ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

НПО «ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»
(НПО «ВНИИФТРИ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ЭКВИВАЛЕНТЫ СЕТИ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МИ 1763—87

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1988

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ НПО «ВНИИФТРИ»

Начальник отделения НПО **Чуйко В. Г.**
Начальник отдела **Тищенко В. А.**
Исполнитель **Переверзев Л. А.**

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ НПО «ВНИИФТРИ»

Начальник сектора **Крупин В. Н.**
Инженер **Знаткова О. В.**

УТВЕРЖДЕНЫ НПО «ВНИИФТРИ» 27 мая 1987 г.

УДК 621.3.012:089.6 Группа П9

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

ЭКВИВАЛЕНТЫ СЕТИ

Методика поверки

МИ 1763—87

Настоящая методика распространяется на эквиваленты сети (ЭС) по ГОСТ 11001—80 (СТ СЭВ 502—84) с погрешностью коэффициента калибровки не менее 1,0 дБ и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки по коэффициенту калибровки в диапазоне частот 10 кГц — 100 МГц и входному сопротивлению в диапазоне частот 10 кГц — 300 МГц.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции.

1.1.1. Внешний осмотр (п. 4.1).

1.1.2. Определение погрешности коэффициента калибровки (п. 4.2.1, 4.2.2);

1.1.3. Определение модуля и аргумента входного полного сопротивления (п. 4.2.3, 4.2.4);

1.1.4. Определение коэффициента стоячей волны напряжения $K_{ст\,u}$ (п. 4.2.5).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные ниже.

2.1.1. Основные средства поверки:

милливольтметр средних квадратических значений (диапазон частот 10 кГц — 30 МГц; измеряемое напряжение 3— 300 мВ; погрешность относительных измерений не более 0,3 дБ; активное входное сопротивление не менее 0,1 МОм, входная емкость не более 10 пФ).

Примечание. Погрешность относительных измерений определяется по методике приложения 1;

© Издательство стандартов, 1988

измеритель полных сопротивлений (измеритель импеданса) — диапазон частот 10 кГц — 100 МГц; измеряемое сопротивление (модуль) 5 — 150 Ом; погрешность измерения модуля сопротивления не более 7 %; измеряемые фазовые углы от —30° до +30°; погрешность измерения фазового угла не более 7°;

измеритель $K_{ст\,U}$ — диапазон частот 30 — 300 МГц; диапазон измеряемых $K_{ст\,U}$ 1—2,5, погрешность измерения $K_{ст\,U}$ не более (5 $K_{ст\,U}$) %.

2.1.2. Вспомогательные средства поверки:

генератор сигналов — диапазон частот в соответствии с диапазоном поверяемого ЭС; выходное напряжение не менее 0,1 В; коэффициент нелинейных искажений не более 10 %. Возможная замена — измеритель радиопомех соответствующего диапазона с выходом калиброванного генератора синусоидального напряжения;

нагрузка 50 или 75 Ом в соответствии с сопротивлением выхода «Измеритель радиопомех» ЭС; $K_{ст\,U}$ не более 1,2. Возможная замена — измеритель радиопомех соответствующего диапазона с номинальным входным сопротивлением, равным выходному сопротивлению ЭС;

согласующий аттенюатор 75/50 или 50/75 Ом (при несоответствии сопротивлений нагрузки и ЭС);

симметрирующий трансформатор (только при поверке Δ-образного ЭС) — диапазон частот 0,15 — 30 МГц.

Источник питания постоянного тока (для ЭС, переключаемых напряжением) с напряжением, необходимым для поверяемого ЭС. Возможная замена — измеритель радиопомех, имеющий выходное постоянное напряжение для питания ЭС.

2.1.3. Перечень рекомендуемых средств поверки приведен в приложении 2. Допускается применение других средств поверки, имеющих погрешности не более указанных.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия: температура окружающей среды (293±5) К или (20±5) °С; атмосферное давление (100±4) кПа или (750±30) мм рт. ст.; относительная влажность воздуха (65±15) %; питание от сети переменного тока напряжением (220±4) В; частотой (50±±5) Гц при содержании гармоник до 5 %.

