

Краснодарский ордена Трудового Красного Знамени  
завод электроизмерительных приборов

---

З-9

И. Мясников



478

**НАНОВОЛЬТАМПЕРМЕТР Р341**

Краснодарский ордена Трудового Красного Знамени  
завод электроизмерительных приборов

НАНОВОЛЬТАМПЕРМЕТР Р34Г

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО  
ЭКСПЛУАТАЦИИ

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Нановольтамперметр Р34I (в дальнейшем - прибор) предназначен для измерения малых токов и напряжений в цепях постоянного тока. Прибор может быть также использован в качестве нуль-индикатора в мостовых и потенциометрических схемах.

Прибор предназначен для эксплуатации в лабораторных и цеховых условиях при температуре окружающего воздуха от 10 до 35°C и относительной влажности 80% при температуре 25°C.

Электропитание прибора осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220 В и с содержанием гармоник не более 5%.

По требованию заказчика прибор, поставляемый на экспорт, может быть изготовлен для питания от сети 60 Гц.

Прибор, поставляемый в районы с тропическим климатом, предназначен для работы в помещении с кондиционированием воздуха при температуре от 10 до 25°C и относительной влажности до 80%; при этом заводское обозначение прибора должно быть Р34I Т4.1.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Нормальными условиями эксплуатации являются следующие:

- температура окружающего воздуха  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $65 \pm 15\%$ ;
- атмосферное давление  $100 \pm 4$  кПа ( $750 \pm 30$  мм рт.ст.);
- рабочее положение - вертикальное;
- напряжение питания  $220 \pm 22$  В с номинальной частотой  $\pm 2\%$  и с содержанием гармоник не более 5%;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей (кроме магнитного поля Земли).

2.2. Диапазоны измерений, пределы допускаемой основной погрешности (в процентах от удвоенного предела измерений), допустимые значения сопротивлений внешней цепи, время успокоения и значения входных сопротивлений приведены в табл. 1-3.

Таблица I

Диапазон измерений по напряжению	Сопротивление внешней цепи R <sub>вн.</sub> , кОм, не более	Предел допускаемой погрешности, %	Время установления, с, не более	Входное сопротивление (расчетное значение), не менее
Компенсационный				
50-0-50 мВ	0,2	±5	8	10 кОм
100-0-100 мВ	0,2			20 кОм
250-0-250 мВ	0,5	±2,5	6	50 кОм
500-0-500 мВ	0,5			100 кОм
1-0-1 мкВ	1	±1,5		200 кОм
2,5-0-2,5 мкВ	2			500 кОм
5-0-5 мкВ	5			800 кОм
10-0-10 мкВ	8			1,5 МОм
25-0-25 мкВ	10			4 МОм
50-0-50 мкВ	15	±1	4	4 МОм
100-0-100 мкВ	20			8 МОм
250-0-250 мкВ	30			10 МОм
500-0-500 мкВ	40			20 МОм
1-0-1 мВ	50			40 МОм
2,5-0-2,5 мВ	100			100 МОм
5-0-5 мВ				200 МОм
10-0-10 мВ				400 МОм

4

Продолжение табл. I

Диапазон измерений по напряжению	Сопротивление внешней цепи R <sub>вн.</sub> , кОм, не более	Предел допускаемой погрешности, %	Время установления, с, не более	Входное сопротивление (расчетное значение), не менее
25-0-25 мВ	200			1000 МОм
50-0-50 мВ				2000 МОм
Расширенный (со встроенным делителем)				
100-0-100 мВ	не нормируется			1 МОм
250-0-250 мВ				2,5 МОм
500-0-500 мВ		±1	4	5 МОм
1-0-1 В				10 МОм
2,5-0-2,5 В				25 МОм
5-0-5 В				50 МОм

5



Таблица 2

Диапазон измерений по току комплексационный	Сопротивление внешней цепи R <sub>вн.</sub> , Ом, не менее	Предел допускаемой основной погрешности, %	Время устойчивого колебания, с, не более	
			±	4
0,5-0-0,5 НА	200	±5	8	0,5
1-0-1 НА	100	±2,5	6	
2,5-0-2,5 НА			5	
5-0-5 НА	50	±1,5	4	
10-0-10 НА			3	
25-0-25 НА			2	
50-0-50 НА	25	±1	1	
100-0-100 НА			0,5	
250-0-250 НА			0,2	
500-0-500 НА			0,1	
1-0-1 МКА	15	±1	0,5	
2,5-0-2,5 МКА			0,2	
5-0-5 МКА			0,1	
10-0-10 МКА			0,05	
25-0-25 МКА			0,02	
50-0-50 МКА	0,01			

6

Таблица 3

Диапазон измерений по току расширенный	Сопротивление внешней цепи R <sub>вн.</sub> , Ом, не менее	Предел допускаемой основной погрешности, %	Время устойчивого колебания, с, не более	
			±	4
0,25-0-0,25 НА	не нормируется	±5	8	200
0,5 -0-0,5 НА		±2,5	6	
1,25-0-1,25 НА			5	
2,5 -0-2,5 НА		±1,5	4	
5-0-5 НА			3	
12,5 -0-12,5 НА			2	
25-0-25 НА		±1	1	
50-0-50 НА			0,5	
125-0-125 НА			0,2	
250-0-250 НА			0,1	
500-0-500 НА	15	±1	0,5	
1,25-0-1,25 МКА			0,2	
2,5 -0-2,5 МКА			0,1	
5-0-5 МКА			0,05	
12,5 -0-12,5 МКА			0,02	
25 -0-25 МКА	0,01			
50-0-50 МКА				
125-0-125 МКА				
250-0-250 МКА				

7

2.3. Предел допускаемой дополнительной погрешности прибора при отклонении блока управления от рабочего положения на  $10^0$  в любом направлении не превышает 0,5% от удвоенного предела измерений.

2.4. Предел допускаемой дополнительной погрешности прибора, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в диапазоне от  $10$  до  $35^{\circ}\text{C}$  не превышает предела допускаемой основной погрешности на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  изменения температуры.

2.5. Размах колебаний стрелки прибора, вызванных шумами элементов схемы прибора, не должен превышать 5 нВ в диапазонах измерений напряжения при закороченных входных зажимах и 0,05 нА в диапазонах измерений тока при разомкнутых входных зажимах.

2.6. Время установления рабочего режима соответствует указанному в табл. 4.

