

97-0088-12
8045-00

П Р И Б О Р
ДЛЯ ПОВЕРКИ ВОЛЬТМЕТРОВ,
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР

В1-12

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1

2055.006 ТО

ПРИБОР ДЛЯ ПОВЕРКИ ВОЛЬТМЕТРОВ,
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР ВІ-І2
Техническое описание и инструкция
по эксплуатации
Часть I
2.085.006 ТО

СОДЕРЖАНИЕ

I. Введение.....	4
2. Назначение.....	5
3. Технические данные.....	6
4. Состав прибора.....	14
5. Устройство и работа прибора и его составных частей.....	15
6. Маркирование и пломбирование.....	49
7. Общие указания по эксплуатации.....	50
8. Указания мер безопасности.....	50
9. Подготовка к работе.....	52
10. Порядок работы.....	54
11. Характерные неисправности и методы их устранения....	63
12. Техническое обслуживание.....	67
13. Проверка прибора.....	71
14. Правила хранения.....	97
15. Транспортирование.....	98



Рис.1. Внешний вид прибора БГ-12

I. ВВЕДЕНИЕ

Техническое описание и инструкция по эксплуатации прибора для поверки вольтметров, дифференциального вольтметра В1-12 предназначены для изучения прибора, его характеристик и правил эксплуатации.

При изучении изделия и его эксплуатации следует дополнительно руководствоваться паспортами источника опорного напряжения автономного и блока поверки.

В описании приняты следующие сокращения (обозначения) составных частей изделия, терминов, команд и параметров:

ИКН — источник калиброванных напряжений;

ИКТ — источник калиброванных токов;

ИОН — источник опорного напряжения;

ИОНА — источник опорного напряжения автономный;

УПТ — усилитель постоянного тока;

ШИМ — широтно-импульсная модуляция;

ЭДС — электродвижущая сила;

ПНВ — преобразователь напряжение-время;

ЦАП — цифро-аналоговый преобразователь;

U_k — напряжение, установленное на выходе прибора;

I_k — ток, установленный на выходе прибора;

U_n, I_n — значение напряжения и тока, соответствующее номинальной верхней границе установленного поддиапазона;

U_x — измеряемое напряжение;

U_m — максимальное напряжение установленного предела измерения нуля-органа.

Примечание. Указания в табл.1 погрешности гарантируются при калибровке прибора 1 раз в 3 месяца и установке нуля прибора 1 раз в 24 часа.

3.1.4. Максимально допустимый ток нагрузки, выходное сопротивление и дополнительная температурная погрешность прибора в режиме ИКН приведены в табл.2.

3.1.5. Дополнительная погрешность от изменения напряжения сети на $\pm 10\%$ от номинального значения не превышает $\pm(1 \cdot 10^{-5} U_k + 1 \cdot 10^{-6} U_n)$.

Таблица 2

Поддиапазон	Максимально допустимый ток нагрузки, мА	Выходное сопротивление, Ом	Дополнительная погрешность установки калиброванных напряжений от изменения температуры на 1 К
0,1 В	-	10	$1,5 \cdot 10^{-5} U_k + 0,1 \text{ мкВ}$
1 В	-	100	$2 \cdot 10^{-6} U_k + 0,15 \text{ мкВ}$
10 В	100	0,001	$1 \cdot 10^{-6} U_k + 1,5 \text{ мкВ}$
100 В	100	0,01	$5 \cdot 10^{-6} U_k + 15 \text{ мкВ}$
1000 В	10	0,1	$5 \cdot 10^{-6} U_k + 150 \text{ мкВ}$

3.1.6. Дрейф установленного уровня выходного напряжения за 8 часов непрерывной работы не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-5} U_k + 1 \cdot 10^{-6} U_n$.

Примечание. Указанные значения дрейфа реализуются при питании прибора от сети, колебания напряжения которой не превышают $\pm 2\%$ и при колебаниях окружающей температуры не более $\pm 2 \text{ К}$.

3.1.7. Уровень переменных составляющих на выходе ИКН не превышает значений, указанных в табл.3.

Таблица 3

Поддиапазон	Ток нагрузки, мА	Уровень переменных составляющих в полосе частот до 1 кГц (средне-квадратическое значение), мкВ
0,1 В	-	2
1 В	-	15
10 В	до 20 ср. 20 до 100	150 200
100 В	до 100	200
1000 В	до 10	400



3.2. Режим источника калиброванных токов

3.2.1. Диапазон установки выходных токов 1 нА - 100 мА.

3.2.2. Регулирование выходного тока ступенчатое с дискретностью $10^{-6} I_n$.

3.2.3. Поддиапазоны, предел допускаемой основной погрешности установки калиброванных токов (с учетом погрешности меры ЭДС прибора и погрешности установки токов относительно меры ЭДС) приведены в табл.4.

3.2.4. Дополнительная погрешность установки токов от изменения напряжения сети на $\pm 10\%$ от номинального значения не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-5} I_n$.

3.2.5. Изменения тока при изменениях нагрузки не превышают $1 \cdot 10^{-5} I_n$.

3.2.6. Дополнительная погрешность установки калиброванных токов при изменениях окружающей температуры в рабочем диапазоне температур на каждые 10 К не превышает $\pm (1 \cdot 10^{-4} I_k + 1 \cdot 10^{-5} I_n)$.

Таблица 4

Поддиапазон	Устанавливаемые токи	Погрешность установки калиброванных токов относительно меры ЭДС	Предел допускаемой основной погрешности установки калиброванных токов
1мА	1нА-1мА	$1 \cdot 10^{-4} I_k + I_{0нА}$	$1,5 \cdot 10^{-4} I_k + I_{0нА}$
10мА	10нА-10мА	$1 \cdot 10^{-4} I_k + 100 \text{ нА}$	$1,5 \cdot 10^{-4} I_k + 100 \text{ нА}$
100мА	100нА - 100мА	$2 \cdot 10^{-4} I_k + 1 \text{ мкА}$	$2,5 \cdot 10^{-4} I_k + 1 \text{ мкА}$

Примечание. Значения погрешности, приведенные в табл.4, реализуются при калибровке прибора 1 раз в 6 месяцев.

3.3. Режим дифференциального вольтметра

3.3.1. Поддиапазоны, предел допускаемой основной погрешности измерения напряжений (с учетом погрешности меры ЭДС прибора) и нелинейность показаний (погрешность измерения относительно меры ЭДС) приведены в табл.5.

Таблица 5

Поддиапазон	Измеряемые напряжения	Погрешность измерения в режиме дифференциального вольтметра относительно меры ЭДС	Предел допускаемой основной погрешности измерения в режиме дифференциального вольтметра
1 В	1 мкВ-1В	$1 \cdot 10^{-5} U_x + 10 \text{ мкВ}$	$5 \cdot 10^{-5} U_x + 10 \text{ мкВ}$
10 В	10 мкВ-10В	$1 \cdot 10^{-5} U_x + 30 \text{ мкВ}$	$5 \cdot 10^{-5} U_x + 30 \text{ мкВ}$
100 В	100 мкВ-100В	$2 \cdot 10^{-5} U_x + 300 \text{ мкВ}$	$5 \cdot 10^{-5} U_x + 300 \text{ мкВ}$
1000 В	1мВ-1000В	$2 \cdot 10^{-5} U_x + 3 \text{ мВ}$ для $U_x \leq 500 \text{ В}$ $5 \cdot 10^{-5} U_x$ для $U_x > 500 \text{ В}$	$6 \cdot 10^{-5} U_x + 3 \text{ мВ}$ для $U_x \leq 500 \text{ В}$ $1 \cdot 10^{-4} U_x$ для $U_x > 500 \text{ В}$

Примечание. Значения погрешности, приведенные в табл.5, реализуются при калибровке прибора 1 раз в 3 месяца и установке нуля прибора 1 раз в 24 часа.

3.3.2. Дополнительные погрешности измерения напряжений, вызванные колебаниями температуры и напряжения сети, определяются соответствующими погрешностями ИКН, которые приведены в табл.2. и п.3.1.5.

3.3.3. Входное сопротивление дифференциального вольтметра не менее $10^9 \Omega$ на всех поддиапазонах.

3.3.4. В режиме измерения напряжения и исследования его неустойчивости индикация приращений напряжения обеспечивается 3-х разрядным цифровым нуль-органом, пределы измерения которого в зависимости от выбранного поддиапазона и чувствительности приведены в табл.6.

Таблица 6

Пределы измерения нуль-органа

Положения переключателя рода работы и чувствительности	Положение переключателя поддиапазонов				
	0,1 V	1 V	10 V	100 V	1000 V
10^{-6}	-	,999 мВ	9,99 мВ	99,9 мВ	999 мВ
10^{-5}	-	9,99 мВ	99,9 мВ	0,999 В	9,99 В
10^{-4}	-	99,9 мВ	999 мВ	9,99 В	99,9 В
V	-	-	99,9 мА	99,9 мА	99,9 мА
мА	-	-	999 В	999 В	999 В

Примечание. В режиме ИКН индикатор нуль-органа регистрирует ток через внешнюю и внутренние нагрузки прибора, а в режиме ИКТ - напряжение на нагрузке и находящаяся в приборе датчике тока.

3.3.5. Основная погрешность нуль-органа при измерении напряжений не превышает $\pm(5 \cdot 10^{-3} U \times + 3 \cdot 10^{-3} U_{\text{по}})$, а его дополнительная погрешность от изменения температуры на каждые 10 К не превышает основной погрешности.

Примечание. Нуль-орган имеет 15%-ое перекрытие предела измерения, при этом единица старшего разряда индицируется индексом "П" (перезгрузка).

3.3.6. Прибор обеспечивает выход сигнала на внешний замыкающий прибор с входным сопротивлением не ниже 1 кОм, при этом диапазону чисел от 000 до 999 индикатора нуль-органа соответствует диапазон напряжений постоянного тока от 0 до ± 1 В с погрешностью, не превышающей $(1,5 \cdot 10^{-2} U_{\text{и}} + 3)$ мВ, где $U_{\text{и}}$ - числовое показание индикатора нуль-органа прибора.

3.3.7. Дополнительная погрешность преобразования цифровой информации нуль-органа, вызванная изменениями температуры в рабочем диапазоне температур, не превышает основной на каждые 10 К.

3.3.8. В режиме измерения напряжения прибор обеспечивает:

а) ослабление внешней помехи параллельного вида частоты питающей сети, приложенной к входным клеммам прибора относительно его корпуса, не менее 100 дБ, при этом напряжение помехи не должно превышать двухкратного значения установленного поддиапазона и не должно быть более 50 В;

б) ослабление внешней помехи параллельного вида постоянного тока, приложенной к входным клеммам прибора относительно его корпуса, не менее 120 дБ, при этом напряжение помехи не должно превышать 500 В.

3.4. Основные технические данные

3.4.1. Защитное устройство прибора обеспечивает отключение

выхода прибора при превышении допустимых уровней выходного параметра и соответствующую индикацию состояния прибора (включая индикацию перегрузки нуль-органа).

3.4.2. Выходные клеммы прибора изолированы от корпуса прибора на рабочее напряжение 1000 В (сопротивление изоляции не менее $1 \cdot 10^9 \text{ Ом}$). Клемме защитного экрана Э изолирована от выходных, входных клемм и корпуса прибора на 500 В (сопротивление изоляции не менее $1 \cdot 10^9 \text{ Ом}$).

3.4.3. Время оамопрогрева прибора 1 ч.

3.4.4. Питание прибора от сети переменного тока частоты 50 $\pm 0,5$ Гц напряжением 220 ± 22 В с содержанием гармоник до 5%.

Потребляемая мощность не более 100 ВА.

3.4.5. Время непрерывной работы прибора 8 часов.

3.4.6. Неработка на отказ 5500 часов.

3.4.7. Средний ресурс прибора не менее 5000 часов.

3.4.8. Средний срок службы прибора 5 лет.

3.4.9. Срок сохраняемости прибора 5 лет в отапливаемых хранилищах и 3 года - в неотапливаемых хранилищах.

3.4.10. Габаритные размеры, мм, не более

- прибора 490x175x475;

- транспортной упаковки 768x521x730.

3.4.11. Масса прибора не более 22 кг.

4. СОСТАВ ПРИБОРА

Состав прибора приведен в табл.7.

Таблица 7

Наименование изделий комплекта	Количество	Примечание
I. В упаковке прибора:		
- ящик укладочный	I	№ I ж
- прибор для проверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12	I	
- кабель соединительный	I	красный
- кабель соединительный	I	черный
- плата ремонтная	I	30 конт,
- щуп игольчатый	2	
- перемычка	12	A=24 мм
- отвертка	I	
- вставка плавкая ВПИ-I 2,0А 250 В	5	
- техническое описание и инотрук- ция по эксплуатации:		
часть I	I	
часть 2	I	
- формуляр	I	
II. В упаковке источника опорного напряжения автономного:		жж
- ящик укладочный	I	№ 2 ж
- источник опорного напряжения автономный	I	
- кабель соединительный	I	красный
- кабель соединительный	I	черный

приводит к появлению сигнала ошибки, который выделяется дифференциальной схемой сразнения стабилизатора и представляет собой разность напряжений $U_{оп}$ и напряжения на сопротивлении R_t . Усиленный сигнал ошибки вызывает изменение проводимости регулирующего транзистора Т1 таким образом, чтобы напряжение на выходе ИКН осталось неизменным.

При достаточной чувствительности усилителя схема следит за тем, чтобы сигнал ошибки был минимальным, и поэтому в идеальном случае падение напряжения на сопротивлении R_t равно $U_{оп}$, а ток через делитель обратной связи равен $U_{оп}/R_t$. Таким образом для рассмотренной схемы выходное напряжение определяется по формуле (I):

$$U_k = U_{оп} \left(1 + \frac{R_n}{R_t} \right) \quad (I)$$

Поскольку схема стремится поддерживать ток через делитель равным $U_{оп}/R_t$, стабилизатор напряжения легко трансформируется в стабилизатор тока путем включения нагрузки вместо плеча R_n делителя.

Усилитель сигнала ошибки имеет 2 ступени усиления.

Усиление низкочастотных составляющих сигнала, включен постоянный ток, обеспечивается усилителем с модуляцией входного сигнала У1.

Высокочастотные составляющие (пульсации) напряжения питания через конденсатор С поступают на вход усилителя У2 с гальваническими связями, усиливаются им и отрабатываются замкнутой системой авторегулирования.

Транзисторы Т1 и Т2 образуют балансный выходной каскад стабилизатора, который улучшает его динамические свойства.

Установка поддиапазона напряжений на выходе ИКН производится изменением сопротивления R_n делителя, а поддиапазона токов — изменением сопротивления резистора R_t . Внутри каждого из установленных поддиапазонов напряжение (ток) регулируется за счет изменения напряжения $U_{оп}$.

Измерение напряжений в режиме дифференциального вольтметра производится путем сражения измеряемого напряжения с опорным при $U_x \leq 10$ В или с выходным напряжением ИКН при $U_x > 10$ В.

В первом случае разностный сигнал усиливается схемой ИКН, выход которого контролируется нуль-органом (таким образом повышается чувствительность нуль-органа).

Во втором случае U_x включается встречно с выходным напряжением ИКН, а их разность регистрируется нуль-органом.

Подробная структурная схема прибора В1-12 приведена в приложении I. На этой схеме показаны следующие основные функциональные узлы прибора:

- управляемый источник опорного напряжения;
- усилитель постоянного тока;
- выходной каскад;
- высоковольтный источник питания;
- делители напряжения и тока;
- преобразователь напряжение-время;
- импульсные делители старших (с.р.) и младших (м.р.) рядов;
- индикаторно-коммутационный блок;
- цифро-аналоговый преобразователь.

Управляемый источник опорного напряжения является метрологически наиболее ответственным узлом прибора.

Им обеспечивается регулирование выходного напряжения (или тока) в пределах шести десятичных разрядов (декад).

Управляемый ИОН выполнен на основе кремниевого стабилитрона с гарантированным временным дрейфом и напряжением стабилизации $9,1 \pm 0,45$ В. С помощью масштабного усилителя напряжение стабилитронов приводится к уровню $E_{оп} = 11$ В (подстройкой коэффициента передачи усилителя обеспечивается установка опорного напряжения прибора). Усилитель и стабилитрон размещены в антином термостате. Масштабное преобразование опорного напряжения (его регулирование) реализуется шестидесятичным импульсным делителем и ключевыми схемами.

В простейшем варианте импульсный делитель представляет собой усредняющее устройство, ко выходу которого периодически подключается делимое напряжение. На рис. 3 приведена схема импульсного делителя напряжения с RC-фильтром в качестве усредняющего устройства и эпюры напряжения, иллюстрирующие работу этой схемы. В этой схеме вход RC-фильтра в течение интервала времени t_1 подключается к $E_{оп}$, а в течение интервала времени t_2 замыкается с общей шиной. Среднее значение выходного напряжения фильтра в этом случае является функцией напряжения $E_{оп}$ и скважности импульсов, управляющих состоянием ключа К.

Среднее значение выходного напряжения равно (2):

$$U_{вых} = E_{оп} \frac{t_1}{t_1 + t_2} = E_{оп} \frac{t_1}{T} \quad (2)$$

Таким образом, точность коэффициента передачи импульсного делителя зависит от стабильности временных интервалов t_1 и t_2 .

