы. При повторных измерениях достаточно устанавливать переключатель I8 в положение  $10^{-1}$  v без отжатия кнопки.

10.1.2. После установки указанных в таблице I приложения I переключателей и кнопок в требуемое положение, следует повысить чувствительность переключателем I8 до тех пор, пока стрелка выходного прибора не установится в удобное для отсчета положение. Максимальная чувствительность для каждой данной операции указывается в соответствующем пункте таблицы I приложения I.

10.1.3. После того, как проведен отсчет по выходному прибору или произведена настройка тока (стрелка установлена на рабочий нуль), следует установить переключатель I8 в положение  $10^{-1}$  v.

#### 10.2. Автономная поверка

10.2.1. Автономная поверка потенциометра производится при любой температуре  $t \pm 1^\circ\text{C}$  в диапазоне  $15 \pm 30^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 80%.

10.2.2. Перед автономной поверкой прибор должен быть выдержан при температуре  $t \pm 1^\circ\text{C}$  не менее 4 часов.

10.2.3. Для проведения автономной поверки установить потенциометр и усилитель на рабочие места и подготовить приборы в соответствии с разделом 7 "Описание технического и инструкции по эксплуатации".

10.2.4. Поверка потенциометра производится в следующей последовательности:

- а) поверка АК;
- б) поверка потенциометра.

#### 10.3. Поверка автокомпенсатора.

Определение основной погрешности автокомпенсатора производится по схеме рис. I2 при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  путем сравнения показаний выходного прибора АК с показаниями образцового миллиамперметра (мА) класса точности 0,2 или 0,5 (с учетом поправок).

Основная погрешность определяется на всех оцифрованных

отметках шкалы на пределе  $60 \mu V$ , а на остальных пределах измерения допускается определять основную погрешность на крайних и на тех отметках шкалы, где ожидается наибольшая погрешность.

Основная погрешность АК определяется при максимальных значениях допустимых внешних сопротивлений, указанных в таблице I, а также при отсутствии внешнего сопротивления ( $R_{вн.} = 0$ )

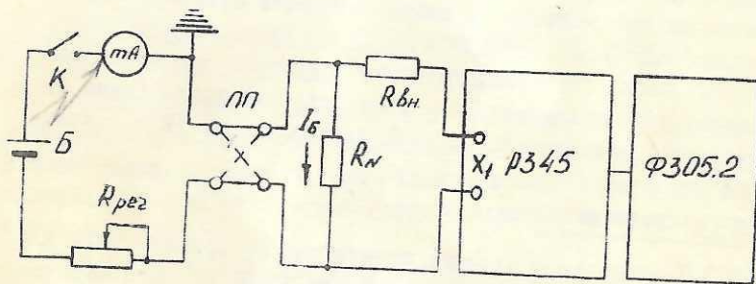


Схема проверки автокомпенсатора

Рис. I2

- P345 - поверяемый потенциометр
- Б - батарея 1,5 V
- mA - образцовый миллиамперметр постоянного тока (класс точности 0,2 или 0,5)
- Rрег. - регулируемое сопротивление
- R<sub>N</sub> - образцовая катушка сопротивления  $0,001 \pm 0,01 \Omega$  (точность не ниже 0,1%)
- R<sub>вн.</sub> - сопротивление, имитирующее внешнее сопротивление (точность не хуже 5%)

Для уменьшения влияния внешних магнитных и электрических полей необходимо:

а) схему (рис. I2) поместить на заземленный металлический лист (или в заземленный металлический ящик);

б) заземлить точку схемы согласно рис. I2;

в) проводку, идущую от сопротивлений  $R_N$  и  $R_{вн.}$  к потенциометру выполнить медными экранированными проводниками;

г) во избежание образования контура с большим потокоцеплением с внешними магнитными полями, свить проводники, идущие от сопротивления  $R_N$  к сопротивлению  $R_{вн.}$  и зажимам "X" потенциометра.

Для исключения термоЭДС потенциометра и измерительной цепи из результатов измерения установку нуля автокомпенсатора необходимо производить при замкнутой кнопке "измерение" и обесточенной измерительной цепи (кнопка "измерение" замкнута, кнопка К - разомкнута).

Установка нуля электрическим корректором должна производиться перед каждым отсчетом.

При замыкании кнопки К (рис. I2) на вход АК подается напряжение. Изменением величины сопротивления  $R_{рег.}$  стрелка выходного прибора АК устанавливается на поверяемую отметку шкалы и по миллиамперметру (mA) производится отсчет тока I.

За основную погрешность АК принимается разность между показаниями АК и действительным значением измеряемой величины.

Действительное значение измеряемой величины определяется по формуле:

$$U_x = I \cdot R_N \quad mV$$

где: I - показание миллиамперметра в миллиамперах,

$R_N$  - значение сопротивления в омах

Основная погрешность выражается в процентах от удвоенного предела измерения.

Если при проверке АК окажется, что основная погрешность при максимальных значениях внешних сопротивлений превышает допустимую величину (см. табл. I), то следует произвести настройку положительной обратной связи.

#### 10.5. Настройка положительной обратной связи.

Настройку положительной обратной связи производить на пре-

отметках шкалы на пределе  $60 \mu V$ , а на остальных пределах измерения допускается определять основную погрешность на крайних и на тех отметках шкалы, где ожидается наибольшая погрешность.

Основная погрешность АК определяется при максимальных значениях допустимых внешних сопротивлений, указанных в таблице I, а также при отсутствии внешнего сопротивления ( $R_{вн.} = 0$ )

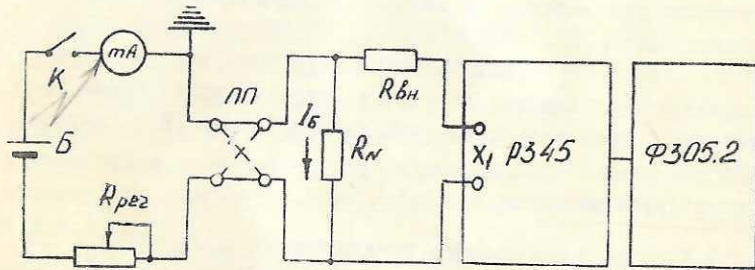


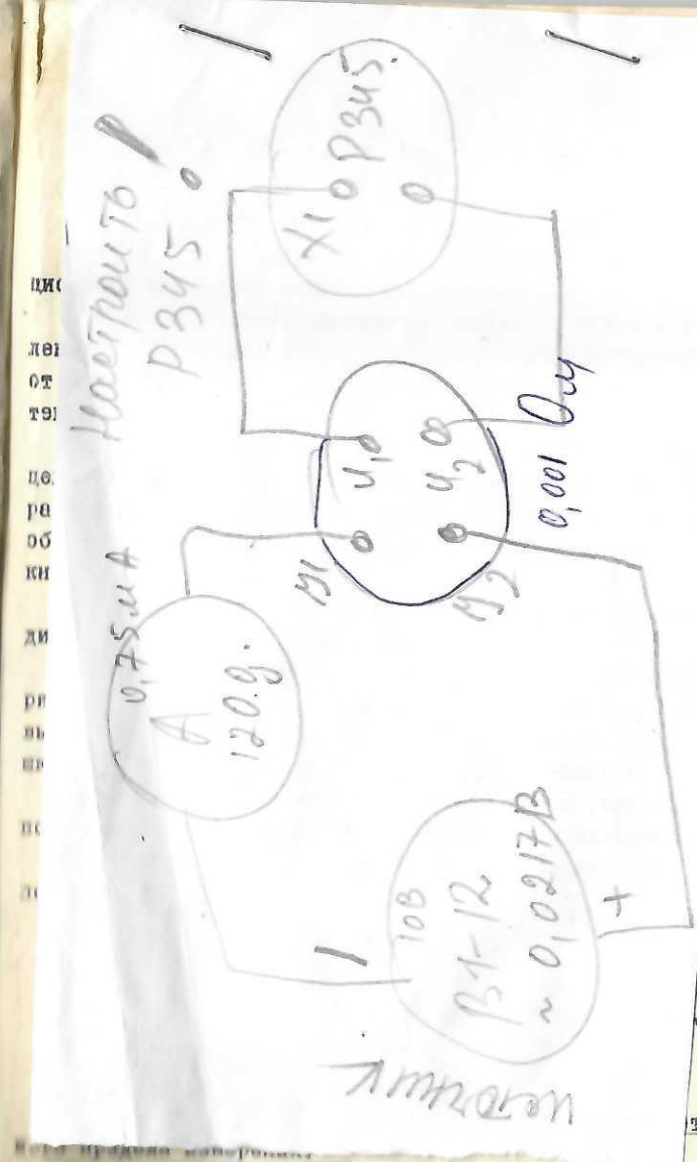
Схема проверки автокомпенсатора

Рис. I2

- P345 - поверяемый потенциометр
- Б - батарея 1,5 v
- mA - образцовый миллиамперметр постоянного тока (класс точности 0,2 или 0,5)
- Rрег. - регулируемое сопротивление
- R<sub>N</sub> - образцовая катушка сопротивления  $0,001 \pm 0,01 \Omega$  (точность не ниже 0,1%)
- R<sub>вн.</sub> - сопротивление, имитирующее внешнее сопротивление (точность не хуже 5%)

Для уменьшения влияния внешних магнитных и электрических полей необходимо:

а) схему (рис. I2) поместить на заземленный металлический лист (или в заземленный металлический ящик);



Если при проверке АК окажется, что основная погрешность при максимальных значениях внешних сопротивлений превышает допустимую величину (см. табл. I), то следует произвести настройку положительной обратной связи.