Примечание. Допускается проводить поверку в условиях, отличающихся от указанных. В этом случае необходимо учитывать дополнительные погрешности средств поверки из-за отличия условий.

3.2. При работе с поверяемыми ЭС, основными и вспомогательными средствами поверки необходимо соблюдать требования, указанные в технической документации.

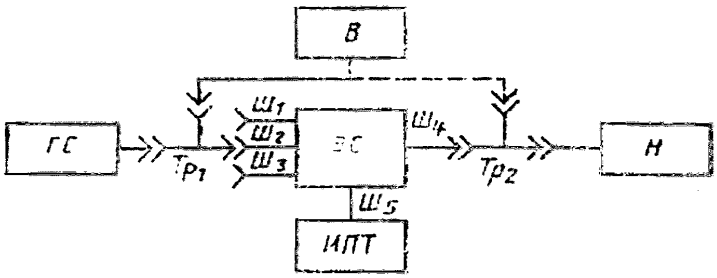
4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр.

4.1.1. При внешнем осмотре проверяют: соответствие комплектности ЭС (кроме ЗИП) техническому описанию; отсутствие видимых внешних повреждений; четкость работы переключателей.

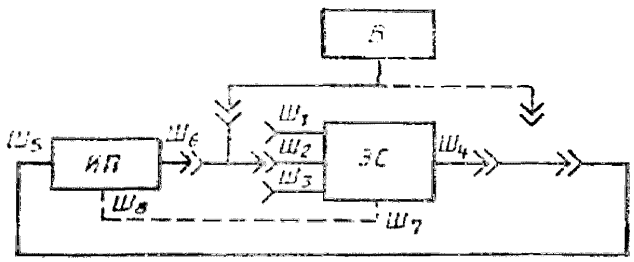
4.2. Определение метрологических параметров.

4.2.1. Определение погрешности коэффициента калибровки V-образных ЭС.



ГС—генератор сигналов; *В*—милливольтметр; *Н*—нагрузка; *ИПТ*—источник постоянного тока; $Тр_1$ и $Тр_2$—тройники; $Ш_1$—$Ш_3$—разъемы «Источник радиопомех»; $Ш_4$—разъем «Измеритель радиопомех»; $Ш_5$—вход электропитания

Черт. 1



ИП—измеритель радиопомех; $Ш_1$—$Ш_3$—разъемы «Источник радиопомех»; $Ш_4$—разъем «Измеритель радиопомех»; $Ш_5$—вход *ИП*; $Ш_6$—выход генератора *ИП*; $Ш_7$—вход электропитания; $Ш_8$—выход электропитания (управление антенной)

Черт. 2

4.2.1.1. В зависимости от имеющейся аппаратуры собирают стенд в соответствии с черт. 1 или черт. 2. Первый тройник присоединяют непосредственно к разъему или клемме «Источник радиопомех» без применения кабеля или проводов.

Напряжение ГС подбирают из условия получения отсчетов в конце шкалы милливольтметра; напряжение ИПТ — в зависимости от поверяемого ЭС.

Если выходное сопротивление ЭС (разъем «Измеритель радиопомех») и входное сопротивление нагрузки или измерителя радио-

помех не совпадают по номиналу, то между ними дополнительно включают согласующий аттенюатор 50/75 или 75/50 Ом. Второй тройник включают до или после аттенюатора — в зависимости от того, для какого тракта он предназначен.

4.2.1.2. При использовании в качестве нагрузки входного сопротивления измерителя радиопомех делитель высокой частоты последнего устанавливают на ослабление не менее 20 дБ; если управление аттенюатором ИП электрическое, то измеритель радиопомех должен быть включен в сеть. Постоянное напряжение от измерителя радиопомех или ИПТ подают на ЭС, если он имеет электрическое переключение фаз.

4.2.1.3. Измерения проводят на крайних частотах диапазона ЭС, а также в промежуточных точках, при этом отношение соседних частот должно быть не более 3. На каждой частоте поочередно подают напряжение на включенные фазы ЭС.