В приборе формирование обоих интервалов времени осуществляется путем деления (триггерными счетчиками) частоты F зада-

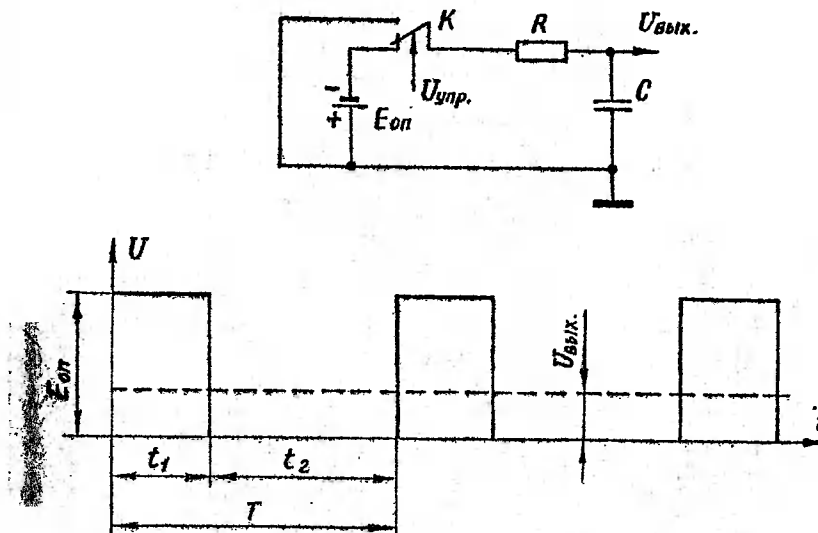


Рис. 3. Масштабное преобразование напряжений импульсным делителем

чего генератора, чем обеспечивается высокая точность их отношения.

Широтно-импульсная модуляция напряжения ИОН осуществляется ключом К2, управляемым сигналами импульсного делителя трех старших разрядов, и ключом К3, управляемым сигналами импульсного делителя трех младших разрядов. Опорное напряжение, преобразованное в последовательность импульсов, длительность которых пропорциональна уровню установленного параметра (тока или напряжения), поступает на RC-фильтр на выходе которого выделяется постоянная составляющая этой последовательности импульсов. При этом амплитуда напряжения младших декад делится в 1000 раз делителем, составленным резистором R2 и частотно- — R3. Преобразованное таким образом напряжение ИОН поступает на один из входов усилителя.

Аналогичное преобразование напряжения ИОН осуществляется ключом К1 и фильтром R1C1, однако это напряжение используется для создания цепи (Д1, Д2) защиты входа усилителя.

Мостовой модулятор М подключает ко входу УПТ поочередно — то источник опорного напряжения, то нижнее плечо Rт делителя, т.е. в установившемся режиме коммутирует два равных по уровню напряжения.

В состав УПТ входит также усилитель модулированного сигнала, демодулятор ДМ, фильтр и широкополосный усилитель.

Выходной каскад обеспечивает усиление сигнала по мощности и согласование выходного сопротивления усилителя с низкоомной нагрузкой.

Регулирующие транзисторы Т3, Т4 соединяются с выходом усилителя через истоковые повторители, выполненные на транзисторах Т2 и Т5.

Выходные напряжения истоковых повторителей создают исходный режим для регулирующих транзисторов таким образом, чтобы разность их токов равнялась нулю при $U_{оп} = 0$.

Выходной каскад прибора содержит также элементы защиты прибора в аварийных ситуациях.

Высоковольтный источник питания обеспечивает питание ИИН (ИКТ) и его регулирование в зависимости от нагрузки. Регулирование питания высоковольтного источника — дискретное через 100 В и осуществляется автоматически в зависимости от установленного уровня напряжения. Регулирование обеспечивается замыканием стабилитронов ДЗ — Д16, включенных последовательно с регулирующим транзистором Т1.

Замыкание стабилитронов осуществляется тиристорами Д31...Д44, каждый из которых включается током источника 70 В, когда напряжение промежутка коллектор-эмиттер транзистора Т1 становится меньше 70 В; если же оно превышает (или равно) 70 В, тиристор (или группа тириستоров) отключается, и избыток напряжения гасится на соответствующем стабилитроне. Скачки напряжения, возникающие в результате замыкания (размыкания) стабилитронов, гасятся емкостью конденсатора С3, а ток заряда конденсатора, протекающий через тиристоры, поддерживает их во включенном состоянии даже в тех случаях, когда ток нагрузки практически отсутствует.

Транзистор Т1, включенный по схеме с общей базой, потенциал которой "фиксируется" источником питания +24 В, улучшает фильтрацию пульсаций высоковольтного источника и принимает скачки напряжения, возникающие при авторегулировании, на себя. При этом напряжение на основном регулирующем транзисторе Т3 не превышает напряжения источника +24 В.

Высоковольтным реле В1 осуществляется отключение источника в аварийных ситуациях и при нажатии кнопки СБРОС. При незначительных по значению токах нагрузки цепь для замыкания токов транзистора Т1 создается источником напряжения 300 В. Этим же напряжением питается параметрический стабилизатор напряжения, выполненный на стабилитроне Д45. Напряжение стабилизации Д45 используется для питания вспомогательного транзистора Т4 выходного каскада.

Делители напряжения и тока обеспечивают расширения диапазона регулирования опорного напряжения путем его масштабного преобразования (в ток или напряжение) и выполнены на основе резисторов из микропровода. Элементы подстройки резисторов делителей 1мА, 10мА, 100мА, 100В и 500В расположены под верхней крышкой прибора. Там же расположены подстроечные резисторы поддиапазонов IV и 0,IV, которые реализуются соответствующим делением (в 10 и 100 раз) выходного напряжения ИКН.

Импульсные делители старших и младших разрядов выполнены идентично и состоят из 3-х декадного счетчика, осуществляющего непрерывный счет импульсов кварцевого генератора, и схемы совпадения кодов. Коды, зависящие от положения переключателей установки напряжения или тока, сравниваются поразрядно с непрерывно изменяющимися состояниями разрядов счетчика с помощью логических схем сравнения. Сформированные таким образом импульсы поступают в управляемый ИОН для дальнейшего формирования и управления ключами широтно-импульсного модулятора старших и младших разрядов.

Нуль-орган прибора представляет собой цифровой вольтметр. Принцип действия цифрового вольтметра основан на преобразовании измеряемого напряжения во временной интервал с последующим его преобразованием в цифровой код. Последовательность информацион-

ных импульсов, формируемая ПНВ, заполняется импульсами генератора, количество которых подсчитывается 3-х декадным счетчиком, расположенным в индикаторно-коммутационном блоке прибора.

Последовательность информационных импульсов с выхода ПНВ поступает также (через развязывающий трансформатор Тр) на схему формирования аналогового сигнала (СФАС) нуль-органа, с целью его регистрации внешним самопишущим прибором. В цифровоаналоговом преобразователе из последовательности информационных импульсов с помощью РС - фильтра выделяется среднее значение измеряемого нуль-органом сигнала, которое через масштабирующий усилитель поступает на выходные клеммы.

Индикаторно-коммутационный блок обеспечивает индикацию установленного и измеряемого параметра. Его основу составляют элементы индикации, 6 декадных переключателей, а также переключатели поддиапазонов и чувствительности, которыми обеспечивается соединение описанных функциональных узлов в необходимой последовательности.

Соединение основных узлов прибора иллюстрируется рис.4.

В режимах ИКН и ИКТ нуль-орган прибора контролирует соответственно ток или напряжение на нагрузке

5.2. Прибор для проверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12

Схема электрическая принципиальная (приложение 2)

Схема электрическая принципиальная прибора В1-12 отражает электрические связи отдельных узлов прибора У1...У12, имеющих самостоятельные схемы. В схему входят органы управления В1-1, В1-2, В2, У3-В2 и У3-В3, органы присоединения Кл1...Кл12, а также элементы, не вошедшие в схемы самостоятельных узлов прибора (выходной каскад ИКН, схема защиты и управления высоко-

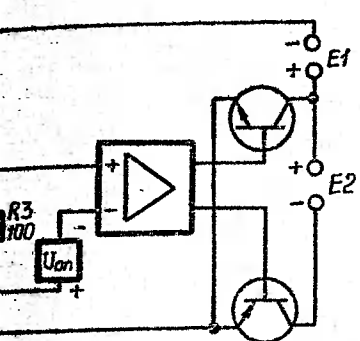
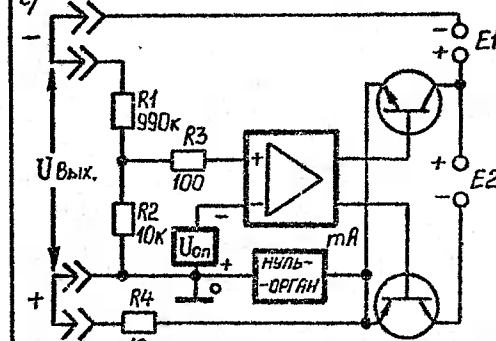
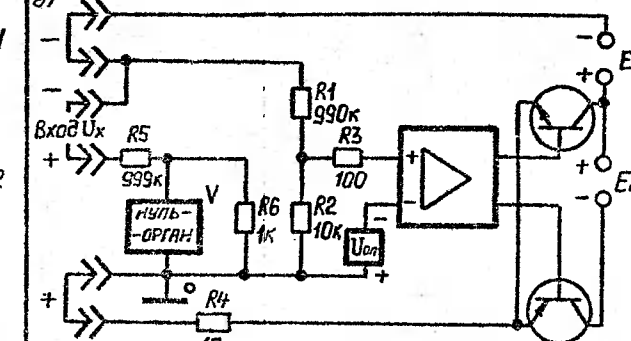
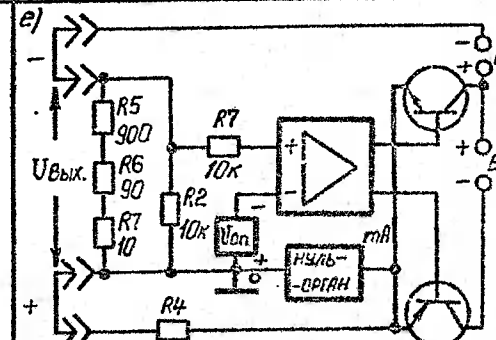
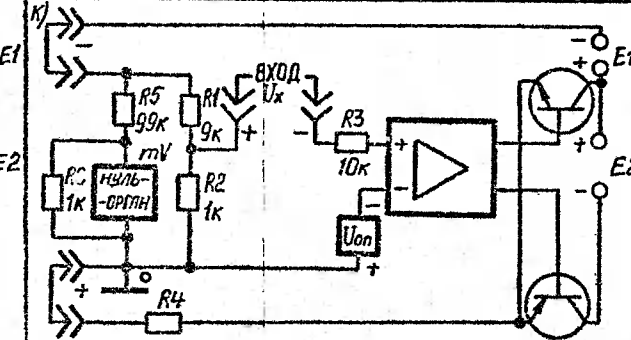
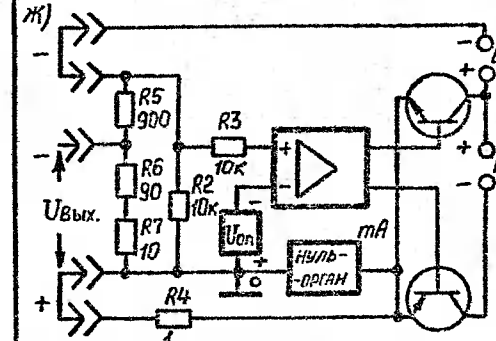
Положения переключателя рода работы и чувствительности.				
mA	V	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
	2) 	3) 	м) аналогично рис. 4з, но $R5=990k$, $R6=10k$	р) аналогично рис. 4з, но $R5=900k$, $R6=100k$
4а, но $R3=1k$	б) аналогично рис. 4з, но $R1=90k$, $R3=1k$	и) аналогично рис. 4з, но $R1=90k$, $R3=1k$, $R4=10m$, $R5=99k$	н) аналогично рис. 4з, но $R1=90k$, $R3=1k$, $R4=10m$, $R5=90k$, $R6=10k$	с) аналогично рис. 4з, но $R1=90k$, $R3=1k$, $R4=10m$, $R5=0$, $R6=100k$
рис. 4а, но $R3=10k$	е) 	к) 	д) аналогично рис. 4к, но $R5=90k$, $R6=10k$	т) аналогично рис. 4к, но $R5=0$, $R6=100k$
уется	ж) 	л) аналогично рис. 4к, но $R2=100\Omega$	п) аналогично рис. 4к, но $R2=100\Omega$, $R5=90k$, $R6=10k$	у) аналогично рис. 4к, но $R2=100\Omega$, $R5=0$, $R6=100k$

Рис. 4. Соединение основных узлов прибора В1-12 в различных режимах работы

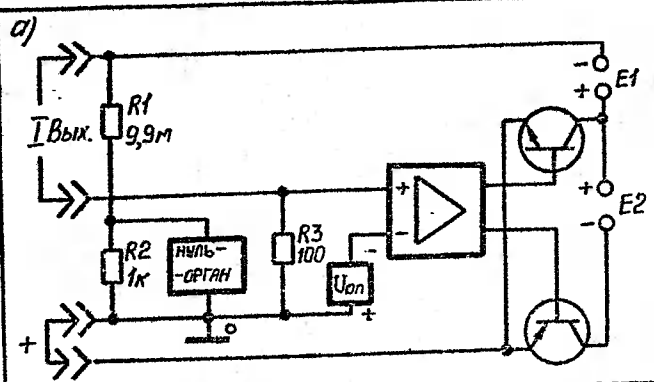
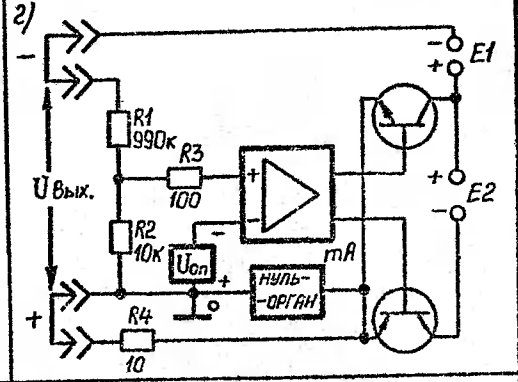
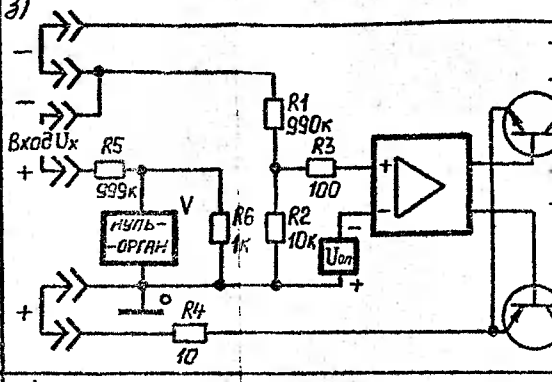
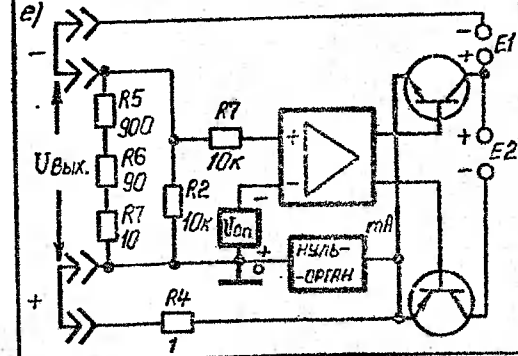
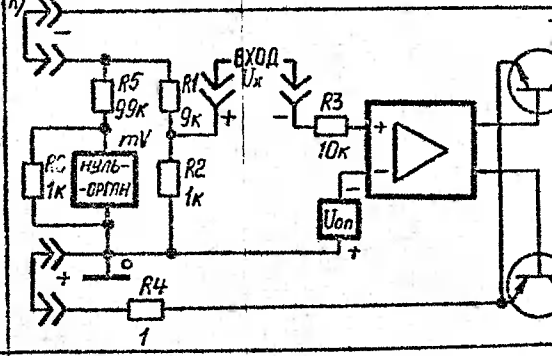
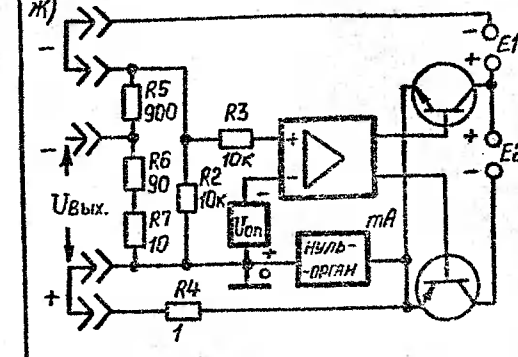
		Положения переключателя рода работы и чувствительности.		
		mA	V	10^{-4}
Положения переключателя поддиапазонов	$\frac{1000V}{100mA}$	а) 	2) 	3) 
	$\frac{100V}{10mA}$	б) аналогично рис. 4а, но $R3=1k$	а) аналогично рис. 4г, но $R1=90k, R3=1k$	и) аналогично рис. 4з, но $R1=90k, R3=1k, R4=10M, R5=99k$
	$\frac{10V}{1mA}$	в) аналогично рис. 4а, но $R3=10k$	е) 	к) 
	1V	Не используется	ж) 	л) аналогично рис. 4к, но $R2=100k$

Рис. 4. Соединение основ.

вольтным блоком питания).

Для присоединения нагрузки в режиме ИКН используются клеммы Кл4...Кл7, при этом минусу выходного напряжения ИКН соответствуют клеммы Кл6 (токовая) и Кл7 (потенциальная), а плюсу - клеммы Кл5 (токовая) и Кл4 (потенциальная).

В режиме ИКТ нагрузка подсоединяется к клеммам Кл7 и Кл6, при этом плюсу напряжения на нагрузке соответствует клемма Кл7, а минусу - клемма Кл6.

Измеряемое напряжение в режиме дифференциального вольтметра подключается плюсом к клемме Кл3, а минусом - к клемме Кл2.

Клеммы Кл9 и Кл10 $\rightarrow$ УПТ используются для подключения источников усиливаемого сигнала. Усиленный сигнал снимается с клемм выхода ИКН.

К клемме Кл1 подключен защитный экран прибора, а клемма Кл8, соединенная с корпусом прибора, используется для подключения измерительного заземления.

Клеммы Кл11 и Кл12 используются для подключения входа внешнего самопишущего прибора.

Органы управления прибором предназначены:

- переключатели УЗ-В2 и УЗ-В3 - для коммутации цепей прибора при переключениях поддиапазонов выходных (входных) параметров, а также поддиапазонов нуля-органа и элементов индикации;

- кнопки В1-2, В1-1 (ПУСК, СБРОС) - для включения и отключения высоковольтного источника питания;

- тумблер В2 (СЕТЬ) - для включения прибора в целом.

На плате П1 расположены элементы подстройки R1...R3 делителя напряжения У2, реализующего поддиапазоны 100 и 1000 V, и элементы подстройки R4...R7 делителя ДН, реализующего поддиапазоны 0,1 и 1 V в режиме ИКН (путем деления выхода ИКН на поддиапазоне 10 V соответственно в 10 и 100 раз).

В режиме дифференциального вольтметра делитель ДН и резистор R2, включенный в цепь обратной связи усилителя, обеспечивает усиление (в 10 и 100 раз) измеряемого напряжения, реализуя чувствительность нуль-органа до 1 мкВ (см.рис.4).

Резисторы R3, R4 и П1-R8 образуют делитель напряжения, измеряемого нуль-органом. Этим делителем, в зависимости от установленной чувствительности (10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}), устанавливается соответствующий предел измерения нуль-органа.

При установке поддиапазона 1000V последовательно с делителем включается резистор R1, чем обеспечивается расширение пределов измерения нуль-органа до 100 В.

Делитель напряжения, выполненный на резисторах R9...R12(П1), обеспечивает деление напряжения на выходе прибора для измерения его нуль-органом в режиме ИКТ.

Основные самостоятельные узлы прибора УЗ...У10 размещены на плате ПЗ, обеспечивающей с помощью разъемов Ш1...Ш9 и печатных проводников электрические связи этих узлов между собой. Кроме этого на плате ПЗ расположены:

- триггер МС3, обеспечивающий синхронизацию фронтов импульсов старших декад;

- выходной каскад ИКН (ИКТ), выполненный по балансной схеме на транзисторах Т1...Т4;

- элементы схем защиты и коммутации высоковольтного источника питания (МС1, МС4...МС6, Т5...Т9).

Схема защиты и коммутации обеспечивает:

- подключение высоковольтного выпрямителя в блоке питания УП1 при превышении напряжением на нагрузке уровня 110-120 В и индикацию этого состояния прибора;

- отключение высоковольтного блока питания при превышении уровня 1060-1160 В на выходе прибора;

- защиту выходного каскада при превышении током нагрузки уровня 110-120мА на поддиапазонах 10 и 100V и уровня 11-14 мА на поддиапазоне 1000V.

Для реализации первых двух задач напряжение с выхода прибора подключено к делителю, резистор верхнего плеча которого расположен в блоке УП1, а нижнее плечо образовано резистором R15 рассматриваемой схемы. С выхода делителя напряжение поступает на вход триггера Шмитта, выполненного на микросхеме МС1. Порог срабатывания триггера регулируется резистором R16.

При достижении напряжением установленного порога происходит срабатывание триггера, а его выходной сигнал поступает через резистор R12 и разъем Ш27 в блок УП1 и подключает высоковольтный источник. Одновременно ключами (Т5, Т6) производит включение индикаторной лампы Л1 ($U > 100V$) и включение реле Р1, контакты которого размыкают резистор R5.

В случае превышения уровня напряжения 1060 В сигнал с нижнего плеча делителя (R15) поступает на вход триггера Шмитта МС4 и вызывает срабатывание последнего. Сигналом триггера МС4 (через Д5, R28 и Т7) R3 - триггер МС6 переводится в другое устойчивое состояние, чем обеспечивается открытие транзисторов Т8, Т9, отключение высоковольтного источника и включение индикаторной лампы Л2 ($\gg$ - перегрузка).

Ток нагрузки, протекая через резистор R1 (или резисторы R1 и R5 - при разомкнутых контактах Р1), создает падение напряжения, которым управляется триггер Шмитта, собранный на МС5. Порог срабатывания триггера устанавливается резистором R33.

При срабатывании триггера МС5 (через Д6, R28 и Т7), также как и в предыдущем случае воздействует на R5 - триггер МС6, обеспечивая отключение высоковольтного источника питания и ин-

дикацию перегрузки.

На плате П4 расположены реле Р1 и Р2, обеспечивающие включение и отключение высоковольтного источника при нажатии кнопок ПУСК и СЕРОС.

Силовые трансформаторы Тр1 и Тр2 обеспечивают совместно с узлами У9, У10 и У11 питание прибора от сети 220 В, 50 Гц.

Конструкция трансформаторов обеспечивает эффективную развязку первичных и вторичных обмоток.

В исходных (нулевых) положениях декадных переключателей на выходах импульсных делителей У4, У7 сигнал отсутствует. При установке любого напряжения (тока) появляются импульсы соответствующей длительности. Однако, искажения импульсов, управляющих работой ключевых схем управляемого ИОН, приводят к дополнительной погрешности в установке выходного напряжения (или тока), носящей систематический характер. Для трех младших декад эта составляющая погрешности ничтожно мала, поскольку напряжения (токи) младших декад формируются путем 1000-кратного деления сигнала ИОН.

Компенсация паразитного напряжения, обусловленного искажениями импульсов опорного источника трех старших декад, осуществляется резистивной цепочкой R19, R23, R26, R27, формирующей напряжение "поправки", которое вводится в источник опорного напряжения У8 (через одноконтakтный разъем Ш2 и сумматор RC-фильтра). Питание цепочки осуществляется выходным напряжением триггера MC2, которым формируется сигнал при установке любого напряжения с участием трех старших разрядов.

В зависимости от требуемой полярности напряжения поправки, питание цепочки осуществляется с прямого (вывод 6) или инвертированного (вывод 8) выхода триггера MC2.

Параметрический стабилизатор R35, Д7 обеспечивает формирование прямоугольных импульсов из синусоидального напряжения питающей сети.

5.3. Блок индикаторно-коммутационный

Схема электрическая принципиальная (Приложение 3)

Индикаторно-коммутационный блок включает в себя:

- шесть индикаторных декад (декады 1...6), предназначенных для установки напряжения управляемого ИОН;
- три индикаторные декады (декады 7...9) нуль-органа;
- переключатели поддиапазонов ИКН, ИКТ, дифференциального вольтметра и нуль-органа (В2 и В3).

Каждая из первых шести декад содержит переключатель В1 на два направления, индикаторную лампу Л1 и две логические микросхемы И-НЕ (МС1, МС2).

Одно из направлений переключателя коммутирует катоды ламп на корпус, осуществляя цифровую индикацию положения переключателя, а другое направление коммутирует входы логических схем, преобразующих входной десятичный код в код 1-2-4-8.

Переключатели первой (старшей) и четвертой декад имеют по 11 положений, причем в 11-м положении лампы 1-ой декады индицируют 10, а лампа 4-ой декады погашена.

Переключатели остальных декад имеют по 10 положений.

Каждая из индикаторных декад нуль-органа содержит счетчик импульсов МС3, дешифратор МС4 и индикаторную лампу Л2.

При подаче на вход Р1 счетчика МС3 напряжения, соответствующего логическому "0", производится счет импульсов, поступающих на вход С1.

Дешифратор МС4 производит преобразование двоично-десятичного кода в десятичный код и коммутацию соответствующего катода

цифровой лампы, осуществляя индикацию числа импульсов.

После прохождения тысячного импульса триггер дополнения емкости счетчика МС6 и транзистор ТЗ коммутируют катод II знаковой лампы Л4 на корпус. Знак II (перезгрузка) при этом соответствует единице четвертого разряда.

Счет импульсов продолжается до поступления команды сброс из ПНВ. Емкость счетчика при этом порядка 1150 импульсов, что обеспечивает 15-ти процентный запас от предела нуля-органа.

Транзисторы Т1, Т2 при подаче команды полярность ПЛКС или полярность МИНУС из ПНВ коммутируют соответствующий катод знаковой лампы Л4, при этом индицируется полярность напряжения на входе нуля-органа.

Переключатели В2 и В3 обеспечивают коммутацию цепей прибора в различных режимах работы, причем 4 направления каждого из них используются для коммутации цепей собственно индикаторно-коммутационного блока, а остальные – для коммутации цепей аналоговой части прибора (род работы, поддиапазоны).

Табл. 6 иллюстрирует размерности и положения запятой в показаниях нуля-органа от положений переключателей В2 (поддиапазоны ИКН) и В3 (род работы и чувствительность).

5.4. Делитель импульсный

Схема электрическая принципиальная (приложение 4 рис.1).

Схема импульсного делителя содержит:

- трехдекадный двоично-десятичный счетчик (МС1, МС3, МС7);
- три декады срабатывания (МС2, МС5, МС9);
- схему суммирования МС4, МС6, МС8-1, МС10 и триггер МС11.

Двоично-десятичный счетчик имеет модуль счета 1100 и содержит два счетчика (МС1 и МС3) с модулем счета 10 и счетчик (МС7, МС8-2, МС8-3) с модулем счета 11.

Декады во всех десятичных разрядах построены по одинаковым схемам. Работа схем представлена осциллограммами рис. 2 приложения 4 ТО1. Совпадение логических состояний каждого двоичного разряда счетчика с соответствующим разрядом управляющей команды, поступающей из индикаторно-коммутационного блока, фиксируется схемами равнозначности. Суммирование сигналов совпадения осуществляется схемами 4 ИЛИ – НЕ (МС4, МС6, МС10, МС8-1), на выходе которых появляется отрицательный импульс на время совпадения кодов.

Формирование импульсов со скважностью, задаваемой кодом команды управления, производится RS – триггером МС11. Триггер устанавливается в состояние "1" отрицательным фронтом импульса переполнения счетчика с частотой $\frac{F}{1100}$, а в исходное состояние "0" – отрицательным фронтом проинвертированного импульса совпадения кодов счетчика и команд управления.

LC-фильтр нижних частот (Др1, С1) обеспечивает развязку по цепям питания микросхем.

5.5. Источник опорного напряжения управляемый.

Схема электрическая принципиальная (приложение 5).

В состав схемы управляемого ИОН входят:

- источник опорного напряжения с масштабным усилителем;

- ключевые схемы импульсных делителей и формирователи управляющих импульсов;

- терморегулятор.

Основу схемы ИОН составляет двухкаскадный параметрический стабилизатор, выполненный на прецизионных стабилитронах. Стабилизатор питается от источника стабильного тока, выполненного по схеме с перекрестными связями на транзисторах Т13, Т14.

Первый каскад стабилизатора выполнен на стабилитронах Д13, Д14, второй каскад (Д1, R1) с целью повышения стабильности выходного напряжения помещен в активный термостат У2.

Выходное напряжение параметрического стабилизатора приводится к уровню II В с помощью усилителя, построенного по схеме линейного стабилизатора (МС1, Т11, Т12). Операционный усилитель МС1 находится в термостате. Коэффициент передачи усилителя определяется соотношением сопротивлений плеч делителя обратной связи ДН и может быть точно подстроен (установка U_{on}) переменными резисторами R22, R23 (плата П1) в процессе настройки или проверки прибора.

Ключевая схема импульсного делителя старших декад выполнена на полевых транзисторах Т1, Т2 (расположены в термостате У2)

Резистором R25 (П1) производится симметрирование сопротивлений транзисторов ключевой схемы в открытом состоянии.

Управление ключевой схемой старших декад осуществляется сигналами формирователя, выполненного на транзисторах Т7, Т8 (П1) и представляющего собой дифференциальный каскад с эмиттерной связью. В свою очередь, транзисторы формирователя управляются сигналами, поступающими на базы с выхода триггера МС1 (П1). В случае, когда транзистор Т7 закрыт (Т8 - открыт), к истоку транзистора ключевой схемы Т1 приложено напряжение II В, а к затвору - равное ему напряжение с выхода повторителя опорного

напряжения, выполненного по схеме масштабного усилителя на микросхеме МС2 и транзисторе Т9 (П1). В результате, напряжение затвор-исток транзистора Т1 равно нулю, что соответствует его открытому состоянию. В это время полевой транзистор Т2 закрыт отрицательным напряжением на затворе. При переходе транзисторов Т7 - в открытое, а Т8 - в закрытое состояние потенциал затвора полевого транзистора Т2 становится равным нулю относительно стока, а потенциал затвора транзистора Т1 - отрицательным. При этом Т1 - закрыт, а Т2 - открыт.

Ключевая схема и формирователь младших декад построены по аналогичным схемам и включают в себя транзисторы Т1...Т4 (плата П1).

Выходные напряжения ключевых схем старших и младших декад, представляющие собой последовательность прямоугольных импульсов отрицательной полярности с амплитудой II В и регулируемой скважностью, суммируются и усредняются пятизвенным RC-фильтром (R1...R7, С1...С5)

Ключевая схема делителя, выходное напряжение которого используется для работы схемы защиты УПТ, выполнена на транзисторах Т5, Т6 (П1), управляемых сигналами формирователя старших декад. Выходное напряжение ключевой схемы усредняется RC-фильтром, расположенным на плате П1 (R6...R8, С1...С4). Стабилитроны Д3, Д4 на выходе фильтра входят в схему защиты УПТ.

Прецизионные цепи ИОН неходятся в термостате, нагрев которого осуществляется постоянным током. Регулирование температуры - двухпозиционное.

Терморезистор R1, расположенный в пазу массивного корпуса термостата и резистор R1 (П3) образуют делитель напряжения.

Напряжению на $R1$ ($ПЗ$), зависящее от температуры в термостате, сравнивается с напряжением на стабилизаторе $D2$ и их разность, усиленная операционным усилителем ($МС1$), определяет состояние триггера Шмитта ($T1, T2$), являющегося пороговым устройством. Упомянутые каскады охемы терморегулятора питаются от стабилизатора тока ($T3, D3, R8$), что уменьшает влияние работы исполнительного элемента на порог срабатывания охемы.

Исполнительный элемент терморегулятора ($T6$), согласованный с триггером Шмитта охемой на транзисторах $T4, T5$, работает в ключевом режиме.

5.6. Усилитель постоянного тока.

Схема электрическая принципиальная (приложение 6)

Усилитель постоянного тока имеет две ступени усиления. Для уменьшения дрейфа усилителя его первая ступень выполнена на основе УПТ с преобразованием входного напряжения.

Преобразование (модуляция) осуществляется мостовым модулятором, выполненным на оптронах $Э1, Э2$. Преобразованное в последовательность импульсов с частотой следования 100 Гц напряжение усиливается двумя дифференциальными каскадами ($МС3, МС4$). Применение в первом каскаде динамической нагрузки ($МС2-3, МС2-4$) обеспечивает высокий коэффициент усиления и низкое выходное сопротивление каскада в режиме микротоков, задаваемом стабилизатором тока ($МС2-1, МС2-2$). Второй каскад ($МС4$) охвачен местной отрицательной обратной связью ($R32, R36$).

Синхронное преобразование импульсного напряжения в постоянное осуществляется мостовым демодулятором ($МС5$) и фильтром $R42, C15$.

Вторая ступень усиления выполнена на основе усилителя с непосредственными связями (повторители напряжения $МС6$ и операционного усилителя $МС7$). Источники повторители ($T3, T4$) обеспе-

чивает устойчивость УПТ в области высоких частот при работе усилителя в замкнутой системе авторегулирования.

Формирователь модулирующих импульсов, выполненный на $МС1, T1, T2$, управляет работой ключей модулятора и демодулятора.

Установка нулевого уровня УПТ производится переменным резистором $R54$.

5.7. Делитель токовый

Схема электрическая принципиальная (приложение 7)

Токовый делитель определяет номинальные значения выходного тока поддиапазонов в режиме ИКТ и набран из высокостабильных, прецизионных резисторов.

Подстройка токового делителя осуществляется резисторами $R1...R3$.

5.8. Преобразователь напряжение-время.

Схема электрическая принципиальная (приложение 8, рис.1)

ПНВ включает в себя:

- формирователь тактовых импульсов;
- формирователь напряжения в интервал времени;
- формирователь сигналов полярности измеряемого сигнала;
- формирователь сигналов полярности ЦАП.

Формирователь тактовых импульсов, обеспечивающий получение прямоугольных импульсов с частотой напряжения питающей сети, состоит из четырех последовательно соединенных логических элементов $2И-НЕ$ микросхемы $МС2$.

Преобразование напряжения в пропорциональный интервал времени осуществляется методом следящего уравнивания этого напряжения линейно-изменяющимся компенсирующим напряжением.

Преобразователь содержит последовательно-параллельный ключ (транзисторы $T1$ и $T2$) на входе предварительного усилителя, дифференциальный усилитель, биполярную ключевую схему (транзисторы $T6, T7$), биполярный источник пилообразного напряжения и се-

лктор временных интервалов.

Предварительный усилитель (МС1, МС3) выполнен для получения большого входного сопротивления по компенсационной схеме с делителем (R8, R12) в цепи обратной связи, обеспечивающим коэффициент передачи, равный 10.

Дифференциальный усилитель выполнен на микросхеме МС4 и транзисторах Т4, Т5, обеспечивающих большое входное сопротивление по инвертирующему входу.

Биполярный источник пилообразного напряжения состоит из стабилизаторов тока положительной и отрицательной полярности, выполненных на транзисторах Т9 и Т10 соответственно, и накопительного конденсатора С6, С7.

Селектор временных интервалов обеспечивает выделение импульсов, длительность которых равна времени разряда накопительного конденсатора С6, С7 и состоит из инвертора полярности (Т8), схемы НЕ-ИЛИ (МС6-3), схемы формирования сигнала сброс по отрицательному фронту тактового импульса (С8, D5, МС5-4, МС5-3) и RS - триггера (МС7-4, МС7-3).

Работа ПНВ поясняется эпюрами напряжений, приведенными на рис.2, приложения 8.

В исходном состоянии неинвертирующий вход предварительного усилителя замкнут открытым транзистором Т1, накопительный конденсатор С6, С7 разряжен. При этом напряжение на входах и выходе дифференциального усилителя равны нулю и стабилизаторы тока биполярного источника пилообразного напряжения отключены запертыми транзисторами Т6 и Т7 ключевой схемы.

В момент времени t_1 противофазными импульсными напряжениями транзистор Т1 закрывается, а Т2 открывается, и усиленное предварительным усилителем напряжение поступает на неинвертирующий вход МС4.

При положительной полярности напряжения U_x выходным напряжением МС4 открывается транзистор Т6. При этом появляется напряжение на стабилитроне D8 и включается стабилизатор тока (Т9) положительной полярности, накопительный конденсатор С6, С7 начинает заряжаться, напряжение U_c увеличивается, а разность напряжений между входами дифференциального усилителя уменьшается.

Заряд конденсатора С6, С7 продолжается до момента времени t_2 , когда при равенстве напряжений U_c и U_x происходит компарирование, при котором выходное напряжение МС4 становится равным нулю и транзистор Т6 закрывается, выключая стабилизатор тока.

В дальнейшем, до момента времени t_3 , напряжение U_c запоминается и остается равным напряжению U_x .

В момент времени t_3 транзистор Т2 закрывается, а Т1 открывается, замыкая вход предварительного усилителя, на выходе которого напряжение становится равным нулю. В результате этого напряжение положительной полярности, приложенное к инвертирующему входу дифференциального усилителя, усиливается и инвертируется, при этом открывается транзистор Т7 и включается стабилизатор тока (Т10) отрицательной полярности. Током Т10 осуществляется разряд конденсатора С6, С7 до момента времени t_4 , когда при $U_c = 0$ происходит компарирование, в результате которого выходное напряжение МС4 становится равным нулю, транзистор Т7 закрывается, выключая стабилизатор тока Т10.

При подаче на вход напряжения U_x отрицательной полярности заряд конденсатора С6, С7 осуществляется током Т10, а его разряд - током Т9.

В результате этого на коллекторах транзисторов Т6 и Т7 образуются разнополярные импульсы длительностью τ_3 и τ_4 , равной соответственно длительности заряда и разряда конденсатора С6, С7, последний из которых выделяется селектором временных

интервалов и используется в качестве информационного.

Импульсы, сформированные вышеописанным способом, поступают на входы схемы ИЛИ для разнополярных импульсов (Т8, МС6-3) и преобразуются в однополярные импульсы той же длительности, которые, поступая на S-вход триггера (МС7-4, МС7-3), устанавливают его задним фронтом в единичное состояние. Импульсом сброс, поступающим на R-вход триггера, последний устанавливается в нулевое состояние. В результате этого на выходе триггера (МС7-4, МС7-3) появляются информационные импульсы, длительность которых пропорциональна измеряемой величине U_x .

Формирователь сигналов полярности выполнен на RS - триггере (МС5-1, МС5-2), схеме И-НЕ (МС6-1) и инверторе МС6-4.

Формирователь сигнала полярности ЦАП, обеспечивающий при положительной полярности преобразуемого напряжения появление на его выходе высокочастотных импульсов заполнения в промежутках между информационными импульсами, содержит генератор высокочастотных импульсов (МС8) и две схемы совпадения МС7-1, МС7-2.

5.9. Преобразователь цифро-аналоговый

Схема электрическая принципиальная (приложение 9)

В схему ЦАП входят:

- схема формирования информационных импульсов;
- схема управления полярностью выходного напряжения;
- фильтр нижних частот;
- масштабирующий усилитель;
- источник питания.

На вход ЦАП (трансформатор Тр1) из блока ПНВ поступают информационные импульсы. Информация о полярности измеряемого нуль-органом напряжения также поступает через Тр1, причем положительной полярности соответствует наличие в паузах между ин-

формационными импульсами высокочастотных импульсов заполнения.

Со вторичной обмотки импульсного трансформатора Тр1 короткий импульс, соответствующий по времени переднему фронту информационного импульса, через формирующий каскад, выполненный на транзисторе МС1-3, взводит RS - триггер (МС2-1, МС2-2) - логическая "1" на выводе 3 МС2-1.

Импульс сброса триггера, поступающий на вход 6 МС2-2 со вторичной обмотки трансформатора Тр1 через формирующие каскады транзисторах Т1 и Т2, по времени соответствует концу информационного импульса ПНВ. В результате этого на выходе RS - триггера (вывод 3 МС2-1) формируются импульсы, длительность которых равна длительности информационных импульсов ПНВ.

Сигнал с выхода триггера через инвертор МС2-3 поступает на входы схем совпадения МС4-1 и МС4-3, сигналы на выходах которых зависят также от полярности измеряемого нуль-органом напряжения.

При положительной полярности высокочастотные импульсы заполнения поступают через инвертор МС2-4 и транзистор МС1-4 в диодном включении на накопительный конденсатор С3, создавая на нем потенциал, открывающий транзистор микросхемы МС1-2, что вызывает закрытие транзистора микросхемы МС1-1.

В результате схема И-НЕ (МС4-1) запирается, а сигналом, возникающим на входе 9 схемы совпадения МС4-3, "разрешается" прохождение информационного импульса ПНВ через последовательно соединенные МС4-3 и МС4-4 на вход фильтра нижних частот с регулируемым коэффициентом передачи (R24, R27, R28, R33, С7, С10).

В случае отрицательной полярности напряжение на конденсаторе С3 практически равно нулю, и транзистор МС1-2 закрыт.

В результате этого схема МС4-3 запирается по входу 9, а схема МС4-1 отпирается по входу 1. При этом информационные импульсы ПНВ через последовательно соединенные МС4-1 и МС4-2 поступают на фильтр нижних частот с регулируемым коэффициентом передачи (R25, R31, R29, R32, C8, C9).

Фильтры нижних частот выделяют постоянную составляющую импульсов, поступающих на их входы. Выходы фильтров подключены к инвертирующему и неинвертирующему входам операционного усилителя МС3.

Резистор R18 служит для установки нулевого значения выходного напряжения при нулевых показаниях цифрового табло нуля органа.

Резисторы R27 и R31 обеспечивают подстройку коэффициента передачи соответственно для положительной и отрицательной полярности выходного напряжения ЦАП.

Питание ЦАП обеспечивается источником, состоящим из выпрямителя (Д1...Д4) и двух параметрических стабилизаторов (Д5, Д6)

5.10. Блок питания (+5 В)

Схема электрическая принципиальная (приложение 10)

На плате блока питания расположены стабилизатор источника +5В, задающий генератор и делители частоты.

Стабилизатор выполнен по компенсационной схеме и содержит регулирующий элемент последовательного типа (Т2, Т4), усилитель постоянного тока (Т3), источник опорного напряжения (Д5), токозадающий транзистор Т1, выпрямитель (Д1...Д4), делитель выходного напряжения R4...R6. Установка выходного напряжения производится переменным резистором R5.

Задающий генератор построен по схеме мультивибратора (МС1-1, МС1-2), синхронизированного кварцевым резонатором ПР1.

Выходное напряжение генератора через инверторы МС1-3, МС1-4 поступает на делители частоты.

Делитель частоты, обеспечивающий выдачу импульсов в блоки У4 и У7, выполнен на микросхеме МС3, представляющий собой двоично-десятичный счетчик с модулем счета 5.

Делитель частоты, обеспечивающий выдачу счетных импульсов в индикаторно-коммутационный блок, представляет собой двоично-десятичный счетчик (МС2) с модулем счета 16, управляемый информационными импульсами из блока ПНВ. При этом на выходе счетчика формируются серии импульсов с числом импульсов, пропорциональным значению измеряемого нуля-органом напряжения.

5.11. Блок питания (+15 В и -23 В)

Схема электрическая принципиальная (приложение 11)

В схему блока питания входят два источника, выполненные по схеме автокомпенсационного стабилизатора напряжения с последовательным регулирующим элементом.

Источник питания с выходным напряжением +15 В содержит выпрямитель (Д9...Д12), регулирующий элемент (Т4...Т6), усилитель постоянного тока (МС2), схему сравнения (R4, R5, R7, Д4).

Источник питания с выходным напряжением -23 В содержит выпрямитель (Д5...Д8), регулирующий элемент (Т1...Т3), усилитель постоянного тока (МС1), схему сравнения (R1...R3, R6, Д2, Д3).

Блок питания имеет также выход на разъем нестабилизированных напряжений +20 и -34 В.

5.12. Блок питания высоковольтный

Схема электрическая принципиальная (приложение 12)

Высоковольтный выпрямитель источника выполнен на диодах Д1...Д4.

Тиристоры Д35...Д48 шунтируют балластные стабилизаторы Д49...Д62 и управляются разностью напряжений коллектор-эмиттер транзисторов Т5, Т6 и вспомогательного источника (Д13...Д16, С7...С11).

В цепях управляющих электродов тиристоры включены токоограничивающие резисторы R3...R16 и защитные диоды Д21...Д34. Для выравнивания рабочих напряжений конденсаторов фильтра С13...С16 включены резисторы R17...R20.

Стабилизаторы Д67, Д68 обеспечивают защиту регулирующих транзисторов Т5, Т6 по напряжению при переключениях поддиапазонов прибора.

Источник питания вспомогательного транзистора выходного каскада ИКН (ИКТ) выполнен по схеме параметрического стабилизатора (R33...R36, Д69) и питается от выпрямителя на диодах Д17...Д20.

Параметрический стабилизатор R21, Д63, Д64 обеспечивает фиксированное смещение на базах транзисторов Т5, Т6.

При напряжении на выходе прибора до 100 В питание ИКН (ИКТ) обеспечивается выпрямителем на диодах Д5...Д8 с конденсаторами С1, С2.

Подключение соответствующего выпрямителя к схеме высоковольтного источника питания производится с помощью реле на герконах В1 и В2.

Управление контактами В1 и В2 производится катушками З1 и З2, включенными в качестве нагрузок триггера Шмитта (Т1 и Т2). Триггер управляется как по входу (через транзистор Т4), так и по цепям эмиттеров. Сигналом (контакт Ш16), соответствующим команде сброс, поступающим на базу транзистора Т3, катушки З1 и З2 обесточиваются и оба выпрямителя отключаются контактами В1 и В2. При отсутствии команды сброс

состояние триггера (Т1, Т2) зависит от сигнала на базе транзистора Т4. Так, например, при выходном напряжении ИКН до 100 В транзисторы Т4 и Т1 заперты, а Т2 открыт. При этом замкнут контакт В2.

Дроссель Др1 и конденсатор С18 обеспечивает фильтрацию выбросов напряжения, поступающего на выходной каскад ИКН (ИКТ).

5.13. Конструкция прибора

Прибор относится к приборам настольного типа в стандартизованном корпусе. За основу конструкции принят функционально-узловой метод компоновки с максимальным использованием печатного монтажа и применением разъемов. Для большинства печатных плат применен кассетный способ крепления.

Межплатный электрический монтаж выполнен, в основном, с помощью печатной соединительной платы, изолированной электрически от корпуса и укрепленной на двух несущих стенках, расположенных на электрических изоляторах. К отдельным точкам схемы монтажные провода подсоединяются с помощью разъемных контактов.

В качестве переключателей электрических цепей применены печатные переключатели с многоточечными подвижными контактами. Переключатели конструктивно совмещены с индикаторно-коммутационной платой.

Основные узлы и цепи прибора (аналоговая часть) защитным экраном отделены от корпуса прибора.

Узлы аналоговой части электрически изолированы от защитного экрана и корпуса прибора.

Защитный экран также электрически изолирован от корпуса прибора.

Конструкцией прибора предусмотрен доступ к органам

управления при периодической подстройке прибора без нарушения общего пломбирования.

В приборе имеются электрические блокировки первичной обмотки высоковольтного трансформатора.

При снятии верхнего экрана или нижней крышки (независимо от верхней) отключается питание высоковольтного трансформатора.

Конструкцию прибора составляют следующие основные узлы (см.рис.5):

- лицевая панель - поз.13;
- задняя панель - поз.6;
- плата индикаторно-коммутационного блока - поз.14;
- блок питания +5В - поз.17;
- блок питания +15 и -23 В - поз.1;
- блок питания высоковольтный - поз.7;
- трансформатор - поз.3;
- трансформатор высоковольтный - поз.5;
- делитель импульсный (2 шт.) - поз.16;
- источник опорного напряжения - поз.4;
- делитель токовый - поз.8;
- делитель напряжения - поз.10;
- усилитель постоянного тока - поз.11;
- преобразователь напряжение-время - поз.15;
- преобразователь цифро-аналоговый - поз.2;
- преобразователь масштабный МПМ-I-поз.9;
- соединительная печатная плата - поз.18,

На лицевой панели прибора расположены (см.рис.6):

- тумблер СЕТЬ;
- кнопочный переключатель СБРОС, ПУСК;

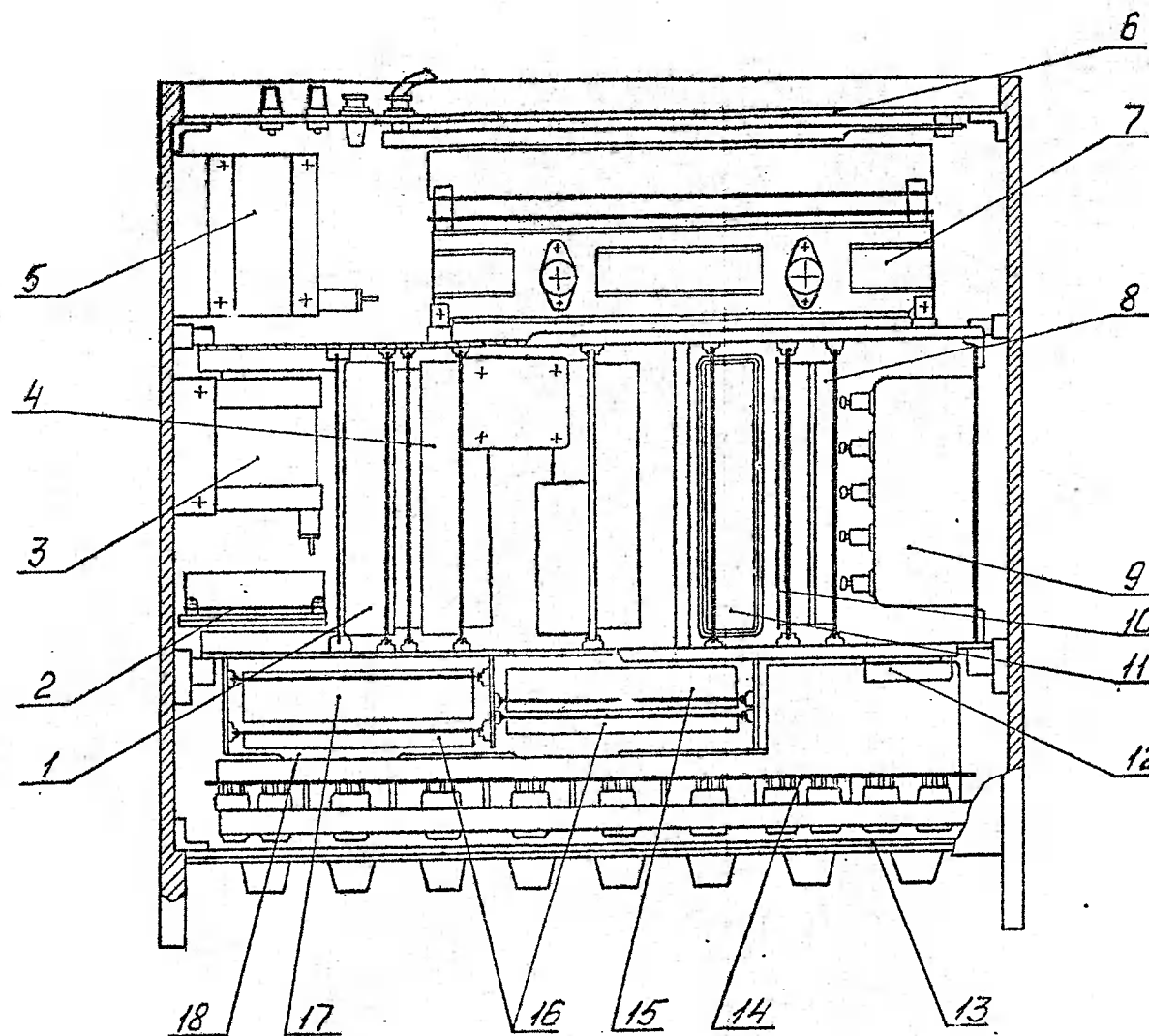


Рис.5 Вид прибора сверху при снятой крышке

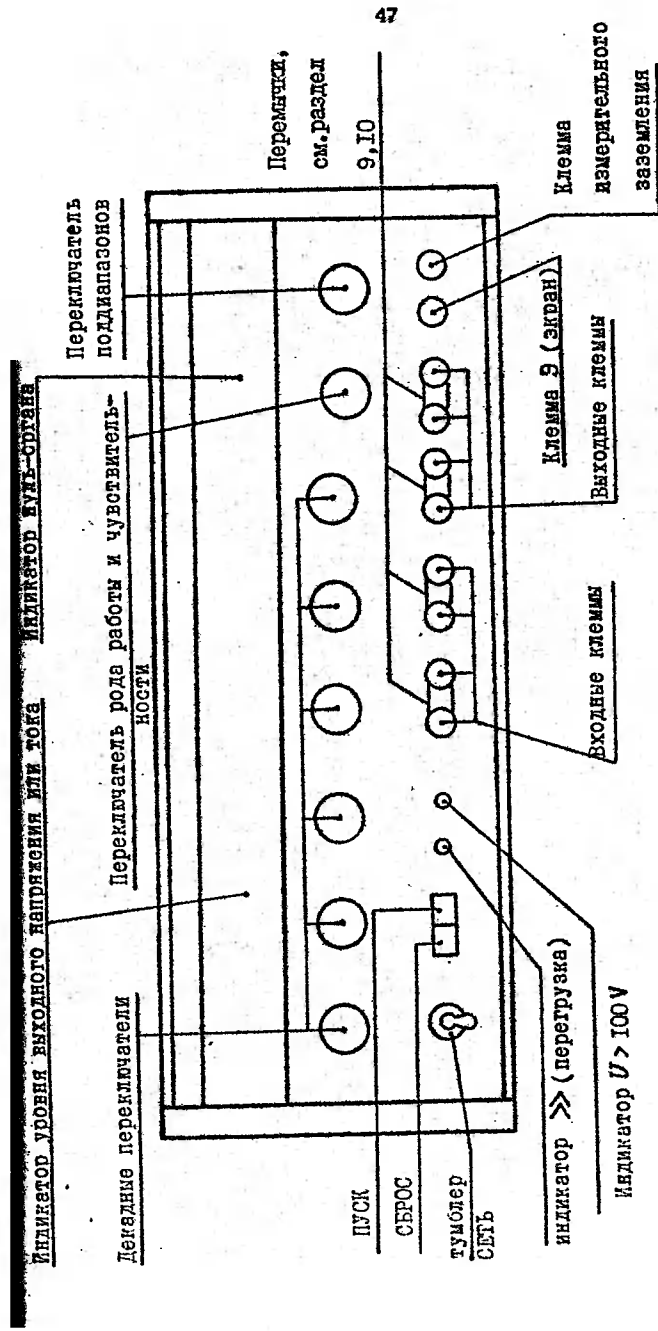


Рис. 6. Лицевая панель прибора

48

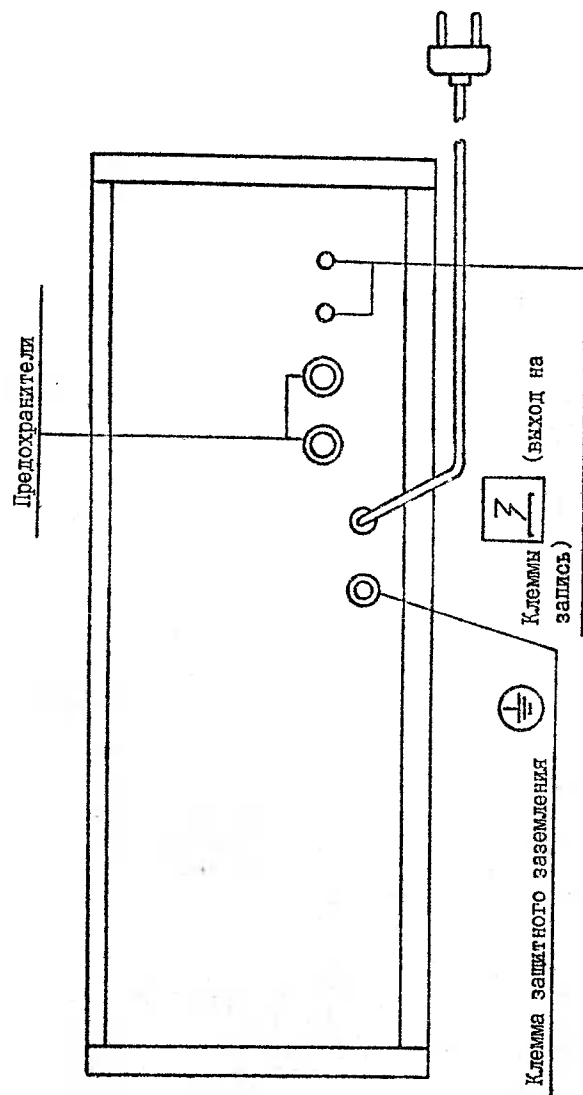


Рис. 7. Задняя стенка прибора

49

- декадные переключатели;
 - переключатель рода работы и чувствительности;
 - переключатель поддиапазонов;
 - индикатор $\gg$ (перегрузка);
 - индикатор $U > 100 \text{ В}$;
 - входные и выходные клеммы, клемма Э (экран) и клемма измерительного заземления;
 - индикатор уровня выходного напряжения или тока;
 - индикатор нуль-органа.
- На задней стенке прибора находятся (см. рис. 7):
- клемма защитного заземления;
 - предохранители;
 - клеммы  (выход на самоспишущий прибор).

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На лицевой панели нанесены наименование и тип прибора, на задней - номер и год выпуска.

Пломбирование прибора производится четырьмя заводскими пломбами в местах крепления крышек со стороны задней стенки.

Верхняя крышка прибора пломбируется технологическими пломбами.

Нарушение технологических пломб не снимает гарантий завода-изготовителя. Под верхней крышкой прибора расположены основные элементы калибровки. Их маркировка нанесена на верхней крышке

защитного экрана, которая дополнительно пломбируется заводскими пломбами.

7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. Перед вводом прибора в эксплуатацию необходимо проверить заполнение таблицы формуляра "Сведения о хранении" и сделать отметку в формуляре о начале эксплуатации в таблице "Учет работы".

Незаполнение потребителем в период гарантийного срока эксплуатации таблиц "Сведения о хранении" и "Учет работы" является нарушением правил эксплуатации и прекращает действие гарантийных обязательств.

7.2. При вводе прибора в эксплуатацию после транспортирования, ремонта или длительного хранения произведите поверку и аттестацию прибора в соответствии с разделом ПОВЕРКА ПРИБОРА.

Не допускается пользоваться прибором с пропущенным сроком поверки.

7.3. Для восстановления работоспособности прибора после его пребывания в условиях повышенной влажности, выдержите прибор в нормальных условиях не менее 24 ч., после чего проведите калибровку делителей прибора (регулировки 0,1, 1, 100 и 500 V).

При использовании прибора для наиболее точных исследований дрейфовых характеристик объектов следите за тем, чтобы в питающей сети отсутствовали резкие перепады напряжения, обусловленные включением и выключением мощных потребителей энергии (например, станков), и не выключайте в результате измерения дрейф за первые 10-15 мин. после установки выходного напряжения.

8. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу 01.

К работе с прибором могут быть допущены лица, аттестованные для работы с высоким напряжением, прошедшие инструктаж о

мерах безопасности при работе с радиоизмерительными приборами и изучившие техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

Перед включением прибор должен быть заземлен.

ВНИМАНИЕ!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА БЕЗ ЕГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Помните, прибор является источником высокого напряжения (до 1100 В), поэтому при эксплуатации прибора будьте особенно внимательны. Выходные клеммы прибора изолированы от корпуса и на них относительно корпуса может быть высокое напряжение. Все необходимые переключения в измерительных схемах разрешается производить только при отключенном от сети приборе или при нажатой кнопке СЕРОС.

Превышение выходным напряжением значения 110-120 В индицируется предупредительным световым сигналом ($U > 100$ В).

При проведении операций калибровки необходимо пользоваться только специальной отверткой, прилагаемой к прибору (изолированной на 1000 В).

В приборе имеется защитное устройство, отключающее его выход в аварийных ситуациях (коротком замыкании в режиме ИКН и снятии нагрузки в режиме ИКТ).

Выходные клеммы прибора в любой момент могут быть обесточены нажатием кнопки СЕРОС с соответствующей индикацией этого состояния прибора.

При разборке прибора (удалении верхней крышки защитного экрана и нижней крышки прибора) специальными контактами блокируется питание высоковольтного блока.

Помните, что при работе прибора в режиме ИКТ отключение нагрузки приводит к возрастанию выходного напряжения до 1000 В, поэтому ее отключение (подключение) должно производиться при нажатой кнопке СЕРОС.

При разборке прибора блокировка отключает только высоковольтный трансформатор. Цепи с напряжениями до 250 В остаются включенными.

9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

9.1 Общие указания

Основные органы управления, присоединения и индикации определены и показаны на рис.6 и 7.

Перед эксплуатацией прибора заземлите его, для чего соедините клемму защитного заземления с заземленным зажимом питающей сети.

Тумблер СЕТЬ установите в положение выключено, а переключатели в исходное положение: декадные - в нулевое (крайнее левое), переключатель поддиапазонов в положение IOV, переключатель рода работы и чувствительности в положение V.

Замкните перемычками клеммы $\ominus U$, $\ominus UPT$, $\ominus U -$ (токовую с потенциальной), $\ominus U +$ (токовую с потенциальной) и последние с клеммой Э.

Нажмите кнопку СБРОС и присоедините сетевой кабель к прибору.

Произведите необходимые соединения выхода (входа) прибора с нагрузкой (с исследуемым источником), руководствуясь указаниями последующих пунктов.

9.2. Соединение прибора с нагрузкой в режиме ИКН

При работе на поддиапазонах 0, I и IV нагрузку подключите к клеммам $\ominus 0...IV$. На остальных поддиапазонах подключение нагрузки производите к токовым клеммам $\ominus U$. При этом следует помнить, что падение напряжения на соединительных проводах

может существенно исказить результаты измерения, поэтому при незначительных токах нагрузки и длине соединительных проводов подключение нагрузки производите следующим образом:

- нажмите кнопку СБРОС;
- уберите закорачивающие перемычки между выходными клеммами;
- соедините клеммы +Т и +П с выводами положительной полярности нагрузки, используя для этой цели скрученную пару изолированных проводов;
- аналогично соедините с нагрузкой клеммы -Т и -П.

ВНИМАНИЕ! I. Следите за тем, чтобы однополярные клеммы соединялись с нагрузкой на одном ее конце при соответствующей полярности, в противном случае возможны потеря работоспособности прибора или даже выход прибора из строя.

2. Максимально допустимая разность потенциалов между однополярными клеммами (потенциальной и токовой) не должна превышать 0,5 В.

9.3. Соединение прибора с нагрузкой в режиме ИКТ

При использовании прибора в режиме ИКТ опинимте перемычку с клемм $\ominus U$ и перемычку, соединяющую клеммы -Т и -П. Нагрузку включите между токовой и потенциальной клеммами стрелочной полярности $\ominus I$.

9.4. Использование защитного экрана

Использование защитного экрана Э позволяет существенно ослабить влияние помех общего вида.

В большинстве практических случаев необходимо соединять защитный экран (клемму Э) с зажимом заземления нагрузки и только в том случае, когда влияние помех незначительно или не имеет существенного значения, его можно соединить с зажимом заземления прибора.

Примечание. Наименьший уровень переменных составляющих на выходе прибора реализуется при соединении одной из выходных клемм прибора с клеммами 3 и измерительного заземления.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. Общие указания

В зависимости от условий эксплуатации и режима работы прибора выполните необходимые операции раздела 9, после чего вставьте вилку сетевого кабеля в розетку, включите прибор тумблером СЕТЬ и прогрейте его в течение 1 ч.

Установите нуль прибора, для чего:

- декадные переключатели установите в нулевое положение, переключатель поддиапазонов - в положение IV, а переключатель рода работы и чувствительности - в положение 10^{-6} ;
- клеммы $\ominus U$ замкните перемычкой;
- однополярные клеммы выхода прибора (потенциальные и токовые) замкните между собой и одну из них соедините с клеммой 3;
- нажмите кнопку ПУСК и по нулевому показанию нуль-органа регулировкой нуля (доступ через верхнюю крышку прибора) установите нулевое напряжение на выходе прибора.

ВНИМАНИЕ! 1. Во избежание нарушения работоспособности прибора рекомендуется:

- переключения поддиапазонов и режимов работы производить при нажатой кнопке СЕРОС;
- перед нажатием кнопки ПУСК на поддиапазонах 100 и 1000 V переключатели старших декад установить в нулевое положение.

Если длительно не использовались поддиапазоны 0,1 и IV, необходимо нажать кнопку СЕРОС и повернуть несколько раз до упора переключатели поддиапазонов и рода работы. Этим обеспечивается ослабление влияния переходного сопротивления переключателя на точность установки напряжения.

2. При нажатой кнопке СЕРОС на выходе прибора присутствует остаточное напряжение не более 15 В при сопротивлении источника не менее 5 МОм.
3. Во избежание нечеткого срабатывания кнопки ПУСК, не следует, даже случайно, при ее нажатии задерживать возврат кнопки СЕРОС. Если таковое имело место и индикатор не погас, необходимо произвести повторное нажатие кнопок СЕРОС и ПУСК. После длительного хранения целесообразно при выключенном приборе произвести последовательно 10-15 нажатий кнопок ПУСК и СЕРОС.

10.2. Работа прибора в режиме ИКН и ИКТ.

Выполните операции подраздела 10.1, подключите нагрузку.

Установите требуемый поддиапазон работы прибора. Нажмите кнопку ПУСК.

Декадными переключателями установите требуемое значение параметра (тока или напряжения).

ВНИМАНИЕ! При загорании индикатора » нажмите кнопку СЕРОС и устраните причину перегрузки, после чего вновь нажмите кнопку ПУСК.

Перед работой в режиме ИКТ обязательно опните перемычку с клемм $\ominus U$, в противном случае значительно увеличивается погрешность на поддиапазонах 10 и 100 мА.

- Примечания:
1. В режиме ИКН индикатор нуль-органа регистрирует ток нагрузки, а при использовании поддиапазонов 0,1, 1 и 10V дополнительно ток через встроенный делитель с суммарным сопротивлением 1 кОм.
 2. В режиме ИКТ индикатор нуль-органа регистрирует напряжение на выходе прибора, которое с точностью 1-1,5% равно напряжению на нагрузке.
 3. Индикатор $\gg$ загорается при нажатии кнопки СБРОС и при перегрузке прибора по выходному параметру.

10.3. Работа прибора в режиме дифференциального вольтметра

Выполните операции подраздела 10.1.

Установите требуемый поддиапазон и подключите к клеммам

⊕ U источник исследуемого напряжения.

Установите чувствительность 10^{-4} нуль-органа и декадными переключателями, по показаниям нуль-индикатора, добейтесь компенсации измеряемого напряжения.

Отсчет показаний производите по индикаторам декадных переключателей.

При измерении и исследовании напряжений до 10 В с максимальной чувствительностью (10^{-5} , 10^{-6}), напряжения от источников с высоким уровнем пульсаций (переменных составляющих) необходимо подавать на вход прибора через RC-фильтр.

При работе на внешний самописец присоедините его к клеммам

Σ и установите требуемый предел измерения самописца.

10.4. Поверка цифровых вольтметров

Цифровые вольтметры, погрешность которых (в режиме измерения напряжения постоянного тока) равна или превышает (0,015-0,02)% могут быть поверены путем непосредственного измерения напряжения ИКН с последующей оценкой погрешности вольтметра.

Установка опорного напряжения прибора $U_{оп}$ по мере ЭДС более высокого класса, чем входящий в комплект поставки прибора автономный источник опорного напряжения, позволяет снизить погрешность прибора. Для определения основной погрешности прибора в этом случае необходимо к его погрешности относительно меры ЭДС прибавить погрешность меры ЭДС. Например, установка $U_{оп}$ прибора по мере ЭДС, значение которой известно с точностью 0,0015% (соответственно аттестованный ненасыщенный нормальный элемент типа Х485), позволяет реализовать поверку

цифровых вольтметров класса 0,005%.

Установка опорного напряжения прибора может быть проведена путем измерения напряжения образцового источника в режиме дифференциального вольтметра или путем сравнения напряжения, установленного на выходе прибора с напряжением образцового источника по внешнему нуль-органу.

В силу конструктивных особенностей прибора разница в установке абсолютного уровня напряжения (тока) при использовании этих способов может достигать 0,001%. В тех случаях, когда эта ошибка имеет существенное значение, необходимо использовать первый способ при эксплуатации прибора в режиме вольтметра и второй — в режиме калибратора.

Установку $U_{оп}$ по нормальному элементу или любой другой мере ЭДС напряжением менее 5 В целесообразно проводить с использованием блока поверки:

- подготовьте прибор к работе в соответствии с п.10.1;
- в соответствии с инструкцией по эксплуатации блока поверки подготовьте его к работе, установив рабочий ток через его резисторы по нормальному элементу соответствующего класса;
- снимите перемычку с клемм $\oplus U$ прибора и подключите к ним клеммы $\ominus$ блока поверки, установив на выходе блока напряжение 10 В;
- декадными переключателями прибора установите напряжение 10 В (поддиапазон 10 В);
- нажмите кнопку ПУСК;
- регулировкой $U_{оп}$ (под верхней крышкой прибора) добейтесь нулевого показания нуль-органа при чувствительности 10^{-6} .

При эксплуатации прибора в режиме ИКП, установку $U_{оп}$ целесообразно проводить путем сравнения напряжения меры ЭДС и

равного ему напряжения, установленного на выходе прибора с помощью внешнего нуль-органа (цифрового вольтметра, потенциометра), обеспечивающего выравнивание сравниваемых напряжений с точностью не хуже 10^{-6} .

Периодичность установки $U_{оп}$ может быть определена по диаграмме записи дрейфа установленного уровня выходного напряжения за 8 часов (см. формуляр прибора).

В тех случаях, когда возможно раздельное определение схемной погрешности цифрового вольтметра (погрешности относительно меры ЭДС), она может быть оценена с высокой точностью, поскольку в этом случае реализуется погрешность прибора В1-12 относительно меры ЭДС.

Практически такая поверка реализуется установкой опорного напряжения поверяемого вольтметра и прибора В1-12 по одной и той же мере ЭДС и, в частности, установкой опорного напряжения поверяемого вольтметра по установленному напряжению прибора В1-12 или же наоборот.

Например, на выходе прибора В1-12 устанавливается напряжение 10 В и регулировкой его опорного напряжения добиваются соответствующего показания (10 В) цифрового вольтметра. Далее поверка производится в обычном порядке.

Поверка цифровых вольтметров самого высокого класса (0,001-0,003) может быть реализована при использовании блока поверки.

Блок поверки используется в этом случае в качестве регулируемого источника опорного напряжения, и подключается к клеммам $\oplus$ УПТ прибора В1-12, выполняющего функции буферного усилителя с коэффициентами передачи 0,01, 0,1, 10 и 100 и обеспечивающего таким образом масштабное преобразование напряжения блока поверки. Погрешность преобразования может быть оценена и оперативно устранена с точностью до (0,0003-0,0006)% регулировками 0,1,

1, 100 и 500 В, расположенными под верхней крышкой прибора.

Проверка высокоточных вольтметров может проводиться также путем оценки погрешности прибора В1-12 в соответствии с разделом 13 данного описания, когда ошибка в установке выходного напряжения может быть выявлена и исключена с точностью до (0,0004-0,001)%.

10.5. Дополнительные возможности прибора

10.5.1. Измерение сопротивлений и коэффициентов деления резистивных делителей

Подключите измеряемый резистор к выходу ИКТ и установите через резистор такое значение тока, при котором можно измерить напряжение на резисторе доступным способом с наивысшей точностью. Для измерения напряжения можно использовать второй прибор В1-12, работающий в режиме дифференциального вольтметра.

Схема измерения сопротивления может быть эффективно использована для подгонки резисторов, особенно таких, от которых требуется высокая точность их отношения.

Измерение коэффициентов деления резистивных делителей производите при использовании двух приборов В1-12. Одним из приборов осуществите подачу напряжения на измеряемый делитель, вторым, работающим в режиме дифференциального вольтметра, производите измерение напряжения на входе и выходе делителя.

При соотношении сопротивлений плеч делителей не более 10 может быть реализована точность измерения коэффициентов деления не хуже 0,0005%.

10.5.2. Измерение коэффициентов передачи усилителей постоянного тока

Подайте на вход УПТ требуемое значение входного сигнала с выхода ИКТ и определите приращение напряжения на выходе усилителя.

Вычислите коэффициент усиления усилителя как отношение приращения напряжения на его выходе к величине поданного на вход калиброванного напряжения.

10.5.3. Использование прибора В1-12 в качестве усилителя постоянного тока

Удалите перемычку между клеммами $\oplus$ УПТ и соедините ее клемму $\oplus$ УПТ с клеммами положительной полярности выхода прибора и клеммой Э, а если позволяет источник усиливаемого сигнала, то и с клеммой защитного заземления.

К клеммам $\oplus$ УПТ подключите источник усиливаемого сигнала. Выходное напряжение снимайте с выходных клемм в обычном порядке, его полярность соответствует обозначенной на передней панели прибора. Коэффициент усиления усилителя равен 1, 10 и 100 на поддиапазонах 10, 100 и 1000 В соответственно.

При включении прибора в режим ИКТ он может быть использован как преобразователь напряжение-ток. Выходной ток при этом равен $K \cdot U_{вх}$,

где K — масштабный коэффициент, принимающий значения 0,1, 1 и 10 на поддиапазонах 1, 10 и 100 мА соответственно.

Входное напряжение $U_{вх}$ при этом должно быть не более 10 В.

Погрешность коэффициентов передачи усилителя не превышает 0,005% на поддиапазонах 10, 100 и 1000 В и 0,02% на поддиапазонах 1, 10 и 100 мА.

10.5.4. Измерение токов

Измерение токов осуществляется дифференциальным методом, путем компенсации измеряемого тока током ИКТ.

Для измерения тока:

- подготовьте прибор к работе в режиме ИКТ;
- соберите схему измерения тока в соответствии с рис.8;

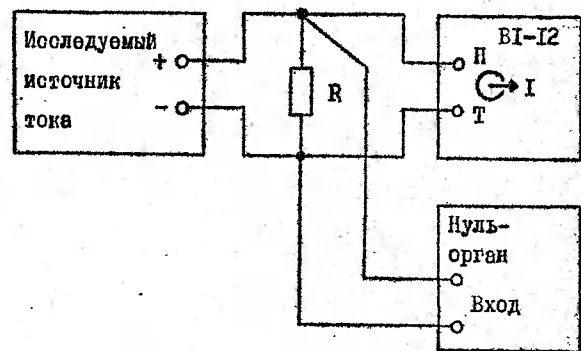


Рис. 8. Схема измерения тока

- декадными переключателями прибора BI-I2 установите ток такой величины, чтобы добиться нулевого показания нуль-органа (в качестве которого удобно использовать цифровой вольтметр или прибор BI-I2);

- по положением переключателей BI-I2 определите величину измеряемого тока.

Примечание. Сопротивление резистора R должно выбираться таким, чтобы реализовать максимальную чувствительность нуль-органа.

II. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

II.1. Перечень характерных неисправностей

В табл.9 приводится перечень характерных неисправностей, а также рекомендуемые методы их выявления и устранения.

Таблица 9

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
1. Не светятся индикаторные лампы и не устанавливаются напряжения на выходе.	Перегорел предохранитель. Неисправен сетевой кабель.	Замените предохранитель. Замените кабель.
2. Напряжение на выходе ИКН устанавливается при полном отсутствии индикации.	Неисправен источник питания индикаторных ламп.	Отыщите и устраните неисправность.
3. На выходе ИКН не устанавливаются напряжения выше 110-120 В.	Неисправен высоковольтный источник питания. Неисправна схема включения высоковольтного источника питания.	Неисправные элементы замените. Проверьте элементы триггера Шмитта и исполнительных реле, неисправные элементы

Продолжение табл.9

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
4. Напряжение (ток) на выходе ИКН (ИКТ) не зависит от положения декадных переключателей.	Вышел из строя выходной каскад. Неисправны источники питания +5В и -23В блоков У9, У10. Неисправен кварцевый генератор.	замените. Уточните неисправность и устраните.
5. Устанавливаются только напряжения трех младших разрядов.	Вышел из строя импульсный делитель старших разрядов (У4). В блок У4 не поступает питание +5В или импульсы из блока У10.	Уточните неисправность и устраните.
6. Устанавливаются только напряжения трех старших разрядов.	Аналогично п.5, но только для блока У7.	Уточните неисправность и устраните.
7. Не производится индикация напряжения на табло нуль-органа (в индикаторно-коммутационном блоке).	Неисправен ПНВ(У5). Вышла из строя цифровая часть нуль-органа (счетчик, дешифратор и т.д.).	Проверьте работу ПНВ по эппрам напряжений в контрольных точках, замените неисправные элементы.

Продолжение табл.9

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
8. При нажатии кнопки СБРОС не снимается напряжение с выходных клемм прибора.	Вышел из строя триггер (МС6, схема электрическая принципиальная прибора В1-12).	Замените микросхему.
9. Выходные напряжения и токи воспроизводятся со значительной погрешностью.	Неисправен термостат или элементы схемы источника опорного напряжения (У8). Неисправны транзисторные ключи Т1, Т2 в термостате управляемого ИОН.	Разберите термостат, выявите и устраните неисправность, после чего обязательно установите $U_{оп}$ прибора. Замените транзисторы в соответствии с указаниями п. II.2.
10. Порог срабатывания устройства защиты не соответствует нормированным значениям.	Изменились параметры пороговых устройств защиты.	Отрегулируйте пороговые устройства в соответствии с п. II.3.

II.2. Указания по замене термостатированных транзисторов управляемого ИОН

Транзисторы Т1, Т2, находящиеся в термостате, отбираются по сопротивлению промежутка сток-исток в открытом состоянии транзистора (обычно 30-60 Ом). Разница указанных сопротивлений у Т1, Т2 не должна превышать 2-3 Ома.

Измерение сопротивлений осуществляйте ампервольтметром Р386 (Ф30) на пределе измерения 100 Ом (1 кОм).

Контролируемый транзистор выводами сток и исток подключайте к измерительному прибору, причем затвор транзистора должен быть соединен с его истоком (условие открытого состояния транзистора).

Отобранную пару транзисторов установите в термостат, после чего проведите калибровку напряжения опорного источника (установку напряжений 5V и U_{оп}).

ВНИМАНИЕ! В термостате помещен стабилитрон типа КС191Р с нестабильностью 0,001% за 8 ч., замена которого на стабилитрон с другими характеристиками не допускается.

II.3. Регулировка порога срабатывания устройства защиты прибора от перегрузок

Регулировка порога срабатывания защиты при перегрузке по току обеспечивается резистором R33 ($I_{\text{ток}}$). Им добиваются отключения выхода прибора при токе нагрузки в пределах 110-120 мА на любом из поддиапазонов 10 или 100 В.

Резистором R20 ($U > 1100 \text{ В}$) устанавливается порог срабатывания защиты при превышении выходным напряжением значения 1060-1160 В.

Напряжение, при котором загорается индикатор $U > 100 \text{ В}$, устанавливается резистором R16 ($U > 100 \text{ В}$) в пределах 110-120 В. Доступ к указанным регулировкам имеется со стороны нижней крышки

прибора.

ВНИМАНИЕ! Все регулировки проводить только при соединенных клеммах выхода +Н и +Т с клеммами Э и защитного заземления.

12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

12.1. Перечень и периодичность профилактических работ

Техническое обслуживание прибора сводится к соблюдению правил эксплуатации, хранения, транспортирования, изложенных в данном описании, к устранению мелких неисправностей и периодической калибровке и поверке прибора.

Через каждые 3 месяца проводится калибровка прибора в режиме ИКН в соответствии с п.12.2.

Через каждые 6 месяцев проводится калибровка токозадающих резисторов 1 мА, 10 мА, 100 мА и калибровка ПНВ.

Калибровку следует проводить также после длительного хранения, транспортирования, ремонта, а также после пребывания прибора в условиях повышенной влажности. В последнем случае прибор выдерживается в нормальных условиях не менее 24 ч., из них последние 8 ч. во включенном состоянии.

Не реже одного раза в 6 месяцев осуществляется поверка прибора в соответствии с разделом 13.

Один раз в год, а также при распаковке и после окончания гарантийного срока проводится контрольно-профилактический осмотр прибора, при котором проверяются органы управления, надежность крепления узлов прибора, плавность хода органов регулирования и управления, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий и производится продувка узлов прибора сухим воздухом.

с целью удаления пыли, грязи и т.п.

12.2. Калибровке прибора

Подготовьте прибор к работе в соответствии с п.9.1, включите и дайте ему прогреться в течение 1 ч.

Подготовьте блок поверки к работе в соответствии с его инструкцией по эксплуатации.

Снимите верхнюю крышку прибора, отрыв тем самым доступ к основным органам калибровки (рис.9).

Регулировкой нуля установите нулевое напряжение на клеммах $\ominus U$ прибора, контролируя его потенциометром РЗ63-1 (в исходном положении декадных переключателей и положении 10V переключателя поддиапазонов) с точностью ± 1 мкВ.

Калибровка делителя старших декад осуществляется по схеме рис.10 следующим образом:

- на выходе прибора и блока поверки установите напряжения 10В и регулировкой $U_{оп}$ прибора по показаниям потенциометра добейтесь их равенства с максимально возможной точностью (обычно 10-20 мкВ);

- на выходе прибора и блока поверки установите напряжение 5 В и регулировкой 5V по шкале потенциометра добейтесь их равенства с максимально возможной точностью;

- повторите две последние операции до тех пор, пока не будет их заметного влияния друг на друга.

Калибровка делителя младших декад осуществляется регулировкой 10 мВ и подстройкой напряжения "поправки" резистором R19 (доступ со стороны нижней крышки прибора) после калибровки делителя старших декад в следующем порядке:

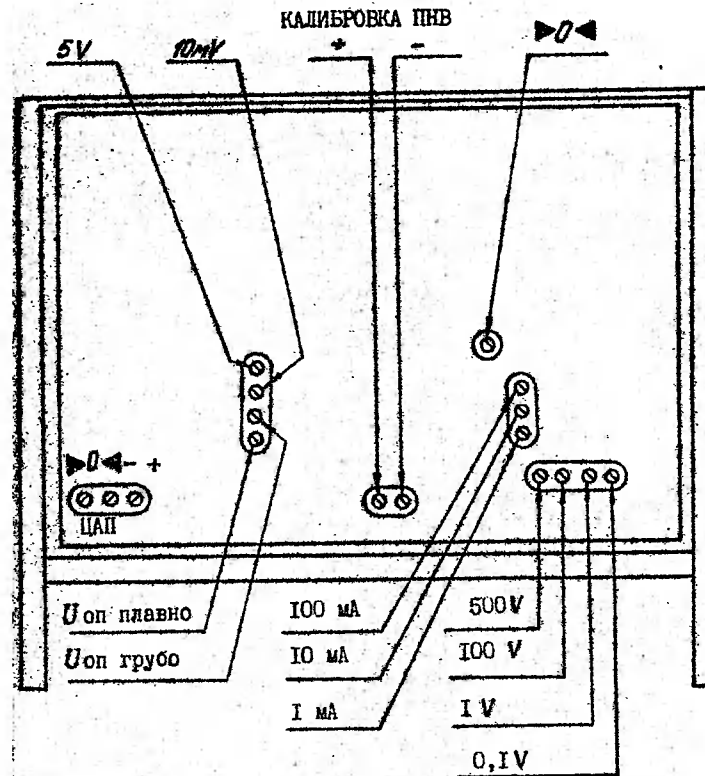


Рис. 9. Основные органы калибровки прибора BI-12

70

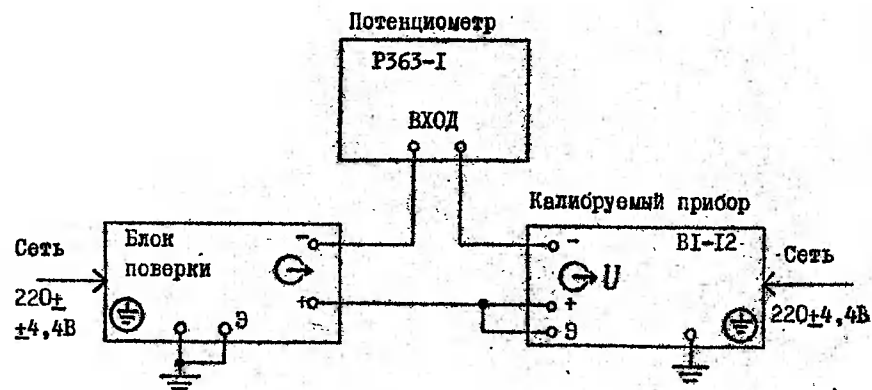


Рис.10. Схема калибровки и определения погрешности прибора в диапазоне I-10 В

- к клеммам $\odot U$ прибора подключите потенциометр Р363-1 и установите переключателями старших декад прибора и потенциометра напряжение 1 В;
- регулировками тока в контуре А потенциометра сбалансируйте выходное напряжение (1В) прибора с точностью не хуже ± 5 мкВ;
- переключателем декады $\times 1$ мВ прибора и декады $\times 10$ мВ потенциометра установите напряжение 10 мВ (переключатель прибора должен находиться в 10-ом неиндицируемом положении);
- регулировкой 10 мВ прибора добейтесь нулевого показания индикатора потенциометра с точностью не хуже ± 1 мкВ;
- установите 10 мВ на выходе прибора переключателем декады $\times 10$ мВ (переключатель в положении I);

71

- регулировкой В19, расположенной со стороны нижней крышки прибора, добейтесь показания индикатора потенциометра с точностью не хуже ± 1 мкВ.

Закончив калибровку делителей старших и младших декад произведите установку опорного напряжения прибора по напряжению автономного источника опорного напряжения, входящего в комплект поставки, для чего:

- нажмите кнопку СЕРОС;
- снимите перемычку с клемм $\odot U$ и подключите к ним выход ИОНА, прогретого в течение не менее чем 2 ч.;
- на поддиапазоне 10V установите декадными переключателями значение напряжения, равное напряжению ИОНА;
- нажмите кнопку ПУСК и регулировкой $U_{оп}$ добейтесь нулевого показания нуля-органа при его чувствительности 10^{-6} .

Калибровка делителя 0,1V, 1V, 100V, 500V, токоизмерительных резисторов 1 мА, 10 мА, 100 мА, а также калибровка ПНВ и ЦАП осуществляется соответствующими регулировками по методике, изложенной в разделе 13, при этом операции поверки заменяются на операции калибровки (подстройки) с максимально возможной точностью.

