ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 51048— 97

Совместимость технических средств электромагнитная

ГЕНЕРАТОРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С ТЕМ-КАМЕРАМИ

Технические требования и методы испытаний

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 030 «Электромагнитная совместимость технических средств»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 9 апреля 1997 г. № 128

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Июль 2020 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ИПК Издательство стандартов, 2004
© Стандартинформ, оформление, 2020

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Совместимость технических средств электромагнитная

ГЕНЕРАТОРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С ТЕМ-КАМЕРАМИ

Технические требования и методы испытаний

Electromagnetic compatibility of technical equipment. Generators of electromagnetic field with TEM cells. Technical requirements and test methods

Дата введения — 1998—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на генераторы электромагнитного поля (ГЭМП) с преобразователями, базирующимися на отрезках линий передачи (ТЕМ-камерами с поперечными волнами), предназначенные для испытаний технических средств (ТС) на устойчивость к воздействию электромагнитных гармонических и модулированных полей.

Настоящий стандарт устанавливает основные параметры, технические требования и методы испытаний ГЭМП.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.006 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

ГОСТ 8711 (МЭК 51-2—84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам

ГОСТ 24375 Радиосвязь. Термины и определения

ГОСТ 30372/ГОСТ Р 50397[1)] Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения

ГОСТ Р 51317.4.3 (МЭК 61000-4-3—95)[2)] Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

[1)] Действует ГОСТ Р 50397—2011 (МЭК 60050-161:1990).

[2)] Действует ГОСТ 30804.4.3—2013 (IEC 61000-4-3:2006).

Издание официальное

3 Определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 24375 и ГОСТ 30372.

4 Технические требования

4.1 Общие требования

4.1.1 ГЭМП должны соответствовать требованиям настоящего стандарта во всем диапазоне нормируемых параметров в рабочей полосе частот, указанной в технических условиях на ГЭМП конкретного типа.

4.1.2 В состав ГЭМП должны входить: генераторы переменного напряжения, согласующие и симметрирующие устройства, преобразователь напряжение — электромагнитное поле (далее в тексте — преобразователь), вольтметр переменного напряжения, нагрузка для поглощения высокочастотной мощности, радиочастотные тракты для соединения функциональных элементов. Допускается совмещение в одном устройстве нескольких функций и наличие дополнительных сервисных устройств.

4.1.3 Преобразователь должен состоять из одного или нескольких отрезков однородных линий передачи с постоянным характеристическим сопротивлением, в котором распространяется поперечная электромагнитная волна типа ТЕМ.

4.1.4 Линии передачи преобразователя могут быть открытыми, закрытыми, с симметричным и несимметричным возбуждением.

4.1.5 Конструктивное исполнение преобразователя должно обеспечивать доступ к испытуемому ТС, его функционирование и контроль параметров при испытаниях.

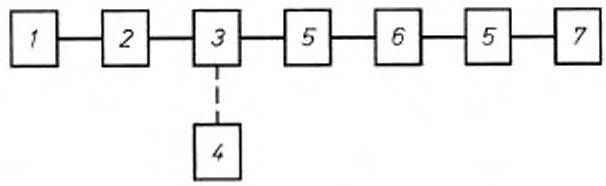
4.1.6 ГЭМП должен соответствовать требованиям техники безопасности по ГОСТ 12.1.006.

4.1.7 Рекомендуется выбирать следующие полосы рабочих частот ГЭМП: от 0,15 до 30 МГц, от 30 до 300 МГц, от 300 до 1000 МГц.

4.1.8 Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля, создаваемой ГЭМП, устанавливают в зависимости от требований к помехоустойчивости испытуемого ТС. Воспроизводимые значения напряженности выбирают из ряда: 1, 3, 10 В/м в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.3.

4.2 Требования к генераторам электромагнитного поля

4.2.1 Рекомендуемая функциональная схема ГЭМП приведена на рисунке 1.



1 — генератор сигналов измерительный; *2* — соединительный тракт; *3* — вольтметр переменного напряжения; *4* — тройниковый переход из комплекта вольтметра; *5* — согласующие (симметрирующие) устройства; *6* — преобразователь напряжение — электромагнитное поле; *7* — нагрузка

Рисунок 1 — Функциональная схема ГЭМП

4.2.2 Генератор сигналов измерительный, обеспечивающий требование 4.1.8 в рабочем диапазоне частот.

4.2.3 Вольтметр переменного напряжения по ГОСТ 8711.