Пробник милливольтметра сначала вставляют в тройник перед ЭС, записывают показания U_1 милливольтметра в децибелах. Затем пробник переставляют в тройник, включенный после ЭС (на его выход «Измеритель радиопомех»). Записывают показания U_2 милливольтметра.

Коэффициент калибровки (в децибелах) определяют по формуле

$$K=U_1-U_2 \tag{1}$$

или

$$K=U_1-U_2-N, \tag{2}$$

если применен согласующий аттенюатор с ослаблением N и тройник включен после него.

4.2.1.4. Коэффициент калибровки эквивалентов сети, имеющих сопротивление 50 Ом, может определяться по черт. 2 без использования милливольтметра как разность отсчетов по ИП при наличии ЭС в цепи и при замене его коротким замыканием.

Погрешность коэффициента калибровки

$$\Delta K=K_{\text{н}}-K, \tag{3}$$

где $K_{\text{н}}$ — коэффициент калибровки, указанный в НТД на ЭС.

Форма записи результатов измерений приведена в табл. 1 приложения 3.

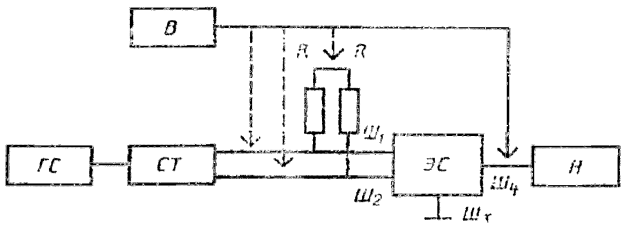
Значение ΔK должно быть не более 1,5 дБ, если в НТД не дано большее значение.

4.2.2. Определение погрешности коэффициента калибровки Δ-образных ЭС.

4.2.2.1. Измеряют коэффициент калибровки для несимметричных напряжений, при этом клеммы «Источник радиопомех» соединяют вместе, переключатель устанавливают в положение измерения несимметричных помех. Далее проводят измерения по п. 4.2.1.

4.2.2. Определение коэффициента калибровки Δ-образного ЭС для симметричных напряжений проводят по черт. 3. Резисторы R,

включенные на клеммах «Источник радиопомех», должны иметь одинаковое (с отличием не более 3 %) сопротивление в несколько десятков килоом. Если при измерении напряжения на клеммах наблюдается наводка низкой частоты на высокоомный вход милливольтметра, то каждую клемму «Источник радиопомех» дополнительно соединяют с землей сопротивлением в несколько килоом.



СТ—симметрирующий трансформатор; *Ш*$_1$, *Ш*$_2$—клеммы «Источник радиопомех»; *Ш*$_3$—разъем «Земля»; *Ш*$_4$—разъем «Измеритель радиопомех»

Черт. 3

Измеряют поочередно напряжения U_1 и U_2 на клеммах «Источник радиопомех»; U_3 на нагрузке, подключенной к разъему «Измеритель радиопомех» при положении переключателя, соответствующем измерению симметричных помех и U_4 между резисторами R.

4.2.2.3. Рассчитывают напряжение между клеммами «Источник радиопомех» по формуле

$$U_c=\sqrt{2(U_1^2+U_2^2-2U_4^2)}\ . \qquad (4)$$

Здесь все величины — в единицах напряжения (не в децибелах).

Коэффициент калибровки (в децибелах) определяют по формуле

$$K_c=20\lg\frac{U_c}{U_3}\ , \qquad (5)$$

если U_c и U_3 взяты в единицах напряжения, или по формуле

$$K_c=U_c-U_3, \qquad (6)$$

если эти величины взяты в децибелах.

Погрешность коэффициента калибровки (в децибелах)

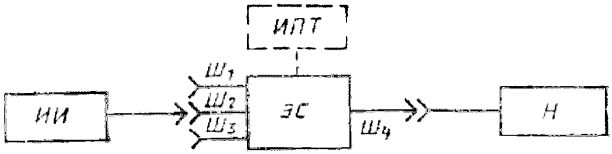
$$\Delta K=K_н-K_c, \qquad (7)$$

где $K_н$ — коэффициент калибровки, указанный в НТД на ЭС для измерения симметричных напряжений. Значение ΔK должно быть не более 1,5 дБ, если в НТД на ЭС не указано большее значение.