10.5. Настройка положительной обратной связи.  
Настройку положительной обратной связи производить на пре-

к потен-  
ами;  
токосцеп-  
, идущие  
"X" по-  
тельной  
пенсато-  
рение" и  
замкнута,  
произво-  
тся нап-  
релка  
отметку  
ет тока I.  
между  
величины.  
деляется  
мпермет-  
т удвоен-

деле 0,6 мВ (переключатель 18 поставить в положение 10<sup>-8</sup> в по схеме рис. 12.

При переключении кнопок "К", "600 Ω" и переключателя "ПП" во избежание рывков стрелки выходного прибора переключатель 18 ставить в положение 10<sup>-1</sup> в.

10.4.1. Поставить переключатель 17 в положение "X<sub>I</sub>".

10.4.2. Настроить "нуль" электрическим корректором при замкнутой кнопке "измерение" (кнопка "К" разомкнута).

10.4.3. Включить кнопку "К" и определить основную погрешность АК γ'<sub>0</sub> и γ''<sub>0</sub> на крайних отметках в обеих сторонах шкалы при внешнем сопротивлении равно нулю (R<sub>вн</sub>=0, кнопка "600 Ω" отжата).

10.4.4. Разомкнуть кнопку "К".

10.4.5. Открыть крышку 43 и включить кнопку "600 Ω".

10.4.6. Настроить "нуль" электрическим корректором при замкнутой кнопке "измерение".

10.4.7. Нажать кнопку "К".

10.4.8. Установить ток I=0,6 мА по миллиамперметру (мА) и поворотом реохорда "OC" установить стрелку выходного прибора на конечную отметку шкалы.

10.4.9. Определить основную погрешность АК при внешнем сопротивлении 600 Ω в обеих сторонах шкалы γ'<sub>600</sub> и γ''<sub>600</sub>.

Величина основной погрешности не должна превышать ±2,5%. Разница между основными погрешностями при внешних сопротивлениях, равных 0 и 600 Ω, не должна превышать ±1%.

$$(\gamma'_{600} - \gamma'_0 \leq 1\%; \quad \gamma''_{600} - \gamma''_0 \leq 1\%).$$

Примечание: При настройке обратной связи пользоваться отверткой из немагнитного материала.

### 10.5. Проверка потенциометра

Автономная проверка потенциометра производится в порядке, приведенном в таблице I (приложение I).

Расшифровка буквенных обозначений, примененных в колонке таблицы I, приведена в п. 10.7.10.

Результаты замеров (отсчет по выходному прибору АК) при самопроверке записываются в колонках 2 и 3 таблиц 3-10 (при-

*цель*

ложении I). Автономная проверка производится переключателями ряда с обозначением U<sub>1</sub> на панели прибора (27+32, рис. 5).

Отсчеты α<sub>1</sub> и α<sub>2</sub> по выходному прибору АК соответствуют от положениям I и II (прямая и обратная полярность), переключателя 15.

### 10.6. Вычисление поправок по результатам измерений

10.6.1. В колонки (4) таблиц 3-10 вносятся средние значения отсчетов:

$$d = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$$

где: d - разность действительных напряжений, используемая при расчете поправок.

10.6.2. В колонку (5) вносятся суммы чисел, записанных в колонке (4) от Z<sub>1</sub>=I до Z<sub>2</sub>=I (для декады I-I=I...20, для декады II-I=I...II).

Например, при Z=5 в колонку (5) вносятся суммы пяти чисел, при Z=9 - суммы девяти чисел из колонки (4) (от Z=I до Z=5 и от Z=I до Z=9) и так до Z=20 для декады I, или Z=II для декады II, или Z=10 для всех остальных.

10.6.3. Обработать результаты измерений по первой декаде (заполнить колонки 4 и 5 таблицы 3 в соответствии с пп. 10.6.1 и 10.6.2).

10.6.4. Обработать результаты измерений по второй декаде (заполнить колонки 4 и 5 таблицы 4).

10.6.5. Обработать результаты измерений по третьей декаде (заполнить колонки 4 и 5 таблицы 5).

10.6.6. Вычислять поправку Δ<sub>11</sub> первой ступени декады I по формуле 2 таблиц 2.

При этом вычисление  $\sum_{i=1}^n d_{2,i}$  брать из таблицы 4 (колонка 4 при Z<sub>1</sub>=10),  $\sum_{i=1}^n d_{3,i}$  из таблицы 5 (колонка 5 при Z<sub>1</sub>=10)

$\sum_{i=1}^n d_{4,i}$  из таблицы 3 (колонка 5 при Z<sub>1</sub>=9)

- $\sum_{i=1}^8 d_{3,i}$  - из таблицы 5 (колонка 5 при  $Z_3=8$ )
- $d_{2,1-10}$  - из таблицы 3 (колонка 4 при  $Z_1=0$ )
- $d_{2,11}$  - из таблицы 4 (колонка 4 при  $Z_2=11$ )
- $d_{52}$  - из таблицы 4 (колонка 4 обозначение  $d_{52}$ )

10.6.7. Пользуясь полученным значением поправки  $\Delta_{1,1}$  заполнить колонки 6 и 7 таблицы 3 и сравнить полученные поправки  $\Delta_1$  с погрешностями, допустимыми по ТУ для декады I (колонка 8).

10.6.8. Вычислить поправку  $\Delta_{2,1}$  первой ступени декады II по формуле (4) таблицы 2. При этом значение  $\Delta_{1,1}$  вычислено выше, значение  $d_{2,1-10}$  следует брать из таблицы 3 (колонка 4,  $Z_1=0$ ).

10.6.9. Пользуясь полученным значением поправки  $\Delta_{2,1}$  заполнить колонки 6 и 7 таблицы 4 и сравнить полученные поправки  $\Delta_2$  с допустимыми по ТУ (колонка 8).

10.6.10. Вычислить поправку  $\Delta_{3,1}$  первой ступени декады III по формуле (6) таблицы 2. Значение  $\Delta_{2,1}$  было вычислено ранее а значение  $d_{3,1-10}$  следует взять равным нулю, так как настройку тока мы производим на равенство падения напряжения на 10 ступенях III декады и падения напряжения на первой ступени II декады с высокой точностью. Сумма  $\sum_{i=1}^{10} d_{3,i}$  берется из таблицы 5 (колонка 5 при  $Z_3=10$ ).

10.6.11. Пользуясь полученным значением поправки  $\Delta_{3,1}$  заполнить колонки 6 и 7 таблицы 5 и сравнить полученные поправки  $\Delta_3$  с допустимыми по ТУ (колонка 8).

10.6.12. Обработать результаты измерений декады IV (заполнить колонки 4 и 5 таблицы 6).

10.6.13. Вычислить поправку  $\Delta_{4,1}$  первой ступени декады IV по формуле 8 таблицы 2. Значение  $\Delta_{3,1}$  следует взять вычисленное ранее, значение  $d_{4,1-10}$  берется из таблицы 5 (колонка 4,  $Z_3=0$ ). Сумма  $\sum_{i=1}^{10} d_{4,i}$  из таблицы 6 (колонка 5,  $Z_3=10$ ).

10.6.14. Пользуясь полученным значением поправки, заполнить колонку 6 и 7 таблицы 6 и сравнить полученные поправки  $\Delta_4$  с допустимыми значениями по ТУ (колонка 8).

10.6.15. Обработать результаты измерений декады V (заполнить колонки 4 и 5 таблицы 7). Вычислить поправки  $\Delta_{5,1}$  первой ступени V декады по формуле 10 таблицы 2. Значение  $\Delta_{4,1}$  берется вычисленное выше. Значение  $d_{5,1-10}$  следует взять равным нулю, так как настройку тока производим на равенство падения напряжения на 10 ступенях V декады и падения напряжения на первой ступени IV декады.