Таблица 4

Предел измерений Напряжения	Предел измерений тока		!Время уста- новления ра- бочего режи- ма, ч
	!компенсационный	!расширенный	
50;100;250; 500 нВ	0,5;1;2,5;5 нА	0,25;0,5;1,25; 2,5 нА	2
1;2,5;10; 25 мкВ	10;25;50;100; 250 нА	5;12,5;25;50; 125 нА	1
50;100;250; 500 мкВ 1;2,5;5;10 25;50;100; 250;500 мВ 1;2,5; 5 В	500нА;1;2,5;5;10; 25; 50 мкА	250;500 нА; 1,25;2,5;5; 12,5;25;50; 125;250 мкА	0,5

2.7. Дрейф нуля прибора в диапазонах измерений напряжения при закороченных входных зажимах и в диапазонах измерений тока при разомкнутых входных зажимах не превышает значений, указанных в табл. 5.

Таблица 5

Значение дрейфа нуля по истечении времени установления рабочего режима, не более в диапазонах измерений напряжения	!Время установления рабочего режима, не более !в диапазонах изме- рений тока !	!Время установления рабочего режима, не более
130 нВ за 0,5 ч	2,3 нА за 0,5 ч	0,5
150 нВ за 1 ч	3 нА за 1 ч	1
60 нВ за 1 ч	1,5 нА за 1 ч	2

2.8. Прибор имеет плавное и калиброванное смещение нуля обеих полярностей. Диапазон регулировки плавного смещения не менее 100% от предела измерений.

Калиброванное смещение нуля имеет ступени 100; 200; 300; 400; 500% от предела измерений. Погрешность калиброванного смещения не превышает  $\pm 3\%$  от установленного значения смещения во всех диапазонах измерений, кроме диапазонов  $10-0-10$ ;  $25-0-25$ ;  $50-0-50$  мВ и расширенных диапазонов измерений тока  $50-0-50$ ;  $125-0-125$ ;  $250-0-250$  мкА, в которых эта погрешность не превышает  $\pm 10\%$ .

2.9. Сопротивление изоляции между корпусом блока управления и его электрическими цепями не менее  $10^{10}$  Ом.

2.10. Продолжительность непрерывной работы составляет не менее 8 ч в сутки после установления рабочего режима.

2.11. Потребляемая мощность не превышает 30 В·А при номинальном напряжении питания.

2.12. Габаритные размеры и масса прибора не превышают:  $495 \times 180 \times 280$  мм; 8,5 кг - для блока управления;  $440 \times 210 \times 210$  мм; 8,0 кг - для усилителя.

### 3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

- 3.1. Блок управления 6ПВ.367.440 1 шт.;  
3.2. Усилитель 6ПВ.367.436 1 комплект.

### 4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

#### 4.1. Конструкция прибора

Конструктивно прибор выполнен в виде двух блоков - усилителя и блока управления, соединенных между собой гибким экранированным кабелем.

Усилитель выполнен в виде двух отсеков, расположенных на общем металлическом основании. В одном отсеке расположены усилитель Ф127/1 и плата усилителя напряжения А1.

На лицевую панель этого отсека выведена ручка механического корректора нуля Ф127/1, а на крышку отсека вынесена осветительная лампа Ф127/1, закрытая съемным колпаком.

В другом отсеке расположены трансформатор и платы питания G1, G2, и G3. На лицевую панель этого отсека выведены:

- ось резистора " 2,8V " (R6) - для установки напряжения 2,8 В на осветительной лампе;
- предохранитель "0,25А" (F I);
- лампа (H1), сигнализирующая о включении усилителя в сеть;
- зажим "   " (X 10), электрически соединенный с корпусом усилителя и подлежащий заземлению.

Блок управления выполнен в виде настольного переносного прибора. Все элементы электрической схемы блока, в том числе и выведенные на панели, установлены внутри изолированного от корпуса металлического несущего экрана, который предназначен для уменьшения вариации т.э.д.с. и защиты от токов утечки.

В блоке управления установлена плата печатная E2, монтажная печатная плата E1, на которой установлены элементы C1...C3, R1...R6, R8, R14...R42, R53, и монтажная плата E3, на которой установлены резисторы R11...R13, R48...R52.

Плата E1 установлена на шарнирах и, при необходимости (например, при ремонте), может быть повернута. Все остальные элементы электрической схемы блока управления установлены непосредственно на несущем экране. На передней панели блока управления расположены:

- переключатели диапазонов измерений (S 2) и рода работ (S 3);
- кнопка ИЗМЕРЕНИЕ (S 1) - для подключения источника измеряемого сигнала;
- кнопка ВКЛ. (S 4) - для включения схемы смещения нуля
- кнопка "+ -" (S 5) - для выбора полярности смещения нуля;
- кнопки "100"; "200"; "300"; "400"; "500" (S 6) - для

выбора необходимой ступени калиброванного смещения нуля;

- ось резистора РЕГ. (R43) - для калибровки схемы смещения нуля;
- ручка оси резистора ПЛАВНОЕ (R54) - для установки плавного смещения нуля;
- ручки электрического корректора нуля УСТ.НУЛЯ: O<sub>1</sub>(R47), O<sub>2</sub>(R46), O<sub>3</sub>(R45);
- выходной прибор M2027-2 - для отсчета результата измерения.

На задней панели блока управления расположены:

- зажимы ± ВХОД (X1, X2), закрываемые съемным экраном - для подсоединения источника измеряемого сигнала к прибору;
- зажим "   " (X7) - для заземления блока;
- зажимы ± ВП (X3, X5), закороченные перемычкой (X4), - для подключения внешнего прибора;
- ось резистора ПОДСТРОЙКА (R44) - для регулировки схемы смещения нуля;
- вилка К УСИЛИТЕЛЮ (X6) - для подключения выходного кабеля усилителя.

#### 4.2. Измерительная схема прибора

Измерительная схема прибора обеспечивает преобразование измеряемого сигнала в нормированный по значению постоянный ток, измеряемый встроенным выходным прибором M2027-2, у которого ток полного отклонения составляет ±50 мкА. Измерительная схема состоит из схемы коммутации и резисторов, входящих в блок управления, и усилителя.

Выбор рода измеряемой величины " U ", " I ", " Iω " производится переключателем S 3. Переключение диапазонов измерений осуществляется переключателем S 2.

Ниже рассмотрены частные схемы прибора при измерении различных величин (рис.1,3,4), схема установки нуля " по току " (рис.2) и упрощенная схема усилителя (рис.5).