Форма записи результатов измерения приведена в табл. 2 приложения 3.

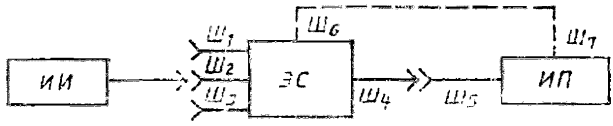
4.2.3. Определение модуля и аргумента входного полного сопротивления V-образных эквивалентов сети.

4.2.3.1. Собирают схемы, показанные на черт. 4 или черт. 5. При этом должны быть учтены указания п. 4.2.1.2.



ИИ—измеритель импеданса; *Ш*$_1$—*Ш*$_3$—разъемы «Источник радиопомех»; *Ш*$_4$—разъем «Измеритель радиопомех»

Черт. 4

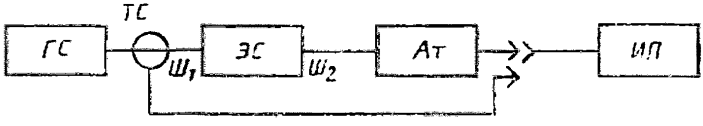


Ш$_1$—*Ш*$_3$—разъемы «Источник радиопомех»; *Ш*$_4$—разъем «Измеритель радиопомех»; *Ш*$_5$—вход *ИП*; *Ш*$_6$—вход электропитания; *Ш*$_7$—выход электропитания

Черт. 5

4.2.3.2. Измерения проводят на частотах, указанных в п. 4.2.1.3. Измеритель импеданса подключают непосредственно к разъемам «Источник радиопомех» эквивалента сети. Отсчитывают значения модуля и аргумента (если последний нормирован для данного типа ЭС). Измеренные модуль и аргумент полного сопротивления не должны выходить за пределы допуска, указанного в НТД на ЭС (в том числе при замыкании клемм «Сеть» ЭС на землю).

Форма записи результатов измерений приведена в табл. 3 приложения 3.



ТС—токосъемник (например, SMZ-11); *Ат*—аттенюатор (ВМ 577 или ТТ-4139/В); *Ш*$_1$—разъем «Источник радиопомех», *Ш*$_2$—разъем «Измеритель радиопомех»

Черт. 6

4.2.3.3. На частотах ниже 0,5 МГц в случае, если отсутствует измеритель импеданса для заземленных сопротивлений, и для данного типа ЭС аргумент входного сопротивления не нормирован может быть применен следующий способ измерения модуля входного сопротивления.

Приборы включают по черт. 6. Сначала *ИП* подключают к токосъемнику и отмечают отсчет по *ИП*. Затем подключают *ИП* на

выход аттенюатора (*Ат*) и регулируют ослабление последнего до получения прежнего отсчета.

Модуль входного сопротивления определяют по формуле

$$z = 10^{\frac{1}{20}(N + K - K_I)}, \qquad (8)$$

где N — ослабление, установленное по аттенюатору, дБ; K — коэффициент калибровки ЭС, дБ; K_I — коэффициент калибровки токосъемника, дБСм.

4.2.4. Определение модуля и аргумента входного полного сопротивления Δ-образных эквивалентов сети.

4.2.4.1. Входное сопротивление Δ-образных ЭС между соединенными вместе клеммами «Источник радиопомех» и «Земля» ($z_н$ и $\varphi_н$) измеряют аналогично п. 4.2.3. При этом переключатель ЭС устанавливают на измерение несимметричной составляющей помех. На выходе «Измеритель радиопомех» должна быть включена нагрузка.

4.2.4.2. Для определения модуля z и аргумента φ сопротивления между клеммами «Источник радиопомех» переключатель ЭС устанавливают на измерение симметричной составляющей помех и при наличии измерителя импеданса для незаземленных сопротивлений измеряют с его помощью значения z и φ.