Сумма  $\sum_{i=1}^8 d_{5,i}$  - из таблицы 7 (колонка 5,  $Z_5=10$ ).

10.6.16. Полученное значение поправки  $\Delta_{5,1}$  использовать при заполнении колонок 6 и 7 таблицы 7, и сравнить полученные результаты с допустимыми значениями по ТУ (колонка 8).

10.6.17. Обработать результаты измерений декады VI (заполнить колонки 4 и 5 таблицы 8). Вычислить поправку  $\Delta_{6,1}$  первой ступени VI декады по формуле 12 таблицы 2. Значение  $\Delta_{5,1}$  берется вычисленное ранее, значение  $d_{6,1-10}$  из таблицы (7) колонка 4,  $Z_5=0$ ).

Сумма  $\sum_{i=1}^{10} d_{6,i}$  - из таблицы 8 (колонка 5,  $Z_6=10$ ).

10.6.18. Полученное значение поправки  $\Delta_{6,1}$  используется при заполнении колонок 6 и 7 таблицы 8 и сравнения полученных результатов с допустимыми значениями по ТУ (колонка 8).

10.6.19. Проверка температурной декады производится в таком же порядке, в каком проверяются и основные декады (таблица 9), но в колонку 4 следует занести среднее значение разности действительных напряжений температурной декады.

У реохорда нормального элемента проверяются только оцифрованные отметки. При определении действительной разности напряжений для каждой оцифрованной отметки необходимо из  $d_{cp}$  вычесть  $d_0 = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$  с учетом знака. Величины допустимых разностей напряжений на сравниваемую сумму ступеней приведены в колонке 5 таблицы 9 и колонке 6 таблицы 10.

### 10.7. Подстройка потенциометра

В случае, если погрешности декад потенциометра превышают допустимые, необходимо провести подстройку потенциометра. Все действия, предшествующие подстройке, производятся

переключателями 27-32 (ряд с обозначением  $U_1$ ) и другими, указанными ниже.

Подстройка производится реохордами, скрытыми под крышкой 43 (рис.5).

#### 10.7.1. Подготовка к подстройке:

а) настроить токи  $I_A$ ,  $I_B$  и  $I_C$ , как при обычных измерениях (см. описание технического, раздел 7);

б) после подстройки тока переключатель 17 поставить в нейтральное положение;

в) проверить ступени I декады. Для этого нужно переключатель 16 поставить в положение I (настройка тока  $I_B$ ), как указано в таблице I приложения I. Настройку производить ручками 23-26 при двух положениях переключателя 15 "направления тока", каждый раз увеличивая чувствительность переключателем 18 от  $10^{-1}$  в до  $10^{-7}$  в. После настройки тока переставить переключатель 16 в положение 2 и произвести поверку ступеней с 1...20 первой декады при двух положениях переключателя 15 и чувствительности до  $10^{-7}$  в. Периодически проверять настройку тока.

#### 10.7.2. Вычисление средней погрешности ступеней 4-20 декады I:

а) просуммировать погрешности ступеней (с 4 по 20) с учетом их знаков и определить среднее арифметическое значение погрешности.

**ВНИМАНИЕ!** Переключатель 16 должен находиться в положении 2. Подстройка производится при двух направлениях тока.

б) выбрать ступень с погрешностью, сходной со средним значением, поставить переключатель 27 на эту ступень и ручками 23-26 установить стрелку индикатора на "0" при чувствительности до  $10^{-7}$  в;

в) поставить переключатель 27 в положение I и подстроить первую ступень на равенство со средней величиной ступеней I-20, полученной в пункте "а", для чего поворотом реохорда R 43 установить стрелку индикатора на "0";

г) поставить переключатель 27 в положение 2 и подстроить

вторую ступень на равенство с первой ступенью, для чего достаточно с помощью реохорда R 41 установить стрелку индикатора на "0";

д) поставить ручку 27 в положение 3 и подстроить третью ступень на равенство с первой и второй, установив стрелку индикатора на "0" с помощью реохорда R 39.

#### 10.7.3. Проверка ступеней II декады и подстройка первой и второй ступеней этой декады:

а) настроить ток  $I_B$ , для чего поставить переключатель 16 в положение 3. Все измерительные декады должны быть на "0"; настройку тока производить ручками 23-26 при чувствительности до  $10^{-7}$  в и двух положениях переключателя 15;

б) перевести переключатель 16 в положение 4 и произвести поверку ступеней I-II, перемещая переключатель 28 последовательно в положение 1, 2... II и производя замеры в каждом положении при двух позициях переключателя 15 и чувствительности до  $10^{-7}$  в;

в) просуммировать погрешности ступеней с 3 по II и определить среднее значение погрешности.

**ВНИМАНИЕ!** Переключатель 16 должен быть установлен в положение 4. Подстройка производится при двух направлениях тока.

г) выбрать ступень с погрешностью, сходной со средним значением, поставить переключатель 28 в это положение и ручками 23-26 установить стрелку индикатора на нулевую отметку при чувствительности до  $10^{-7}$  в;

д) поставить переключатель 28 в положение I, подстроить первую ступень на равенство со средней величиной ступени 3-II, добившись нулевого показания индикатора с помощью реохорда R 44;

е) поставить переключатель 28 в положение 2 и добиться нулевого положения индикатора с помощью реохорда R 46 (подстроить вторую ступень второй декады).

#### 10.7.4. Подстройка суммарного напряжения десяти ступеней второй декады на равенство с напряжением первой ступени первой декады:

а) настроить ток  $I_B$ , для чего переключатель 16 поста-

вить в положение I, а ручками 23-26 (при чувствительности до  $10^{-7}$  в) и положениях I и II переключателя I5 установить стрелку индикатора в нулевое положение (поз. I по таблице I приложения I);

б) поставить переключатель I6 в положение 2, а переключатель 27 (I декаду) в положение "0" и произвести отсчет по индикатору. Отметив отклонение стрелки индикатора от "0", подстроить суммарное напряжение, добившись нулевого показания индикатора поворотом реохорда R 48.

10.7.5. Подстройка секции  $8 \Omega$  на равенство с суммарным напряжением восьми ступеней III декады.

а) переключатель I6 поставить в положение 5. Настроить ток  $I_B$  при двух направлениях тока при чувствительности до  $10^{-7}$  в;

б) переключатель I6 поставить в положение 6 и произвести отсчет погрешности сопротивления  $8 \Omega$  (R 52) при двух направлениях тока и чувствительности до  $10^{-7}$  в;

в) сопротивление  $8 \Omega$  подстроить на равенство с суммарным напряжением ступеней I-8 декады III, для чего добиться нулевого показания индикатора с помощью реохорда R 50 при двух направлениях тока.

10.7.6. Проверка ступеней третьей декады и подстройка I-й и 2-й ступеней этой декады;

а) переключатель I6 поставить в положение 7, переключатель I3 - на отметку I0 (поз. 7 по таблице I приложения I), все остальные переключатели установить на нулевые отметки. Настроить ток  $I_B$  при двух положениях переключателя I5 и чувствительности до  $10^{-8}$  в ручками 23-26;

б) перевести переключатель I6 в положение 8. Положение остальных переключателей, как в пункте "а". Произвести проверку каждой ступени III декады, перемещая переключатель 29 от I до I0 и производя при каждом его положении отсчет погрешности по индикатору при двух направлениях тока;

в) просуммировать погрешности ступеней с третьей по десятую и определить среднее значение погрешности.

**ВНИМАНИЕ!** Переключатель I6 должен быть в положении 8. Работа по пп. "г", "д", "е" производится при двух направлениях

тока.

г) выбрать ступень с погрешностью, сходной со средним значением, поставить переключатель 29 в это положение и ручками 23-26 установить стрелку индикатора на нулевую отметку при чувствительности до  $10^{-8}$  в;

д) поставить переключатель 29 в положение I и подстроить первую ступень III декады на равенство со средней величиной ступени 3-I0, добиваясь нулевого показания индикатора с помощью реохорда R II6;

е) поставить переключатель 29 в положение 2 и подстроить вторую ступень реохордом R II5.

