ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ EN 55022-2012

Электромагнитная совместимость

РАДИОПОМЕХИ ОТ ОБОРУДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Нормы и методы измерений

Электрамагнітная сумяшчальнасць

РАДЫЁПЕРАШКОДЫ АД АБСТАЛЯВАННЯ ІНФАРМАЦЫЙНЫХ ТЭХНАЛОГІЙ

Нормы і метады вымярэнняў

(EN 55022:2010, IDT)

Издание официальное

БЗ 11-2011

Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.391.823.016.35(083.74)(476) МКС 33.100.10 КП 06 IDT

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, оборудование информационных технологий, оборудование проводной связи, оборудование обработки данных, компьютеры персональные, радиопомехи, нормы, методы испытаний

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН открытым акционерным обществом «Испытания и сертификация бытовой и промышленной продукции "БЕЛЛИС"» (ОАО «БЕЛЛИС»)

ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 20 апреля 2012 г. № 21

3 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 55022:2010 Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement (Оборудование информационных технологий. Характеристики радиопомех. Нормы и методы измерений), включая поправку к нему AC:2011.

Европейский стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации ТС 210 «Электромагнитная совместимость (ЭМС)» Европейского комитета по стандартизации в электротехнике (CENELEC).

Настоящий стандарт реализует существенные требования безопасности Директив 2004/108/ЕС и 1999/5/ЕС, приведенные в приложении ZZ.

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры европейского стандарта, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и европейских стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Национальном фонде ТНПА.

Текст поправки AC:2011 к европейскому стандарту, внесенный в текст государственного стандарта, выделен двойной вертикальной линией на полях слева (четные страницы) и справа (нечетные страницы) от соответствующего текста. Обозначение и год принятия поправки приведены жирным шрифтом в скобках после измененного текста.

В стандарт внесены редакционные изменения: изменена нумерация сносок: «7)» на «2)», «8)» на «3)».

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылочные международные стандарты и документы актуализированы.

Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным международным стандартам и документам приведены в дополнительном приложении Д.А.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 Настоящий государственный стандарт взаимосвязан с техническим регламентом ТР 2007/002/BY «Электромагнитная совместимость технических средств» и реализует его существенные требования безопасности.

Соответствие взаимосвязанному государственному стандарту обеспечивает выполнение существенных требований безопасности технического регламента ТР 2007/002/BY «Электромагнитная совместимость технических средств»

5 ВЗАМЕН СТБ ЕН 55022-2006

© Госстандарт, 2012

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

Введение IV
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 2
4 Классификация оборудования информационных технологий 3
4.1 Оборудование информационных технологий класса В 3
4.2 Оборудование информационных технологий класса А 3
5 Нормы радиопомех на сетевых зажимах и на телекоммуникационных портах связи 3
5.1 Нормы напряжения радиопомех на сетевых зажимах 4
5.2 Нормы напряжения и силы тока кондуктивных радиопомех на телекоммуникационных портах связи 4
6 Нормы на излучаемые радиопомехи 5
6.1 Нормы на частотах до 1 ГГц 5
6.2 Нормы на частотах свыше 1 ГГц 5
7 Обработка и оценка результатов испытаний по CISPR 6
7.1 Значимость норм CISPR 6
7.2 Применение норм при испытаниях серийной продукции 6
8 Общие условия измерений 6
8.1 Фоновый шум 6
8.2 Конфигурация испытуемого оборудования 7
8.3 Размещение ИО 9
8.4 Функционирование испытуемого оборкдования 10
9 Метод измерения кондуктивных радиопомех на сетевых зажимах и телекоммуникационных портах связи 11
9.1 Измерительные детекторы 11
9.2 Измерители радиопомех 12
9.3 Эквивалент сети 12
9.4 Пластина заземления 12
9.5 Размещение оборудования 12
9.6 Измерение радиопомех на телекоммуникационных портах 14
9.7 Регистрация результатов измерений 17
10 Метод измерения излучаемых радиопомех 17
10.1 Измерительные детекторы 17
10.2 Измерители радиопомех на частотах до 1 ГГц 17
10.3 Антенна на частотах до 1 ГГц 17
10.4 Измерительная площадка до 1 ГГц 18
10.5 Размещение испытуемого оборудования на частотах до 1 ГГц 19
10.6 Измерение излучаемых радиопомех на частотах свыше 1 ГГц 19
10.7 Регистрация результатов измерений 19