4.2.4 Тройниковый переход с волновым сопротивлением 50 Ом, коэффициент стоячей волны (КСВН) не более 1,2 в рабочем диапазоне частот из комплекта вольтметра.

4.2.5 Радиочастотный тракт — коаксиальный кабель 50 Ом длиной не более 1 м.

4.2.6 Преобразователь должен иметь рабочий объем, представляющий собой параллелепипед, в который вписывается испытуемое ТС. Рабочий объем должен располагаться в однородном поле, участке линии передачи, образующей преобразователь. В преобразователях с несимметричным возбуждением ТС располагается на электроде с нулевым потенциалом на диэлектрической подставке

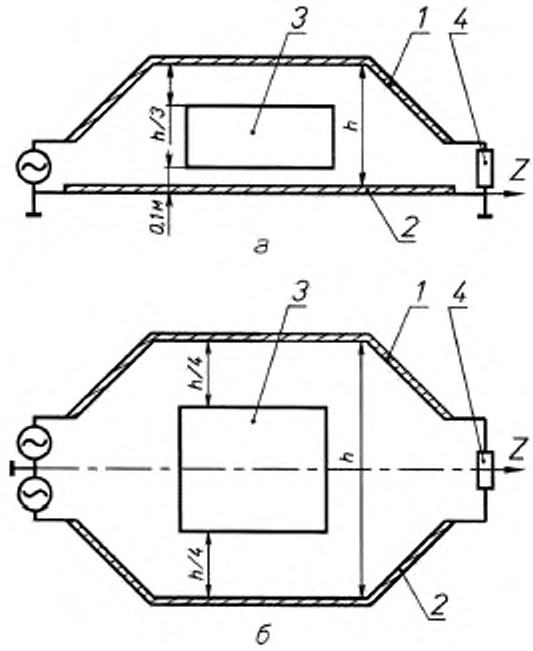
высотой не менее 0,1 м. Минимальное расстояние от поверхности, ограничивающей рабочий объем, до электрода, находящегося под потенциалом, должно быть не менее 1/3 минимального расстояния между электродами в месте расположения рабочего объема в преобразователе. В преобразователях с симметричным питанием рабочий объем располагается симметрично относительно электродов преобразователя. Расстояние от поверхности рабочего объема до электродов преобразователя должно быть не менее 1/4 минимального расстояния между электродами в месте расположения рабочего объема. Размеры рабочего объема и его расположение относительно электродов преобразователя должны быть приведены в технической документации на ГЭМП. Рекомендуемое расположение рабочего объема в преобразователе приведено на рисунке 2.

4.2.7 Преобразователь характеризуется коэффициентом преобразования k (дБ относительно м), определяемым в рабочей полосе частот ГЭМП и вычисляемым по формуле

$$k = 20 \lg U/E, \quad (1)$$

где U — эффективное напряжение, измеренное высокочастотным вольтметром, входящим в состав ГЭМП, В;

E — напряженность поперечной компоненты электрического поля волны, распространяющейся в преобразователе, измеренная в центре рабочего объема, В/м.



а — преобразователь с несимметричным питанием: *1*, *2* — электроды, образующие линию (*1* — электрод с нулевым потенциалом), *3* — рабочий объем, *4* — нагрузка; *б* — преобразователь с симметричным питанием: *1*, *2* — электроды, образующие линию, *3* — рабочий объем, *4* — нагрузка

Рисунок 2 — Расположение рабочего объема в преобразователе

Значение коэффициента преобразования должно быть приведено в документации на ГЭМП. В случае, если коэффициент преобразования зависит от частоты, то его приводят в виде таблицы значений на частотах из рабочей полосы, включая крайние, и задают правила аппроксимации на любую частоту рабочего диапазона.

4.2.8 Основные параметры преобразователя, их значения и методы испытаний должны соответствовать приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра			Номер пункта методики испытаний
Полоса рабочих частот, МГц	0,15—30	30—300	300—1000	5.3.1
Отклонение входного сопротивления преобразователя с согласующим (симметрирующим) устройством от 50 Ом, %, не более	± 10	—	—	5.3.2
Коэффициент стоячей волны преобразователя с согласующим устройством в тракте 50 Ом, не более	—	1,6	1,6	5.3.2
Погрешность определения коэффициента преобразования, дБ, не более	± 2,0	± 2,5	± 3,0	5.3.3
Неравномерность коэффициента преобразования в полосе частот, дБ, не более	4,0	5,0	6,0	5.3.4
Ослабление продольной компоненты электрического поля относительно поперечной в центре рабочего объема, дБ, не менее	20	20	20	5.3.5
Максимальная неоднородность поперечной компоненты электрического поля в рабочем объеме относительно значения в центре, дБ, не более	± 3,0	± 3,0	± 3,0	5.3.6

4.2.9 Согласованная нагрузка в рабочей полосе частот ГЭМП должна иметь входное сопротивление 50 Ом и КСВН 1,2. Для нагрузки с распределенными параметрами нормируется только максимальная мощность. Мощность, рассеиваемая нагрузкой, P в ваттах должна быть не менее вычисленной по формуле

$$P = \frac{E_{max}^2 \cdot 10^{k/10}}{50}, \qquad (2)$$

где E_{max} — максимальное значение напряженности поля, создаваемого ГЭМП, В/м;
k — коэффициент преобразования.

Примечание — Для нагрузок с распределенными параметрами, входящих конструктивно в преобразователи, нормируется только максимальная мощность.

5 Методы испытаний

5.1 Требования к средствам измерений

5.1.1 Для проведения испытаний ГЭМП необходима измерительная аппаратура с параметрами, указанными в таблице 2.

Таблица 2

Наименование измерительного прибора и его основные параметры	Значение параметра	Номер пункта методики испытаний
Измеритель комплексных коэффициентов передачи:		5.3.2
- диапазон частоты, МГц	1—1250	
- погрешность измерения КСВН при $1{,}03 < K_{CTV} < 2$, %	$\pm 2{,}4 \cdot K_{CTV}$	
Измеритель полных сопротивлений:		5.3.2
- диапазон частот, Гц	$5—0{,}5 \cdot 10^6$	
- пределы измерения, Ом	$1—10^7$	
- погрешность измерения, %	± 5	

Окончание таблицы 2

Наименование измерительного прибора и его основные параметры	Значение параметра	Номер пункта методики испытаний
Измеритель импеданса и коэффициента передачи:		5.3.2
- диапазон частот *f*, МГц	0,5—110	
- пределы измерения модуля импеданса IZI, кОм	10—100	
- погрешность измерений, %	± (4 + *f*/30 + IZI/25)	
Измеритель напряженности электрического поля в составе:		5.3.2
- вольтметр постоянного тока:		
диапазон измерения, В, не менее	$2 \cdot 10^{-6}$—2,0	
входное сопротивление, МОм, не менее	100	
класс точности	0,06/0,02	
Дипольная антенна с детектором (ДАД):		
- диапазон частот, МГц	0,15—1000	
- вид поляризации	Линейная	
- диапазон измерений, В/м	0,7—10	
- коэффициент асимметрии, дБ, не более	0,3	
- погрешность измерения электрического поля в рабочем диапазоне частот, дБ	± 1,0	

5.1.2 Серийные средства измерений, входящие в состав ГЭМП, испытывают в соответствии с разделом «Проведение поверки», изложенным в технической документации. Перечень рекомендуемых средств измерений, применяемых при испытаниях ГЭМП, приведен в приложении А.

5.1.3 Перед проведением испытаний ГЭМП серийные средства измерений должны быть поверены, нестандартные средства измерений — аттестованы.

5.2 Подготовка к испытаниям

5.2.1 Метод отбора образцов для испытаний должен быть указан в технических условиях на ГЭМП конкретных типов.

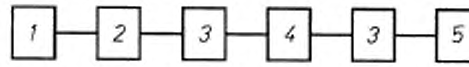
5.2.2 Перед испытанием ГЭМП должны быть подготовлены к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

5.2.3 Проверку параметров ГЭМП рекомендуется проводить на отдельных частотах из ряда: 0,03; 0,1; 0,3; 1,0; 3,0; 10; 30; 100; 300; 1000 МГц и на крайних точках рабочей полосы частот.

5.3 Проведение испытаний

5.3.1 Соответствие техническим требованиям, приведенным в 4.2.1—4.2.7 и 4.2.9, проверяют по технической документации на ГЭМП.

5.3.2 Отклонение входного сопротивления от номинального и КСВН преобразователя с согласующими (симметричными) устройствами проверяют на входном разъеме согласующего устройства, подключенного с помощью кабеля длиной не более 1 м, как указано на рисунке 3, на частотах в соответствии с 5.2.3. Допускается измерять КСВН в полосе рабочих частот. Измерения должны проводиться в условиях, исключающих влияние окружающей обстановки на результат измерения в пределах погрешности измерения. Конкретные требования зависят от вида преобразователя и должны содержаться в документации на ГЭМП.



1 — измеритель импеданса (измеритель КСВН); *2* — кабель длиной 1 м, волновое сопротивление 50 Ом; *3* — согласующие (симметрирующие) устройства; *4* — преобразователь; *5* — нагрузка

Рисунок 3 — Схема измерения входного сопротивления преобразователя с согласующими устройствами

5.3.3 Для определения погрешности коэффициента преобразования ГЭМП ДАД располагают в рабочем объеме преобразователя так, чтобы плоскость, проходящая через вибраторы антенны и ее держатель, была перпендикулярна направлению распространения волны в преобразователе, а центр антенны совпадал с центром рабочего объема с точностью ± 5 мм. На одной из частот в соответствии с 5.2.3 создают поле в преобразователе. С помощью измерительного генератора из состава ГЭМП устанавливают значение напряженности электрического поля 10 В/м по показанию измерителя напряженности электрического поля (ИНП) с ДАД и отсчитывают значение переменного напряжения по вольтметру ГЭМП. Далее определяют фактическое значение коэффициента преобразования ГЭМП k_0 в децибелах по формуле

$$k_0 = 20 \lg U_0/10, \quad (3)$$

где U_0 — показание вольтметра ГЭМП, соответствующее напряженности 10 В/м по показанию ИНП с ДАД, В.

Погрешность коэффициента преобразования ГЭМП Δk в децибелах вычисляют по формуле

$$\Delta k = k - k_0, \quad (4)$$

где k, k_0 — соответственно паспортное и фактическое значения коэффициента преобразования ГЭМП, дБ.

Указанные операции проводят на каждой из частот рабочего диапазона ГЭМП, выбранных в соответствии с 5.2.3.

5.3.4 Для проверки неравномерности коэффициента преобразования в полосе частот используют результаты, полученные в соответствии с 5.3.3. Неравномерность поля ΔA в децибелах вычисляют по формуле

$$\Delta A = k_{0\min} - k_{0\max}, \quad (5)$$

где $k_{0\min}$ и $k_{0\max}$ — соответственно минимальное и максимальное фактические значения коэффициента преобразователя ГЭМП в полосе рабочих частот, дБ.

5.3.5 Для проверки ослабления продольной компоненты электрического поля относительно поперечной устанавливают ДАД в центре рабочего объема в соответствии с 5.3.3. Вращая ДАД вокруг оси держателя на угол 90° относительно первоначального положения, устанавливают вибраторы ДАД параллельно направлению распространения волны в преобразователе, сохраняя значение напряжения на вольтметре ГЭМП, равное U_0 в соответствии с 5.3.3. Фиксируют показания вольтметра постоянного тока ИНП V_0. Возвращают датчик в исходное положение поворотом на 90°. Уменьшая напряжение измерительного генератора до уровня, при котором показание ИНП будет равно V_0, фиксируют показания вольтметра переменного тока ГЭМП U_p. Ослабление продольной компоненты электрического поля относительно поперечной D в децибелах вычисляют по формуле

$$D = 20 \lg U_0/U_p, \quad (6)$$

где U_0 — показание вольтметра ГЭМП, соответствующее значению поперечной компоненты электрического поля 10 В/м;

U_p — показание вольтметра ГЭМП, соответствующее показанию ИНП, равному V_0, В.

Указанные операции проводят на каждой из частот рабочего диапазона ГЭМП, выбранных в соответствии с 5.2.3.

5.3.6 Для проверки максимальной неоднородности поперечной компоненты электрического поля в рабочем объеме относительно значения в его центре устанавливают ДАД в центре рабочего объема,

как указано в 5.3.3. Фиксируют показание вольтметра ГЭМП при значении напряженности электрического поля 10 В/м, измеренного с помощью ИНП. Далее ДАД помещают в вершины параллелепипеда, образующего рабочий объем в плоскостях, перпендикулярных направлению распространения волны в преобразователе в соответствии с рисунком 4, и устанавливают показание ИНП, равное 10 В/м, фиксируя показания вольтметра ГЭМП U_n, где n = 1, 2, . . ., 8.

