

аио 20

ЭОЭЛ

Т. 41-70

38-22

~~Минск~~



**ТЕРАОММЕТР-ПИКОАМПЕРМЕТР
ЕК6-II**

ОПИСАНИЕ, ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
И ПАСПОРТ

№ 2/P 2438-69

1115

СОДЕРЖАНИЕ

1. Описание

- 1. 1. Назначение
- 1. 2. Состав комплекта
- 1. 3. Технические характеристики
- 1. 4. Конструкция
- 1. 5. Принцип действия и описание электрической схемы

- 1. 6. Общие указания

2. Инструкции по эксплуатации

- 2. 1. Указания по технике безопасности
- 2. 2. Подготовка прибора к работе
- 2. 3. Работа с прибором
- 2. 4. Указания по ремонту
- 2. 5. Указания по поверке
- 2. 6. Хранение и транспортирование

3. Приложение

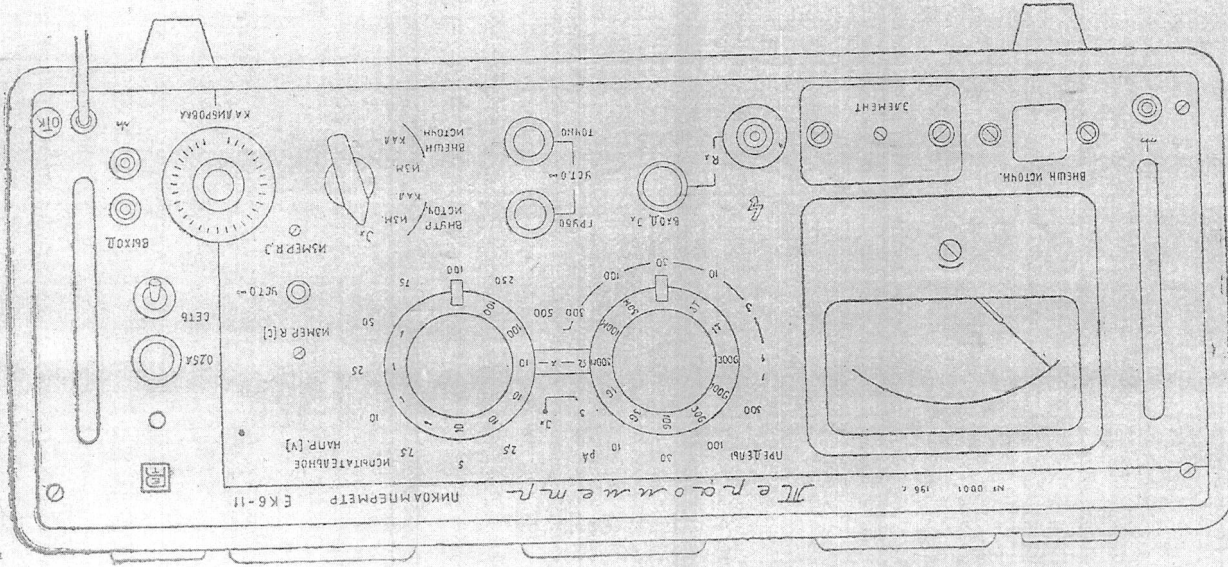
- 3. 1. Намоточные данные трансформаторов
- 3. 2. Таблица режимов электровакуумных приборов
- 3. 3. Таблица режимов полупроводниковых приборов
- 3. 4. Расположение деталей
- 3. 5. Перечень элементов и схема принципиальная электрическая

4. Паспорт

- 4. 1. Свидетельство о приемке
- 4. 2. Гарантийные обязательства
- 4. 3. Рекламации
- 4. 4. Данные по эксплуатации прибора

Подписано к печати 22. 03. 1969. Тираж 300. Бумага 60×80 1/16. Печ. ли-
тов 2.5. Заказ № 3078. Типография «Коммунист», ул. Писка, 2.
Весплагно

Вид прибора ЕК6-11 со стороны передней панели.