10.8 Измерения в присутствии мощных посторонних сигналов 19
10.9 Испытание оборудования в местах установки его пользователем 20
11 Неопределенность измерений 20
Приложение A (обязательное) Методика измерений затухания альтернативной измерительной площадки 28
Приложение B (обязательное) Алгоритм принятия решения при измерениях с применением пикового детектора 33
Приложение C (обязательное) Испытательные установки для измерения радиопомех общего вида 34
Приложение D (справочное) Схемы эквивалентов полного сопротивления сети 39
Приложение E (справочное) Параметры сигналов на телекоммуникационных портах 49
Приложение F (справочное) Обоснование методов измерения радиопомех на портах связи 52
Библиография 60
Приложение ZA (справочное) Нормативные ссылки на международные стандарты и соответствующие им европейские стандарты 61
Приложение ZZ (справочное) Соответствие разделов европейского стандарта основополагающим требованиям директивы ЕС 63
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным международным стандартам 64

Введение

Настоящий государственный стандарт представляет собой прямое применение в Республике Беларусь регионального (европейского) стандарта EN 55022:2010, гармонизированного с Директивой 2004/108/EC от 15 декабря 2004 г., касающейся электромагнитной совместимости, и Директивой 1999/5/EC от 9 марта 1999 г., касающейся радиооборудования и телекоммуникационного терминального оборудования и взаимного признания их соответствия, а также гармонизированного с международным документом CISPR 22:2008.

Нормативные ссылки на международные стандарты и соответствующие им европейские стандарты приведены в обязательном приложении ZA.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Электромагнитная совместимость
РАДИОПОМЕХИ ОТ ОБОРУДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Нормы и методы измерений

Электрамагнітная сумяшчальнасць
РАДЫЕПЕРАШКОДЫ АД АБСТАЛЯВАННЯ ІНФАРМАЦЫЙНЫХ ТЭХНАЛОГІЙ
Нормы і метады вымярэнняў

Electromagnetic compatibility
Radio disturbance from information technology equipment
Limits and methods of measurement

Дата введения 2013-01-01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на оборудование информационных технологий (ОИТ), подходящее под определение 3.1, и устанавливает нормы и методы измерений радиопомех (РП) от ОИТ классов А и В в полосе частот от 9 кГц до 400 ГГц. Измерения не проводятся на частотах, на которые нормы не установлены.

Целью настоящего стандарта является установление единых требований, предъявляемых к уровню радиопомех, излучаемых оборудованием, которое перечислено в области применения, а также установление норм помех, описание методов измерений, установление типовых условий эксплуатации и упорядочение оценки результатов измерений.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

IEC/TR 60083:2009 [1)] Вилки и штепсельные розетки бытового и аналогичного общего назначения, стандартизованные в странах – членах IEC

IEC 61000-4-6:2008 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 6. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями

CISPR 11:2010 Нормы и методы измерения радиопомех от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМ) высокочастотных установок

CISPR 13:2009 Радиовещательные приемники и телевизоры и связанное с ними оборудование. Характеристики радиопомех. Нормы и методы измерений

CISPR 16-1-1:2010 Технические условия на измерительную аппаратуру и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 1-1. Аппаратура для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Измерительная аппаратура

CISPR 16-1-2:2003 Технические условия на измерительную аппаратуру и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 1-2. Аппаратура для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Неопределенность измерений. Кондуктивные помехи

CISPR 16-1-4:2010 Технические условия на измерительную аппаратуру и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 1-4. Аппаратура для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Неопределенность измерений. Излучаемые помехи

CISPR 16-2-3:2006 Технические условия на измерительную аппаратуру и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 2-3. Методы излучения помех и помехоустойчивости. Измерения излучаемых помех

[1)] Действует взамен IEC/TR 60083:2006.

Издание официальное

CISPR 16-4-2:2003 Технические условия на измерительную аппаратуру и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 4-2. Расширенная неопределенность, статистика и методы моделирования. Расширенная неопределенность в ЭМС

3 Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 оборудование информационных технологий; ОИТ [information technology equipment (ITE)]: Оборудование, удовлетворяющее следующим условиям:

a) выполняющее основную функцию, связанную с вводом, хранением, отображением, поиском, передачей, обработкой, коммутацией или управлением данных и сообщений связи, которое при этом может быть снабжено одним или несколькими портами, используемыми обычно для передачи информации;

b) имеющее номинальное напряжение питания не более 600 В.

Оборудование информационных технологий включает, например, оборудование обработки данных, офисное оборудование, электронное оборудование для делопроизводства и оборудование связи.

Оборудование (или часть ОИТ), основной функцией которого является передача и/или прием радиосигналов, в соответствии с регламентом радиосвязи Международного союза электросвязи (ITU), исключается из области распространения настоящего стандарта.

Примечание – Оборудование, которое имеет функцию передачи и/или приема радиосигналов в соответствии с регламентом радиосвязи Международного союза электросвязи, должно соответствовать национальным требованиям в области радиосвязи вне зависимости от того, распространяется на него настоящий стандарт или нет.

Оборудование, в отношении которого все требования по помехам в частотном диапазоне четко сформулированы в иных стандартах IEC или CISPR, исключается из области применения настоящего стандарта.

3.2 испытуемое оборудование; ИО [equipment under test (EUT)]: Отдельно применяемое ОИТ или функционально взаимодействующая группа ОИТ (система), которая включает один или несколько основных блоков и используется для целей оценки на соответствие требованиям стандарта.

3.3 основной блок (host unit): Часть системы ОИТ или блок, конструкция которого обеспечивает механическое размещение модулей, которые могут содержать источники радиочастотных сигналов и обеспечивать распределение напряжений электропитания для других ОИТ. Распределение электропитания между основным блоком (блоками) и модулями или другими ОИТ может осуществляться по переменному, постоянному току или одновременно по обоим.

3.4 модуль (module): Часть ОИТ, которая выполняет определенную функцию и может иметь источники радиочастотных сигналов.

3.5 идентичные модули и ОИТ (identical modules and ITE): Модули и ОИТ, изготовленные в достаточном количестве по единым техническим требованиям и в пределах установленных в документации производственных допусков.

3.6 телекоммуникационный (сетевой) порт (telecommunications/network port): Место подключения для передачи речи, данных и сигналов, предназначенное для связи систем, находящихся на значительном расстоянии друг от друга, при помощи таких средств, как прямое подключение к многопользовательским телекоммуникационным сетям (например: коммутируемые телефонные сети общего пользования (PSTN), цифровые сети с интеграцией служб (ISDN), абонентские цифровые сети (xDSL) и.т. д.), локальным сетям (например: Ethernet, Token Ring и т. д.) и аналогичным сетям.

Примечание – Согласно настоящему определению в качестве телекоммуникационного сетевого порта не рассматривается порт, предназначенный в общем для соединения компонентов испытуемой системы ОИТ (например: порт RS-232, параллельный порт для подключения принтера (IEEE стандарт 1284), последовательная универсальная шина (порт USB), порт типа Fire Wire (IEEE стандарт 1394) и т. д.), используемый в соответствии с его функциональными требованиями (например, требованиями к максимальной длине подключаемого кабеля).

3.7 многофункциональное оборудование (multifunction equipment): Оборудование информационных технологий, в котором две функции (или более), регулируемые настоящим стандартом и/или другими стандартами, объединены в одном блоке.

Примечание – Примером ОИТ являются:

– персональный компьютер, оснащенный телекоммуникационной функцией и/или функцией приема широковещательных теле/радиопередач;

– персональный компьютер, оснащенный измерительной функцией, и т. д.

3.8 суммарное общее полное сопротивление (TCM impedance): Полное сопротивление между кабелем, подключенным к испытуемому порту ИО, и пластиной заземления.