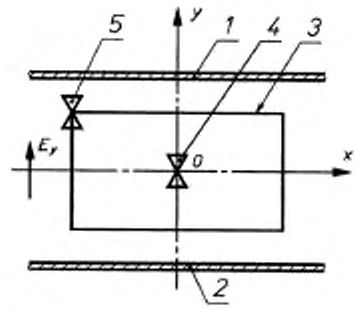
Неоднородность поперечной компоненты электрического поля в n-ой вершине относительно значения в центре H_n в децибелах вычисляют по формуле

$$H_n = 20 \lg U_n/U_0, \quad (7)$$

где U_n — показание вольтметра ГЭМП при установке ДАД в n-ю вершину параллелепипеда, В;

U_0 — показание вольтметра ГЭМП при установке антенны в центре рабочего объема, В.

Из восьми значений H_n определяют максимальное (по модулю) значение H_{max}, которое определяет максимальную неоднородность поперечной компоненты электрического поля на частоте измерения. Указанные операции проводят на каждой из частот рабочего диапазона ГЭМП в соответствии с 5.2.3. Максимальную неоднородность в рабочей полосе частот определяют как наибольшее из значений H_{max}.



1, 2 — электроды преобразователя; *3* — рабочий объем; *4* — ДАД в центре рабочего объема; *5* — ДАД в одной из вершин параллелепипеда, ограничивающего рабочий объем; *0* — центр рабочего объема; E_y — вектор напряженности электрического поля в системе координат *XYZ*; ось *Z* направлена от плоскости чертежа и совпадает с направлением распространения волны

Рисунок 4 — Расположение измерительной антенны в рабочем объеме преобразователя (поперечное сечение)

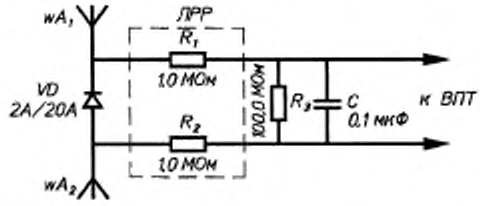
Приложение А
(рекомендуемое)

Перечень средств измерений, применяемых при испытаниях ГЭМП

Наименование	Тип
Измеритель комплексных коэффициентов передачи	Р4—37, Р4—37/1
Измеритель полных сопротивлений	ВМ 507
Измеритель импеданса и коэффициента передачи	ВМ 538
Амперволътметр цифровой	Ф 30
Дипольная антенна с детектором	В соответствии с приложением Б

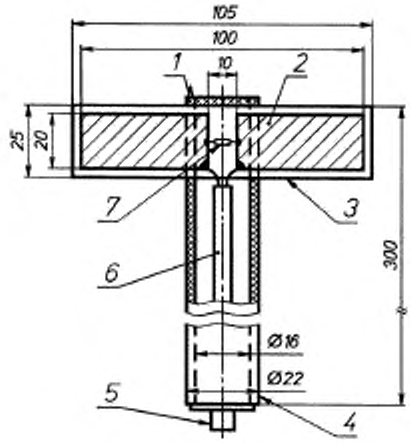
Приложение Б
(рекомендуемое)

Дипольная антенна с детектором



wA_1, wA_2 — вибраторы диполя; *VD* — диод; *ЛРР* — двухпроводная развязывающая резистивная линия ($100 \le L \le 250$ мм) с сопротивлениями R_1 и R_2; R_3C — фильтр; *ВПТ* — милливольтметр постоянного тока с входным сопротивлением более 100 МОм

Рисунок Б.1 — Электрическая схема дипольной антенны с детектором на полупроводниковом диоде 1Б



1 — крышка; *2* — вибраторы диполя в виде неудаленных участков фольги на пластине *3*; *3* — пластина из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм; *4* — трубка из стеклотекстолита; *5* — разъем; *6* — резистивная развязывающая линия; *7* — полупроводниковый диод

Рисунок Б.2 — Конструкция дипольной антенны с детектором на полупроводниковом диоде

УДК 621.391.82:006.354 ОКС 33.100

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, устойчивость к электромагнитным помехам, генераторы электромагнитного поля, преобразователь напряжение — электромагнитное поле, поперечная электромагнитная волна типа ТЕМ, напряженность электрической составляющей электромагнитного поля, коэффициент преобразования, входное сопротивление, погрешность преобразования, неоднородность поперечной компоненты электромагнитного поля

Редактор переиздания *Е.И. Мосур*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Г.В. Струковой*

Сдано в набор 27.07.2020. Подписано в печать 24.11.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,80.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru stinfo.ru

gost.e-ecolog.ru