1. ОПИСАНИЕ

1. 1. НАЗНАЧЕНИЕ

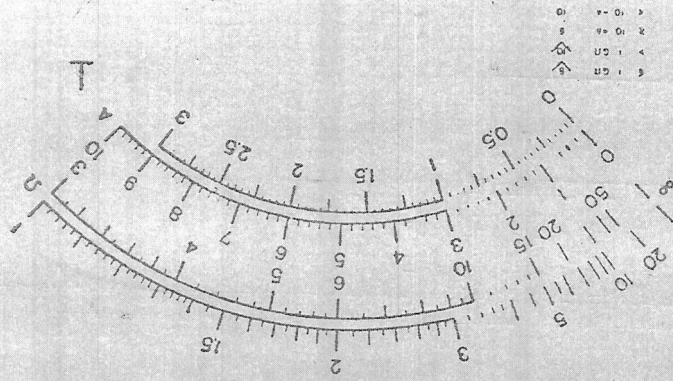
Тераомметр-пикоамперметр ЕК6-11 предназначен для измерения сопротивления изоляции конденсаторов с постоянной времени до 10⁶ сек в пределах от 30 Мом до 1000 Том, но может быть использован и в качестве обычного тераомметра с вышеуказанными пределами, а также для измерения малых токов от 300 наноампер до 1 микроампера.

По климатическим и механическим требованиям прибор относится к группе II ГОСТ 9763-67.

1.2. СОСТАВ КОМПЛЕКТА

Наименование и тип	Номера чертежей	Количество
1. Прибор ЕК6-11	ЯБ2.722.002	1 шт.
2. Испытательная камера для экранирования испытываемых конденсаторов	ЯБ3.649.002	1 шт.
3. Внешний источник испытательного напряжения до 500 в	ЯБ2.087.009	1 шт.
4. Кабель для подключения источника к прибору	ЯБ4.853.011	1 шт.
5. Предохранитель ПМ-0,25		2 шт.
6. Лампа МН-6,3-0,22		1 шт.
7. Лампа МН-6		1 шт.
8. Описание, инструкция по эксплуатации и паспорт прибора ЕК6-11	ЯБ2.722.002 П	1 экз.
9. Описание, инструкция по эксплуатации и паспорт внешнего источника	ЯБ2.087.009 П	1 экз.

Примечание. Внешний источник испытательного напряжения до 1000 в поставляется по особому заказу.



Шкала прибора

ЕК6-11

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.3.1. Пределы измерения сопротивлений:

- а) 30—100—300 Ом — 1—3—10—30—100—300 Ом — 1—3—10—30—100—300 Ом при испытательных напряжениях 2,5—5—7,5—10 в;
- б) 300 Ом — 1—3—10—30—100—300 Ом — 1—3—10—30—100—300 Ом при испытательных напряжениях 25—50—75—100 в;
- в) 3—10—30—100—300 Ом — 1—3—10—30—100—300 Ом при испытательных напряжениях 250—500—750—1000 в.

1.3.2. Пределы измерения токов 300—100—30—10—3—1 наноампер, 300—100—30—10—3 микроампера.

1.3.3. Нормальными условиями эксплуатации прибора являются:

- а) температура окружающего воздуха $293 \pm 5^\circ\text{K}$ ($+20 \pm 5^\circ\text{C}$);
- б) относительная влажность $65 \pm 15\%$ при температуре воздуха $293 \pm 5^\circ\text{K}$ ($+20 \pm 5^\circ\text{C}$);
- в) атмосферное давление $10^5 \pm 4 \cdot 10^3$ н/м² (750 ± 30 мм рт. ст.);
- г) напряжение питания сети $220 \text{ в} \pm 2\%$, $50 \text{ Гц} \pm 1\%$.

1.3.4. Рабочими условиями прибора являются:

- а) температура окружающего воздуха от 283 до 308°K (от $+10$ до $+35^\circ\text{C}$);
- б) атмосферное давление $10^5 \pm 4 \cdot 10^3$ н/м² (750 ± 30 мм рт. ст.);
- в) относительная влажность окружающего воздуха до 80% при температуре 293°K ($+20^\circ\text{C}$);
- г) питание от сети переменного тока $220 \text{ в} \pm 10\%$ частотой $50 \text{ Гц} \pm 1\%$; содержание гармоник до 5%;
- д) отсутствие мгновенных изменений напряжения сети и мощных магнитных и электрических полей.