Примечание – Готовый кабель рассматривается как один проводник цепи, а пластина заземления – как второй проводник цепи. ТСМ-волна – вид передачи электроэнергии, которая может быть причиной излучения электроэнергии кабелем, который при реальном применении остается незащищенным. Наоборот, это также преобладающий тип колебаний описанного кабеля к внешним электромагнитным полям.

3.9 размещение (arrangement): Физическое размещение ИО, включающего подсоединенные периферийные устройства/подключаемое к ИО оборудование, находящееся в испытательной области.

3.10 конфигурация (configuration): Режим конфигурирования и другие рабочие условия ИО.

3.11 подключаемое оборудование; ПО (associated equipment AE): Оборудование, необходимое для функционирования ИО. Подключаемое оборудование может размещаться за пределами испытательной области.

4 Классификация оборудования информационных технологий

ОИТ разделяют на две категории, которые обозначены как ОИТ класса А и ОИТ класса В.

4.1 Оборудование информационных технологий класса В

ОИТ класса В – категория оборудования, удовлетворяющая нормам РП, установленным для ОИТ класса В.

ОИТ класса В предназначено в основном для применения в бытовых условиях и включает:

– оборудование без фиксированного места использования, например переносное оборудование с питанием от встроенных батарей;

– оконечное оборудование связи, питаемое от телекоммуникационной сети связи;

– персональные компьютеры и вспомогательное оборудование, подключаемое к ним.

Примечание – Бытовые условия – это условия, при которых широковещательные радио- и телевизионные приемники могут быть установлены на расстояние до 10 м от ОИТ.

4.2 Оборудование информационных технологий класса А

ОИТ класса А – категория оборудования, к которой относятся все другие ОИТ, удовлетворяющие нормам РП, установленным для класса А, и не удовлетворяющие нормам РП, установленным для класса В. В эксплуатационной документации на ОИТ класса А должна быть приведена предупреждающая надпись:

ВНИМАНИЕ!
Это изделие класса А. Такое оборудование при эксплуатации в бытовых условиях может вызвать радиопомехи. В этом случае пользователю может потребоваться принятие адекватных мер.

5 Нормы радиопомех на сетевых зажимах и на телекоммуникационных портах связи

ИО должно удовлетворять нормам, установленным в таблицах 1 и 3 или 2 и 4, при использовании измерителей РП с квазипиковыми детекторами и детекторами средних значений и при проведении измерений в соответствии с методами, приведенными в разделе 9. Также должны соблюдаться нормы общего несимметричного напряжения РП или нормы общего несимметричного тока РП, установленные в таблицах 3 или 4, за исключением измерений в соответствии с методом, приведенным в С.1.3, когда должны выполняться обе нормы. Если при использовании измерителя РП с квазипиковым детектором измеренные значения не превышают норм для среднего значения, то ИО признают удовлетворяющим обеим нормам и нет необходимости в измерениях средних значений.

Если измеритель РП отмечает показания, близкие к норме, то эти показания наблюдают в течение времени не менее 15 с на каждой частоте измерений и регистрируют самые высокие показания, кроме отдельных кратковременных выбросов, которые исключают из рассмотрения.

5.1 Нормы напряжения радиопомех на сетевых зажимах

Таблица 1 – Нормы напряжения кондуктивных РП на сетевых зажимах ОИТ класса А

Полоса частот, МГц	Напряжение, дБ(мкВ)	
	Квазипиковое значение	Среднее значение
0,15 – 0,5	79	66
0,5 – 30	73	60
Примечание – На граничной частоте нормой является меньшее значение напряжения РП.		

Таблица 2 – Нормы напряжения кондуктивных РП на сетевых зажимах ОИТ класса В

Полоса частот, МГц	Напряжение, дБ(мкВ)	
	Квазипиковое значение	Среднее значение
0,15 – 0,5	66 – 56	56 – 46
0,5 – 5	56	46
5 – 30	60	50
Примечания 1 На граничной частоте нормой является меньшее значение напряжения РП. 2 Норма уменьшается линейно с логарифмом частоты в диапазоне частот 0,15 – 0,50 МГц.		