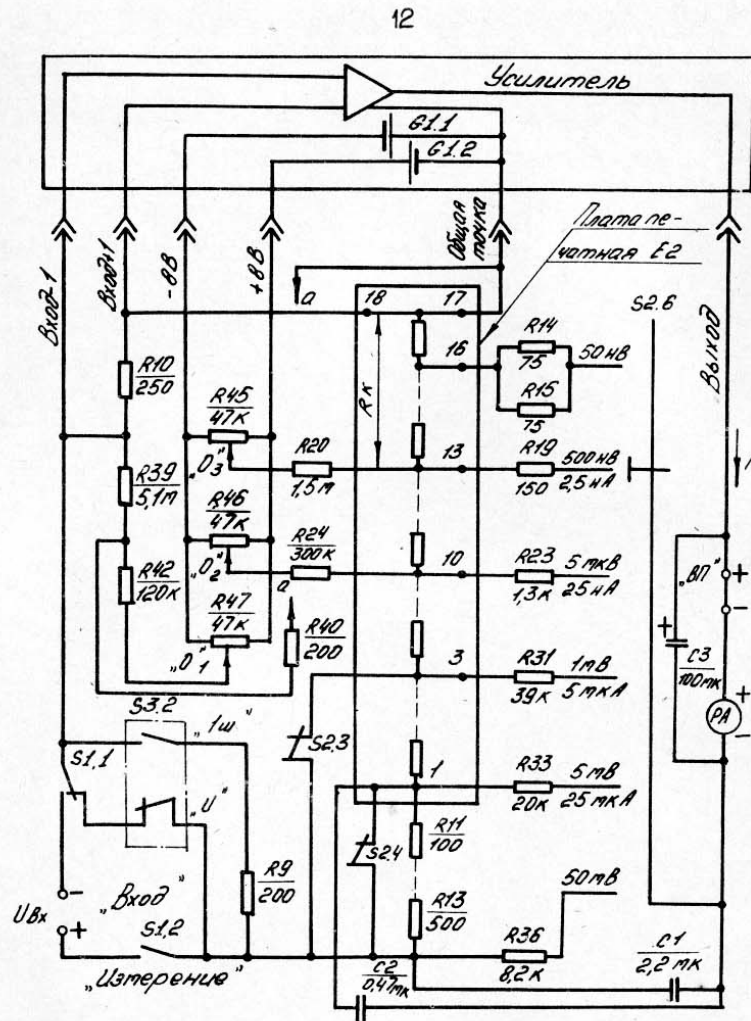
##### 4.2.1. Измерение напряжений на компенсационных диапазонах

Измерение напряжений на этих диапазонах осуществляется по схеме автокомпенсатора напряжений (см.рис.1).

Преобразование входного напряжения  $U_{вх.}$  в выходной ток  $I$ , протекающий через микроамперметр РА, осуществляется в соответствии с выражением:

$$U_{вх.} = R_K \cdot I, \quad (I)$$







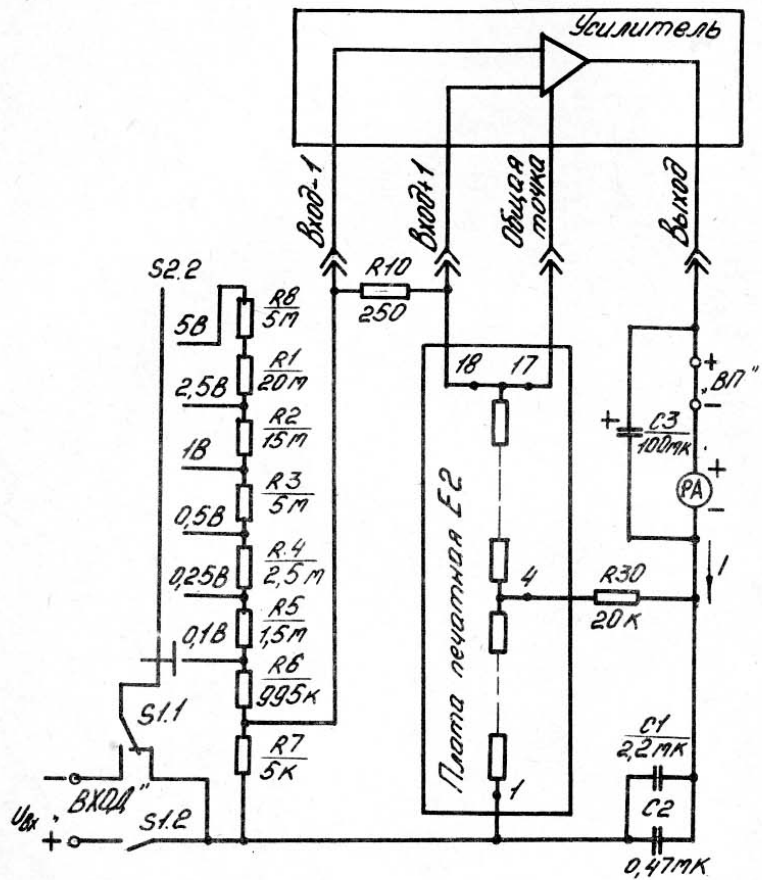


Рис.3. Схема прибора на расширенных диапазонах измерений напряжения.

