

1977
В7-21

ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**И22.710.004 ТО
Альбом № 1**

1977

12. 5. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре прибора проверьте отсутствие механических повреждений или регулировочных неисправностей, а также наличие соединительных элементов и элементов управления прибором.

Таблица 13

Наименование КИА	Тип	Основные параметры КИА	Погрешность	Кол. шт.	Примечание
1. Делитель напряжения	P35	Коэффициент деления 1 : 10 1 : 100 1 : 1000 полное сопротивление 10 МОм	0,005%	1	
2. Потенциометр постоянного тока	P348	Диапазон измеряемых величин 0—0,211111 В	0,002%	1	
3. Потенциометр постоянного тока	P309	Диапазон измеряемых величин 0—2,1211 В	0,005%	1	
4. Автотрансформатор	PHO—250-2	Мощность 500 ВА		1	
5. Вольтметр	Э515/3	Пределы измерения 75; 150; 300; 600 В	0,5%	1	
6. Установка для проверки электронных вольтметров	B1-4	U _{вых.} = 10 мкВ ÷ ÷ 300 В пульсации не более 0,05% от U _{вых.}	±0,003% ÷ ÷ +3 мкВ	1	
7. Источник питания постоянного тока	B5-21	U _{вых.} = 0—30 В I _{нагр.} = 0—5 А при U _{вых.} = 30 В I _{нагр.} = 0—10 А при U _{вых.} = 10 В пульсации 0,03% от U _{вых.} ТКН = 0,1% °С		1	

При измерении силы постоянного тока до 5 А, установите во входные гнезда блока измерения токов внешний шунт И25.638.009, прилагаемый к прибору.

Измеряемый сигнал подавайте на входные клеммы внешнего шунта. Переключатель пределов измеряемого тока установите в положение «10 мкА».

Показания на шкале прибора считывайте без учета знака «μ». Режимом автоматического выбора пределов при этом не пользуйтесь.

11. 3. 3. Прибор включите в цепь, силу тока в которой необходимо измерить, посредством клемм «+», «-», «ЭКРАН» вставного блока токов и входного трехпроводного кабеля.

11. 3. 4. При появлении на индикаторном табло сигнала «П» (перезрузка) переключатель пределов на передней панели вставного блока токов установите в положение высшего предела измерения.

12. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

12. 1. Общие указания.

Работу с поверяемым прибором и средствами поверки производите в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

Периодичность поверки — один раз в 6 месяцев.

Поверку прибора производите на соответствие техническим характеристикам, приведенным в его формуляре.

12. 2. Операции поверки.

При поверке производите следующие операции:

внешний осмотр;
определение погрешности при измерении напряжения постоянного тока;
определение погрешности при измерении силы постоянного тока;

12. 3. Контрольно-измерительная аппаратура.

Контрольно-измерительная аппаратура, необходимая для поверки, указана в табл. 13.

12. 4. Условия поверки.

Поверку производите в нормальных условиях:

температура окружающей среды — $+20 \pm 5^\circ\text{C}$;
атмосферное давление — 750 ± 30 мм рт. ст.;
относительная влажность — $65 \pm 15\%$;
напряжение питающей сети — $220 \text{ В} \pm 2\%$.

Продолжение табл. 13

Наименование КИА	Тип	Основные параметры КИА	Погрешность	Кол. шт.	Примечание
8. Магазины сопротивлений рядовые	МСР-63	Диапазон сопротивлений 0,01—111111,1 Ом	0,05%	1	
9. Образцовые катушки электрического сопротивления	Р331	10 ⁴ Ом 10 ³ Ом	Кл. 0,01	1	
	Р321	10 ² Ом 10 Ом 0,1 Ом	Кл. 0,01	1	
	Р310	0,01 Ом	Кл. 0,01	1	

Примечание. Допускается применение другой аппаратуры с аналогичными параметрами.

12. 6. Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока

12. 6. 1. Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока (на всех пределах, кроме предела измерения «10 мВ») производится методом сравнения показаний поверяемого прибора и компенсационной установки.

12. 6. 2. Проверка на каждом пределе подлещат точки ± 10 ; ± 50 ; ± 100 и $\pm 120\%$ установленного предела измерения.

12. 6. 3. Проверку производите с помощью средств поверки, которые соединяются согласно структурным схемам, приведенным

на рис. 8 — для поверки на пределе «10 мВ»;

на рис. 9 — для поверки на пределах «100 мВ» и «1 В»;

на рис. 10 — для поверки на пределах «10 В», «100 В» и «500 В».

Положение кнопок переключателя пределов измерения, величина измеряемого напряжения и соответствующий измерительный вход должны соответствовать данным табл. 14.

Таблица 14

Предел измерения	Измерительный вход	Структурная схема установки	Измеряемое напряжение постоянного тока, В
«10 мВ»	«+», «-»	Рис. 8	$\pm 0,001$; $\pm 0,005$; $\pm 0,01$; $\pm 0,012$
«100 мВ»	«ЭКРАН», размещены на передней панели прибора	Рис. 9	$\pm 0,01$; $\pm 0,05$; $\pm 0,10$; $\pm 0,12$
«1 В»	«ЭКРАН», размещены на задней панели прибора	„	$\pm 0,1$; $\pm 0,5$; $\pm 1,0$; $\pm 1,2$
«10 В»	«ЭКРАН», размещены на задней панели прибора	Рис. 10.	± 1 ; ± 5 ; ± 10 ; ± 12
«100 В»	„	„	± 10 ; ± 50 ; ± 100 ; ± 120
«500 В»	„	„	± 50 ; ± 250 ; ± 500
«10 мВ»	«+», «-»	Рис. 8	$\pm 0,001$; $\pm 0,005$; $\pm 0,01$; $\pm 0,012$
«10 мВ»	«+», «-»	Рис. 8	$\pm 0,010$
«100 мВ»	«ЭКРАН», размещены на передней панели вставного блока измерения	Рис. 9	$\pm 0,1$
«1 В»	„	Рис. 10.	$\pm 1,0$
«10 В»	„	„	± 10
«100 В»	„	„	± 100
«500 В»	„	„	± 500

Примечание. Допускается поверка прибора при величинах напряжений, отличающихся от указанных не более, чем на $\pm 10\%$.

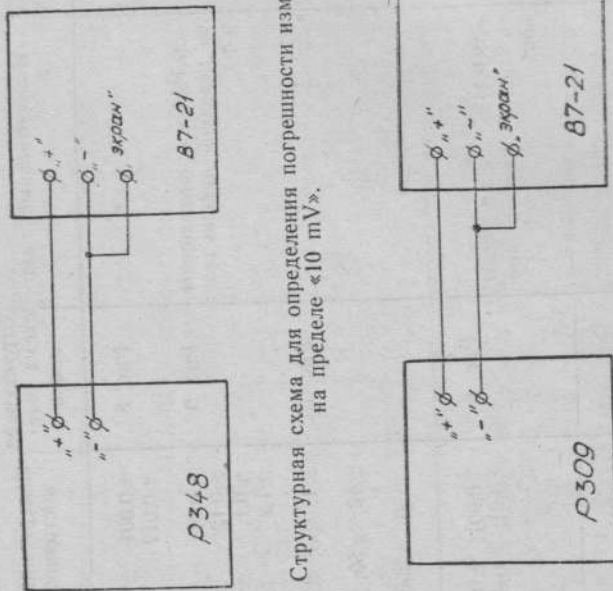
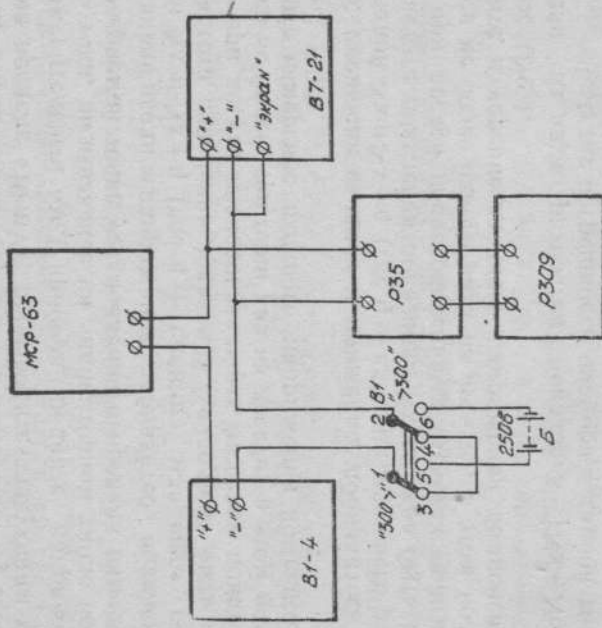


Рис. 8. Структурная схема для определения погрешности измерения на пределе «10 мВ».

Рис. 9. Структурная схема для определения погрешности измерения на пределах «100 мВ» и «1 В».



Б — батарея БАС-100 — 4 шт. соединены последовательно
 В1 — переключатель ПТТ-1 ВТ0.360.002 ТУ
 Переключатель В1 установлен в положение, соответствующее измеряемым напряжениям, меньшим 300 В.

Рис. 10. Структурная схема для определения погрешности измерения на пределах «10 В», «100 В» и «500 В».

Данные для проверки прибора по схеме рис. 10 приведены в табл. 15.

Таблица 15

Предел измерения	Напряжение В1-4 в пределах, В	Сопротивление МСР-63 в пределах, Ом	Масштаб деления Р35	Примечание
«10 В»	0,5—12	0,1—10 ³	1 : 10	Переключатель В1 в положении «> 300 В»
«100 В»	10—120	0,1—10 ⁴	1 : 100	
«500 В»	10—200	0,1—10 ⁵	1 : 1000	

12. 6. 4. Определение погрешности измерения на всех пределах, кроме предела «10 mV», производите следующим образом.

На измерительный вход прибора подайте напряжение постоянного тока, вызывающее на индикаторном табло показание N_x в проверяемой точке установленного предела измерения.

Увеличивая входное напряжение, добивайтесь появления двух показаний N_x и $N_x + q$ (где q — единица младшего разряда), причем частота появления показаний N_x должна быть не более 0,1 (т. е. при десяти последовательных отсчетах показание N_x появляется не более, чем один раз из десяти) в этом положении произведите измерение входного напряжения компенсационной установкой (No').

Далее, уменьшая входное напряжение, добивайтесь появления показаний N_x и $N_x - q$ (где q — единица младшего разряда), причем частота появления показаний N_x должна быть не более 0,1 (т. е. при десяти последовательных отсчетах показание N_x появляется не более одного раза из десяти), в этом положении произведите измерение входного напряжения компенсационной установкой (No'').

Большая из двух разностей показаний $|N_x - No'|$ или $|N_x - No''|$ определит погрешность прибора в данной точке предела измерения (Δ), определяемую по формулам:

$$\Delta = |N_x - No'| \text{ если } |N_x - No'| \geq |N_x - No''| \quad (9)$$

$$\Delta = |N_x - No''| \text{ если } |N_x - No''| > |N_x - No'| \quad (10)$$

где Δ — погрешность измерения прибора в проверяемой точке; N_x — показания прибора в проверяемой точке;

No' — показания компенсационной установки при показаниях прибора N_x и $N_x + q$ (где q — единица младшего разряда) и частота появления показаний N_x не более 0,1;

No'' — показания компенсационной установки при показаниях прибора N_x и $N_x - q$ (где q — единица младшего разряда) и частота появления показаний N_x не более 0,1;

q — единица младшего разряда.

12. 6. 5. Определение погрешности измерения на пределе «10 mV» производится следующим образом. На вход прибора подайте напряжение, вызывающее показание N_x в проверяемой точке установленного предела. Затем, уменьшая входное напряжение, добивайтесь появления показаний N_x и $N_x - q$ (где q — единица младшего разряда), причем частота появления показаний

ний N_x не более 0,5 (т. е. при десяти последовательных отсчетах показание N_x появляется не более 5 раз из десяти) или происходит устойчивая смена показаний на $N_x - q$ (где q — единица младшего разряда). При этом измерьте входное напряжение компенсационной установки (No).

Инструментальная погрешность измерения (Δu) принимается равной:

$$\Delta u = \Delta c + \Delta o \quad (11)$$

где Δu — инструментальная погрешность измерения в проверяемой точке;

Δo — систематическая составляющая инструментальной погрешности в проверяемой точке;

Δc — случайная составляющая инструментальной погрешности.

Систематическая составляющая инструментальной погрешности измерения определяется по формуле:

$$\Delta o = |N_x - N_{uo} - 0,5q| \quad (12)$$

где: Δo — систематическая составляющая инструментальной погрешности в проверяемой точке;

N_x — показание табло прибора в проверяемой точке;

q — единица младшего разряда;

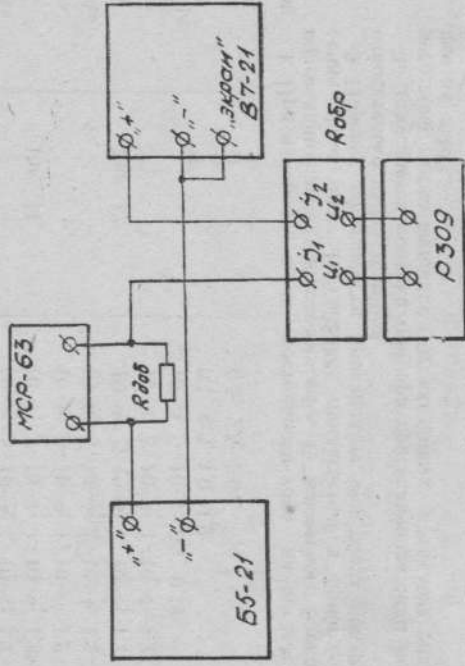
N_{uo} — показание компенсационной установки.

Для определения случайной составляющей инструментальной погрешности измерения (Δc) на вход прибора подайте напряжение (U_0), при котором на табло появляется показание $+9,999$. Затем его увеличивайте до значения, при котором появляются показания $+9,999$ и $+10,000$, причем частота появления показаний $+9,999$ не более 0,1 или происходит устойчивая смена показаний $+9,999$ на $+10,000$, при этом произведите измерение входного напряжения компенсационной установкой (U_{max}). Далее напряжение плавно уменьшайте до значения, при котором появятся показания $+9,999$ и $+10,000$, но частота появления показаний $+9,999$ не менее 0,9 или происходит устойчивая смена показаний $+10,000$ на $+9,999$. Затем произведите измерение входного напряжения компенсационной установкой (U_{min}).

Случайная составляющая инструментальной погрешности измерения (Δc) определяется по формуле:

$$\Delta c = \left| \frac{U_{max} + U_{min}}{2} \right| \quad (13)$$

Предел измерения	R1
«100 нА»	МРХ-0,25-100 кОм ± 0,02% Б
«1 мкА»	МРХ-0,25-900 кОм ± 0,02% Б
«10 мкА»	МРХ-0,25-90 кОм ± 0,02% Б



Рдоб. — резистор типа ПЭВ 7,5 вт
 Робр. — образцовая катушка электрического сопротивления.
 Рис. 12. Структурная схема для определения погрешности измерения силы постоянного тока на пределах измерения «100 мкА», «1 мА», «10 мА», «100 мА», «1 А», «5 А».

Предел измерения	УБ5-21, в пределах В	Рдоб, Ом	RMCP-63 кОм ориентировочно	Сопротивление Робр., Ом	Тип катушки
«100 мкА»	0,9-12	—	100	10000	P331
«1 мА»	0,9-12	—	10	1000	P331
«10 мА»	0,9-12	—	1	100	P331
«100 мА»	0,9-12	100	100	10	P321
«1 А»	0,1-1,2	1	10	0,1	P321
«5 А»	0,9-6	1	10	0,01	P310

Примечание. Напряжение УБ5-21 может отличаться на ±5% от указанного в табл. 17.

где Δс — случайная составляющая инструментальной погрешности измерения;
 Утах — показание компенсационной установки при показаниях прибора +9,999 и +10,000, причем частота появления показаний +9,999 не более 0,1;
 Умин — показание компенсационной установки при показаниях прибора +9,999 и +10,000, причем частота появления показаний +9,999 не менее 0,9.

Общую погрешность измерения (Δ) в проверяемой точке получают добавлением к инструментальной погрешности измерения погрешности дискретности (Δδ):

$$\Delta = \Delta_{\text{д}} + \Delta\delta \quad (14)$$

где Δδ — погрешность дискретности, равная 0,5 единицы младшего разряда.

12. 7. Определение погрешности измерения силы постоянного тока

12. 7. 1. Определение погрешности измерения силы постоянного тока производится методом сравнения показаний прибора и компенсационной установки.

12. 7. 2. Проверка на каждом пределе подлежат точки ±10%; ±50%; ±100% и ±120% от установленного предела измерения.

12. 7. 3. Определение погрешности производите при помощи средств поверки, которые соединяются согласно структурных схем, приведенных на рис. 11, для пределов измерения «100 пА», «1 мА», «10 мкА» и на рис. 12 — для пределов измерения «100 мкА», «1 мА», «10 мА», «100 мА», «1 А», «5 А». Величина сопротивления добавочного резистора R1 для рис. 11 приведена в табл. 16, а необходимые данные для рис. 12 приведены в табл. 17.

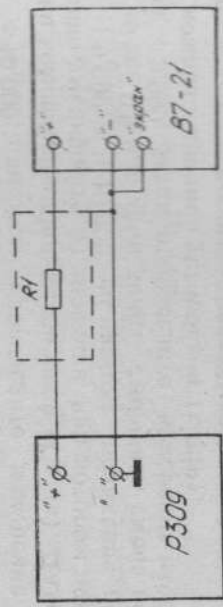


Рис. 11. Структурная схема для определения погрешности измерения силы постоянного тока на пределах измерения «100 пА», «1 мА», «10 мкА».

12. 7. 4. Положение кнопок переключателя пределов измерения силы постоянного тока и величина измеряемой силы постоянного тока должны соответствовать табл. 18.

Таблица 18

Предел измерения	Структурная схема установки	Измеряемые токи, А
«100 пА»	Рис. 11	10 ⁻⁸ ; 5 · 10 ⁻⁸ ; 1 · 10 ⁻⁷ ; 1,2 · 10 ⁻⁷
«1 мкА»		10 ⁻⁷ ; 5 · 10 ⁻⁷ ; 1 · 10 ⁻⁶ ; 1,2 · 10 ⁻⁶
«10 мкА»	Рис. 12	10 ⁻⁶ ; 5 · 10 ⁻⁶ ; 1 · 10 ⁻⁵ ; 1,2 · 10 ⁻⁵
«100 мкА»		10 ⁻⁵ ; 5 · 10 ⁻⁵ ; 1 · 10 ⁻⁴ ; 1,2 · 10 ⁻⁴
«1 mA»		10 ⁻⁴ ; 5 · 10 ⁻⁴ ; 1 · 10 ⁻³ ; 1,2 · 10 ⁻³
«10 mA»		10 ⁻³ ; 5 · 10 ⁻³ ; 1 · 10 ⁻² ; 1,2 · 10 ⁻²
«100 mA»		0,1; 0,5; 1,0; 1,2
«1 А»		0,5; 2,5; 5,0

Примечания: 1. При измерении силы постоянного тока на пределе «5 А» подсоедините между клеммами «+», «-» вставного блока измерения токов шунт И25.638.009, прилагаемый к прибору.

2. Проверку погрешности производите при обеих полярностях относительно входа прибора.

3. Допускается проверка прибора при величинах силы постоянного тока, отличающихся от указанных в таблице не более чем на ±10%.

12. 7. 5. Методика проверки погрешности измерения силы постоянного тока аналогична методике проверки погрешности измерения напряжения постоянного тока (п. 12. 6. 4).

Погрешность измерения (Δ) определится по формулам:

$$\Delta = |N_x - \frac{No'}{a}| \text{ если } |N_x - \frac{No''}{a}| > |N_x - \frac{No'}{a}| \quad (15)$$

$$\Delta = |N_x - \frac{No''}{a}| \text{ если } |N_x - \frac{No''}{a}| > |N_x - \frac{No'}{a}| \quad (16)$$

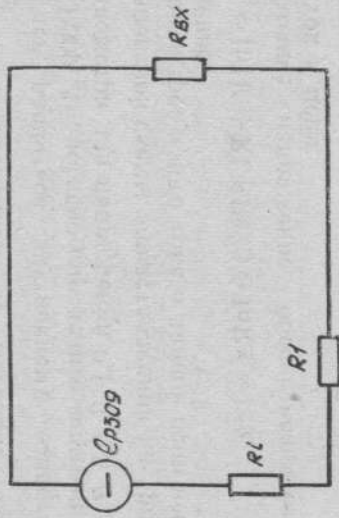
где Δ — погрешность измерения силы постоянного тока;

N_x — показания поверяемого прибора;

No' , No'' — показания компенсационной установки;

a — коэффициент сопротивления цепи, определяемый по методике, указанной в п. 12. 7. 5 настоящего раздела для пределов измерения «100 пА», «1 мкА» и «10 мА» и равный для остальных пределов величины сопротивления образцовой катушки (табл. 17).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность измерения меньше допустимой, указанной в п. 3. 2. 12. 7. 6. Определение коэффициента сопротивления цепи «а» для пределов измерения «100 пА», «1 мкА», «10 мА» производится следующим образом. Составим для структурной схемы (рис. 11) эквивалентную схему с учетом всех сопротивлений цепи (рис. 13).



R_i — внутреннее сопротивление потенциометра Р309;

R_1 — образцовое задающее сопротивление;

R_{Bx} — входное сопротивление вольтметра В7-21 при измерении силы постоянного тока, равное для пределов:

«100 пА» — 100 кОм;

«1 мкА» — 100 кОм;

«10 мА» — 10 кОм.

Рис. 13. Эквивалентная схема измерения силы постоянного тока на пределах измерения «100 пА», «1 мкА», «10 мА».

Для определения сопротивления R_i соберите структурную схему, изображенную на рис. 14.

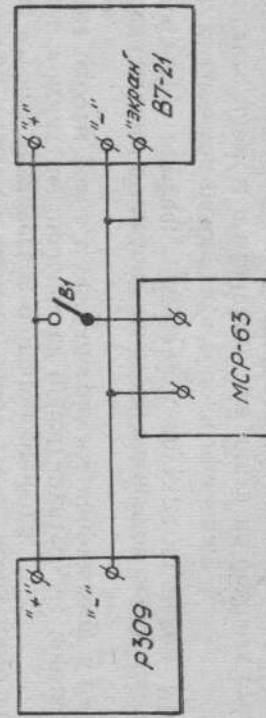


Рис. 14. Структурная схема для определения внутреннего сопротивления потенциометра Р309

Переключатель В1 поставьте в разомкнутое состояние. Установите в магазине МСР-63 начальное сопротивление, больше 10 Ом. На вход вольтметра подайте от потенциометра Р309 напряжение любой полярности, равное 1 В. На цифровом табло получите показание Nx. Замкните переключатель В1 и, изменяя сопротивление магазина МСР-63, добейтесь на цифровом табло показаний $\frac{Nx}{2}$. Установленная на магазине сопротивлений величина будет равняться внутреннему сопротивлению потенциометра Р309. Аналогично определите внутреннее сопротивление потенциометра для напряжений 0,1 В, 0,5 В и 1,2 В.

Из эквивалентной схемы, представленной на рис. 13, видно, что для создания требуемого тока в данной цепи необходимо подать напряжение

$$U_{вх} = I_n (R_i + R_1 + R_{вх.}) = I_n R_{\Sigma} = I_n a, \quad (17)$$

где $U_{вх.}$ — входное напряжение, обеспечивающее требуемый ток в цепи;

R_{Σ} — суммарное сопротивление цепи;

a — коэффициент сопротивления цепи.

откуда:

$$a = R_{\Sigma} = R_i + R_1 + R_{вх.} \quad (18)$$

13. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

13. 1. Общие указания.

Прибор состоит из отдельных функциональных узлов. Поэтому прежде всего определите, в каком узле имеется неисправность. Определите неисправный узел, отыщите неисправную цепь или каскад, а затем и элемент. Для этого необходимо внимательно изучить техническое описание прибора.

При поисках неисправностей ориентируйтесь на нормальные режимы работы узлов и осциллограммы напряжений в рабочих точках.

После замены вышедших из строя элементов места, в которых производилась замена, покрывайте двухкратно лаком УР-231.

13. 2. Порядок сборки и сборки прибора.

Снимите пломбы и отвинтите два винта на боковых стяжках прибора. Снимите верхнюю и нижнюю крышки прибора. Все платы счетно-логического устройства — съемные. Если неисправность предпологается в измерительном блоке, то извлеките весь

измерительный блок, предварительно отпаяв 2 провода, идущие на контакты 1 и 2 силового трансформатора измерительного блока. Снимите верхнюю и нижнюю крышки — экраны измерительного блока. Платы преобразователя, УПТ и стабилизатора — съемные. Плата ИКН соединена с измерительным блоком при помощи жгута.

Сборку прибора производите в обратном порядке.

Перед проверкой любой платы в первую очередь произведите ее осмотр с целью обнаружения незапаянных и вышедших из строя элементов, оборванных проводников, наличия на ней посторонних предметов.

13. 3. Контрольно-измерительная аппаратура

Для проверки работы прибора и отыскания неисправностей необходима аппаратура, указанная в табл. 19.

Таблица 19

Наименование КИА	Тип	Основные параметры	Погрешность	Код.
1. Автотрансформатор	РНО-250-2			1
2. Вольтметр	Э515/3	0—600 В	0,5%	1
3. Комбинированный прибор	Ц4213			1
4. Осциллограф	С1-67	0—10 МГц		1
5. Частотомер	ЧЗ-35	0—50 МГц	10—6	1
6. Источник стабилизированного напряжения	ИРН-64	Выходное напряжение 0—1,2 В		1

Примечание. Допускается использование другой аппаратуры, имеющей аналогичные параметры.

13. 4. Перечень наиболее часто встречающихся неисправностей вольтметра

13. 4. 1. Неисправный прибор включите в сеть напряжением 170—180 В и при включенных блоках проверьте стабилизированные напряжения питания. Перечень неисправностей плат питания и методы их устранения приведены в табл. 20.