

ИЗМЕРИТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ



ЗАЗЕМЛЕНИЯ Ф 4103—М 1 ПАСПОРТ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

1.1. Измеритель сопротивления заземлений Ф4103-М1 предназначен для измерения сопротивления заземляющих устройств любых геометрических размеров, удельного сопротивления грунтов и активных сопротивлений как при наличии помех, так и без них при температуре окружающего воздуха от минус 25 до + 55°С и относительной влажности до 90% при температуре 30°С.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазоны измерений и допустимые сопротивления потенциальных и токовых электродов приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Диапазон измерений, Ом	Диапазон допустимых значений сопротивления электродов, кОм	
	потенциальных $R_{п1}$, $R_{п2}$ или их суммарное сопротивление ($R_{п1} + R_{п2}$)	токовых $R_{т1}$, $R_{т2}$ или их суммарное сопротивление ($R_{т1} + R_{т2}$)
0—0,3; 0—1	0—2	0—1
0—3; 0—10	0—6	0—3
0—30; 0—100 0—300; 0—1000 0—3000; 0—15000	0—12	0—6

Примечание. $R_{т1}$, $R_{п1}$, $R_{п2}$, $R_{т2}$ — условные обозначения сопротивлений электродов, подключаемых к соответствующим зажимам.

2.2. Класс точности 4,0 на диапазоне 0—0,3 Ом и 2,5 на остальных диапазонах.

2.3. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 4\%$ на диапазоне 0—0,3 Ом и $\pm 2,5\%$ на остальных диапазонах от конечного значения диапазона измерения.

2.4. Частота измерительного тока находится в пределах 265 — 310 Гц.

2.5. Переменное напряжение на зажимах Т1 и Т2 при разомкнутой внешней цепи не более 36 В.

2.6. Электропитание измерителя осуществляется от девяти встроенных элементов 373, А373, (R20, L R20) или от внешнего источника постоянного тока напряжением от 11,5 до 15 В.

2.7. Ток потребления от источника питания не более 160 мА.

2.8. Время установления показания в положении ИЗМ I не более 6 с в положении ИЗМ II не более 30 с.

2.9. Время установления рабочего режима не более 10 с.

2.10. Продолжительность непрерывной работы измерителя при питании от внешнего источника не ограничена.

Продолжительность непрерывной работы от встроенного источ-

ника питания органичивается емкостью электрохимического источника тока.

2.11. Габаритные размеры 305x125x155 мм.

2.12. Масса измерителя не более 2,2 кг.

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. Комплектность соответствует табл. 2.

Таблица 2.

Наименование	Обозначение документа	Количество	Примечание
1. Измеритель сопротивления заземлений Ф4103—М1	Ба2. 729. 008	1 шт.	
2. Шнур	Ба6. 640. 350	1 шт.	
3. Паспорт	Ба2. 729. 008	1 экз.	
4. *Комплект ЗИП групповой на 100 приборов	Ба4. 060. 015	1 шт.	
5. *Указания по проверке	Приложение 1 Ба2. 729. 008 ПС	1 экз.	

*Поставляется по отдельному заказу.

Принципиальная схема измерителя приведена в приложении 2, Моточные данные трансформаторов приведены в приложении 3.

4. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Измеритель является безопасным. При работе с измерителем в сетях с напряжением выше 36 В необходимо выполнять требования безопасности, установленные для таких сетей.

5. ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ

5.1. Установить измеритель на ровной поверхности и снять крышку, при необходимости закрепить ее на боковой поверхности корпуса.

5.2. Проверить напряжение источника питания. Для этого закоротить зажимы Т1, П1, П2, Т2, установить переключатели в положения КЛБ и «0,3», а ручку КЛБ — в крайнее правое положение. Нажать кнопку ИЗМ. Если при этом лампа КИ не загорается, напряжение питания в норме.

5.3. Проверить работоспособность измерителя. Для этого, в положении КЛБ переключателя, установить ноль ручкой УСТО, нажать кнопку ИЗМ, ручкой КЛБ установить стрелку на отметку «30».

ВНИМАНИЕ! Не забывайте устанавливать переключатель в положение ОТКЛ после окончания работ для предотвращения разряда внутреннего источника питания. Для блокировки включения измерителя закрывайте крышку!

6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1. Измерение сопротивления заземляющих устройств.