При использовании измерителя импеданса с несимметричным входом, измерения проводят по схемам, приведенным на черт. 4 или черт. 5. Переключатель ЭС устанавливают на измерение симметричной составляющей помех и снова измеряют $z_н$ и $\varphi_н$, а также модули и аргументы сопротивлений между каждой клеммой «Источник радиопомех» и «Земля» (z_1 и z_2, φ_1 и φ_2). Значения z и φ рассчитывают по формулам:

$$z = a_1 + a_2 + 2\sqrt{a_1 a_2}\cos(d_1 - d_2); \qquad (9)$$

$$\varphi = 2\operatorname{arctg}\frac{\sqrt{a_1}\sin\frac{1}{2}d_1 + \sqrt{a_2}\sin\frac{1}{2}d_2}{\sqrt{a_1}\cos\frac{1}{2}d_1 + \sqrt{a_2}\cos\frac{1}{2}d_2}, \qquad (10)$$

где

$$a_1 = \sqrt{z_1^2 + z_н^2 - 2z_1 z_н \cos(\varphi_1 - \varphi_н)};$$

$$a_2 = \sqrt{z_2^2 + z_н^2 - 2z_2 z_н \cos(\varphi_2 - \varphi_н)};$$

$$d_1 = \operatorname{arctg}\frac{z_1\sin\varphi_1 - z_н\sin\varphi_н}{z_1\cos\varphi_1 - z_н\cos\varphi_н};$$

$$d_2 = \operatorname{arctg}\frac{z_2\sin\varphi_2 - z_н\sin\varphi_н}{z_2\cos\varphi_2 - z_н\cos\varphi_н}.$$

Модуль и аргумент полного сопротивления не должен выходить за пределы допуска, указанного в НТД на ЭС.

Форма записи результатов измерения приведена в табл. 4 приложения 3.

4.2.5. Определение $K_{ст\,U}$ эквивалентов сети диапазона частот 30 — 300 МГц.

4.2.5.1. Собирается схема, показанная на черт. 4 или черт. 5, но вместо измерителя импеданса к включенной фазе «Источник радиопомех» эквивалента сети присоединяется коаксиальный тракт измерителя $K_{ст\,U}$ (с применением коаксиальных переходов в случае необходимости). Диапазон качания частоты измерителя $K_{ст\,U}$ устанавливается в пределах 30 — 300 МГц. По экрану измерителя отсчитывается наибольшее значение $K_{ст\,U}$. Это значение не должно превосходить значения $K_{ст\,U}$, указанного в НТД на ЭС.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

5.1. Положительные результаты государственной первичной поверки оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением оттиска клейма.

5.2. Положительные результаты государственной периодической поверки оформляют нанесением поверительного клейма и выдачей свидетельства установленной формы.

5.3. Положительные результаты периодической ведомственной поверки оформляют в порядке, установленном ведомственной метрологической службой.

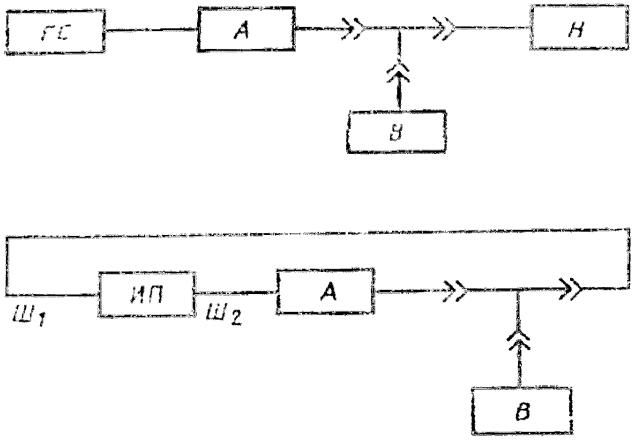
5.4. Результаты измерений заносят в протокол, форма которого приведена в приложении 3.

5.5. Эквиваленты сети, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к выпуску и применению не допускают; на них выдают извещение о непригодности с указанием причин; клеймо гасят.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ТОЧНОСТИ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МИЛЛИВОЛЬТМЕТРОМ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ

1. Проверку проводят по одной из схем, приведенных на чертеже.