10.7.7. Проверка ступеней IV декады и подстройка первой и второй ступеней этой декады:

а) настроить ток  $I_B$  (поз. 9 таблицы I приложения I). Для этого переключатель I6 перевести в положение 9. Переключатель I3 должен быть в положении "I0", реохорд I4 - на "0", переключатели остальных декад также на нуле. Настроить ток ручками 23-26 при чувствительности до  $10^{-8}$  в и двух направлениях тока;

б) перевести переключатель I6 в положение I0. Произвести проверку ступеней IV декады, перемещая ручку 30 последовательно в положениях I...I0. Отсчет погрешности в каждой из десяти позиций производить при двух направлениях тока и чувствительности до  $10^{-8}$  в;

в) просуммировать погрешности ступеней с 3 по I0 и определить среднее значение погрешностей.

**ВНИМАНИЕ:** Переключатель I6 должен быть в положении I0. Работа по пп. "г", "д", "е" производится при двух направлениях тока.

г) выбрать ступень с погрешностью, сходной со средним значением, поставить IV декаду в это положение, и ручками 23-26 установить стрелку индикатора на нулевую отметку при чувствительности до  $10^{-8}$  в;

д) поставить переключатель 30 в положение I и подстроить первую ступень IV декады на равенство со средним значением, полученным в п. "в", реохордом R II9, для чего следует установить стрелку индикатора на нулевую отметку;

е) перевести переключатель 30 в положение 2 и подстроить вторую ступень IV декады реохордом R I2I.

10.7.8. Подстройка суммарного напряжения IV декады на равенство с напряжением первой ступени III декады:

а) переставить переключатель I6 в положение 7, переключатель I3 поставить на отметку I0, все остальные переключатели - на "0". Настроить ток  $I_B$  при двух направлениях тока и чувствительности до  $10^{-8}$  в ;

б) перевести переключатель I6 в положение 8 и при нулевом положении переключателя 29 отметить отклонение стрелки индикатора;

в) подстроить суммарное напряжение IV декады на равенство с напряжением одной ступени III декады, для чего добиться нулевого показания индикатора с помощью реохорда R<sub>123</sub>.

Примечание: в некоторых случаях подстройка декад и ступеней декад может производиться не на "0", а некоторое другое значение, величина которого определяется после анализа, полученного при автономной поверке данных, входящих в формулу 2 таблицы 2 приложения I. Основной целью такой подстройки должно быть искусственное уменьшение величины поправки первой ступени I декады.

10.7.9. Проверка диапазонов регулирования подстроечными реохордами.

Диапазон подстройки реохордами R39, R4I, R43, R44, R46, R48, R50, RII5, RII6, RII9, RI2I, RI23 может быть проверен в процессе автономной поверки потенциометра при подстройке соответствующей ступени поворотом реохорда от упора до упора (процесс проверки см. ниже).

Проверка диапазонов возможна только при определенном положении переключателя автономной поверки I6. Поэтому производить проверку диапазонов нужно с соблюдением правил, изложенных в разделе 10.7. инструкции и нижеизложенных правил:

а) установить переключатель автономной поверки в требуемое по

ложение и произвести настройку указанного в разделе тока;

б) сравнить подстраиваемую ступень с опорной и записать значение  $d'$  по выходному прибору;

в) повернуть ось соответствующего реохорда до упора против часовой стрелки и записать по выходному прибору значение  $d_1$  с учетом знака;

г) повернуть ось реохорда до упора по часовой стрелке и записать значение  $d_2$  с учетом знака;

д) установить стрелку выходного прибора поворотом реохорда на значение  $d'$ ;

е) подсчитать диапазон регулирования по формуле:

$$\Delta d = d_1 - d_2$$

Диапазоны регулирования реохордами должны быть не менее указанных в таблице 5.

Таблица 5

№ пп	Обозначение реохорда (по схеме)	Декада	Ступень	U <sub>ном.</sub> мВ	Диапазон регулирования		
					в % от U <sub>ном.</sub>	в мВ	плавность в мВ
I.	R 39	I	3	100	0,04	40	I
2.	R 4I	I	2	100	0,04	40	I
3.	R 43	I	I	100	0,04	40	I
4.	R 44	II	I	10	0,05	5	0,12
5.	R 46	II	2	10	0,05	5	0,12
6.	R 48	II	I+I0	100	0,06	60	1,5
7.	R 50			8	I	80	2
8.	R II5	III	2	I	0,08	0,8	0,02
9.	R II6	III	I	I	0,08	0,8	0,02
10.	R II9	IV	I	0,1	0,13	0,13	0,02
11.	R I2I	IV	2	0,1	0,13	0,13	0,02
12.	R I23	IV	I + I0	I	0,08	0,8	0,02

10.7.10. Плавность подстройки.

Плавность подстройки из-за нелинейности характеристик

реохордов будет неодинакова при перемещении движка в разных секторах реохорда. Поэтому в таблице 5 даны усредненные значения плавности подстройки. Плавность определяется как наименьшее возможное угловое перемещение оператором осей реохорда, вызывающее перемещение стрелки выходного прибора на величины не больше указанных в таблице 5. Другими словами, реохорд должен обеспечивать подстройку ступеней декад и декад в микровольтах с плавностью не хуже указанных в таблице 5.

Расшифровка буквенных обозначений, примененных в таблице I приложения I.

Условные обозначения

$d$  - разность действительных значений напряжений, сравниваемых величин;

$U$  - действительное значение напряжения;

Первый индекс ( $d$ ) или ( $U$ ) обозначает декаду, например,  $d_{1,i}$ , второй индекс, выраженный однозначной цифрой и отделенной от первого запятой - ступень декады.

Второй индекс - разделенный тире (например, I-10) обозначает, что величина относится к числу ступеней, охватываемых этими цифрами.

Например,  $U_{3,1-8}$  - напряжение, снимаемое с восьми ступеней III декады,  $U_{2,1-10}$  - напряжение, снимаемое с десяти ступеней II декады.

$U_N$  - напряжение нормального элемента;

$U_{уст}$  - напряжение на установочном сопротивлении;

$U_{2,1}$  - напряжение на первой ступени II декады, равно 10 мВ;

$U_{3,1-10}$  - напряжение на десяти ступенях III декады, равно 100 мВ ;

$U_{1,1}$  - напряжение на первой ступени I декады, равно 100 мВ ;

$U_{125}$  - напряжение на опорном сопротивлении ( $R_{125} = 1000 \Omega$ ) равно 100 мВ ;

$d_{1,i} = U_{1,i} - U_{125}$  - разность действительных напряжений между напряжением любой  $i$ -ой (при  $i=2...20$ ) ступени ( $U_{1,i}$ ) и напряжением на опорном сопротивлении  $R_{125}$ ;

$d_{2,i} = U_{2,i} - U_{3,1-10}$  - разность действительных напряжений между любой  $i$ -ой (при  $i=2...11$ ) ступенью второй декады и опорным напряжением на десяти ступенях III декады ( $U_{3,1-10}$ );  
Например,

$$d_{2,11} = U_{2,11} - U_{3,1-10};$$

$d_{52} = U_{52} - U_{3,1-8}$  - разность между действительным напряжением на сопротивлении  $R_{52} = 8 \Omega$  ( $U_{52}$ ) и действительным напряжением на восьми ступенях III декады ( $U_{3,1-8}$ );

$U_{8,1-10}$  - напряжение на 10 ступенях I температурной декады;

$U_{3,1}$  - напряжение на первой ступени III декады;

$d_{3,i} = U_{3,i} - U_{8,1-10}$  - разность между действительным напряжением на каждой  $i$ -ой (при  $i=2...10$ ) ступени III декады ( $U_{3,i}$ ) и действительным напряжением на 10 ступенях ( $U_{8,1-10}$ ) первой температурной декады;

$U_{8,1}$  - напряжение на первой ступени I температурной декады;

$U_{4,1}$  - напряжение на первой ступени IV декады;

$d_{4,i} = U_{4,i} - U_{8,1-10}$  - разность между действительным напряжением на каждой  $i$ -ой (2-й, 3-й...10-й) ступени IV декады и действительным напряжением на первой ступени I температурной декады;

$d_{8,i} = U_{8,i} - U_{4,i}$  - разность между действительным напряжением на  $i$  ступенях ( $U_{8,i}$ ) первой температурной декады и действительным напряжением ( $U_{4,i}$ ) на ступенях IV декады. В этом случае сравниваются напряжения на одной ступени температурной декады с напряжением на одной ступени IV декады, напряжения на двух (трех и т.д.) ступенях первой температурной декады с напряжением на двух, трех и т.д. ступенях четвертой. Производятся сравнения так называемым нарастающим методом;

и т.д.) ступенях первой температурной декады с напряжением на двух, трех и т.д. ступенях четвертой. Производятся сравнения так называемым нарастающим методом;

$d_{9,i} = U_{9,i} - U_{5,i}$  - разность между действительным напряжением на  $i$  ступенях реохорда нормального элемента ( $U_{9,i}$ ) и действительным напряжением на  $i$  ступенях ( $U_{5,i}$ ) пятой декады (нарастающим методом).

$d_{5,1-10} = U_{5,1-10} - U_{4,1}$  - разность между действительным напряжением на 10 ступенях У декады ( $U_{5,1-10}$ ) и действительным напряжением на первой ступени IV декады ( $U_{4,1}$ );

$U_{5,1}$  - напряжение на первой ступени У декады;

$U_{133}$  - напряжение на опорном сопротивлении R133 при поверке У декады;

$d_{5,i} = U_{5,i} - U_{133}$  - разность между действительным напряжением на каждой  $i$ -ой (при  $i = 2 \dots 10$ ) ступени У декады и действительным напряжением на опорном сопротивлении R133;

$d_{6,1-10} = U_{6,1-10} - U_{133}$  - разность между действительным напряжением на 10 ступенях VI декады ( $U_{6,1-10}$ ) и напряжением на опорном сопротивлении R133 ( $U_{133}$ );

$U_{6,1}$  - напряжение на первой ступени VI декады;

$U_M$  - напряжение, снимаемое с диагонали мостика в контуре "В";

$d_{6,i} = U_{6,i} - U_M$  - разность между действительным напряжением на каждой  $i$ -ой ступени VI декады ( $U_{6,i}$ ) и действительным напряжением на диагонали мостика ( $U_M$ );

## II. ОБЪЕМ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ КОНТРОЛЯ

При эксплуатации периодически, не реже одного раза в шесть месяцев, должна производиться автономная поверка и поверка АК даже при условии эксплуатации прибора в помещении с постоянной температурой.

В случае выхода прибора по погрешности прибор должен быть подстроен как указано в разделе 10.7.

## II.1. Периодический контроль работоспособности потенциометра

При необходимости, (после транспортирования, ремонта и т.д.) следует провести проверку работоспособности потенциометра.

II.1.1. Для определения целостности цепей  $X_1$  и  $X_2$  потенциометра следует:

а) настроить токи в контурах;

б) замкнуть накоротко зажимы  $X_1$  и  $X_2$ ;

в) переключатель рода работы 17 поставить в положение  $X_1$ . Переключатель 18 поставить в положение  $10^{-1}$  В, нажать и зафиксировать кнопку "измерение";

г) переключать I декаду ряда  $U_1$  ступенями от 0 до 20. При переключении первой декады на одну ступень стрелка выходного прибора АК должна перемещаться примерно на 0,5 деления. При установке переключателя на 20-ю ступень стрелка выходного прибора АК должна установиться на отметке "-20";

д) поставить переключатель 15 в положение П. При этом стрелка выходного прибора должна отклониться к отметке "+20";

е) установить I декаду на "0";

ж) переключатель 15 в положение "I", переключатель 18 - в положение  $10^{-2}$  В;

з) переключать II декаду от 0 до II.

При переключении второй декады на одну ступень стрелка выходного прибора АК должна переместиться на 0,5 деления.

При установке переключателя на II-ю ступень стрелка выходного прибора АК должна установиться на отметке "-10,5";

и) поставить переключатель 15 в положение П. При этом стрелка выходного прибора АК должна отклониться на "+10,5" деления.

То же проделать с третьей, четвертой, пятой, шестой де-

кадами соответственно, устанавливая переключатель I8 в положение  $10^{-3} \text{ v}$ ,  $10^{-4} \text{ v}$ ,  $10^{-5} \text{ v}$ ,  $10^{-6} \text{ v}$ . Установить переключатель I7 в положение  $X_2$  и проделать операции, изложенные в пп. "а"....."и".

Если в каком-либо из положений I4У декад (при чувствительности до  $10^{-5} \text{ v}$ ) стрелка возвращается к нулю, а при проверке UI декады (при чувствительности  $10^{-6} \text{ v}$ ) - "зашкаливает", то в этом положении поверяемой декады имеется неисправность (обрыв провода, плохой контакт щетки с контактом переключателя или плохой контакт разъема с выводами печатных сопротивлений).

Восстановление контакта достигается либо промывкой контактирующих поверхностей этиловым спиртом - ректификатом, либо осторожным подгибанием контакта в разъеме.

II. I. 2. Проверка соответствия полярности зажимов  $X_I$  ( $X_2$ ) обозначения на панели производится следующим образом:

- а) установить переключатель I5 в положение I;
- б) подключить, соблюдая полярность, источник постоянного тока напряжением до 2 v к зажимам  $X_I$  через добавочное сопротивление 50-100 kΩ;
- в) установить переключатель I8 в положение  $10^{-1} \text{ v}$ , декады ряда  $U_1$  и  $U_2$  на "0";
- г) нажать кнопку "измерение". Стрелка выходного прибора АК должна отклониться в "+";
- д) перевести переключатель I5 в положение П. Стрелка выходного прибора должна переместиться к "- на ту же величину;
- е) то же проделать при положении переключателя I7 на  $X_2$ .

12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

12.1. Наиболее часто встречающиеся неполадки в работе потенциометра и способы их устранения.

№ № П/П	Неисправность	Признаки неисправности	Причина	Способ устранения
1.	Выходной прибор /стрелочный/ не работает.	При вращении ручек эл. кор- ректора нуля /чувствительности $10^{-7} \text{ v}$ и $10^{-8} \text{ v}$ и кнопка "Измерение" отжата /стрелка выходного прибора не смещается с 0. Не виден свет в отверстиях кожуха усилителя.	I. Плохо вставлен и поджат разъем, соединяющий потенциометр с усилителем. 2. Обрыв провода в разъеме усилителя. 3. Выход из строя усилителя ФЭ05.2	Открутить гайку многорычьевого разъема, вставить разъем и поджать гайку /поджимать только пальцами/. Разобрать разъем и подлатать оборванный проводник. Отремонтировать усилитель. Поменять проводники "4" и "1", присоединенные к НЭ местами, то же с БА, если перепутана полярность на зажимах БА.
2.	Не настраивается ток IА.	I. Отклонение стрелки выходного прибора при чувствительности $10^{-1} \text{ v}$ до отметки "20".	I. Перепутана полярность подключаемого нормального элемента или батареи БА	

I	2	3	4	5
			к зажимам "+" и "-" /НЭ/ или Б <sub>А</sub> , /если отклонение +20 - перепутано присоединение НЭ, если -20-Б <sub>А</sub> /.	
2.	Не настраивается ток I <sub>A</sub> .	2. При чувствительности I <sub>0</sub> -1 +10 <sup>-5</sup> V стрелка не отклоняется, на I <sub>0</sub> -6 V "заваливается".	2. Обрыв в цепи НЭ потенциометра или в самом нормальном элементе.	2. Проверить подключаемые нормальный элемент /НЭ/ провода и целостность самого нормального элемента. /Замерить нормальный элемент на потенциометре/. Измерить с зажимом "НЭ" при нажатых кнопках "+" и "измерение" сопротивление цепи нормального элемента, которое должно быть равно 1018 Ω. Переключатель чувствительности поставить в положение I <sub>0</sub> -6 + 10 <sup>-8</sup> V. Заменить или проверить батареи Б <sub>А</sub> и проводники
3.	Не настраивается ток I <sub>A</sub> .	Отклонение стрелки до отметки "10" при чувствительности	Обрыв /или замыкание в цепи Б <sub>А</sub>	

I	2	3	4	5
4.	Не настраивается ток I <sub>B</sub> .	Отклонение стрелки в одного прибора при чувствительности I <sub>0</sub> -3 V до отметки "20".	Перепутана полярность подключения проводов батарей Б <sub>B</sub> .	соединяющие батареи Б <sub>A</sub> с потенциометром. Переменить проводники местами.
5.	" "	Отклонение стрелки до отметки "10" при чувствительности I <sub>0</sub> -3 V.	Обрыв /или замыкание/ в цепи батареи Б <sub>B</sub> .	Заменить или проверить батарею Б <sub>B</sub> и проводники, пропаять стыки или заменить батареи.
6.	Не настраивается ток I <sub>C</sub> .	Отклонение стрелки при чувствительности I <sub>0</sub> -5 V до отметки "20".	Перепутана полярность подключения проводов батарей Б <sub>C</sub> .	Поменять проводники местами.
7.	Не настраивается ток I <sub>C</sub> .	Отклонение до отметки "10" при чувствительности I <sub>0</sub> -5 V.	Обрыв /или замыкание/ в цепи батареи Б <sub>B</sub> , низкое напряжение нормального элемента обрыв цепи Б <sub>C</sub> .	Проверить проводники и нормальный элемент класса 0,02, замерив его ЭДС на потенциометре.