6.1.1. Измерение сопротивления заземляющих устройств (ЗУ) выполнять по схеме, приведенной на рис. 6.1.

Направление разряда электродов R_{н2} и R_{г2} выбирать так, чтобы соединительные провода не проходили вблизи металлоконструкций и параллельно трассе ЛЭП (линий электропередач). При этом расстояние между токовым и потенциальным проводами должно быть не менее 1 м. Присоединение проводов к ЗУ выполнять на одной металлоконструкции, выбирая места подключения на расстоянии (0,2—0,4) м друг от друга.

Измерительные электроды размещать по однолучевой или двухлучевой схеме. Токковый электрод ($R_{т2}$) установить на расстоянии $L_{зт} = 2Д$ (предпочтительно $L_{зт} = 3Д$) от края испытываемого устройства ($Д$ — наибольшая диагональ заземляющего устройства), а потенциальный электрод ($R_{п2}$) — поочередно на расстояниях (0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8) $L_{зт}$.

Измерения сопротивления заземляющих устройств проводить при установке потенциального электрода в каждой из указанных точек. По данным измерений построить кривую «б» зависимости сопротивления ЗУ от расстояния потенциального электрода до заземляющего устройства. Пример такого построения приводится на рис. 6.2.

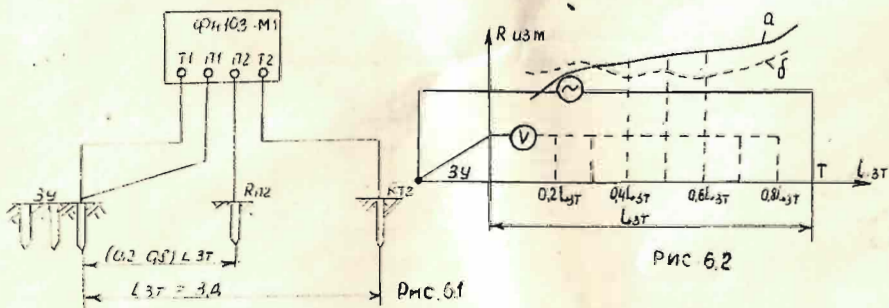
$L_{зт}$ — расстояние от края заземляющего устройства до токового электрода.

Полученную кривую «б» сравнить с кривой «а», если кривая «б» имеет монотонный характер (такой же, как у кривой «а») и значения сопротивлений ЗУ, измеренные при положениях потенциального электрода на расстояниях 0,4 $L_{зт}$ и 0,6 $L_{зт}$, отличаются не более, чем на 10 %, то места забивки электродов выбраны правильно и за сопротивление ЗУ принимается значение, полученное при расположении потенциального электрода на расстоянии 0,5 $L_{зт}$.

Если кривая «б» отличается от кривой «а» (не имеет монотонного характера, см. рис. 6.2), что может быть следствием влияния подземных или наземных металлоконструкций, то измерения повторить при расположении токового электрода в другом направлении от заземляющего устройства.

Если значения сопротивления ЗУ, измеренные при положениях потенциального электрода на расстоянии 0,4 $L_{зт}$ и 0,6 $L_{зт}$, отличаются более, чем на 10%, то повторить измерения сопротивления ЗУ при увеличенном в 1,5 — 2 раза расстоянии от ЗУ до токового электрода.

6.1.2. Измерения проводить в следующей последовательности.



6.1.2.1. Подключить провода от $R_{п2}$ и ЗУ соответственно к зажимам П2 и П1 (рис. 6.1).

6.1.2.2. Проверить уровень помех в поверяемой цепи. Для этого установить переключатели в положение ИЗМ П и «0,3» и нажать кнопку ИЗМ. Если лампа КЛМ не загорается, то уровень помех не превышает допустимый и измерения можно проводить. Если лампа КЛМ загорается — уровень помех превышает допустимый для диапазона 0—0,3 Ом (3 В) и необходимо перейти на диапазон 0—1 Ом, где допустимый уровень помех 7 В. Если в этом случае лампа не загорается, можно проводить измерения на всех диапазонах (кроме 0—0,3 Ом).

При кратковременном повышении уровня помех выше допустимого провести повторный контроль по истечении некоторого времени.

6.1.2.3. Измерить сопротивление потенциального электрода по двухзажимной схеме (рис. 6.3). Для этого установить диапазон измерения ориентировочно соответствующий измеряемому сопротивлению

электрода, затем установить поль и откалибровать измеритель по п. 5.3. Перевести переключатель в положение ИЗМ II и отсчитать значение сопротивления. Если оно превышает допустимое значение, указанное в табл. 1 для выбранного диапазона измерения, его необходимо уменьшить.

6.1.2.4. Подключить измеритель в схему измерения в соответствии с рис. 6.1.

6.1.2.5. Установить необходимый диапазон измерений, затем провести установку нуля и калибровку по п. 5.3. Если при проведении калибровки стрелка находится левее отметки «30» — уменьшить сопротивление токового электрода.

Перевести переключатель РОД РАБОТ в положение ИЗМ II и отсчитать значения сопротивления. Если стрелка под воздействием помех совершает колебательные движения, устранить их вращением ручки ПДС f.

6.1.2.6. При необходимости перейти на другой диапазон измерения, переключить ПРЕДЕЛЫ. Q в необходимое положение. Установить поль и откалибровать измеритель по п. 5.3. Затем перевести переключатель РОД РАБОТ в положение ИЗМ II и отсчитать значение сопротивления.

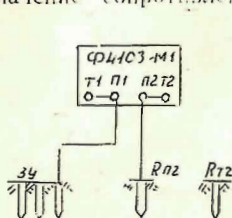


Рис. 6.3.

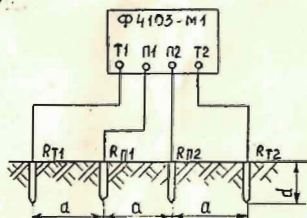


Рис. 6.4.

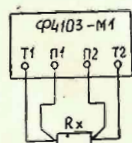


Рис. 6.5

6.1.3. Измерение сопротивления точечного заземлителя проводить при $l \geq 30$ м.

6.2. Измерение удельного сопротивления грунта.

6.2.1. Измерение удельного сопротивления грунта проводить по симметричной схеме Веннера (рис. 6.4.).

6.2.2. Измерения проводить в следующей последовательности,

6.2.2.1. Подключить к измерителю потенциальные электроды по двухзажимной схеме (рис. 6.3) и измерить их сопротивления по методике п. 6.1.2.3. Оно должно соответствовать указанному в табл. 1 для выбранного диапазона измерения. При необходимости уменьшить его одним из известных способов.

6.2.2.3. Подключить измеритель в схему измерения в соответствии с рис. 6.4.

6.2.2.4. Провести измерение по методике п. 6.1.2.5.

Кажающееся удельное сопротивление грунта $\rho_{каж}$ на глубине, равной расстоянию между электродами «а», определить по формуле (1).

$$\rho_{каж} = 2\pi R_a,$$

где R — показание измерителя Ом.

Примечание. Расстояние «а» следует принимать не менее, чем в 5 раз больше глубины погружения электродов.

6.3. Измерение активного сопротивления:

6.3.1. Измерение активного сопротивления проводить по схеме, изображенной на рис. 6.5, выполняя операции по пп. 5.3. 6.1.2.5.

ВНИМАНИЕ!

Для ускорения процесса измерений можно вместо режима ИЗМ II пользоваться режимом ИЗМ I, если стрелка не колеблется под воздействием помех.

Во избежание ошибочного отсчета, считывания показаний производите через 6 с. после нажатия кнопки ИЗМ.

7. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

7.1. Измеритель сопротивления заземлений Ф4103-М1, заводской № 68114 соответствует техническим условиям ТУ25-7534.0006-87 и признан годным для эксплуатации.

Дата изготовления _____

Оттиски личных клейм лиц, ответственных за приемку _____

8. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

8.1. Изготовитель гарантирует соответствие измерителя всем требованиям технических условий при соблюдении правил эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных техническими условиями.

8.2. Гарантийный срок эксплуатации измерителя 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию.

8.3. Гарантийный срок хранения измерителя 6 месяцев со дня его изготовления.

Адрес завода-изготовителя: 258900, г. Умань, Черкасской обл., ПД "Метамметр."

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

МОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Обозначение по схеме	№№ выводов	Число витков	Марка и диаметр провода	
Т1	1—2	3400 ± 20	ПЭТВ-2,	0,08
	3—4	4900 ± 20	ПЭТВ-2,	0,08
Т2	1—2	70 ± 2	ПЭТВ-2,	0,224
	2—3	70 ± 2	ПЭТВ-2,	0,224
	4—5	225 ± 2	ПЭТВ-2,	0,125
	5—6	225 ± 2	ПЭТВ-2,	0,125
	7—8	85 ± 2	ПЭТВ-2,	0,125
	9—10	123 ± 2	ПЭТВ-2,	0,125

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

МЕТОДИКА И ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ В РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Настоящая методика предназначена для расчета максимально возможного значения погрешности измерителя учитывающего все факторы, влияющие на погрешности измерений.

2. Нормальные условия применения измерителя приведены в ТУ25-1534.0006-87 и методике поверки.

3. Характеристики погрешности измерителя в рабочих условиях применения приведены в ТУ25-1534.0006-87 и настоящем паспорте.

4. Приведенная погрешность измерения Δ в общем случае вычисляется по формуле (1)

$$\Delta = \Delta_0 + \sum_{n=1}^n \Delta C_n \quad (1)$$

где Δ_0 — предел допускаемой основной приведенной погрешности;

ΔC_n — предел допускаемой дополнительной приведенной погрешности от n -го воздействующего фактора.

5. Перед проведением измерений необходимо, по возможности, уменьшить количество факторов, вызывающих дополнительную погрешность, например, устанавливать измеритель практически горизонтально, вдали от мощных силовых трансформаторов, использовать источник питания напряжением $(12 \pm 0,25)$ В, индуктивно составляющую учитывать только для контуров, сопротивление которых меньше 0,5 Ом, определять наличие помех и т. п.

Примечание. Помехи переменного тока выявляются по качаниям в режиме ИЗМ II. стрелки при вращении ручки ПДСТ 4

Помехи импульсного (скачкообразного характера и высокочастотные радиопомехи выявляются по постоянным неперiodическим колебаниям стрелки.

6. Пример расчета погрешности.

6.1. Условия проведения измерений следующие:

измеряется сопротивление заземляющих устройств подстанции напряжением 110 кВ;

температура воздуха минус 10°C;

измеритель питается от внутреннего источника;
положение измерителя практически горизонтальное;
измеритель установлен вдали от мощных силовых трансформаторов.

6.2. Измеренная величина сопротивления $R_x = 0,15$ Ом на диапазоне 0—0,3 Ом. В измеряемой цепи были обнаружены помехи переменного тока.

6.3. Приведенную погрешность определим по формуле 1 учитывая следующие составляющие дополнительных погрешностей:

от индуктивности заземлителя $\Delta C1 = 8\%$

$$\text{от температуры } \Delta C2 = \frac{20 - (-10)}{10^\circ\text{C}} \cdot 4 = 12\%$$

от напряжения питания $\Delta C3 = 4\%$;

от помех переменного тока $\Delta C4 = 2\%$

$$\Delta = \Delta_0 + \Delta C1 + \Delta C2 + \Delta C3 + \Delta C4 =$$

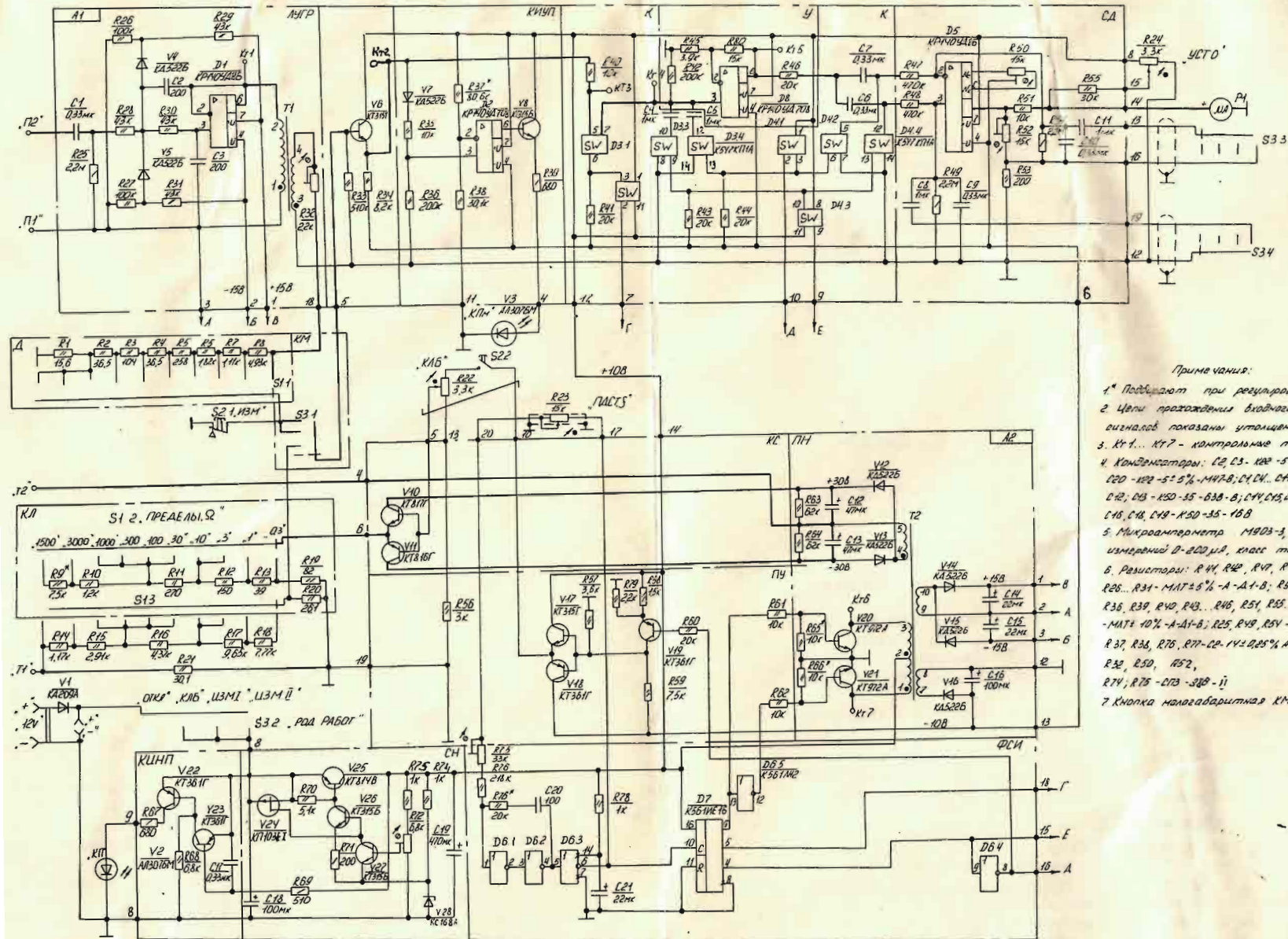
$$= 4 + 8 + 12 + 4 + 2 = 30\%$$

6.4. Относительная погрешность γ может быть определена по формуле (2).

$$\gamma = \frac{N}{R_x} \cdot \Delta, \quad [2]$$

$$\gamma = \frac{0,3}{0,15} \cdot 30 = 60\%$$

Вероятность того, что все составляющие погрешности будут иметь максимальную величину с одинаковым знаком чрезвычайно мала, поэтому погрешность измерений будет значительно меньше.



Примечания:

- 1* Подчеркнута при регулировании.
- 2 Цели прохождения входного и выходного сигналов показаны утолщенными линиями.
3. К1... К7 - контрольные точки.
4. Конденсаторы: C2, C3 - К22-5 10% М47-В; C20 - К22-5 5% -М47-В; С1, С4, С41 - К173-17-250 В ±10% -В; C2, C3 - К50-35-630-В; С14, С15, С24 - К50-35-255; C16, C18, C19 - К50-35-158
5. Микроамперметр М1003-3, диапазон измерений 0-200 мкА, класс точности 1,0.
6. Резисторы: R11, R42, R47, R48, R53 - МЛТ-0,5 А-1-В; R26... R31 - МЛТ-0,5% -А-1-В; R9... R3, R19, R33, R35, R36, R39, R40, R43... R45, R51, R53... R73, R78, R80 - МЛТ-10% -А-1-В; R25, R49, R54 - МЛТ ±10% -А-Ж-В; R37, R38, R76, R77 - СР-14-0,25% А 10;
- R32, R50, R52, R74, R75 - Д73-300-11
- 7 Кнопка малогабаритная КМ2-1-В.