А—аттенюатор; $Ш_1$—вход *ИП*; $Ш_2$—выход генератора *ИП*

2. Рекомендуемые приборы: генератор сигналов Г4-158; аттенюатор ВМ-547 или ВМ-577 (Тесла, ЧССР); TT4139/B (BHP), последний при условии предварительной аттестации; измеритель радиопомех SMV-6 или SMV-11.

3. Проверка производится на частотах, которые выбирают так же, как в п. 4.2.1.3.

4. При постоянном напряжении на входе аттенюатора, последовательно изменяя его ослабление и переключая пределы измерения милливольтметра, записывают отсчеты по этим приборам; для каждого прибора вычисляют разности отсчетов ΔN относительно начального отсчета. Погрешность относительных измерений милливольтметром в децибелах определяется как $\Delta N_B - \Delta N_A$, ΔN_B — разность отсчетов по милливольтметру, ΔN_A — по аттенюатору.

Результаты измерений и расчетов сводят в таблицу.

Частота	Отсчет по милливольтметру, дБ			Отсчет по аттенюатору, дБ	Разность отсчетов		Погрешность $\Delta N_B - \Delta N_A$
	предел	отсчет по шкале	суммарный отсчет		ΔN_B	ΔN_A	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Рекомендуемые средства поверки

Наименование	Тип	Примечания
Милливольтметр	В3-48 В3-59	
Измеритель импеданса низкочастотный	ВМ-507	5 Гц — 500 кГц для незаземленных импедансов
Измеритель импеданса высокочастотный	ВМ-538 (Тесла, ЧССР)	0,5—110 МГц
Измеритель $K_{ст\ U}$	РК2-47	
Генератор сигналов	Г4-158	0,01—100 МГц
Измеритель радиопомех	SMV-6, SMV-11	
Согласующий аттенюатор	KTG-5	Из комплекта SMV-6 (-11)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Обязательное

ПРОТОКОЛ № _____

поверки эквивалента сета типа _____, заводской № _____,

представленного _____

дата

Результаты поверки

Определение погрешности коэффициента калибровки V-образного эквивалента сети.

Таблица 1

Частота	Фаза разъемов „Источник помех"	Отсчеты по милливольтметру		Коэффициент калибровки $K=U_1-U_2$, дБ	Погрешность $\Delta K=K_н-K$, дБ
		„Источник помех" U_1, дБ	„Измеритель радиопомех" U_2, дБ		

Определение погрешности коэффициента калибровки Δ-образного эквивалента сети.

Таблица 2

Частота	Напряжения на клеммах „Источник помех"		Напряжения на клеммах „Измер. помех"		U_C, В	K_C, дБ	ΔK, дБ
	U_1, В	U_2, В	U_3, В	U_4, В			

Определение входного сопротивления V-образного эквивалента сети

Таблица 3

Частота	Фаза разъемов „Источник помех"	Модуль сопротивления Z, Ом	Аргумент φ, угл. град

Определение входного сопротивления для Δ-образных эквивалентов сети

Таблица 4

Частота	Измеренные значения модулей и аргументов						Модуль и аргумент сопротивления между клеммами	
	$z_н$, Ом	$\varphi_н$, угл. град	z_1, Ом	φ_1, угл. град	z_2, Ом	φ_2, угл. град	z, Ом	φ, угл. град

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
Государственная система обеспечения единства измерений
ЭКВИВАЛЕНТЫ СЕТИ
Методика поверки
МИ 1763—87

Редактор *Н. А. Еськова*
Технический редактор *Л. Я. Митрофанова*
Корректор *А. М. Трофимова*

Н/К

Сдано в наб. 07.01.88 Подп. в печ. 04.03.88 Т—04241 Формат 60×90¹/₁₆. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая 1,0 усл. п. л. 1,0 усл. кр.-отт. 0,65 уч.-изд. л. Тираж 3000 экз. Зак. 58 Изд. № 9887/4

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru