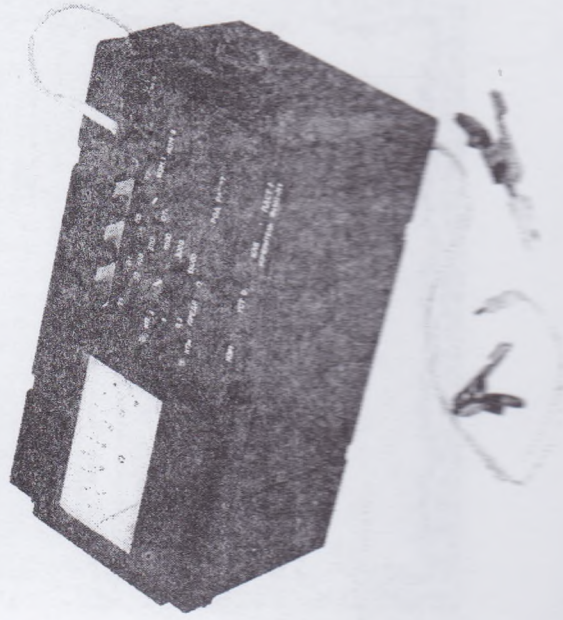


ОКП 42 2472

**ИЗМЕРИТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ЗАЗЕМЛЕНИЙ Ф4103-М1**

Паспорт
Ба2.729.008 ПС



ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)



1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

- 1.1 Измеритель сопротивления заземлений Ф4103-М1 (далее по тексту - измеритель) предназначен для измерения сопротивления заземляющих устройств любых геометрических размеров, удельного сопротивления грунтов и активных сопротивлений при наличии и (или) отсутствии помех.
- 1.2 Измеритель относится к средствам измерений группы 4 ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия», но с расширенным значением рабочих температур от минус 25 °С до плюс 55 °С и относительной влажности до 90 % при температуре 30 °С.
- 1.3 Требования безопасности измерителя по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350 «Безопасность электрически контролируемых измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», категория монтажа (категория перенапряжения) I, степень загрязнения I.
- 1.4 Измеритель усиленную изоляцию. Класс защиты от поражения электрическим током — II.
- 1.5 Сведения о сертификации приведены в приложении А.
- 1.6 Пояснение символов и знаков, нанесенных на измерителе:

	- регулятор нуля;
Ω	- обозначение единицы измеряемой величины;
2,5 1...15000 Ω	} - обозначение классов точности при нормировании погрешности в процентах от диапазона измерений в приведенном интервале сопротивлений;
4 0,3 Ω	
	- прибор для использования с горизонтальным циферблатом;
	- испытательное напряжение 0,5 кВ;
	- Внимание! (См. сопроводительные документы);
	- магнитоэлектрический прибор с подвижной катушкой и с электронным устройством в измерительной цепи;
	- оборудование, защищенное двойной или усиленной изоляцией;
CAT I	- категория монтажа (категория перенапряжения) I;

--- 12 V - питание 12 В постоянного тока, ток потребления 0,16 А;

0,16 А

T1, T2, P1, P2 - токовые и потенциальные зажимы;

ПРЕДЕЛЫ, Ω - переключатель диапазонов измерения;

РОД РАБОТ - переключатель режимов измерения;

КП - индикатор контроля питания;

КПМ - индикатор контроля уровня помех;

ИЗМ - кнопка измерения;

УСТ 0 - ручка установки «0»;

КЛБ - ручка калибровки;

ПДСТ f - ручка подстройки частоты измерительного тока;



- товарный знак изготовителя;

- знак утверждения типа средств измерений России.