1.3.5. Основная погрешность измерения сопротивлений, выраженная в процентах от длины рабочей части шкалы прибора (83 мм), не превышает $\pm 6,0\%$

на пределах 30, 100, 300 Ом и 1 Гом и $\pm 10\%$ на остальных пределах измерения.

Примечание. На пределах 3 Том $\times 1$; 3 Том $\times 10$; 3 Том $\times 100$ прибор работает как индикатор. При этом погрешность ориентировочно равна $\pm 3,0\%$.

Основная погрешность измерения сопротивлений, выраженная в процентах от измеряемой величины, определяется по формуле:

$$\frac{U_{\text{показ}}}{U_{\text{пред}}} + \delta - 1$$

где: $U_{\text{показ}}$ — измеренная величина сопротивления;

$U_{\text{пред}}$ — предел измерения;

δ — основная погрешность, выраженная в процентах от длины рабочей части шкалы прибора (± 6 или $\pm 10\%$).

1.3.6. Основная погрешность измерения тока, выраженная в процентах от конечного значения рабочей части шкалы, не превышает $\pm 6\%$ на пределах измерения 300, 100, 30 и 10 наноампер, $\pm 10\%$ на остальных пределах измерения.

Основная погрешность измерения тока, выраженная в процентах от измеряемой величины, определяется по формуле:

$$\frac{U_{\text{пред}}}{U_{\text{показ}}} + \delta - 1$$

где: $U_{\text{пред}}$ — предел измерения;

$U_{\text{показ}}$ — измеренная величина тока;

δ — основная погрешность, выраженная в % от конечного значения рабочей части шкалы (± 6 или $\pm 10\%$).

1.3.7. Испытательные напряжения, выдаваемые встроенным в прибор источником: 2,5—5—7,5—10—25—50—75—100—250—500 в.

Отклонение величины испытательных напряжений от номинала не превышает $\pm 5\%$ при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$.

1.3.8. Испытательные напряжения, выдаваемые прилагаемым к прибору высокостабильным внешним

источником: 5—7,5—10—25—50—75—100—250—500 в, а при специальном заказе: 5—7,5—10—25—50—75—100—250—500—750—1000 в.

Отклонение величины испытательных напряжений внешнего источника от номинала не превышает $\pm 15\%$.

Отклонение величины испытательных напряжений от номинала не влияет на погрешность измерения, поскольку имеется калировка прибора при всех испытательных напряжениях при работе как со встроенным, так и с внешним источником. По положению лимба калировочного потенциометра можно отсчитать % отклонения испытательного напряжения от номинала.

1.3.9. Максимальное время измерения сопротивления изоляции конденсаторов с постоянной времени до 10^6 сек не превышает 2 мин.

1.3.10. Падение напряжения на входе прибора при измерении тока не превышает 100 мВ.

1.3.11. Дрейф нуля при измерении тока на самом чувствительном пределе измерения не превышает 0,1 микроампера за 24 часа работы после 3-часового прогрева.

1.3.12. При изменении напряжения питания прибора на $\pm 10\%$ погрешность измерения не превышает допускаемой основной погрешности как при измерении сопротивлений, так и при измерении токов.

1.3.13. Изменение показаний прибора, вызванное отклонением температуры окружающего воздуха в пределах от $293 \pm 5^\circ\text{K}$ ($+20 \pm 5^\circ\text{C}$) до 283 и до 308°K (до $+10$ и до $+35^\circ\text{C}$) не превышает половины основной погрешности как при измерении сопротивления, так и при измерении токов на каждые 10° изменения температуры.

1.3.14. Прибор готов к работе через 30 минут с момента его включения.

1.3.15. Среднее расчетное время безгазовой работы прибора составляет 800 часов.

1.3.16. Потребляемая прибором мощность не превышает

40 в при напряжении сети 220 в.

1.3.17. Габаритные размеры прибора $515 \times 285 \times 225$ мм и внешнего источника испытательных напряжений $515 \times 325 \times 225$ мм. Габаритные размеры испытательной камеры $155 \times 130 \times 290$ мм.