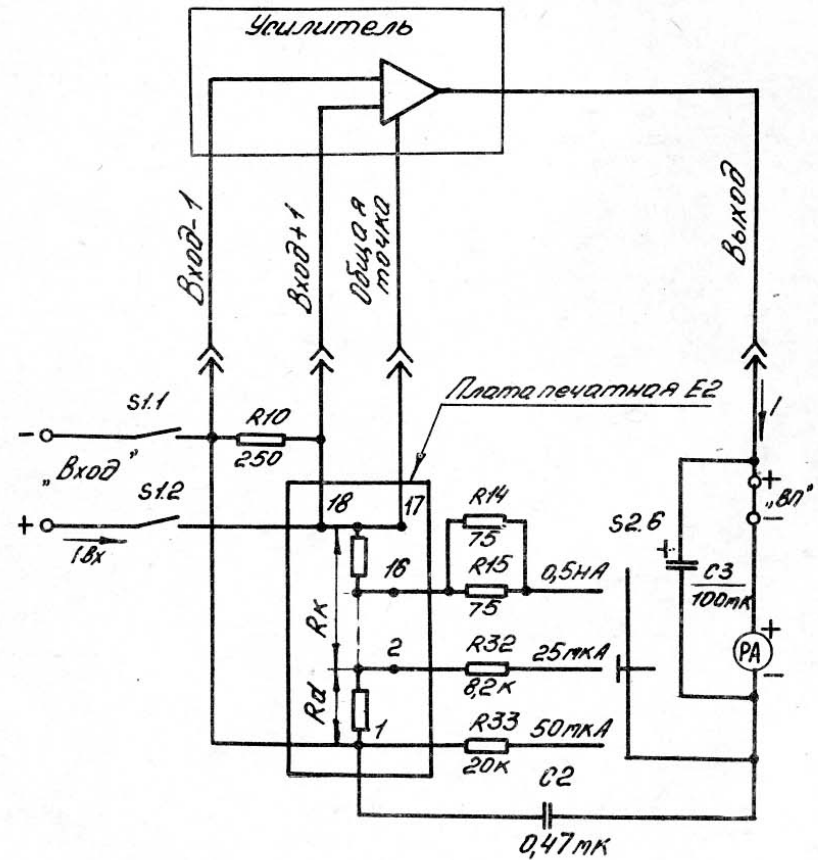


Рис.4. Схема прибора на компенсационных диапазонах измерений тока.

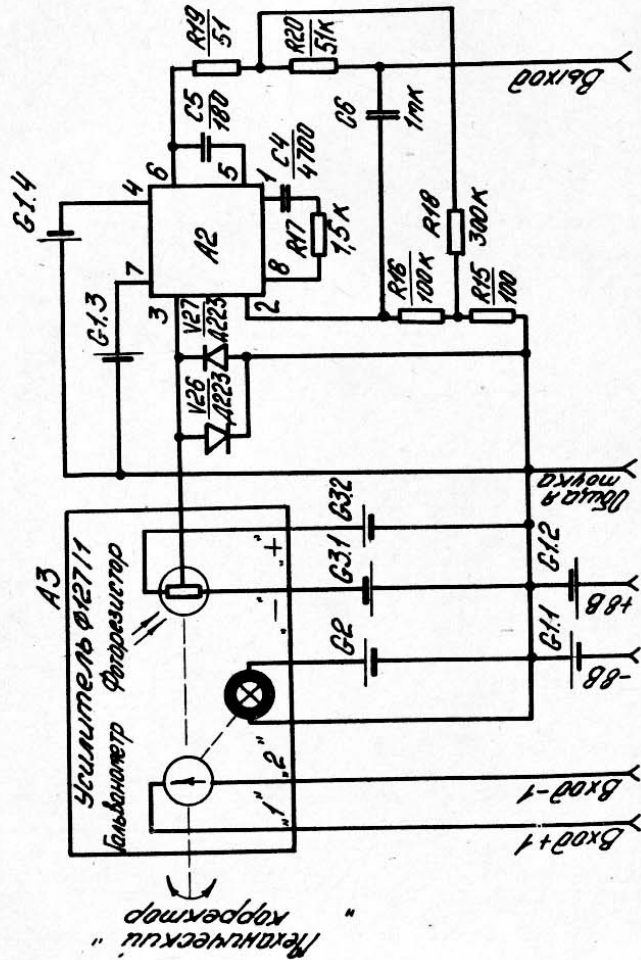


Рис. 5. Упрощенная схема усилителя

где  $R_K$  - соответствующее компенсационное сопротивление (сопротивления резисторов платы печатной E2 и резисторов R11...R13).

Установка необходимого диапазона измерений осуществляется подключением  $R_K$  соответствующего значения при помощи S2.6 (на схеме рис. 1 установлен диапазон измерений 500-0-500 нВ)

Устойчивая работа схемы обеспечивается элементами C1, C2, R14...R19, R21...R23, R25...R36. Необходимое время установления показаний обеспечивается элементами R10, C3, а также коммутацией при помощи контактных групп S2.3 и S2.4 сопротивлений, входящих во входной измерительный контур.

При необходимости подключения внешнего прибора, например, регистрирующего, последний может быть включен в цепь выходного тока  $I$  через зажимы ВП.

Электрическая установка нуля прибора осуществляется следующим образом.

Резисторами R46( $O_2$ ) и R45( $O_3$ ) при замкнутом входе прибора (кнопка ИЗМЕРЕНИЕ отпущена) производится, соответственно, грубая и тонкая компенсация паразитных э.д.с. во входном контуре прибора, т.е. производится установка нуля "по напряжению".

Компенсация паразитного тока во входном контуре прибора, т.е. установка нуля "по току", производится резистором R47( $O_1$ ) при положении  $O_1$  переключателя диапазонов измерений S2, при котором включается компенсационный диапазон измерений 10-0-10 мкВ и подключается на вход сопротивление 5 кОм (см. рис. 2).

Подключение цепей установки нуля не зависит от рода измеряемой величины и с целью упрощения схем не показано на рис. 3 и 4.

4.2.2. Измерение напряжений на расширенных диапазонах  
Расширение диапазонов измерений напряжений (см.рис.3) осуществляется при помощи деления входного напряжения встроенным делителем напряжения (резисторы R1...R8). Установка необходимого диапазона измерений осуществляется изменением входного сопротивления делителя напряжения от 1 до 50 МОм при его постоянном выходном сопротивлении, равном 5 кОм.

Напряжение с выхода делителя поступает на автокомпен-

сатор напряжений, установленный на диапазон измерений 0,5-0-0,5 мВ.

#### 4.2.3. Измерение токов на компенсационных диапазонах.

Измерение токов на этих диапазонах осуществляется по схеме автокомпенсатора тока (см. рис.4). Преобразование входного тока  $I_{вх}$  в выходной ток  $I$  осуществляется в соответствии с выражением:

$$I_{вх} = \frac{R_k}{R_a + R_k} \cdot I, \quad (2)$$

где  $R_a$  и  $R_k$  - соответствующие сопротивления платы печатных резисторов.

Установка необходимого диапазона измерений осуществляется изменением значений  $R_k$  и  $R_a$  при помощи переключателя  $S_{2,6}$  (на схеме рис.4 установлен диапазон измерений 25-0-25 мкА).

#### 4.2.4. Измерение токов на расширенных диапазонах.

Измерение токов на этих диапазонах осуществляется по схеме автокомпенсатора напряжений путем измерения падения напряжения от измеряемого тока на шунте  $R_9$  (см. рис.1) при замкнутых контактах "1ш" переключателя  $S_{3,2}$ .

#### 4.3. Схема смещения нуля

Схема смещения нуля расположена в блоке управления (6ПВ.367.440 Э3) и выполнена на элементах  $R_{37, R_{38}, R_{41} \dots R_{44}, R_{48} \dots R_{54}, S_{2,5}, S_{4} \dots S_6$ . Эта схема представляет собой два управляемых источника тока, которые в зависимости от диапазона измерений переключаются на соответствующее сопротивление  $R_k$ .

Эта коммутация осуществляется переключателем  $S_{2,5}$ . Один источник тока служит для создания калиброванного смещения нуля и состоит из делителя напряжения на резисторах  $R_{48} \dots R_{52}$  и добавочных резисторов  $R_{37}$  и  $R_{43}$ , преобразующих напряжение в ток. Изменением коэффициента деления делителя (с помощью переключателя  $S_6$ ) изменяется ток через добавочные резисторы  $R_{37}$  и  $R_{43}$ , что соответствует изменению ступени калиброванного смещения. Другой источник тока служит для создания плавного смещения нуля и состоит из делителя напряжения на резисторе  $R_{54}$  и добавочного резистора  $R_{38}$ .

Изменение полярности смещения нуля производится переключателем  $S_5$ . Резисторы  $R_{44}$  и  $R_{53}$  предназначены для выравнивания напряжений разной полярности ( $\pm 8В$ ), подключаемых к делителям напряжений. Резистор  $R_{41}$  необходим для того, чтобы

нагрузка источников  $\pm 8В$  не изменялась при изменении полярности смещения нуля.

#### 4.4. Усилитель

Упрощенная схема усилителя представлена на рис.5.

Усилитель содержит фотогальванометрический усилитель  $\Phi I_{27/I(A3)}$ , обеспечивающий высокую чувствительность прибора, и последующий усилитель напряжения, выполненный на микросхеме  $A_2$  и обеспечивающий необходимый коэффициент усиления всего усилителя. Кроме того, усилитель содержит следующие источники питания: усилителя  $\Phi I_{27/I}$  ( $G_2, G_3$ ), микросхемы  $A_2$  ( $G_{1,3}, G_{1,4}$ ), схем установки и смещения нуля ( $G_{1,1}, G_{1,2}$ ).

Ниже рассмотрены все эти устройства.

##### 4.4.1. Усилитель $\Phi I_{27/I}$ (A3)

Основными элементами этого усилителя являются гальванометр, дифференциальный фоторезистор и осветительная лампа. Входом усилителя являются контакты 1 и 2, подключенные к рамке гальванометра, выходом является средний вывод фоторезистора и общий вывод источников питания фоторезистора.

На подвижной части гальванометра укреплено зеркальце, которое через оптическую систему направляет световой поток осветительной лампы на фоторезистор, осуществляя тем самым оптическую связь входа и выхода. Механическим корректором нуля подвижная часть гальванометра устанавливается таким образом, чтобы обе половины фоторезистора освещались равномерно. Ток, проходя через рамку гальванометра, поворачивает на некоторый угол подвижную часть вместе с зеркальцем, что приводит к изменению распределения светового потока между половинами фоторезистора и появлению сигнала на выходе.

Коэффициент усиления по напряжению в данной схеме включения составляет  $2,5 \cdot 10^6$ , сопротивление рамки гальванометра 64 Ом, выходное сопротивление 30 кОм.

##### 4.4.2. Усилитель напряжения

Этот усилитель выполнен на микросхеме  $K1УТ531А(A_2)$ , представляющей собой дифференциальный операционный усилитель. Диоды  $V_{26}, V_{27}$  предназначены для защиты входа микросхемы при перегрузках. Микросхема охвачена отрицательной обратной связью на резисторах  $R_{15}$  и  $R_{18}$ , стабилизирующих



коэффициент усиления по напряжению, который при этом составляет 3000. Все остальные элементы усилителя напряжения обеспечивают устойчивую работу микросхемы и всего прибора в целом.

#### 4.4.3. Источники питания

Все источники питания выполнены по параметрическим схемам.

Приближенные значения выходных напряжений этих источников приведены в табл.6.

Таблица 6

Обозначение источника питания	GI.1	GI.2	GI.3	GI.4	G2	G3.1	G3.2
Выходное напряжение, В	-8	+8	+11	-11	+2,8	-40	+40

### 5. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

#### 5.1. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл.7.

Таблица 7

Наименование операции	Номера пунктов ТО	Обязательность проведения операции при:		
		выпуске из производства	ремонте	эксплуатации и хранении
1. Внешний осмотр	5.5.1	да	нет	нет
2. Проверка надежности контакта заземления	5.5.2	да	да	да
3. Проверка электрического сопротивления изоляции	5.5.3	да	да	нет
4. Определение основной погрешности	5.5.4	да	да	да
5. Проверка смещения нуля	5.5.5	да	да	да

#### 5.2. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки:

- катушка сопротивления измерительная P310 класса точности 0,01 с номинальным значением 0,001 Ом;
- катушки сопротивления измерительные P321 класса точности 0,01 с номинальными значениями 0,1 и 10 Ом;
- магазин сопротивлений P327 класса точности 0,01;
- магазин сопротивлений P33, диапазон сопротивлений от 0,1 до 99999 Ом;
- омметр M371, класс точности 1,5, предел 10 Ом;
- милливольтмиллиамперметр M1109, класс точности 0,2.

#### 5.3. Условия поверки.

При проведении поверки должны соблюдаться условия, указанные в п.2.1.

Прибор должен быть выдержан в этих условиях не менее 4ч

#### 5.4. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- подготовка прибора к работе в соответствии с разделом 8;
- подготовка средств поверки к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

#### 5.5. Проведение поверки

##### 5.5.1. Внешний осмотр




При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- маркировка должна быть четкой, легко читаемой;
- покрытие должно быть прочным, ровным, без царапин и трещин;
- органы управления должны иметь легкий ход и четкую фиксацию.

5.5.2. Электрическое сопротивление между зажимом "1" и всеми металлическими нетоковедущими частями корпуса измеряется омметром M371 с помощью игольчатого щупа и не должно быть более 0,5 Ом.

5.5.3. Проверка электрического сопротивления изоляции производится мегомметром или тераомметром в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Точки, между которыми измеряется сопротивление изоляции		Напряжение, при котором измеряется сопротивление изоляции, В	Сопротивление изоляции, МОм, не менее
I-я точка	2-я точка		
Зажим "  "	Закороченные концы кабеля питания	500-1000	50
Закороченные контакты выходного кабеля	То же	100-200	10000
То же	Зажим "  "	100-200	10000
Зажим "  "	Закороченные контакты вилки К УСИЛИТЕЛЮ, зажимы ВХОД и ВП.	100-200	10000

5.5.4. Определение основной погрешности производится по схеме рис. 6 на всех числовых отметках шкалы в диапазоне измерений I-0-I мВ, а в остальных диапазонах - на конечных отметках левой и правой частей шкалы, и на тех отметках, на которых были получены наибольшие положительная и отрицательная погрешности.

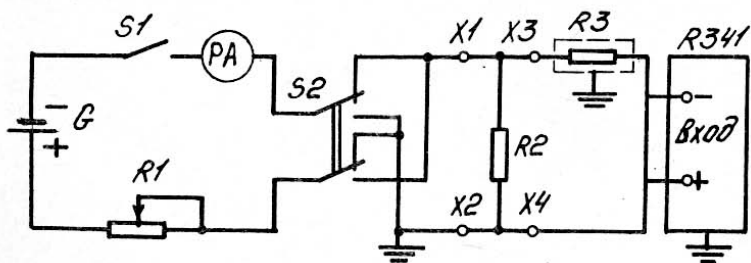


Рис. 6. Схема для определения основной погрешности:

- G - источник постоянного напряжения не менее 5,1 В;  
 PA - миллиамперметр постоянного тока класса точности не ниже 0,2;  
 S1 - выключатель;  
 S2 - переключатель полярности;  
 R1 - магазин сопротивлений P33;  
 R2 - резистор класса точности не ниже 0,02; номинальные значения от 0,001 до 5000 Ом в зависимости от диапазона измерений;  
 R3 - резистор класса точности не ниже 0,02 для проверки диапазонов измерений тока и не ниже 5,0 для проверки диапазонов измерений напряжения, имитирующий внешнее сопротивление и имеющий электростатический экран.  
 X1, X2 - токовые выводы R2;  
 X3, X4 - потенциальные выводы R2.

Проводники, соединяющие резисторы R2, R3 и поверяемый прибор P341, должны быть медными нелужеными и плотно свиты. С целью уменьшения перепада температур, вызывающих т.э.д.с. во входной цепи, резистор R2 и зажимы резистора R3 должны быть помещены в теплозащитный экран (например, картонный, металлический или деревянный ящик).

Для исключения т.э.д.с. схемы установку нуля поверяемого прибора необходимо производить при нажатой кнопке ИЗМЕНЕНИЕ, не замыкая выключателя S1.

Определение основной погрешности  $\gamma$  в процентах для конечных отметок шкалы производится по формуле:

$$\gamma = \frac{I_p - I}{2I_p} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $I$  - показание миллиамперметра PA, мА, при котором указатель прибора устанавливается точно на поверяемую отметку;

$I_p$  - ток, мА, рассчитываемый по формулам:

$$\text{при измерении напряжения} \quad I_p = \frac{U_n}{R_2}; \quad (4)$$

$$\text{при измерении тока} \quad I_p = I_n \frac{R_2 + R_{bx} + R_{np} + R_3}{R_2}, \quad (5)$$

где  $U_n$  - номинальное значение напряжения поверяемого предела, мВ;

$I_n$  - номинальное значение тока поверяемого предела, мА;

$R_2$  - номинальное значение сопротивления резистора  $R_2$ , Ом;

$R_{вх}$  - входное сопротивление поверяемого прибора, Ом.

$R_{пр}$  - сумма сопротивлений проводников, соединяющих резисторы  $R_2$ ,  $R_3$  и поверяемый прибор.

Значение сопротивления  $R_3$  в омах необходимо выбрать:

а/ в компенсационных диапазонах измерений напряжения

$R_3 = R_{вн.}$  ( $R_{вн.}$  - сопротивление внешней цепи согласно табл. I) и  $R_3 = 0$ ;

б/ в расширенных диапазонах измерений напряжения  $R_3 = 0$ ;

в/ в диапазонах измерений тока  $R_3 = R_{вн.} - R_2 - (R_{вх.} + R_{пр.})$

( $R_{вн.}$  - сопротивление внешней цепи согласно табл. 2 в компенсационных диапазонах, в расширенных диапазонах  $R_{вн.}$  выбирается произвольно)

Входное сопротивление  $R_{вх.}$  в расширенных диапазонах по току ("Iш") равно 200 Ом, в компенсационных диапазонах по току ("I") сумма  $R_{вх.} + R_{пр.}$  определяется по схеме рис. 6

в диапазоне 10-0-10 мкА следующим образом:

- при  $R_2 = 10$  Ом и  $R_3 = 1490$  Ом определяется ток  $I_1$  по миллиамперметру РА, соответствующий конечной отметке шкалы поверяемого прибора;

- при  $R_2 = 0,1$  Ом и  $R_3 = 14,9$  Ом определяется ток  $I_2$  по миллиамперметру РА, соответствующий той же конечной отметке шкалы поверяемого прибора;

- рассчитывается суммарное сопротивление в омах по формуле:  $R_{вх.} + R_{пр.} = 10(I_2 - I_1)$ , (6)  
где  $I_2, I_1$  - токи, мА.

Определение основной погрешности на промежуточных отметках шкалы производится аналогично по вышеизложенной методике.

Примечания:

1. Для уменьшения влияния дрейфа нуля на результат измерений в чувствительных диапазонах снятие показаний миллиамперметра РА производится за время, не превышающее 1 мин. после установки нуля поверяемого прибора.

2. На чувствительных диапазонах измерений показание поверяемого прибора определяется с учетом шума.

5.5.5. Проверка схемы СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ производится при нажатой кнопке ВКЛ.

Диапазон регулировки плавного смещения определяется при отпущенных кнопках КАЛИБРОВАННОЕ, % и ИЗМЕРЕНИЕ в диапазоне измерений 50-0-50 мВ. При повороте ручки ПЛАВНОЕ по часовой стрелке от упора до упора стрелка прибора должна отклоняться не менее чем на 50 делений влево при отпущенной кнопке "+-", и вправо при нажатой кнопке "+-".

Калиброванное смещение проверяется по схеме рис. 6 при отпущенной кнопке "+-" в диапазонах измерений 5-0-5 и 50-0-50 мВ.

Переключатель полярности S2 устанавливается в положение изображенное на схеме, а ручка ПЛАВНОЕ поворачивается против часовой стрелки до упора. При отпущенной кнопке ИЗМЕРЕНИЕ на вход прибора подается напряжение  $U_i$ , определяемое в вольтах по формуле:

$$U_i = \frac{A \cdot i}{100}, \quad (7)$$

где  $A$  - предел измерений, В;

$i$  - числовое значение проверяемой ступени калиброванного смещения.

После этого для каждой ступени калиброванного смещения нажимаются кнопка ИЗМЕРЕНИЕ и соответствующая кнопка КАЛИБРОВАННОЕ, % и определяется число делений  $\alpha$ , на которое стрелка прибора отклоняется от нулевой отметки.

Погрешность калиброванного смещения в процентах определяется по формуле:

$$\delta_{см.} = \frac{\alpha}{i} \cdot 100 \quad (8)$$

5.6. Периодичность поверки - не реже 1 раза в год.

## 6. РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ.

6.1. При размещении и монтаже прибора гальванометр усилителя должен быть закорочен вилкой разъема.

6.2. Установите усилитель прибора на полке кронштейна, укрепленном на капитальной стене. Отклонение полки кронштейна от горизонтальной плоскости не должно превышать  $3^\circ$ . Во избежание увеличения дрейфа нуля усилитель должен быть удален от источников тепла и холода и защищен от сквозняков.

6.3. Рабочее место, на котором установлен блок управления прибора, должно быть удалено от источников тепла и холода и защищено от сквозняков.



6.4. Заземлите прибор, для чего в усилителе и блоке управления соедините зажим " $\frac{1}{1}$ " с контуром заземления.

6.5. Закрепите кабель питания, выходной кабель и проводник заземления скобами на кронштейне неподвижно.

6.6. Снимите с разъема выходного кабеля усилителя вилку, замыкающую вход гальванометра, и подключите кабель к вилке блока управления К УСИЛИТЕЛЮ.

### 7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. К эксплуатации прибора допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности и изучившие техническое описание и инструкцию по эксплуатации прибора.

7.2. Перед началом работы проверьте надежность заземления усилителя и блока управления.

7.3. Предохранитель и осветительную лампу заменяйте только при отключенном от сети приборе.

7.4. При выключенном в сеть приборе смена составных частей, устранение неисправностей запрещаются.

7.5. При ремонте следует помнить, что прибор питается от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

### 8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Произведите размещение и монтаж прибора согласно разделу 6.

8.2. Установите стрелку выходного прибора на нулевую отметку с помощью его механического корректора.

8.3. Установите переключателями диапазонов измерений и рода работ диапазон измерений 50-0-50 мВ, а все кнопки управления - в отпущенное положение. Зажимы ВП переключите откидной перемычкой.

8.4. Включите усилитель прибора в сеть и прогрейте его в течение времени, указанного в п.2.6.

8.5. Установите нуль механическим корректором усилителя при отпущенной кнопке ИЗМЕРЕНИЕ следующим образом:

- установите ручку электрического корректора нуля  $O_2$  приблизительно в среднее положение;

- установите ручкой МЕХАНИЧЕСКИЙ КОРРЕКТОР НУЛЯ ука-

затель выходного прибора на нулевую отметку, постепенно повышая чувствительность прибора до диапазона измерений 0,5-0-0,5 мВ;

- установите на диапазоне измерений 0,1-0-0,1 В ручку электрического корректора  $O_1$  на середину диапазона регулировки, т.е. в такое положение, относительно которого при повороте этой ручки в крайние положения указатель выходного прибора смещается на одинаковое число делений;

- установите на диапазоне измерений 0,1-0-0,1 В ручкой МЕХАНИЧЕСКИЙ КОРРЕКТОР НУЛЯ указатель выходного прибора на нулевую отметку с точностью  $\pm 0,3$  деления.

Установку нуля механическим корректором нуля усилителя производите после каждого перемещения усилителя.

8.6. Установите нуль электрическим корректором, нуля при отпущенной кнопке ИЗМЕРЕНИЕ следующим образом:

- установите нуль "по напряжению" ручкой  $O_2$ , а затем  $O_3$ , постепенно повышая чувствительность прибора до диапазона измерений 1-0-1 мкВ;

- установите нуль "по току" ручкой  $O_1$  при положении переключателя диапазонов измерений  $O_1$ .

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Направление движения указателя выходного прибора противоположно направлению вращения ручки МЕХАНИЧЕСКИЙ КОРРЕКТОР НУЛЯ и совпадает с направлением вращения ручек электрического корректора нуля ( $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ).

2. Если диапазоны ручек электрического корректора нуля недостаточны для установки указателя на нулевую отметку, необходимо повторить установку нуля механическим корректором по п.8.5.

3. Периодичность установки нуля электрическим корректором определяется оператором в зависимости от рабочих диапазонов измерений, наличия источников т.э.д.с в измерительной схеме и температурных колебаний окружающего воздуха.

8.7. При использовании калиброванного смещения с нормируемой погрешностью произведите калибровку схемы СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ следующим образом:

- установите диапазон измерений 2,5-0-2,5 мВ при всех отпущенных кнопках прибора;

- поверните ручку ПЛАВНОЕ против часовой стрелки до упора;

- нажмите кнопки ВКЛ. и "100". Вращением оси резистора РЕГ. установите стрелку прибора на конечную отметку шкалы;

- нажмите кнопку "+ -". Вращением оси резистора ПОДСТОЙКА (выведена на заднюю панель) установите стрелку прибора на конечную отметку шкалы.

Калибровку схемы СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ производите один раз за 8 ч работы.

## 9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подсоедините источник измеряемого сигнала к входным зажимам прибора. Для уменьшения влияния внешних электрических помех заземлите точку измеряемого источника, подключенную к входному зажиму "+" прибора (при отсутствии заземления в схеме источника измеряемого сигнала).

При измерении сигнала менее 50 мкВ и 500 нА для уменьшения влияния т.э.д.с. и внешних электрических помех монтаж измерительной схемы должен быть выполнен скрученными нелужеными проводниками. С целью исключения температурных колебаний, вызывающих т.э.д.с. во входной цепи, вся измерительная схема должна быть помещена в теплозащитный экран (например, картонный, металлический или деревянный ящик), удалена от источников тепла и холода и защищена от сквозняков. С этой же целью входные зажимы прибора должны быть закрыты съемным экраном.

9.2. Установите необходимый род работы и диапазон измерений, установите, при необходимости, нуль по п.8.6, нажмите кнопку ИЗМЕРЕНИЕ и произведите отсчет показаний.

Если значение измеряемой величины неизвестно, то начните измерение с грубых диапазонов измерений.

Для исключения влияния т.э.д.с. и уменьшения влияния дрейфа нуля при работе на чувствительных диапазонах измерений установку нуля производите непосредственно перед измерениями при нажатой кнопке ИЗМЕРЕНИЕ, при обесточенном источнике измеряемого сигнала и неизменном его выходном сопротивлении, пользуясь ручками  $O_2$  и  $O_3$ . На чувствительных диапазонах измерений установившееся показание прибора опре-

делите с учетом шума.

9.3. Если в процессе измерения появляется необходимость компенсации начального значения измеряемого сигнала, используйте схему смещения нуля. Для этого нажмите кнопку ВКЛ, установите необходимую полярность смещения кнопкой "+ -" ("+" соответствует отклонению стрелки вправо) и установите необходимое калиброванное (одной из кнопок "100", "200", "300", "400", "500") или плавное (ручкой ПЛАВНОЕ) смещение нуля. Плавное смещение вводится поворотом ручки ПЛАВНОЕ по часовой стрелке.

После окончания работы со схемой смещения нуля отпустите кнопку ВКЛ.

9.4. При необходимости произвести измерения с помощью внешнего прибора, подключите последний к зажимам ВП, которые включены последовательно со встроенным прибором, имеющим ток полного отклонения  $\pm 50$  мкА.

Входное сопротивление подключаемого внешнего прибора не должно превышать 1,5 кОм.

Если входные зажимы внешнего прибора гальванически связаны с его корпусом (и, следовательно, с контуром заземления), то источник измеряемого сигнала такой связи иметь не должен.

9.5. После окончания измерений установите диапазон измерений 50-0-50 мВ и отпустите кнопку ИЗМЕРЕНИЕ.

ПРИМЕЧАНИЯ. 1. При всех измерениях с нормируемой погрешностью сопротивление внешней цепи должно соответствовать указанным в табл. 1 и 2 раздела 2.

2. При зашкаливании стрелки выходного прибора, вызванном перегрузкой на входе, переведите переключатель диапазонов измерений на более грубые диапазоны.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ  
Характерные неисправности и методы их устранения приведены в табл. 9.  
Таблица 9.

Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Метод устранения
1. Прибор включен в сеть, но сигнальная лампа не горит	1. Перегорел предохранитель	Замените предохранитель
2. При включении прибора в сеть перегорает предохранитель	2. Обрыв в кабеле питания 1. Короткозамкнутые витки трансформатора; пробой диодов выпрямителей, конденсаторов 2. Короткие замыкания в схеме усилителя.	Отремонтируйте кабель питания Отремонтируйте неисправные элементы
3. Стрелка выходного прибора "зашкаливает" и не устанавливается на нулевую отметку механическим корректором	2. Короткие замыкания в схеме усилителя. Перегорела осветительная лампа фотоусилителя	Устраните короткие замыкания в схеме. Замените осветительную лампу*
4. Стрелка выходного прибора резко "зашкаливает" из стороны в сторону при вращении ручки механического корректора	Обрыв цепи рамки гальванометра	Устраните обрыв цепи рамки гальванометра

30

Продолжение табл. 9

Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Метод устранения
5. Стрелка выходного прибора не отклоняется	1. Не плотно установлен выходного кабеля в блоке управления 2. Обрыв в выходном кабеле усилителя 3. Разомкнуты зажимы ВП. 4. Обрыв рамки выходного прибора	Плотно установите разъем Устраните обрыв в кабеле Замкните зажимы ВП перемычкой Отремонтируйте выходной прибор

31

\* Смену осветительной лампы произведите при закороченном гальванометре усилителя следующим образом:

- отключите усилитель от сети, снимите съемный колпачок и замените осветительную лампу;
- включите усилитель в сеть, прогрейте в течение 30 мин;
- вращением оси резистора "2,8 V" установите на лампе напряжение 2,8±0,05 В (для этого необходимо измерять вольтметром напряжение на токоподводах лампы);
- закройте лампу съемным колпачком.



## II. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

II.1. Прибор имеет маркировку в соответствии с требованиями технических условий.

II.2. Тара имеет маркировку, содержащую основные и дополнительные надписи и предупредительные знаки, необходимые при транспортировании.

II.3. На обоих блоках прибора предусмотрены пломбы для клеймения отделом технического контроля (ОТК) завода-изготовителя.

Доступ к элементам электрической схемы прибора, за исключением элементов, выведенных на панели, и осветительной лампы фотоусилителя, невозможен без нарушения клейма.

## 12. ТАРА И УПАКОВКА

Упаковывание прибора должно производиться в закрытом помещении с температурой не ниже  $15^{\circ}\text{C}$  и относительной влажностью до 80%.

Перед упаковыванием гальванометр усилителя должен быть замкнут вилкой разъема. Каждый блок прибора должен быть помещен во влагонепроницаемый чехол вместе с влагопоглотителем.

Чехол должен быть герметичным и содержать минимум воздуха.

Упакованный в чехол блок должен быть обернут мягкой бумагой и помещен в коробку из гофрированного картона. Пустоты в коробках заполняются прокладочным материалом. Эксплуатационная документация помещается в коробку вместе с блоком управления.

Обе коробки помещаются в транспортную тару с применением упаковочных материалов и амортизирующих пружинных подвесок.

## 13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Приборы должны храниться в соответствии с требованиями ГОСТ 9181-74.

Условия хранения: температура воздуха от  $1^{\circ}\text{C}$  до  $40^{\circ}\text{C}$  и относительная влажность не более 80%.

## 14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Приборы могут транспортироваться любым видом закрытого транспорта (в самолетах - в герметизированных отсеках), а также открытым транспортом в контейнерах или ящиках (с защитой от дождя и снега) в диапазоне температур от минус 50 до плюс  $60^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 95% (при температуре  $30^{\circ}\text{C}$ ).

При транспортировании допускаются удары с ускорением  $30 \text{ м/с}^2$ . Число ударов от 80 до 120 в минуту.