2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1 Диапазоны измерений и допустимых значений сопротивлений потенциальных и токовых электродов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Диапазон измерений, Ом	Диапазон допустимых значений сопротивлений электродов, кОм	
	потенциальных	токовых
0 - 0,3; 0 - 1	Rп1, Rп2 или их суммарное сопротивление (Rп1+ Rп2) 0 - 2	Rт1, Rт2 или их суммарное сопротивление (Rт1+ Rт2) 0 - 1
0 - 3; 0 - 10	0 - 6	0 - 3
0 - 30; 0 - 100	0 - 12	0 - 6
0 - 300; 0 - 1000		
0 - 3000; 0 - 15000		

Примечание. Rт1, Rп1, Rп2, Rт2 - 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 ± 4 % на диапазоне (0 - 0,3) Ом и ± 2,5 % на остальных диапазонах от конечного значения диапазона измерения.

2.4 Частота измерительного тока находится в пределах от 265 Гц до 310 Гц.

2.5 Переменное напряжение на зажимах T1 и T2 при разомкнутой внешней цепи не более 36 В.

2.6 Электропитание измерителя осуществляется от девяти элементов 373, АЗ73, (R20, LR20) или от внешнего источника постоянного тока напряжением от 11,5 В до 15 В.

2.7 Ток потребления от источника питания не более 160 мА.

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

2.9 Время установления рабочего режима измерителя не более 10 с.

2.10 Продолжительность непрерывной работы измерителя при питании от внешнего источника не ограничена. Продолжительность непрерывной работы от встроенного источника питания ограничивается емкостью электрохимического источника тока.

2.11 Габаритные размеры 305 мм x 125 мм x 155 мм.

2.12 Масса измерителя не более 2,2 кг.

2.13 Норма средней наработки на отказ 7250 ч.

2.14 Средний срок службы 10 лет.

2.15 При утилизации измерителя необходимо руководствоваться санитарными нормами по утилизации и правилами обращения с отходами.

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1 Комплектность поставки измерителя соответствует таблице 3.1.

Таблица 3.1

Обозначение документа	Наименование	Количество
Ба6.640.350	Измеритель сопротивления заземлений Ф4103-М1	1 шт.
Ба2.729.008 ПС	Шнур	1 шт.
-	Паспорт	1 экз.
-	*Комплект принадлежностей П4126М2	1 шт.

Примечание 1. Принципиальная схема измерителя приведена в приложении Б.

Примечание 2. При измерении сопротивления точечных заземляющих устройств или сложных заземлителей с диагональ контура до 15 м измеритель Ф4103-М1 рекомендуется использовать совместно с комплектом принадлежностей П4126М2 ТУ25-04-1328-76.

В случае измерения сложных заземлителей с диагональ контура более 15 м, необходимо использовать провода большей длины, а при измерении удельного сопротивления грунта - дополнительный электрод.

* - поставляется по требованию заказчика.

3.2 Указания по поверке (приложение Г паспорта Ба2.729.008 ПС) поставляется по отдельному заказу.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Измеритель является безопасным. При эксплуатации измерителя соблюдайте «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

5 ПОДГОТОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ К РАБОТЕ

5.1 Установить девять элементов 373 (R20) в отсек питания.

При питании от внешнего источника снять крышку (при необходимости закрепить ее на боковой поверхности корпуса) и подключить измеритель к внешнему источнику с помощью шнура питания.

ВНИМАНИЕ! НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПИТАНИЯ ОТ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА ПОСТОЯННОГО ТОКА 12 В.

5.2 Установить измеритель на горизонтальной поверхности.

5.3 Проверить напряжение питания измерителя. Для этого замкните зажимы T1, P1, P2, T2, установить переключатель РОД РАБОТ в положение КЛБ, переключатель ПРЕДЕЛЫ, Ω - «0,3», ручку КЛБ - в крайнее правое положение. Нажать кнопку ИЗМ. Если при этом индикатор КП не светится - напряжение питания в норме.

5.4 Проверить работоспособность измерителя.

Произвести калировку измерителя. Установить переключатель РОД РАБОТ в положение КЛБ, установить «0» ручкой УСТ 0, нажать кнопку ИЗМ, ручкой КЛБ установить стрелку на отметку «30». При невозможности проведения калировки измеритель подлежит ремонту.

ВНИМАНИЕ!

1 ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ УСТАНОВИТЬ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ РОД РАБОТ В ПОЛОЖЕНИЕ ОТКЛ. ДЛЯ БЛОКИРОВКИ ВКЛЮЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ, ЗАКРЫТЬ КРЫШКУ.

2 ВСЕ ВИДЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ПРИВЕДЕННЫЕ В ДАННОМ ПАСПОРТЕ ПРОВОДЯТСЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ РОД РАБОТ В ПОЛОЖЕНИИ ИЗМ II. ПРИ ОТСУТСТВИИ ПОМЕХ ДОПУСКАЕТСЯ ПРОВОДИТЬ ИЗМЕРЕНИЯ В ПОЛОЖЕНИИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ ИЗМ I.

6 ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1 Измерение сопротивления заземляющих устройств.

6.1.1 Измерение сопротивления заземляющих устройств (ЗУ) выполняется по схеме, приведенной на рисунке 6.1.

Направленные разноса электродов Rп2 и Rт2 выбирать так, чтобы соединительные провода не проходили вблизи металлоконструкций и параллельно трассе линий электропередач (ЛЭП). При этом расстояние между токовым и потенциальным проводами должно быть не менее 1 м. Присоединение проводов к ЗУ выполнять на одной металлоконструкции, расстояние подключения между токовым и потенциальным проводами (0,2 - 0,4) м.

Измерительные электроды размещать по однолучевой или двулучевой схеме. Токовый электрод (Rт2) установить на расстоянии $L_{zt}=2D$ (рекомендуется $L_{zt}=3D$) от края испытываемого устройства, а потенциальный электрод (Rп2) - поочередно на расстояниях (0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8) L_{zt} от ЗУ.

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 приведен на рисунке 6.2.

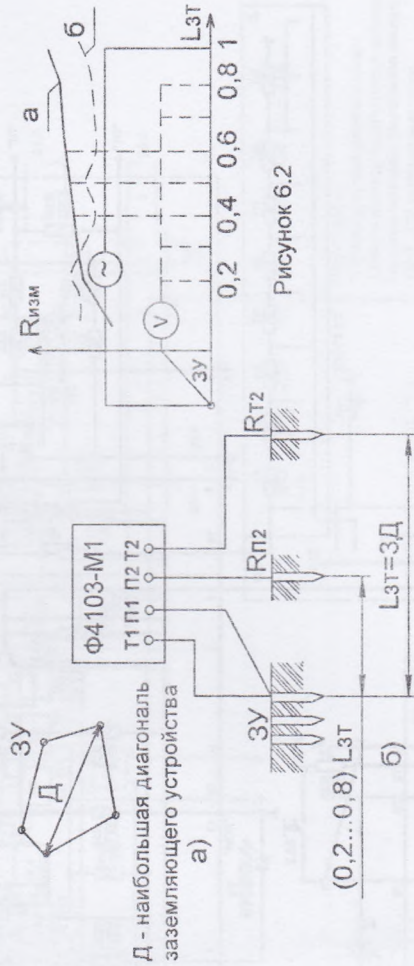


Рисунок 6.1

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_{zt} и 0,6 L_{zt} , 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_{zt} .

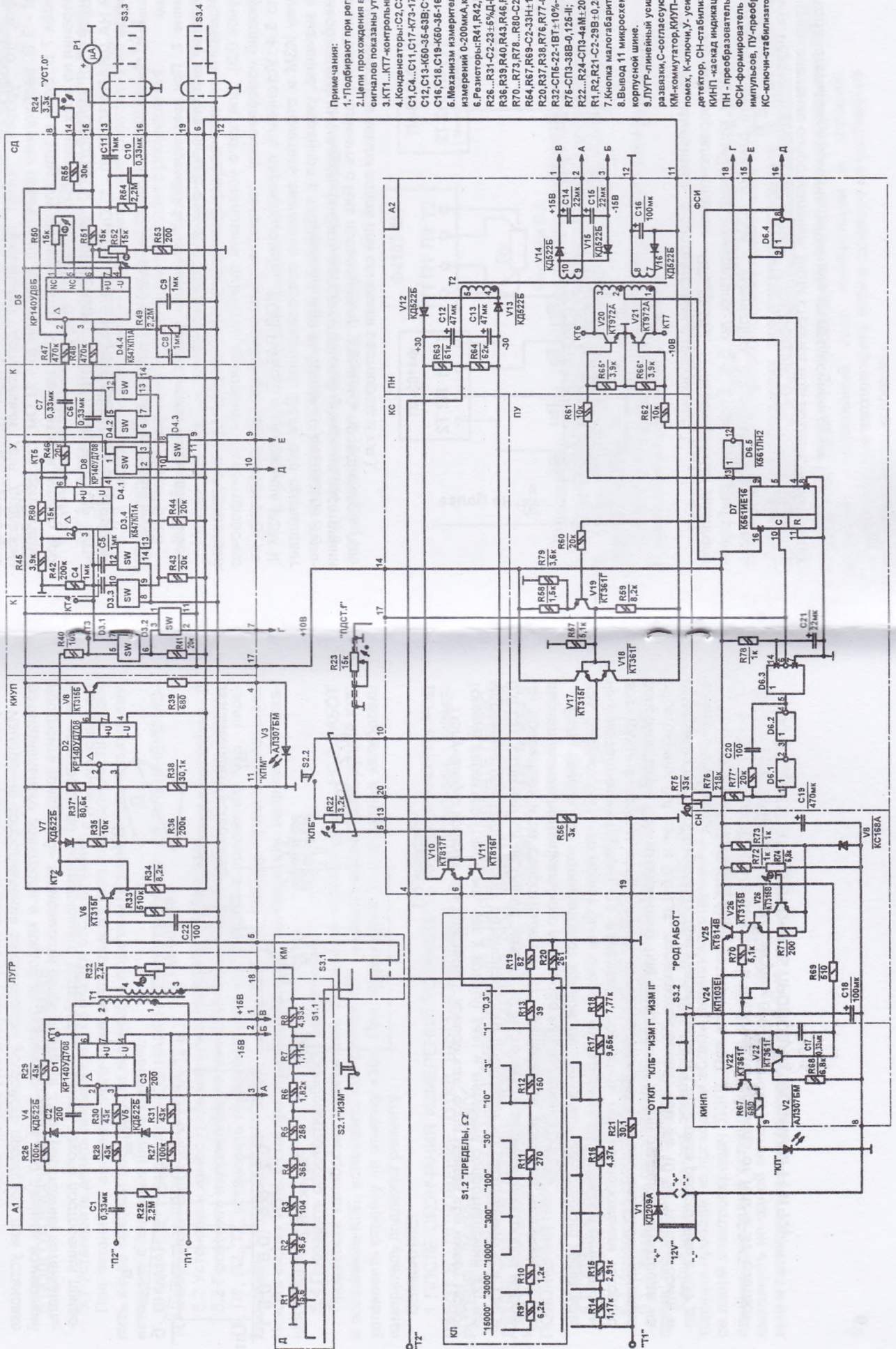
Если кривая «б» отличается от кривой «а», не имеет монотонного характера, (см. рисунок 6.2), что может быть следствием влияния подземных и (или) наземных металлоконструкций, то измерения повторить при расположении токового электрода в другом направлении от заземляющего устройства. Если значения сопротивления ЗУ, измеренные при положениях потенциального электрода на расстояниях 0,4 L_{zt} и 0,6 L_{zt} , отличаются более, чем на 10 %, то повторить и измерения сопротивления ЗУ при увеличенном в 1,5 - 2 раза расстоянии от ЗУ до токового электрода.

6.1.2 Проведение измерений.

6.1.2.1 Разомкнуть все зажимы и подключить провода от Rп2 и ЗУ соответственно к зажимам P2 и P1 (см. рисунок 6.1).

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДКЛЮЧАТЬ ПРОВОДА К ЗАЖИМАМ T1 И T2.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)
Схема электрическая принципиальная



- Примечания:
1. Подбирают при регулировании.
 2. Цели прохождения входного и выходного сигналов показаны утолщенной линией.
 3. КТ1...КТ7 - контрольные точки.
 4. Конденсаторы: С2, С3, С20 - К10-17-1Е±5%-М47-В; С1, С4...С11, С17 - К73-17-280В±10%; С12, С13 - К60-36-63В; С14, С16, С21 - К60-36-25В; С16, С18, С19 - К60-36-16В; С22 - К10-19-М1600±10%.
 5. Механизмы измерительный, диапазон измерений 0-200мкА, класс точности 1,0.
 6. Резисторы: R41, R42, R47, R48, R63 - С2-23±2%-Д-В; R36...R31 - С2-23±5%-Д-В; R9...R13, R19, R33...R36, R36, R39, R40, R43, R46, R61, R66...R68, R88, R70...R73, R78...R80 - С2-23±10%-Д-В; R25, R39, R49, R54, R67, R69 - С2-33Н±10%-Д-В; R3, R8, R14, R18, R20, R37, R38, R76, R77 - С2-14±0,25%-А-1,0; R32 - С16-22-1В1±10%-В; R60, R62, R74, R76 - С13-38В-0,125-И; R22...R24 - С13-4М±20%-А-ВС-2-20-В; R1, R2, R21 - С2-29В±0,25%-1,0-А;
 7. Кнопка малогабаритная КМ2-1В.
 8. Вывод 11 микросхемы D6 присоединен к корпусной шине.
 9. ЛУПР - линейный усилитель гальванической развязки С-согласующий каскад, Д-делитель, КМ-коммутатор, КИУП - каскад индикации уровня помех, К-ключи, У - усилитель, СД-синхронный детектор, СН-стабилизатор напряжения, КИПН - каскад индикации напряжения питания, ПН - преобразователь напряжения, ФСИ - формирователь синхронизирующих импульсов, ПУ - преобразователь уровня, КС - ключи-стабилизаторы, КУ - калибратор.

6.1.2.2 Проверить уровень помех в проверяемой цепи. Для этого установить переключатель РОД РАБОТ в положение ИЗМ II, ПРЕДЕЛЫ, Ω в положение «0,3» и нажать кнопку ИЗМ. Если индикатор КПм не светится, то уровень помех не превышает допустимый и измерения допускается проводить. Если индикатор КПм светится, то уровень помех превышает допустимый для диапазона (0 - 0,3) Ом - 3 В, необходимо перейти на диапазон (0 - 1) Ом, где допустимый уровень помех 7 В. Если в этом случае индикатор КПм не светится, можно проводить измерения на всех диапазонах кроме (0 - 0,3) Ом.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОВОДИТЬ ИЗМЕРЕНИЯ, ЕСЛИ ИНДИКАТОР КПМ СВЕТИТСЯ НА ДИАПАЗОНЕ (0 - 1) Ом ВО ИЗБЕЖАНИЕ ВЫХОДА ИЗМЕРИТЕЛЯ ИЗ СТРОЯ!

Примечание 1. Принять меры по недопустимости появления помех во время проведения измерений.

Примечание 2. 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 (рисунок 6.3). Для этого установить диапазон измерения ориентировочно соответствующий измеряемому сопротивлению электрода, откалибровать измеритель по 5.4. Установить переключатель РОД РАБОТ в положение ИЗМ II, нажать кнопку ИЗМ и отчитать значение сопротивления. Если оно превышает допустимое значение, указанное в таблице 2.1 для выбранного диапазона измерения, его необходимо уменьшить (забить дополнительный штырь на расстоянии (0,3 - 1,5) м от Rп2 и соединить с Rп2 проводником; улучшить проводимость прилегающих к ним участков земли водой или солевым раствором и т.п.).

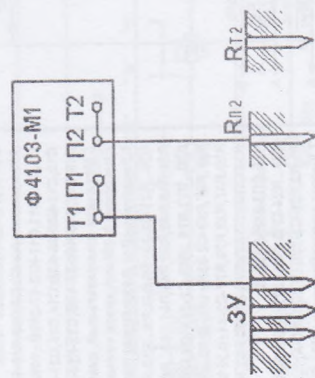


Рисунок 6.3

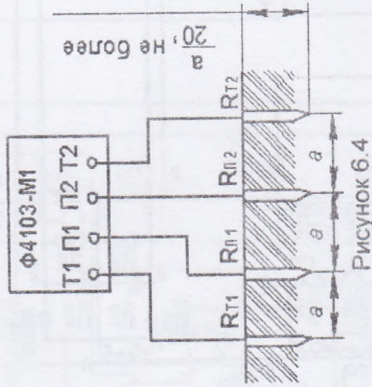


Рисунок 6.4

6.1.2.4 Подключить измеритель в соответствии с рисунком 6.1.

6.1.2.5 Установить переключателем ПРЕДЕЛЫ, Ω необходимый диапазон измерений, произвести калибровку измерителя по 5.4. Если при калибровке стрелка находится левее отметки «30» - уменьшить сопротивление токового электрода (см. пункт 6.1.2.3).

Установить переключатель РОД РАБОТ в положение ИЗМ II, нажать кнопку ИЗМ и отчитать значение сопротивления. Если стрелка под воздействием помех совершает колебательные движения, устранить их вращением ручки ПДСТ f.

6.1.2.6 При необходимости, перейти на диапазон измерения больших сопротивлений, переключив ПРЕДЕЛЫ, Ω - в необходимое положение. Откалибровать измеритель по 5.4. Установить переключатель РОД РАБОТ в положение ИЗМ II и отчитать значение сопротивления.

6.1.3 Измерение сопротивления точечного заземлителя проводить при Lзт не менее 30 м.

6.2 Измерение удельного сопротивления грунта.

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

6.2.2 Подключить к измерителю потенциальные электроды по двухзажимной схеме (рисунок 6.3) и измерить их сопротивление по методике 6.1.2.3.

6.2.3 Подключить измеритель в соответствии с рисунком 6.4.

6.2.4 Провести измерение по методике 6.1.2.5.

Кажущееся удельное сопротивление грунта $\rho_{\text{каж}}$ на глубине, равной расстоянию между электродами «а» определить по формуле:

$$\rho_{\text{каж}} = 2\pi Ra, \quad (1)$$

где R - показание измерителя, Ом;

a - расстояние между электродами, м.

6.3 Измерение активного сопротивления.

6.3.1 Измерение активного сопротивления проводить по схеме (см. рисунок 6.5) и методике 6.1.2.5.

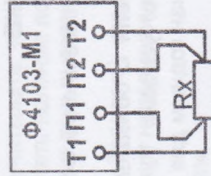


Рисунок 6.5

ВНИМАНИЕ! ПРИ ПРОВЕРКЕ РАБОТСПОСОБНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ МАГАЗИНА СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ДИАПАЗОНАХ (0 - 0,3) Ом, (0 - 1) Ом, (0 - 10) Ом НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ НАЧАЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАГАЗИНА.

6.4 Методика и примеры расчета погрешности измерителя в рабочих условиях применения приведены в приложении В.

7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

7.1 Изготовитель гарантирует соответствие измерителя всем требованиям технических условий при соблюдении правил эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных техническими условиями, а также при сохранении клейм изготовителя и наличии паспорта на этот измеритель.

ВНИМАНИЕ! Пункт 7.2 необходимо читать в следующей редакции: «Гарантийный срок эксплуатации и хранения 24 месяца со дня изготовления, если в договоре на поставку не оговорены другие условия».

дня ввода его

**МЕТОДИКА И ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ
ИЗМЕРИТЕЛЯ В РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ**

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

2 Нормальные условия применения измерителя приведены в ТУ25-7534.0006-87 и указаниях по поверке (приложение Г паспорта).

3 Погрешности измерителя в рабочих условиях применения приведены в ТУ25-7534.0006-87 и настоящем паспорте.

4 Приведенная погрешность измерения Δ в общем случае вычисляется по формуле:

$$\Delta = \Delta_0 + \sum_{n=1}^n \Delta G_n \quad (B.1)$$

где Δ_0 - предел допускаемой основной приведенной погрешности;

ΔG_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 горизонтально, вдали от мощных силовых трансформаторов, использовать источник питания напряжением $(12 \pm 0,25) В$, индуктивную составляющую учитывать только для контуров, сопротивление которых меньше 0,5 Ом, определять наличие помех и т.п.

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

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

6 Пример расчета погрешности.

6.1 Условия проведения измерений:

измеряется сопротивление заземляющих устройств подстанции напряжением 110 кВ;

температура воздуха минус 10 °С; влажность не более 100 %;

измеритель питается от внутреннего источника;

положение измерителя 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 допустимого уровня переменного тока.

6.3 Приведенную погрешность Δ определим по формуле (B.1) учитывая следующие составляющие дополнительные погрешностей:
от индуктивности заземлителя $\Delta G_1 = 8$ %;

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

7.4 По вопросу гарантийного и послегарантийного обслуживания обращайтесь в следующие организации:

- 1) ООО Регион ДП, 141090, Россия, Московская область, г. Королево, мкр. Болшево, ул. Маяковского, д.10А пом. № XIII, (498) 500 13 13;
- 2) 620026, Россия, г. Екатеринбург, ул. Энгельса, 38, ООО «Промприбор», (343) 254-46-47, 254-47-41, 254-47-40, 254-47-29, т/ф 254-48-13.

8 ЗАМЕТКИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И ХРАНЕНИЮ

8.1 В период эксплуатации измеритель должен подвергаться поверке. Поверка должна проводиться средствами и методами, указанными в приложении Г. Межповерочный интервал один год.

8.2 Транспортирование и хранение измерителя должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».

8.3 Условия транспортирования измерителя должны соответствовать условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды».

8.4 При железнодорожных перевозках вид отправки - мелкая малотоннажная.

9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

9.1 Измеритель сопротивления заземлений Ф4103-М1 № _____ заводской номер изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, технических условий ТУ 25-7534.0006-87 действующей технической документации и признан годным для эксплуатации.

Контролер ОТК

_____ оттиск личного клейма

_____ дата приемки

Первичная поверка произведена

_____ оттиск клейма поверителя

Изготовитель: завод «Мегомметр» г. Умань, ул. Советская, 49
Официальный дилер на территории РФ: ООО Регион ДП,
Россия, Московская область, г. Королево, ул. Маяковского, д.10А пом. № XIII

от температуры $\Delta c_2 = \frac{20 - (-10)}{10^{\circ}\text{C}} \cdot 4 = 12 \%$;

от напряжения питания $\Delta c_3 = 4 \%$;

от помех переменного тока $\Delta c_4 = 2 \%$;

$$\Delta = \Delta c_0 + \Delta c_1 + \Delta c_2 + \Delta c_3 + \Delta c_4 = 4 + 8 + 12 + 4 + 2 = 30 \%$$

6.4 Относительная погрешность γ может быть определена по формуле:

$$\gamma = \frac{R}{R_X} \cdot \Delta, \quad (\text{B.2})$$

где R_N - конечное значение диапазона измерений, Ом;

R_X - значение измеряемого сопротивления, Ом;

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

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