1.3.18. Вес прибора не более 14 кг, внешнего источника до 500 в — 14 кг, до 1000 в — 19 кг, вес испытательной камеры 2,5 кг.

1.4. КОНСТРУКЦИЯ

Прибор состоит из 5-ти комбинированных блоков:

- а) входного блока, в котором расположены входное гнездо, динамический конденсатор и неоновая лампа;
- б) блока усилителя переменного напряжения со стабилизатором анодного питания и трансформаторами, смонтированными на шасси;
- в) печатный платы, на которой смонтированы элементы стабилизатора накала, синхродетектора и генератора;
- г) блока внутреннего источника испытательных напряжений;
- д) передней панели с расположенными на ней органами управления.

На передней панели расположены:

- а) измерительный стрелочный прибор ИП;
- б) ручка переключателя пределов измерения V_3 ;
- в) ручка переключателя пределов испытательного напряжения V_5 ;
- г) разъем для подключения кабеля внешнего батарейного источника $Ш_3$;
- д) крышка «ЭЛЕМЕНТ»;
- е) коаксиальные гнезда $Ш_1$ и $Ш_2$, обозначенные соответственно «ВХОД I» и «4»;
- ж) зажимы для подключения самопишущего потенциометра «ВЫХОД»;
- з) ручки потенциометров «УСТ. 0 ∞ », «ГРУБО» и «ТОЧНО»;
- и) ручка потенциометра «КАЛИБРОВКА»;
- к) ручка переключения источников, (внешний — внут-

ренний) и рода работы (калибровка, измерение сопротивления, измерение тока) с гравировкой

ВНЕШ. ИСТОЧНИК ВНУТР. ИСТОЧНИК
« КАЛ. ИЗМ. КАЛ. ИЗМ. I_x »

- л) ключ с гравировкой «ИЗМЕР. R (C); УСТ 0 ∞, ИЗМЕР. R, I»;
- м) клемма заземления прибора, обозначенная « III »;
- н) держатель предохранителя;
- о) ручка тумблера для включения сети;
- п) индикаторная лампа;
- р) сетевой шнур.

К прибору придается специальная испытательная камера для экранирования измеряемого конденсатора или другого объекта. Камера снабжена блокировкой. Напряжение на измеряемый объект будет поступать только тогда, когда камера закрыта и доступа к объекту нет. При открывании крышки камеры выводы испытываемого объекта автоматически закорачиваются и он полностью разряжается.

1.5. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Сопротивление изоляции конденсатора измеряется по току утечки конденсатора, который создает падение напряжения на входном сопротивлении усилителя постоянного тока. Усилитель постоянного тока построен по схеме с преобразователем напряжения и охвачен глубокой параллельной отрицательной обратной связью. Глубина обратной связи 10 000.

Конденсатор «С», сопротивление изоляции которого измеряется, заряжается при замкнутом ключе «К» до напряжения, устанавливаемого по желанию оператора на выходе источника испытательных напряжений. После этого ключ «К» размыкает входную цепь усилителя и на вход последнего подается сигнал, вызванный измерением тока утечки конденсатора во входной цепи усилителя.

Этот сигнал преобразуется преобразователем — динамическим конденсатором С₁ — в переменное напряжение,

усиливается усилителем переменного тока и выпрямляется синхронным детектором. На выходе усилителя имеется стрелочный прибор, шкала которого отградуирована в единицах сопротивления и тока.

Блок-схема прибора приведена на рис. 1.