I	2	3	4	5
8.	Не настраивается ток I C.	Отклонение до отметки "-10" при чувствительности IO-5 V.	Обрыв сопротивлений R I29 в цепи контура С.	Замерить с зажимов Bc потенциометра сопротивление контура С. При обрыве R I29 снять между собой два свободных лепестка 47 /рис.5/.
9.	Не хватает диапазона регулировки электрическим корректором нуля.	При чувствительности IO-6 V вращением ручки "грубо" электрического корректора нуля стрелка не устанавливается на "0".	Неправильная установка механического корректора гальванометра фотоусилителя.	Отрегулировать положение стрелки с помощью механического корректора гальванометра фотоусилителя ручкой, которая выведена из кожуха фотоусилителя /при чувствительности IO-2 V или IO-3 V /.
10.	Неустойчивое положение стрелки выходного прибора при движении оператора.	Стрелка совершает неуравновешенные колебания относительно нуля. Невозможно установить стрелку выходного прибора на "0".	1. Плохое заземление прибора. 2. Синтетическая одежда на операторе и низкая температура и влажность.	1. Пропасть провод заземления в стыках и плотно поджать его под зажим "земля". 2. Пользоваться во время измерений одеждой из х/б тканей.

I	2	3	4	5
11.	Медленное сползание стрелки с "нуля".		носительная влажность в помещении.	Проверить нет ли вблизи усилителя источников тепла и холода/батарей, открытых форточек и т.д./
12.	Плохая работа реохордов подстрелки.	При вращении осей и ручек реохордов стрелка не удаётся стрелку выходного прибора установить на "0", стрелка перемещается рывками.	Дрейф усилителя. Длительное бездействие реохордов и окисление спиралей реохорда	Энергично прокрутить 5-10 раз реохорд от упора до упора.
13.	"Залипание" стрелки.	При вводе переключателя чувствительности до IO-1 V стрелка не возвращается к "нулю".	Прегрузка АК.	Легко ударить по корпусу усилителя.
14.	Зашкаливание стрелки.	Стрелка выходного прибора при чувствительности IO-6 V /не ранее/	Обрыв цепи X.	Проверить цепь X и фиксацию кнопки "измерение".

I	2	3	4	5
	<p>Затруднение с отсчетом по выходному прибору при са-мопроверке У-ой де-кады и других де-кад.</p>	<p>зашкаливает, но при ус-тановке переключателя чувствительности на 10<sup>-1</sup> V, возвращается к нулю. При переключении пере-ключателя I5 из положе-ния I в положение II наблюдается отброс ст-релки выходного прибо-ра и медленное сполза-ние ее к нулю или коле-бания около какой-то отметки шкалы.</p>	<p>Плохая изоляция между батареями Б<sub>A</sub>, Б<sub>B</sub>, Б<sub>C</sub>. Отсут-ствие заземлен-ного экрана у батарей.</p>	<p>См. раздел 7.</p>

12.2. Рекомендации по ремонту усилителя Ф305.2.

При отсутствии света в отверстиях блока, проверить нали-чие и исправность предохранителя лампы.

12.2.1. Замена лампы.

Замену осветительной лампы производить согласно методи-ке, изложенной в разделе IV технического описания на усилитель фотоэлектрический Ф17/1, предварительно сняв ручку механичес-кого корректора Ф17/1, потянув ее вверх, и кожух закрывающий фотоусилитель.

После замены лампочки необходимо отрегулировать освещен-ность фотоусилителя.

Освещенность фотосопротивлений должна быть равномерной и максимальной (рис.13).

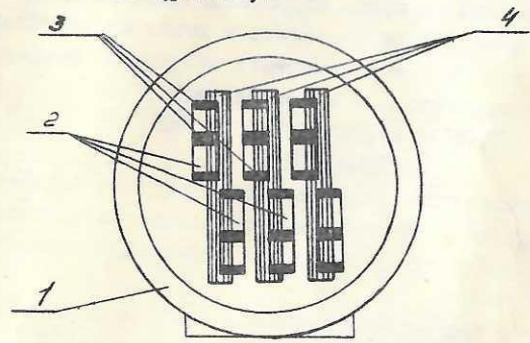


Рис.13. 1. Корпус. 2. Отверстия маски фотосопротивлений. 3. Электроды. 4. Отражение диафрагмы конденсатора отраженной от зеркала гальванометра.

В случае неравномерной освещенности отрегулировать поло-жение лампы осветителя:

а) вертикальную регулировку лампы производить вращая винт 2 (см. рис.4 техническое описание на усилитель Ф17/1), предварительно отпустив контртящий его винт I.

Добиться максимальной освещенности фотосопротивлений, после чего законтрить винт I.

б) радиальную регулировку лампы производить вращая экс-центрик 4 предварительно отпустив контртящую гайку 3. Добиться максимальной освещенности фотосопротивления, после чего гайку 3 эксцентрик закрепить.

После установления положения лампочки осветителя проверить смещение указателя выходного прибора автокомпенсатора, которое при полном повороте ручки "ГРУБО" электрического корректора нуля должно быть не менее 6 мкв - на пределе 6 мкв и не менее 0,15 мкв - на пределе 0,6 мкв при полном повороте ручки "ТОНКО".

13. ПОРЯДОК ХРАНЕНИЯ.

Потенциометр, усилитель и другие компенсирующие изделия должны храниться в закрытом помещении при температуре от +10°C до +35°C и относительной влажности до 80%.

Потенциометры должны быть защищены от пыли.

Воздух в помещении, где хранятся приборы, не должен содержать примесей, способных вызывать коррозию. Приборы, закладываемые на длительную консервацию, поместить в мешок из влагонепроницаемой пленки. В тот же мешок поместить пакеты из влагопроницаемой ткани с силикагелем, а мешок запечатать.

14. УПАКОВКА И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРА

Потенциометр, усилитель и другие комплектующие изделия должны быть предохранены от действия влажности при транспортировке с помощью герметичной упаковки из полихлорвиниловой или другой эластичной пленки.

Приборы должны транспортироваться в ящике с пружинными подвесками при температуре не ниже 0°C и не выше +45°C.

ВНИМАНИЕ: Перед транспортировкой (в том числе и переносной) гальванометр усилителя должен быть коротко замкнут с помощью замыкающей колодки.

ТАБЛИЦА САМОПРОВЕРКИ ПРИБОРА Р345

ВНИМАНИЕ: при самопроверке все проводники от зажимов X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> отключить. Приложение I Таблица I

Положение переключ. Ключ. само-рота повер-рботы	Положение декад	Выполняемая работа	Обозначение сравниваемых величин	Что поверяется	Примечания
0	3	Настройка тока I <sub>A</sub> по нормаль-ному элементу при чувстви-тельности до 10 <sup>-6</sup> В.	U <sub>н</sub> = U <sub>ср</sub> (I, 018V - I, 018V)	6	Настройку произ-вести ручками регулировки I <sub>A</sub> .
0	7	Настройка тока I <sub>B</sub> при чувстви-тельности до 10 <sup>-7</sup> В.	U <sub>2, I</sub> = U <sub>3, I</sub> - 10 / 10mV = 10mV	7	Настройку произ-водить ручками регулировки I <sub>B</sub> .

Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7
0	I <sub>C</sub>	Все декады на "0" (в том числе и температурные. Это положение температурных декад сохраняется при всех положениях переключателя (кроме самоповоротов).	Настройка тока I <sub>C</sub> при чувствительности до 10 <sup>-8</sup> V.	U <sub>4,1</sub> = U <sub>5,1</sub> - I - I <sub>0</sub> 100 μV = 100 μV		Настройку производить ручками R130 и R131.
I	нейтральное	Переключатели всех декад на "0"	Настройка тока I <sub>B</sub> при чувствительности 10 <sup>-7</sup> V	U <sub>1,1</sub> = U <sub>I25</sub> (100 mV = 100 mV)		Настройку производить ручками регулировки I <sub>B</sub> .
2	"	Переключатель первой декады (21) в положение 0...20	Отсчет по индикатору. 10 <sup>-4</sup>	d <sub>1,1</sub> = U <sub>1,1</sub> - U <sub>125</sub> d <sub>1,0</sub> = U <sub>2,10</sub> - U <sub>125</sub> d <sub>1,0</sub> = d <sub>2,1-10</sub>	Ступени I-ой декады и 10 ступеней II декады R 48 R 43 R 41 R 39	
3	"	Переключатели всех декад на 0	Настройка тока I <sub>B</sub> при чувствительности до 10 <sup>-8</sup> V	U <sub>2,1</sub> = U <sub>3,1</sub> - I - I <sub>0</sub>	Ступени II-ой декады R 44 R 46	Настройку производить ручками регулировки I <sub>B</sub> .

Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7
5	нейтральное	Остальные на "0". Переключатели всех декад на "0"	Настройка тока I <sub>B</sub> при чувствительности до 10 <sup>-7</sup> V	U <sub>2,1</sub> = U <sub>3,1</sub> - I - I <sub>0</sub>		Настройку производить ручками регулировки I <sub>B</sub> .
6	"	Переключатель всех измерительных декад на "0". Переключатель I <sub>3</sub> на "10". Реохорд I <sub>4</sub> на "0"	Отсчет по индикатору.	d <sub>32</sub> = U <sub>32</sub> - U <sub>3,1-8</sub>	8-и острое проигрывание R 52	
7	"	Переключатели всех измерительных декад на "0". Переключатель I <sub>3</sub> на "10". Реохорд I <sub>4</sub> на "0"	Настройка тока I <sub>B</sub> при чувствительности до 10 <sup>-8</sup> V.	U <sub>8,1-10</sub> = U <sub>3,1</sub>	d <sub>41-10</sub> R 123	
8	"	Переключатель 29 (Ш декады) в положение 0+10; переключатель I <sub>3</sub> в положение 10. Реохорд I <sub>4</sub> в положение "0".	Отсчет по индикатору	d <sub>31</sub> = U <sub>31</sub> - U <sub>3,1-10</sub> d <sub>30</sub> = U <sub>41-10</sub> - U <sub>3,1-10</sub> d <sub>30</sub> = d <sub>41-10</sub>	Ступени III-ей декады и 10 ступеней IV-ой декады R 116 - I <sub>3</sub> реохорд по п. I R 115 - I <sub>4</sub> реохорд по п. 2 R 123 реохорд I <sub>4</sub> "Ш декады"	
9	"	Переключатель I <sub>3</sub> в положение 10. Реохорд I <sub>4</sub> - в	Настройка тока I <sub>B</sub> при чувствительности до 10 <sup>-8</sup> V.			

Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7
I0	нейтральное	положение "0", изменение на "0" Переключатель 30 (1У-ой декада) в положение I + 10 остальные, как в позиции 9.	тельности 10 <sup>-8</sup> в Отсчет по индикатору	$U_{8,1} = U_{4,1}$ $d_{4,i} = U_{4,i} - U_{8,i}$	Ступени 1У-ой декады <i>R 119</i> <i>R 121</i>	Настройку производят ручки регулировки IВ
II	IВ	Переключатели измерительных декад на "0"	Настройка тока IВ при чувствительности до 10 <sup>-7</sup> в	$U_{2,1} = U_{3,1} - 10$		Настройка производится ручками I31 и I32
II	IC	" "	Настройка тока IC при чувствительности до 10 <sup>-8</sup> в	$U_{4,1} = U_{5,1} - 10$		Проверку производят нарастающим методом, ручками "НЗ" по шкале "НЗ" по шкале вращением протиз часовой стрелки
I2	X1 (4)	Переключатели I3 и 30 одновременно от I до 10 остальные на "0"	Отсчет по индикатору. 10 <sup>-7</sup>	$d_{8,i} = U_{8,i} - U_{4,i}$	Ступени I-й температурной декады (R8, i).	Нулевое напряжение (от нуля до 10 <sup>-8</sup> )
I4	I4	Ручка I4 от 0 до 100 в соответствии с переключателем I3 в положении от 0 до 10. Переключатель на "0"	Отсчет по индикатору 10	$d_{9,i} = U_{9,i} - U_{5,i}$	Оцифрованные отметки реохорда нулевого элемента	Скопшенсировать UI-ой декадой

Продолжение таблицы I

			4	5	6	7
I3	I3	на UI-ой декаде (см. примечание)	Настройка тока IC или проверка настройки (то же, что и полож. II)		Холостой	Настройка производится ручками регулировки IВ
I4	I4c		Настройка тока IВ при чувствительности до 10 <sup>-8</sup> в	$U_{5,1} = U_{1,33}$	Холостой	
I5	I5	Переключатель (31) в положении I; (32) в положении I0; реохорд (14) - положение "0" H.З.	Отсчет по индикатору	$d_{3,i} = U_{5,i} - U_{1,33}$ $d_{6,1-10} = U_{6,1-10} - U_{1,33}$	Десять ступеней UI декады и каждая ступень UI декады	
I6	нейтральное	Переключатель (31) в положении 0+10; переключатель (32) в положении "10". Остальные на "0"			Холостой	
I7	I7					

Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7
I8	нейтральное	Переключатель/31/5 в положении I. Переключатель/32/ в положении "I". Остальные на "0".	Настройка тока I <sub>B</sub> при чувствительности до 10 <sup>-8</sup> V	U <sub>6,1</sub> - Умощлена		Настройка производится ручками регулировки I <sub>B</sub>
I8	" - "	Переключатель/31/ в положении "I". Переключатель/32/ /УI декадн/в положении I → IO.	Отсчет по индикатору	d <sub>6i</sub> = U <sub>6i</sub> - U <sub>и</sub>	Ступени УI декады	

Приложение I  
Таблица 2

№ де-кад	Поправки к показаниям потенциометра (ΔV)	Поправки первых ступеней декад (ΔV)
I	$\Delta_1 = Z_1 \Delta_{11} + \sum_{i=1}^9 d_{1i}$ (1)	$\Delta_{11} = \frac{0,18}{Z_1} d_{2i} + 0,8 \sum_{i=1}^{10} d_{3i} - \frac{9}{Z_1} d_{4i} - \frac{9}{Z_1} d_{5i} - \frac{9}{Z_1} d_{6i} - \frac{9}{Z_1} d_{7i} - \frac{9}{Z_1} d_{8i} - \frac{9}{Z_1} d_{9i} - \frac{9}{Z_1} d_{10i}$ (2)
II	$\Delta_2 = Z_2 \Delta_{21} + \sum_{i=1}^9 d_{2i}$ (3)	$\Delta_{21} = 0,1(\Delta_{11} + d_{2,1} + 10^{-10} \sum_{i=1}^{10} d_{2i})$ (4)
III	$\Delta_3 = Z_3 \Delta_{31} + \sum_{i=1}^9 d_{3i}$ (5)	$\Delta_{31} = 0,1(\Delta_{21} + d_{3,1} + 10^{-10} \sum_{i=1}^{10} d_{3i})$ (6)
IV	$\Delta_4 = Z_4 \Delta_{41} + \sum_{i=1}^9 d_{4i}$ (7)	$\Delta_{41} = 0,1(\Delta_{31} + d_{4,1} + 10^{-10} \sum_{i=1}^{10} d_{4i})$ (8)
V	$\Delta_5 = Z_5 \Delta_{51} + \sum_{i=1}^9 d_{5i}$ (9)	$\Delta_{51} = 0,1(\Delta_{41} + d_{5,1} + 10^{-10} \sum_{i=1}^{10} d_{5i})$ (10)
VI	$\Delta_6 = Z_6 \Delta_{61} + \sum_{i=1}^9 d_{6i}$ (11)	$\Delta_{61} = 0,1(\Delta_{51} + d_{6,1} + 10^{-10} \sum_{i=1}^{10} d_{6i})$ (12)

Примечание: в формуле (6)  $d_{3,1} - 10^{-10} U_{2,1} = 0$ , так как настройка тока I<sub>B</sub> производится по условию U<sub>3,1</sub> - 10<sup>-10</sup> = U<sub>2,1</sub>; в формуле (10)  $d_{5,1} - 10^{-10} U_{4,1} = 0$ , так как настройка тока I<sub>B</sub> производится по условию U<sub>5,1</sub> - 10<sup>-10</sup> = U<sub>4,1</sub>.

ДЕКАДА I.

Приложение I  
Таблица 3

Отсчет $Z_1$ по лимбу декады	Отсчет по индикатору в $\mu V$		Среднее значение $d = \frac{d_1 - d_2}{2}$	$\sum_{i=1}^{z_1} d_{1,i}$	$Z_1 \Delta_{1,1}$	$\Delta_1$	$\Delta_1$ допустимая ( $\mu V$ )	примечание
	$d_1$	$d_2$						
/1/	/2/	/3/	$d_4 = \frac{12/ - 13/}{2}$	/5/	$16/ = 11 \cdot d_{11}$	$17/ = 15 + 16/$	/8/	/9/
0								
I							I	
2							2	
3							3	
4							4	
5							5	
6							6	
7							7	
8							8	
9							9	
10							10	
11							11	
12							12	
13							13	
14							14	
15							15	
16							16	
17							17	
18							18	
19							19	
20							20	

Результаты измерений и промежуточные вычисления округлять до 0,1  $\mu V$

При  $Z_1 = 0$  производится отсчет  $d_{21-10}$

$$\Delta_{1,1} = \frac{0,18 \sum_{i=1}^{10} d_{2,i} + 0,8 \sum_{i=1}^{10} d_{3,i} - \sum_{i=1}^2 d_{4,i} - \sum_{i=1}^2 d_{5,i} - 1,18 d_{2,10} - d_{2,11} - d_{5,2}}{10,18}$$

Приложение I  
Таблица 4

ДЕКАДА II.

Отсчет $Z_2$ по лимбу II декады	Отсчет по индикатору в $\mu V$		Среднее значение разности $d = \frac{d_1 - d_2}{2}$	$\sum_{i=1}^{z_2} d_{2,i}$	$Z_2 \Delta_{2,1}$	$\Delta_2$	$\Delta_2$ допустимая / $\mu V$	Примечание
	$d_1$	$d_2$						
/1/	/2/	/3/	$d_4 = \frac{12/ - 13/}{2}$	/5/	$16/ = 11 \Delta_{2,1}$	$17/ = 15 + 16/$	/8/	/9/
I							0,14	
2							0,24	
3							0,34	
4							0,44	результаты округлять
5							0,54	до 0,01
6							0,64	
7							0,74	
8							0,84	
9							0,94	
10							1,04	
11							1,14	
d52								

$$\Delta_{2,1} = 0,1 (\Delta_{1,1} + d_{2,10} - \sum_{i=1}^{10} d_{2,i})$$

Приложение I  
Таблица 5

ДЕКАДА Ш.

Отсчет $Z_3$ по листу дека- да	Отсчет по инди- катору в ЛУ		Среднее зна- чение раз- ности $d = \frac{d_1 + d_2}{2}$	$\sum_{i=1}^{10} d_{3i}$	$Z_3 \cdot \Delta_{31}$	$\Delta_3$	$\Delta_3$ допусти- мая ЛУ/	Примечание
	$d_1$	$d_2$						
/1/	12/	13/	$\frac{12-13}{2}$	15/	$16/ = 11/ \Delta_{31}$	$17/ = 15/ + 16/$	18/	19/
0								
1							0,05	
2							0,06	
3							0,07	
4							0,08	Результаты округ-
5							0,09	лять до 0,01 ЛУ
6							0,10	
7							0,11	
8							0,12	
9							0,13	
10							0,14	

При  $Z_3 = 0$  производится отсчет  $d_{41-10}$

$$\Delta_{31} = 0,1(\Delta_{21} + d_{31-10} - \sum_{i=1}^{10} d_{3i})$$

Приложение I  
Таблица 6

ДЕКАДА IУ.

Отсчет $Z_4$ по листу дека- да	Отсчет по инди- катору в ЛУ		Среднее зна- чение раз- ности $d = \frac{d_1 + d_2}{2}$	$\sum_{i=1}^{10} d_{4i}$	$Z_4 \cdot \Delta_{41}$	$\Delta_4$	$\Delta_4$ допусти- мая ЛУ/	Примечание
	$d_1$	$d_2$						
/1/	12/	13/	$\frac{12-13}{2}$	15/	$16/ = 11/ \Delta_{41}$	$17/ = 16/ + 15/$	18/	19/
1							0,04	
2							0,04	
3							0,04	
4							0,04	
5							0,04	
6							0,05	
7							0,05	
8							0,05	
9							0,05	
10							0,05	

$$\Delta_{41} = 0,1(\Delta_{31} + d_{41-10} - \sum_{i=1}^{10} d_{4i})$$

Результаты округлять до 0,01 ЛУ

Приложение I  
Таблица 7

ДЕКАДА У.

Отсчет $Z_5$ по лимбу удеквад	Отсчет по индикатору в $\mu V$		Среднее значение разности носки $d = \frac{d_1 - d_2}{2}$	$\sum_{i=1}^{Z_5} d_{5i}$	$Z_5 \Delta_{51}$	$\Delta_5$	$\Delta_5$ допусти- мая 1/100 /	Примечание
	$d_1$	$d_2$						
11/	12/	13/	$d = \frac{(2) - (3)}{2}$	15/	$16/ = (1) \Delta_{51}$	$17/ = (5) + (6)$	18/	19/
0							0,04	
1							0,04	
2							0,04	
3							0,04	
4							0,04	
5							0,04	
6							0,04	
7							0,04	
8							0,04	
9							0,04	
10							0,04	

Результаты округлить до 0,01  $\mu V$

При  $Z_5 = 0$  производится отсчет  $d_{6,10}$ ,  $d_{51-10} = 0$   
 $\Delta_{51} = 0,1(\Delta_{41} + d_{51-10} - \sum_{i=1}^{Z_5} d_{5i})$

Приложение I  
Таблица 8

ДЕКАДА У1.

Отсчет $Z_6$ по лимбу удеква- дн	Отсчет по индикатору в $\mu V$		Среднее значение разности носки $d = \frac{d_1 - d_2}{2}$	$\sum_{i=1}^{Z_6} d_{6i}$	$Z_6 \Delta_{61}$	$\Delta_6$	$\Delta_6$ допусти- мая 1/100 /	Примечание
	$d_1$	$d_2$						
11/	12/	13/	$d = \frac{(2) - (3)}{2}$	15/	$16/ = (1) \Delta_{61}$	$17/ = (5) + (6)$	8	19/
1							0,04	Результаты округлить до 0,01 $\mu V$
2							"	
3							"	
4							"	
5							"	
6							"	
7							"	
8							"	
9							"	
10							"	

$$\Delta_{61} = 0,1(\Delta_{51} + d_{61-10} - \sum_{i=1}^{Z_6} d_{6i})$$

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ДЕКАДА I.

Приложение I  
Таблица 9

Отсчет Z по лису декады	Отсчет по индикатору в $\mu V$		среднее значение разности $d = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$	Допустимая разность действ. напряжений $P / \mu V$	Примечание
	$\alpha_1$	$\alpha_2$			
I/1	121	131	$1/4 = \frac{(2) - (3)}{2}$	151	161
I				I	
2				I	
3				I	
4				I	
5				I	
6				I	
7				2	
8				2	
9				2	
10				2	

Результаты округлить до сотых долей  $\mu V$

РЕОХОРД НОРМАЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА.

Приложение I  
Таблица 10

Отсчет по лимбу бу дека дм	Отсчет по индикатору в $\mu V$		среднее значение разности $d_{cp} = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$	Действительная разность напряжений $d = d_{cp} - d_0$	Допустимая разность действ. напряжений $P / \mu V$	Примечание
	$\alpha_1$	$\alpha_2$				
I/1	121	131	$4 = \frac{(2) - (3)}{2}$	1.51	161	171
0						1. $d_0$ - разность напряжений в нулевом положении реохорда ИЭ.
10					2	2. Результаты округлить до 0,01 $\mu V$ .
20					2	
30					2	
40					2	
50					2	
60					2	
70					2	
80					2	
90					2	
100					2	

ОГЛАВЛЕНИЕ

к-10  
8.6  
9.8  
10.3

	стр.
I. Назначение .....	3
2. Технические данные .....	3
3. Комплект поставки .....	7
4. Принцип работы .....	8
5. Конструкция потенциометра .....	17
6. Указания по технике безопасности .....	17
7. Подготовка потенциометра к работе .....	17
8. Особенности эксплуатации .....	22
9. Порядок работы .....	22
9.1. Измерение напряжения, не превышающего 2,12 III V .....	22
9.2. Измерение напряжения до 1000 V .....	25
9.3. Измерение силы тока .....	26
9.4. Измерение сопротивлений .....	27
9.5. Измерение сопротивления без внешнего нормального элемента .....	29
9.6. Поверка ваттметров .....	30
9.7. Внешний прибор .....	31
9.8. Поверка потенциометров, имеющих встроенные автокомпенсаторы .....	32
9.9. Работа с внешним нулевым прибором .....	32
9.10. Использование АК потенциометра в качестве нулевого прибора в других схемах .....	33
10. Поверка и настройка потенциометра .....	33
10.1. Общие сведения .....	33
10.2. Самопроверка .....	34
10.3. Поверка автокомпенсатора .....	34
10.4. Настройка положительной обратной связи .....	36
10.5. Поверка потенциометра .....	37
10.6. Вычисление поправок по результатам измерений .....	38
10.7. Подстройка потенциометра .....	40
II. Объем и периодичность контроля .....	49