При всех видах технического обслуживания, связанных с разборкой прибора, необходимо произвести подрегулировку порогов срабатывания устройства защиты в соответствии с п.11.3.

Температура T_k , при которой проводилась калибровка, должна быть зафиксирована в формуляре прибора.

13. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящий раздел устанавливает методы и средства периодической поверки приборов В1-12.

13.1. Операции и средства поверки

13.1.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 10.

Таблица 10

Номер пункта	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
13.3.1	Внешний осмотр	-	-	-	-
13.3.2	Опробование (проверка исправности): - проверка работы прибора в режиме ИКН	Все положения каждого из десятичных переключателей на поддиапазоне 10V, крайние точки остальных поддиапазонов	Ток срабатывания защиты на поддиапазоне 10V 110-120мА, на поддиапазона 1000V 11-14 мА	-	Резистор 31 Ом (2Вт, ±5%), Резистор 15 кОм (2Вт, ±5%), В7-21, В7-23 с Я1В-13
	- проверка работы прибора	Крайние точки	Напряжение срабатыва-		

Продолжение табл.10

Номер пункта	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
	в режиме ИКТ	поддиапазонов	ния защиты на поддиапазоне 1 мА 1060-1160В	-	В7-21, В7-23
	- опробование нуля-органа	Индикация каждой из цифр во всех разрядах и положения запятой	табл.6	-	-
	- проверка диапазона регулирования нуля	-	±50 мкВ	-	-
13.3.3.	Определение метрологических параметров: -определение погрешности установки калиброванных напряжений в диапазоне до 0,5В (относительно ме-				

Продолжение табл. 10

Номер пункта	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
13.3.4	ры ЭДС)	табл. II	табл. II	P363-I (P3003)	
	- то же в диапазоне св. 0,5 В	"	"	Блок поверки, P363-I (P3003)	
13.3.5	- то же на поддиапазонах I и 0, IV	"	"	Блок поверки, P363-I (P3003)	
13.3.6	- определение погрешности установки калиброванных токов (относительно мерн ЭДС)	"	"	P33I-1000 Ом, (P3030)	
				P33I-100 Ом, (P3030)	
13.3.7	- основной погрешности установки калиброванных напряжений (с учетом погрешности мерн ЭДС)	9,1 В ± 5% (поддиапазон 10V)	± 0,001%	P32I-10 Ом, (P3030)	
				P363-I (P3003)	

74

Продолжение табл. 10

Номер пункта	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
13.3.8	- дополнительной погрешности от изменения напряжения питания	100 В	± 110 мкВ	Блок поверки, P363-I (P3003)	ЛАТР-1М
13.3.9	Проверка выходного сопротивления ИКН	2В (поддиапазон 10V)	≤ 100 мкВ	P363-I (P3003)	Резистор 20 Ом (0,5Вт, 1%)
13.3.10	Проверка уровня переменных составляющих	Табл. I2	Табл. I2	-	ВЗ-42; Резисторы: 100 Ом (1Вт), 500 Ом (0,2 Вт), 1 кОм (10Вт), 20 кОм (2Вт),

75

Продолжение табл.10

Номер пункта	Наименование операций, производимых при проверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства проверки	
				образцовые	вспомогательные
13.3.11	Проверка основной погрешности нуль-органа	Табл.13	Табл.13		КС-фильтр (резистор 820 Ом, конденсатор 0,18 мкФ, 250 В)
13.3.12	Проверка основной погрешности цифро-аналогового преобразования	" "	" "		Блок проверки
13.3.13	Проверка электрической прочности изоляции	выходные клеммы - защитный	Испытательное напряжение: 3 кВ постоянного тока	В7-23	Блок проверки
				-	УПУ-1М (УПУ-10)

76

Продолжение табл.10

Номер пункта	Наименование операций, производимых при проверке	Поверяемые отметки	Допустимые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства проверки	
				образцовые	вспомогательные
13.3.14	Проверка сопротивления изоляции сетевых цепей	экран защитный экран - корпус сетевая цепь - корпус прибора Сетевая цепь - корпус прибора	1,5кВ постоянного тока 1,4 кВ (ампл.) переменного тока частоты 50 Гц 100 МОм		М4101/2 (М4100/3)

77

- Примечания: 1. Вместо указанных в табл.10 образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.
2. Образцовые (вспомогательные) средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.
3. Операции п.п.13.3.8-13.3.10,13.3.13 и 13.3.14 должны производиться только при выпуске средств измерений из производства и ремонта.
4. Периодичность поверки указана в разделе 12.

13.2. Условия поверки и подготовка к ней

При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды $T_{\text{к}} \pm 2\text{К}$, где $T_{\text{к}}$ - температура, при которой проводилась калибровка прибора, причем

$$T_{\text{к}} = 293 \pm 5 \text{ К } (+20 \pm 5^{\circ}\text{C});$$

- относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;
- атмосферное давление $100 \pm 4 \text{ кПа } (750 \pm 30 \text{ мм рт.ст.})$;
- напряжение питания $220 \pm 4,4 \text{ В}, 50 \pm 0,5 \text{ Гц}$.

Перед проведением операций поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить действительность аттестации ИОНА (при необходимости направить ИОНА на переаттестацию);

- подготовить прибор к работе согласно п.9.1;
- подготовить к работе блок поверки, ИОНА и средства поверки в соответствии с их инструкциями по эксплуатации;
- подключить приборы к сети и дать им прогреться в течение нормированного времени.

13.3. Проведение поверки

13.3.1. При проведении внешнего осмотра проверяется:

- комплектность прибора;
- отсутствие механических повреждений;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксаций их положений;
- чистота гнезд и клемм;
- состояние соединительных проводов и кабелей;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки;
- отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов схемы.

При наличии дефектов прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

13.3.2. При опробовании (проверке исправности) прибора проверяется работа переключателей, кнопок СЕРОС и ПУСК, индикаторов, защитного устройства, а также диапазон регулирования нуля прибора. Защитное устройство проверяется в процессе поверки работы прибора в режимах ИКН и ИКТ.

Проверку работы прибора в режиме ИКН производите в следующей последовательности:

- нажмите кнопку СЕРОС и подключите к клеммам  контрольный вольтметр;

- установите декадные переключатели в нулевое положение и убедитесь, что индицируются нули во всех декадах;
- установите поддиапазон IOV и убедитесь, что положение запятой соответствует индикации 0,00000V на табло ИКН и 00,0 мА на табло нуль-органа;
- нажмите кнопку ПУСК;
- устанавливайте декадными переключателями напряжение 10, 20...90, 100, 200...900 мВ, 1, 2...10 мВ (с использованием 10-го неиндицируемого положения 4 декады), 10, 20...90, 100, 200...900 мВ, 1, 2...10 В, контролируя свечение светового табло и соответствующее возрастание напряжения на выходе;
- установите напряжение 3 В, подключите к клеммам  нагрузку 31 Ом и миллиамперметр на пределе 100 мА для измерения тока через нагрузку;
- повышайте напряжение ступенями по 0,1 и 0,01 В до значения, при котором срабатывает защитное устройство (отключается напряжение с выходных клемм) и загорается индикатор  . Одновременно наблюдайте индикацию тока в нагрузке нуль-органом;
- определите по внешнему миллиамперметру ток срабатывания защитного устройства, который должен быть в пределах 110-120 мА.
- нажмите кнопку СЕРОС и отключите нагрузку;
- нажмите кнопку ПУСК и установите напряжение 100 В на поддиапазоне IOOV ;
- убедитесь, что световым табло ИКН индицируется 100,0000V и напряжение на выходе (контролируемое вольтметром) 100 В;
- нажмите кнопку СЕРОС и подключите к выходным клеммам ИКН нагрузку 15 кОм и миллиамперметр для измерения тока нагрузки;
- установите поддиапазон IOOV (не нажимая кнопку ПУСК) и

убедитесь, что световым табло индицируется 1000,000V ;

- установите напряжение 130 В и нажмите кнопку ПУСК. Убедитесь, что подсвечивается знак высокого напряжения;
 - увеличивайте напряжение ступенями по 10,1 и 0,1 В до момента загорания индикатора  и отключения напряжения с выходных клемм, одновременно наблюдайте возрастание показаний по световому табло нуль-органа;
 - определите по внешнему миллиамперметру ток срабатывания защитного устройства, который должен быть в пределах 11-14 мА;
 - нажмите кнопку СЕРОС и отключите нагрузку;
 - нажмите кнопку ПУСК, установите напряжение 1000 В и убедитесь, что выходное напряжение 1000 В;
 - нажмите кнопку СЕРОС и убедитесь в снятии индицируемого напряжения с выходных клемм;
 - переключите контрольный вольтметр на клеммы  0...IV ;
 - установите поддиапазон IV и убедитесь, что на табло ИКН индицируется 10,00000V , а напряжение на выходе 1 В;
 - установите поддиапазон 0,IV и убедитесь, что напряжение на выходе 0,1 В.
- Проверку работы прибора в режиме ИКТ производите в следующей последовательности:
- нажмите кнопку СЕРОС;
 - установите декадные переключатели в нулевые положения;
 - снимите перемычку с клемм  I, вместо нее подключите миллиамперметр на пределе 1 мА (снимите перемычку с клемм  U);
 - установите режим ИКТ, поддиапазон I мА и убедитесь, что индицируется 0,000000 мА на табло ИКН и 000 V на табло нуль-органа;

- переведите переключатель старшей декады в 10-е положение, нажмите кнопку ПУСК и убедитесь, что ток на выходе 1 мА;
 - установите поддиапазон 10 мА и убедитесь, что ток на выходе увеличился до 10 мА;
 - установите поддиапазон 100 мА и убедитесь, что ток на выходе увеличился до 100 мА;
 - нажмите кнопку СБРОС;
 - переведите переключатель старшей декады в нулевое положение;
 - подключите к клеммам $\ominus$ I вольтметр В7-23 на пределе 1000 В;
 - установите поддиапазон 1 мА и нажмите кнопку ПУСК;
 - увеличивайте выходной ток таким образом, чтобы напряжение, индицируемое вольтметром и нуль-органом превысило 1060-1160 В и убедитесь, что в этом диапазоне напряжений на нагрузке происходит отключение напряжения с выходных клемм;
 - нажмите кнопку СБРОС и установите переключатели в исходные положения.
- Опробование нуль-органа производите в следующей последовательности:
- убедитесь в соответствии положения запятой и индицируемых единиц измерения данным табл.6, изменяя положение переключателей поддиапазонов и чувствительности так, чтобы охватить все комбинации (не нажимая кнопку ПУСК);
 - установите переключатель поддиапазонов в положение 100 V, а переключатель чувствительности в положение 10^{-4} (клеммы $\ominus U$, $\ominus I$ замкнуты);

- нажмите кнопку ПУСК;
- устанавливайте напряжения 10, 20...90, 100, 200...900 мВ, 1, 2...10 В декадными переключателями и контролируйте последовательное зажигание всех цифр каждого разряда индикатора нуль-органа. Вместо единицы в отсутствующем старшем разряде должен загораться индикатор перегрузки П (наряду с индицированием знака);

Проверку диапазона регулирования нуля прибора производите следующим образом:

- установите декадные переключатели в нулевые положения, переключатель поддиапазонов в положение IV, а переключатель чувствительности - в положение 10^{-6} ;
- установите орган регулировки нуля в два крайних положения, замечая показания нуль-органа прибора. Показания нуль-органа должны быть не менее ± 50 мкВ;
- установите нуль по показаниям нуль-органа с максимальной возможной точностью.

При обнаружении неисправности на любой операции опробования прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

Перед проверкой погрешности в режиме ИКН и ИКТ прибор должен быть подготовлен к работе согласно п.9.1, включен и прогрет в течение не менее чем 1 ч.

13.3.3. Определение погрешности установки калиброванных напряжений (относительно меры ЭДС) в диапазоне до 0,5 В производите потенциометром в точках, указанных в табл. II, в том числе в точке 0,5 В, после установки тока его контура А по мере ЭДС поверяемого прибора.

Поверяемый и контрольный приборы целесообразно размещать на хорошо заземленном металлическом листе.

Предельные допустимые значения погрешности установки калиброванных напряжений приведены в табл. II.

Для установки тока контура А потенциометра по мере ЭДС поверяемого прибора:

- установите поддиапазон 10V ;
- подключите вход потенциометра к токовым клеммам $\ominus U$ прибора;
- проверьте и, при необходимости, подстройте нуль поверяемого прибора;
- установите напряжение 0,5 В переключателями старших декад прибора и потенциометра;
- уравнивайте оравниваемые напряжения регулировками тока в контуре А потенциометра с точностью не хуже ± 2 мкВ, после чего используйте потенциометр в соответствии с его инструкцией по эксплуатации, контролируя и, при необходимости, корректируя ток контура А по вышеприведенной методике.

Проверьте погрешность в нижней части диапазонов 100 и 1000V путем оценки нулевого уровня выхода прибора на каждом из них, для чего:

- декадные переключатели прибора установите в исходные нулевые положения;
- к клеммам $\ominus U$ прибора подключите потенциометр;
- измерьте напряжение на выходе прибора при чувствительности потенциометра 10^{-5} - для поддиапазона 100V и 10^{-4} - для поддиапазона 1000V.

Допустимые значения нулевого уровня 150 мкВ и 1,5 мВ соответственно для поддиапазонов 100 и 1000V.

13.3.4. Определение погрешности установки калиброванных напряжений в диапазоне св. 0,5 В производится дифференциальным методом с использованием блока поверки (входит в комплект

Таблица II

Установленный поддиапазон	Измеряемое (устанавливаемое) значение параметра, В	Предел допускаемой погрешности, В
10 V	0,01000 (4 декадой)	$\pm 0,000010$
	0,01000 (3 декадой)	$\pm 0,000010$
	0,10000	$\pm 0,000010$
	0,50000	$\pm 0,000014$
	1,00000 (2-4 декадой)	$\pm 0,000018$
	1,00000 (1 декадой)	$\pm 0,000018$
	2,00000	$\pm 0,000026$
	3,00000	$\pm 0,000034$
	5,00000	$\pm 0,000050$
	7,00000	$\pm 0,000066$
100 V	0,0000	$\pm 0,00015$
	100,0000	$\pm 0,0022$
1000 V	0,000	$\pm 0,0015$
	500,000	$\pm 0,0145$
1 V 0,1 V	1	$\pm 0,000021$
	0,1	$\pm 0,0000155$

поставки) и потенциометра. Блок поверки должен быть подстроен непосредственно перед измерениями согласно инструкции по его эксплуатации (произведено выравнивание сопротивлений резисторов декады).

Для проверки прибора в диапазоне от 1 до 10 В соберите схему рис.10, после чего:

- установите исходный (нулевой) уровень схемы поверки с точностью 1-2 мкВ регулировкой нуля прибора в нулевых положениях декадных переключателей поверяемого прибора, блока поверки и потенциометра;

- установите напряжения 10 В на выходах поверяемого прибора и блока поверки;

- уравнийте напряжения регулировкой $U_{оп}$ блока поверки при чувствительности потенциометра 10^{-6} ;

- определите погрешность (по показаниям потенциометра) для одноименных точек декад поверяемого прибора и блока поверки, указанных в табл. II. Допустимые значения погрешности также указаны в табл. II.

Перед проверкой прибора в диапазоне от 10 до 100 В произведите подстройку коэффициента деления 1:10 блока поверки для чего:

- проверьте равенство напряжений 10 В блока поверки и поверяемого прибора (поддиапазон 10 В) и, при необходимости, добейтесь их равенства с точностью 10-20 мкВ регулировкой $U_{оп}$ блока поверки при чувствительности потенциометра 10^{-6} ;

- нажмте кнопку СБРОС, соберите схему рис. II;

- нажмте кнопку ПУСК и проверьте соответствие нулевых уровней выхода блока поверки и поверяемого прибора и, при необходимости, младшими декадами поверяемого прибора или потенциометра добейтесь нулевого показания потенциометра с точностью

1-2 мкВ;

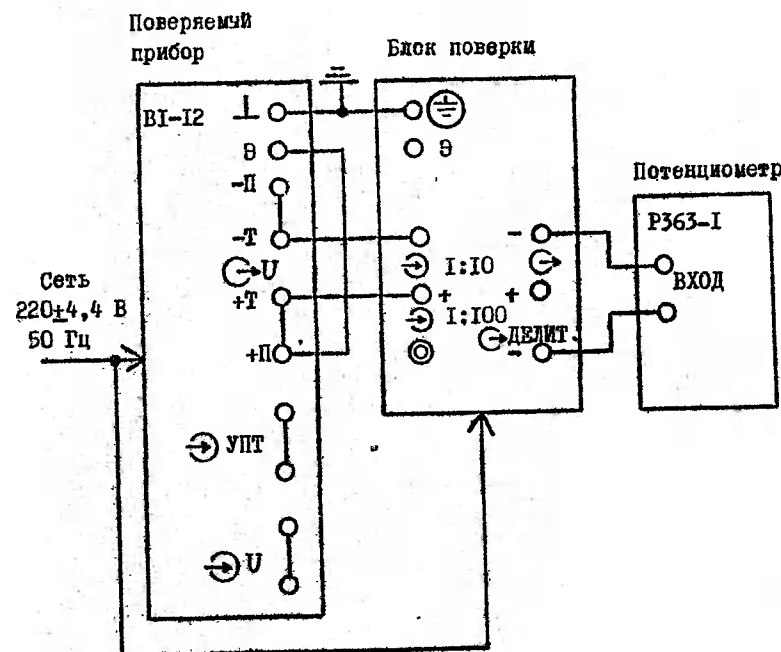


Рис. II. Схема проверки прибора на поддиапазоне 100 В

- установите напряжения 10 и 1 В на выходах прибора и блока поверки соответственно, не изменяя положений младших декадных переключателей, соответствующих поправке нулевого уровня;

- установите коэффициент передачи 1:10 делителя блока поверки регулировкой 1:10 блока поверки с максимально возможной точностью (1-3 мкВ). Потенциометр в этом случае фиксирует разницу напряжения 10 В поверяемого прибора, поделенного в 10 раз,

и напряжения I В блока поверки.