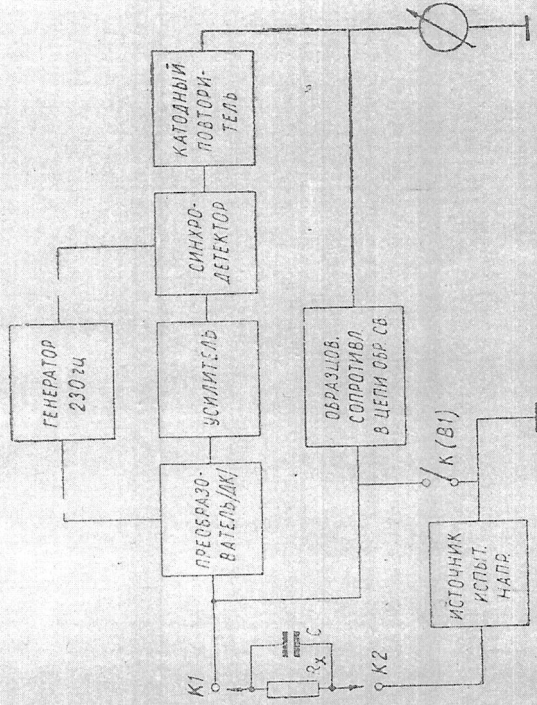


Рис. 1.

При измерении сопротивления изоляции конденсаторов схема прибора соответствует схеме дифференцирования, усиливающей все переменные составляющие входного сигнала приблизительно во столько раз, какова глубина обратной связи усилителя ($\approx 10\ 000$).

По этой причине измерение сопротивления изоляции конденсаторов с большой постоянной времени можно проводить только с высокостабильным батарейным источником испытательных напряжений, придаваемым к прибору. Встроенный в прибор электронный источник испытательных напряжений используется при измерении сопротивления изоляции объектов с малой постоянной времени (до 100 сек) и обычных омических сопротивлений.

Принцип работы прибора в качестве пикоамперметра такой же, как при измерении сопротивлений. Измеряемый ток создает падение напряжения на входном сопротивлении усилителя постоянного тока.

Для защиты динамического конденсатора и других элементов входной цепи от перегрузки в случае короткого замыкания в измеряемом конденсаторе применяется новая лампа L_1 и ограничивающий резистор R_2 .

Усилитель переменного напряжения состоит из пяти усилительных каскадов, построенных на лампах L_2, L_3 и $1/2 L_4$. Триод лампы L_2 в первом каскаде усилителя работает катодным повторителем в электрометрическом режиме. Максимальный коэффициент усиления усилителя около 500 000. Для регулировки коэффициента усиления введена местная обратная связь, охватывающая три усилительных каскада. Диапазон регулирования усиления 30 дБ.

Синхродетектор работает по принципу удвоения напряжения и построен на диодах D_1-D_4 . Для выравнивания сопротивлений плеч моста последовательно с диодами включены резисторы R_{34}, R_{35}, R_{38} и R_{39} .

За синхродетектором следует катодный повторитель постоянного тока, собранный на второй половине лампы L_4 . В цепи катода этой лампы находится потенциометр калибровки R_{45} и стрелочный прибор III.

Генератор прямоугольного напряжения 230 гц, служащий для возбуждения преобразователя и подачи напряжения на синхродетектор, построен по схеме самовозбуждения на двух полупроводниковых триодах III_1 и III_2 . Для подстройки частоты генератора используется потенциометр R_{91} .

Питание генератора осуществляется от электронного стабилизатора, собранного на полупроводниковых триодах III_3, III_4 и III_5 . От этого же стабилизатора питается цепь накала лампы L_2 .

Резисторы в цепи обратной связи $R_{51} \dots R_{70}$, переключаемые в зависимости от предела измерения, подобраны с точностью $\pm 1\%$. Для увеличения стабильности показаний при измерениях параллельно каждому образцовому резистору подключается емкость C_{22} или C_{26} — C_{32} . Вели-

чины конденсаторов C_{22} и C_{26} — C_{32} рассчитаны, исходя из заданной постоянной времени прибора.

Питание анодных цепей каскадов осуществляется наприжением, стабилизированным газоразрядными стабилизаторами L_5 и L_6 , включенными последовательно.

1.6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.6.1. Повторная упаковка

Прибор, подготовленный к повторной упаковке, помещают в картонную коробку с заполнением пространства между стенками прибора и коробки прокладочным материалом. Вместе с прибором кладут конверт с сопроводительной технической документацией. Приборы, имеющие укладочные ящики, в картонные коробки не помещают. Перед помещением в транспортный ящик швы коробки заклеивают оберточной бумагой. После этого картонные коробки или укладочные ящики с приборами размещают в транспортном ящике. Пространство между стенками, дном и крышкой транспортного ящика и поверхностью коробки или укладочного ящика заполняют до уплотнения древесиной стружкой или другими, разрешенными для этих целей, материалами. Транспортные ящики после крепления стальной лентой или проволокой пломбируют и на них проставляют знаки, указывающие на условия транспортировки.

1.6.2. Меры предосторожности при эксплуатации прибора.
Необходимо работать с заземленным прибором. Для заземления на передней панели прибора имеется специальная клемма, обозначенная «III».

2.4.2. Характерные неисправности и методы их устранения

Перечень наиболее часто встречающихся неисправностей с указанием вероятных причин и методов их устранения приведен в таблице:

№№ п.п.	Характерная неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
1.	Индикаторная лампочка светится, но прибор не работает. Отсутствует анодное напряжение.	а) вышел из строя конденсатор C_{40} или C_{41} ; б) сторец резистор R_{101} или R_{102} .	Заменить неисправные конденсаторы или резисторы.
2.	При включении работает сетевой предохранитель.	Пробит диод D_6 , D_9 в выпрямителе анодного напряжения.	Заменить неисправный диод.
3.	Индикаторная лампочка светится, но прибор не работает. Отсутствует напряжение накала лампы L_2 .	Пробит полупроводниковый триод ППЗ.	Заменить неисправный триод.
4.	При включении прибора стрелка идет за шкалу и не возвращается в течение 5 минут.	Обрыв во входной цепи (резистора R_9 , пгохая пайка у динамического конденсатора).	Найти обрыв и устранить его.

2.5.1. Поверяемые характеристики и средства поверки

В поверку входят:

- внешний осмотр и проверка работоспособности прибора;
- поверка погрешности прибора.

Для проверки прибора необходима следующая аппаратура:

- вольтметр астатический АСТВ кл. 0,5 с пределом измерения 300 в. 1 шт.
- автотрансформатор ЛАТР-2 1 шт.

- магазин сопротивлений МСПШ 70—3 кл. 0,2 1 шт.
- магазин сопротивлений Р400 кл. 0,2 1 шт.
- установка для поверки ламповых вольтметров В1-2 1 шт.
- стабилизатор напряжения СН-300 1 шт.

ж) меры больших сопротивлений 10^{10} , $3 \cdot 10^{10}$, 10^{11} , $3 \cdot 10^{11}$ и 10^{12} ом, аттестованные, с погрешностью не более $\pm 1,0\%$ при различных испытательных напряжениях 1 шт.

- микровольтметр В2-11 с делителем 1:1000 1 шт.
- Допускается использование приборов других типов с техническими характеристиками, аналогичными характеристикам указанных приборов.

2.5.2. Поверка

Периодичность проверки прибора устанавливается предприятием или организацией, эксплуатирующим прибор, с учетом интенсивности его эксплуатации и условий применения, но не реже одного раза в полгода.

Определение основной погрешности измерения сопротивления и основной погрешности измерения тока должно производиться при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха $293 \pm 5^\circ\text{K}$ ($+20 \pm 5^\circ\text{C}$);
- атмосферное давление $10^5 \pm 4 \cdot 10^3$ н/м² (750 ± 30 мм рт. ст.);
- относительная влажность $65 \pm 15\%$;
- напряжения питающей сети $20 \text{ в} \pm 2\%$;
- частота питающей сети $50 \pm 0,5$ гц и содержание гармоник до 5%;
- прибор должен быть подвергнут прогреву не менее 30 мин.

Основная погрешность измерения сопротивлений проверяется на пределе измерения 30 Мом в точках 3, 4, 5, 6 и 10, на пределе измерения 100 Мом в точках 1, 1,5, 2 и 3, на остальных пределах только на конечной отметке шкал 1 и 3. Основная погрешность определяется как с внутренним, так и с внешним источником. Основная погрешность измерения определяется как наибольшая (по абсолютному значению) разность между показаниями прибора

и действительным значением образцовых сопротивлений, полученная в результате 2—3 измерений на поверляемой отметке шкалы и отнесенная к длине рабочей части шкалы в %.

Величины испытательных напряжений встроенного источника проверяются прибором В2-11 с делителем 1:1000, включенным между гнездом Ш₂ «4» и корпусом (клемма III).

Основная погрешность измерения тока поверяется на пределах измерения 300 и 100 микроампер на всех оппированных отметках шкалы. Поверка производится при помощи установки В1-2 и точного сопротивления величиной 100 Ом, составленного из магазина сопротивлений МСШ-70-3, руководствуясь следующей таблицей:

Предел измерения	Точка шкалы	Образцовое сопротивление	Напряжение В1-2 (в)
300 на	0,5	100 Ом	5
	1		10
	1,5		15
	2		20
	2,5		25
100 на	3	100 Ом	30
	1		1
	2		2
	3		3
	4		4
	5		5
	6		6
	7		7
	8		8
	9		9
	10	10	

Значение тока является частным от деления напряжения источника на величину сопротивления, включенного последовательно с источником на вход прибора.

Результаты поверки фиксируются в протоколах, составленных по приводимым ниже формам.

а) Определение основной погрешности измерения сопротивления

Предел измерения	Точка шкалы	Образцовое сопротивление	Погрешность в %	
			Внутренний источник	Внешний источник
30 Мом	3	30 Мом	Множитель × 1	Множитель × 1
	4	40 Мом		
	5	50 Мом		
	6	60 Мом		
	10	100 Мом		
100 Мом	1	100 Мом		
	1,5	150 Мом		
	2	200 Мом		
300 Мом	3	300 Мом		
	1	1 Гом		
	3	3 Гом		
10 Гом	1	10 Гом		
	3	30 Гом		
	1	100 Гом		
	3	300 Гом		
	1	1 Том		
3 Том	3	3 Том		

б) Определение основной погрешности измерения тока

Предел измерения	Точка шкалы	Образцовое сопротивление	Прибор №		Погрешность в %
			Напряжение (в)	Погрешность в %	
300 микроампер	0,5	100 Мом	4	5	5
				10	
				15	
				20	
				25	
100 на	1,5	100 Мом	4	30	
				2,5	
				3	

1	2	3	4	5
100 микро-ампер				
"	1		2	
"	2		3	
"	3		4	
"	4	100 Мом	5	
"	5		6	
"	6		7	
"	7		8	
"	8		9	
"	9		10	
"	10			

2.6. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

2.6.1. Изделия, поступающие на склад предприятия-потребителя и предназначенные для эксплуатации ранее шести месяцев со дня поступления, от транспортной упаковки могут не освобождаться и храниться в упакованном виде.

Изделия, прибывающие для длительного хранения, продолжительностью более шести месяцев, содержатся освобожденными от транспортной упаковки в помещении при влажности до 80%, с температурой в пределах от 283°K до 308°K (+10 до +35°С) при отсутствии в воздухе пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

2.6.2. Транспортирование электронизмерительных приборов в транспортных ящиках по железным дорогам должно производиться в закрытых вагонах.

Окна вагонов должны быть закрыты. Вагон должен быть чистым. Не допускается транспортное движение в вагонах, перевозивших активно действующие химикаты, а также в вагонах с наличием цементной и угольной пыли.

2.6.3. Расстановка и крепление транспортных ящиков с приборами в вагонах и других транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга.

2.6.4. При транспортировании открытым автотранспортом ящики с приборами должны быть накрыты брезентом и закреплены.

3. ПРИЛОЖЕНИЯ

3.1. Намоточные данные трансформаторов

Тр. 1

Обозначение выводов	Количество витков	Марка и диаметр провода (мм)
1-2-3	12+12	ПЭВ-2 0,15
4-5-6	45+45	ПЭВ-2 0,35
7-8-9	510+510	ПЭВ-2 0,1
10-11	14	ПЭВ-2 0,35

Тр. 2

Обозначение выводов	Количество витков	Марка и диаметр провода (мм)
1-2	1650	ПЭВ-2 0,27
3 (экр.)	1775+1775	ПЭВ-2 0,15
4-5-6	42+11	ПЭВ-2 0,8
7-8-9	85	ПЭВ-2 0,8
10-11	159	ПЭВ-2 0,1
12-13	1390	ПЭВ-2 0,1
14-15		