Установите на выходе прибора напряжение 100 В на поддиапазоне 100V, а на выходе блока поверки напряжение 10 В и определите погрешность установки напряжения 100 В путем балансировки оравниваемых напряжений декадными переключателями поверяемого прибора или потенциометра при чувствительности 10^{-6} . Допускаемое показание потенциометра (погрешность с учетом коэффициента деления) ± 220 мкВ.

При проведении операций калибровки допускается подстройка регулировкой 100V.

Перед проверкой прибора на поддиапазоне 1000V подстройте коэффициент деления I:100 блока поверки.

Подстройка коэффициента деления осуществляется по напряжениям 100 В и I В, установленным соответственно на выходах поверяемого прибора и блока поверки:

- нажмите кнопку СБРОС и соедините клемму -Т с клеммой

⊖ I:100 блока поверки (в остальной схема сохраняется в соответствии с рис. II);

- нажмите кнопку ПУСК и проверьте соответствие нулевых уровней выхода блока поверки и поверяемого прибора и, при необходимости, введя декадами поверяемого прибора или потенциометра установите нулевое показание потенциометра с точностью I-2 мкВ;

- установите на выходе поверяемого прибора напряжение 100 В, учтя поправку, обратную по знаку погрешности в этой точке, и не изменяя положения младших декадных переключателей, соответствующих поправке нулевого уровня;

- установите на выходе блока поверки напряжение I В и подстройте коэффициент деления регулировкой I:100 блока поверки с максимально возможной точностью (I-2 мкВ);

- переведите переключатель старшей декады прибора в нулевое положение.

Установите напряжения 500 и 5 В на выходах прибора и блока поверки и определите погрешность в точке 500 В, сбалансировав разностное напряжение декадными переключателями потенциометра или поверяемого прибора.

Допускаемые значения погрешности указаны в табл. II, допускаемые показания потенциометра (с учетом коэффициента деления) 145 мкВ.

При проведении операций калибровки допускается подстройка регулировкой 500V (при выходном напряжении 500 В).

13.3.5. Определение погрешности установки калиброванных напряжений на поддиапазонах I и 0,IV производите следующим образом:

- выравняйте напряжения 10 В поверяемого прибора и блока поверки регулировкой $U_{оп}$ блока поверки с максимально возможной точностью при чувствительности потенциометра 10^{-6} ;

- подключите клеммы ⊖ блока поверки ко входу XI потенциометра, а клеммы ⊖ 0...IV поверяемого прибора - ко входу X2 потенциометра;

- установите декадными переключателями блока поверки, потенциометра и поверяемого прибора напряжение I В (напряжению I В на клеммах ⊖ 0...IV соответствует напряжение 10 В, установленное декадными переключателями прибора при установке поддиапазона IV);

- установите переключатель рода работы потенциометра в положение XI и регулировкой тока контура A потенциометра при

чувствительности 10^{-6} установите нулевое показание;

- переведите переключатель рода работы потенциометра в положение X2 и измерьте погрешность в точке I В, погрешность не должна превышать 2I мкВ;

- установите напряжение 0,1 В декадными переключателями ряда X2 потенциометра;

- установите напряжение 0,1 В на поддиапазоне 0,IV поверяемого прибора (напряжению 0,1 В на клеммах $\rightarrow 0 \dots IV$ соответствует напряжение 10 В, установленное декадными переключателями прибора при установке поддиапазона 0,IV);

- измерьте погрешность в точке 0,1 В по показаниям потенциометра, погрешность не должна превышать 15,5 мкВ.

При проведении калибровки допускается подстройка коэффициентов передачи выходного делителя прибора регулировками IV и 0,1 V.

13.3.6. Определение погрешности установки калиброванных токов производится косвенно путем измерения напряжения на образцовом сопротивлении, включенном в цепь контролируемого тока. Измерение напряжения производится методом сравнения с показаниями потенциометра после установки тока его контура А по мере ЭДС поверяемого прибора в соответствии с методикой, описанной ранее.

Для проверки прибора на поддиапазонах I, 10 и 100 мА:

- нажмите кнопку СЕРОС;

- удалите перемычки с клемм $\rightarrow U$ и $\rightarrow I$;

- подключите к клеммам $\rightarrow I$ катушку сопротивления измерительную 1000 Ом (токовыми выводами);

- подключите к потенциальным выводам катушки вход XI потенциометра (ток контура А которого установлен по мере ЭДС поверяемого прибора);

- установите ток I мА на поддиапазоне I мА в режиме ИКТ и нажмите кнопку ПУСК;

- измерьте потенциометром напряжение на катушке сопротивления;

- нажмите кнопку СЕРОС;

- аналогично измерьте токи 10 и 100 мА на поддиапазонах 10 и 100 мА соответственно (при измерительных катушках соответственно 100 и 10 Ом);

- вычислите абсолютную погрешность по формуле (3):

$$\delta' = I_n \cdot R_k - U_{изм.} \quad (3)$$

где I_n — номинальное значение установленного тока;

R_k — действительное значение сопротивления измерительной катушки (с учетом температурных поправок);

$U_{изм.}$ — показания потенциометра.

Полученные значения погрешности не должны превышать ± 110 мкВ на поддиапазонах I и 10 мА и ± 210 мкВ на поддиапазоне 100 мА.

При проведении операций калибровки допускается подстройка регулировками I мА, 10 мА и 100 мА.

13.3.7. Определение основной погрешности установки калиброванных напряжений (с учетом погрешности меры ЭДС) производится дифференциальным методом путем определения разности напряжений аттестованного ИОНА, входящего в комплект поставки, и напряжения поверяемого прибора при установке на его выходе значения напряжения, указанного в аттестате ИОНА.

Измерения производите в следующем порядке:

- проверьте и, при необходимости, установите нулевое напряжение на выходе прибора;

- нажмите кнопку СБРОС и соберите схему по рис.10, вместо блока поверки включив аттестованный ИОНА;
- установите калиброванное напряжение, равное аттестованному значению выходного напряжения ИОНА, на поддиапазоне 10V и нажмите кнопку ПУСК;
- определите разность напряжений по показаниям потенциометра;
- вычислите относительную погрешность (в процентах);
- подстройте поверяемый прибор установкой $U_{оп}$, если относительная погрешность превышает $\pm 0,001\%$.

Если относительная погрешность превышает $0,011\%$ прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

13.3.8. Определение дополнительной погрешности от изменения напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального производится дифференциальным методом следующим образом:

- нажмите кнопку СБРОС и соберите схему рис.11 (прибор подключите к сети через автотрансформатор);
- нажмите кнопку ПУСК и установите напряжения 10 и 100 В на выходе блока поверки и прибора соответственно при напряжении сети 220 В;
- нажмите кнопку ПУСК;
- сбалансируйте (через 15 мин. после установки напряжения сети) сравниваемые напряжения регулировкой $U_{оп}$ блока поверки по шкале потенциометра;
- установите напряжение сети равным 242 В и через 5 мин. после этого зафиксируйте показание потенциометра. Аналогично произведите измерения, установив напряжение сети 198 В. Показания потенциометра при этом не должны измениться более, чем на 110 мкВ.

13.3.9. Проверка выходного сопротивления ИКН прибора производится косвенно путем измерения выходного напряжения при изменении нагрузки.

Для проверки выходного сопротивления ИКН:

- подключите к потенциальным клеммам $\text{C} \rightarrow U$ потенциометр;
- установите напряжение 2 В на поддиапазоне 10V;
- сбалансируйте напряжение при чувствительности потенциометра до 10^{-5} и зафиксируйте это показание (U_1);
- подключите к токовым клеммам выхода ИКН нагрузку 20 Ом и сбалансируйте новое значение напряжения (U_2);
- вычислите разность $U_2 - U_1$. Разность не должна превышать 100 мкВ.

Соответствие выходного сопротивления на поддиапазонах 100 и 1000 В не проверяется и определяется конструкцией прибора.

13.3.10. Проверка уровня переменных составляющих на выходе прибора производится методом непосредственной оценки в следующей последовательности:

- нажмите кнопку СБРОС;
- соедините клеммы +Т и +П с клеммой заземления и клеммой Э;
- присоедините к клеммам $\text{C} \rightarrow U$ через RC - фильтр с частотой среза 1 кГц вольтметр переменного тока ВЗ-57 (ВЗ-42) и сопротивление нагрузки, указанное в табл. 12 (элементы фильтра, о цели исключения внешних наводок, должны быть экранированы);
- нажмите кнопку ПУСК и определите уровень переменных составляющих в проверяемой точке;
- повторите аналогичные измерения для всех точек, указанных в табл. 12.

Допускаемо значения уровня переменных составляющих указаны в табл. 12.

Таблица 12

Поддиа- пазон	Устанавливае- мое напряже- ние, В	Сопротивле- ние нагрузки, кОм	Допустимое (средне- квадратическое) значе- ние уровня переменных составляющих, мкВ
10 В	10	0,5 0,1	150 200
100 В	100	1	200
1000 В	200	20	400

13.3.11. Проверка основной погрешности нуль-органа прибора производится методом сравнения путем подачи на его вход калиброванных напряжений (или приращений напряжений), соответствующих номиналам поверяемых точек, от ИКН прибора.

Для обеспечения возможности подачи на вход нуль-органа обеих полярностей к клеммам $\ominus U$ прибора подключается выходное напряжение I В блока поверки и уравнивается (при чувствительности 10^{-6}) с выходным напряжением I В ИКН подстройкой $U_{оп}$ блока поверки.

Объем проверок и допускаемые значения погрешности указаны в табл.13.

Таблица 13

Поддиа- пазон	Чувстви- тельность	Проверяе- мые точки, мВ	Допустимые значения погрешности	
			нуль-органа, мВ	цифро-аналогового преобразования, мВ
10 В	10^{-4}	± 001	3	3
		± 002	3	3
		± 003	3	3
		± 004	3	3
		± 100	3,5	-
		± 300	4,5	-
		± 500	5,5	10,5
		± 700	6,5	-
		± 1000	8	18
		10^{-5}	0,8	-
		10^{-6}	0,08	-
100 В	10^{-4}	$-10 \cdot 10^3$	80	-
1000 В	10^{-4}	$-100 \cdot 10^3$	800	-

Подачу на вход нуль-органа напряжений свыше I В производите декадными переключателями ИКН при замкнутых перемычкой клеммах

$\ominus U$ прибора.

Погрешность в проверяемых точках определяется как разность между отсчетом по нуль-органу и установленным напряжением ИКН.

Рекомендуется совмещать проверку погрешности нуль-органа с проверкой погрешности цифро-аналогового преобразования.

13.3.12. Проверка основной погрешности цифро-аналогового преобразования производится методом непосредственного измерения напряжения цифровым вольтметром, подключенным к клеммам .

Подключите также к указанным клеммам в качестве нагрузки резистор 1 кОм. Определите погрешность цифро-аналогового преобразования как разность показаний нуль-органа и цифрового вольтметра при подаче на вход нуль-органа напряжения с выхода ИКН прибора.

Проверяемые точки и допускаемые значения погрешности указаны в табл.13.

13.3.13. Проверка электрической прочности изоляции выходных и сетевых цепей прибора производится в нормальных условиях.

Испытательное напряжение прикладывается:

- между соединенными вместе входными и выходными клеммами и клеммой защитного заземления - 3кВ постоянного тока;

- между клеммами защитного экрана и защитного заземления - 1,5 кВ постоянного тока;

- между закороченными контактами вилки сетевого кабеля, подключенного к испытуемому прибору (и отключенного от сети) и клеммой защитного заземления (тумблер СЕТЬ и кнопка СБРОС должны быть включены).

Испытательное напряжение 1,4 кВ (ампл.) переменного тока частоты 50 Гц.

13.3.14. Проверка сопротивления изоляции сетевых цепей прибора производится в нормальных условиях методом непосредственных измерений при рабочем напряжении прибора 250-500 В.

13.4. Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки должны быть оформлены путем:

- клеймения поверенных средств измерений;
- выдачи свидетельства о поверке установленной формы с указанием в нем результатов поверки;
- записи результатов поверки в разделе "Периодическая проверка основных нормативно-технических характеристик" формуляра прибора, заверенной печатью поверителя и оттиском поверительного клейма.

Выпуск в обращение и применение приборов, прошедших поверку с отрицательными результатами, запрещается.

14. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

14.1. Кратковременное (до 12 месяцев) хранение прибора производится в следующих условиях:

а) для отапливаемого хранилища:

- температура воздуха от 278 К (+5°C) до 313 К (+40°C);

- относительная влажность воздуха до 70% при T=298 К

(+25°C), допускается кратковременное повышение относительной влажности воздуха до 80% (но суммарно не более 1 месяца в год);

- суточный перепад температур не более 5К;

б) для неотапливаемого хранилища (хранение в транспортных ящиках):

- температура воздуха от 243 К (минус 30°C) до 303 К

(+30°C);

- относительная влажность воздуха до 80% при T=293 (+20°C),

допускается кратковременное повышение относительной влажности воздуха до 98%.

14.2. Прибор допускает длительное хранение в отапливаемых и неотапливаемых хранилищах, в условиях оговоренных в п.14.1, при этом срок сохранности прибора 5 лет в отапливаемых хранилищах, и 3 года в неотапливаемых хранилищах.

15. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

15.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки.

Упаковка прибора производится в картонную коробку или в укладочный ящик с последующей укладкой в транспортный ящик. Перед упаковкой прибор должен быть просушен (выдержан в помещении с относительной влажностью не более 60% при температуре $+20 \pm 5$ °C не менее 24 часов). При упаковке в картонную коробку прибор обернуть бумагой в 1 слой и перевязать шпагатом. Каждое изделие и принадлежности обернуть бумагой, затем весь комплект принадлежностей обернуть бумагой, перевязать шпагатом. Упакованный прибор и принадлежности уложить в картонную коробку. Защитить прибор снизу, сверху и по бокам картоном, опереди фанерой. Заполнить пустые места между пакетами и коробкой гофрированным картоном. Коробку по углам оклеить лентой из бумаги и перевязать шпагатом.

Если по условиям заказа прибор был поставлен с укладочным ящиком, то прибор помещается в укладочный ящик, принадлежности оборачиваются бумагой, перевязываются шпагатом и помещаются между лицевой панелью прибора и стенкой укладочного ящика. Техническое описание и формуляр оборачиваются бумагой и помещаются сверху прибора. Укладочный ящик закрывается на замки, пломбируется

и помещается в транспортный ящик. Транспортный ящик изнутри застилается битумной бумагой.

Свободные места заполняются гофрированным картоном.

Транспортный ящик маркируется и пломбируется.

Маркировка наносится на боковые стенки транспортного ящика и состоит из:

- основной надписи (место назначения и наименование грузополучателя);
- дополнительной надписи (масса и размеры грузового места);

100

- поясняющих и предупреждающих знаков и надписей.

Места пломбирования и маркирования транспортного ящика показаны на рис.12.

15.2. Условия транспортирования

Транспортирование прибора должно осуществляться только в закрытом транспорте (закрытых железнодорожных вагонах, закрытых кузовах автомобилей, трюмах, герметизированных отсеках летательных аппаратов и т.д.).

При транспортировании ящики с упакованными приборами должны быть жестко закреплены к средствам транспортирования.

Необходимо выполнять правила обращения с грузом согласно предусмотренным знакам на ящике:

- ОСТОРОЖНО, ХРУПКОЕ;
- ВЕРХ, НЕ КАНТОВАТЬ;
- БОИТСЯ СЫРОСТИ.

Условия транспортирования по части воздействий механических и климатических факторов не должны превышать следующих значений:

- ударные нагрузки многократного действия с ускорением

15g и длительностью импульса от 5 до 10 мс;

- ударные нагрузки одиночного действия с ускорением 50g и длительностью импульса от 1 до 10 мс;

- температура окружающего воздуха от 223 до 333 К (от минус 50°C до +60°C);

При повторном транспортировании прибора в процессе эксплуатации потребителем упаковку прибора следует производить согласно разделу 15.1.

101

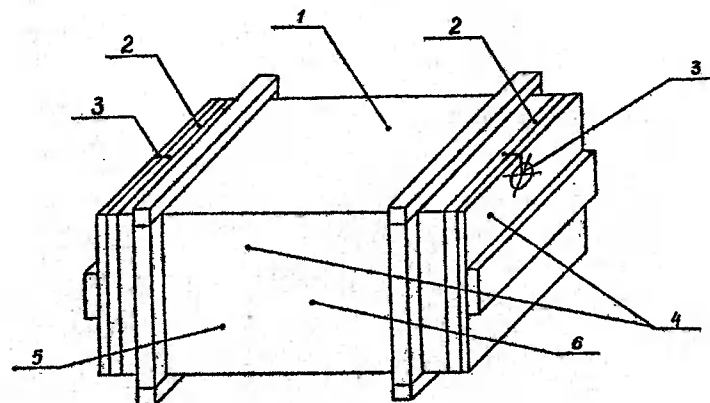


Рис.12. Пломбирование и маркирование транспортного ящика

1. Транспортный ящик
2. Стальная лента
3. Пломбирование
4. Основные надписи
5. Дополнительные надписи
6. Предупредительные знаки

[illegible]