5.2 Нормы напряжения и силы тока кондуктивных радиопомех на телекоммуникационных портах связи [2)]

Таблица 3 – Нормы напряжения и силы тока РП (несимметричный способ) в диапазоне частот 0,15 – 30 МГц на телекоммуционных портах ОИТ класса А

Полоса частот, МГц	Напряжение, дБ(мкВ)		Сила тока, дБ(мкА)	
	Квазипиковое значение	Среднее значение	Квазипиковое значение	Среднее значение
0,15 – 0,5	97 – 87	84 – 74	53 – 43	40 – 30
0,5 – 30	87	74	43	30
Примечания 1 Норма уменьшается линейно с логарифмом частоты в диапазоне частот 0,15 – 0,50 МГц. 2 Нормы напряжения и силы тока РП установлены применительно к использованию эквивалента полного сопротивления сети, который представляет общее несимметричное сопротивление (несимметричный способ) 150 Ом для испытуемого телекоммуникационного порта (коэффициент преобразования 20lg150 / 1 = 44 дБ).				

Таблица 4 – Нормы напряжения и силы тока кондуктивных РП (несимметричный способ) в диапазоне частот 0,15 – 30 МГц на телекоммуникационных портах связи ОИТ класса В

Полоса частот, МГц	Напряжение, дБ(мкВ)		Сила тока, дБ(мкА)	
	Квазипиковое значение	Среднее значение	Квазипиковое значение	Среднее значение
0,15 – 0,5	84 – 74	74 – 64	40 – 30	30 – 20
0,5 – 30	74	64	30	20
Примечания 1 Норма уменьшается линейно с логарифмом частоты в диапазоне частот 0,15 – 0,50 МГц. 2 Нормы напряжения и силы тока РП установлены применительно к использованию эквивалента полного сопротивления сети, который представляет общее несимметричное сопротивление (несимметричный способ) 150 Ом для испытуемого телекоммуникационного порта (коэффициент преобразования 20lg150 / 1 = 44 дБ).				

[2)] См. подраздел 3.6.

6 Нормы на излучаемые радиопомехи

6.1 Нормы на частотах до 1 ГГц

ИО должно удовлетворять нормам, установленным в таблицах 5 или 6, при измерении на измерительном расстоянии *R* в соответствии с методами, установленными в разделе 10. Если измеритель РП отмечает показания, близкие к норме, эти показания наблюдают в течение времени не менее 15 с на каждой частоте измерений и регистрируют самые высокие показания, кроме отдельных кратковременных выбросов, которые исключают.

Таблица 5 – Нормы напряженности поля излучаемых РП от ОИТ класса А при измерительном расстоянии 10 м

Полоса частот, МГц	Напряженность поля, дБ(мкВ/м), квазипиковое значение
30 – 230	40
230 – 1000	47
Примечания 1 На граничной частоте нормой является меньшее значение напряженности поля РП. 2 Для случаев, когда возникают посторонние радиопомехи, может потребоваться принятие дополнительных мер.	

Таблица 6 – Нормы напряженности поля излучаемых РП от ОИТ класса В при измерительном расстоянии 10 м

Полоса частот, МГц	Напряженность поля, дБ(мкВ/м), квазипиковое значение
30 – 230	30
230 – 1000	37
Примечания 1 На граничной частоте нормой является меньшее значение напряженности поля РП. 2 Для случаев, когда возникают посторонние радиопомехи, может потребоваться принятие дополнительных мер.	

6.2 Нормы на частотах свыше 1 ГГц

ИО должно удовлетворять нормам, установленным в таблице 7 или 8 при измерении на измерительном расстоянии *R* в соответствии с методами, установленными в разделе 10, и условной процедурой испытаний, описанной ниже.

Таблица 7 – Нормы напряженности поля излучаемых РП от ОИТ класса А при измерительном расстоянии 3 м

Полоса частот, ГГц	Напряженность поля, дБ(мкВ/м)	
	Среднее значение	Пиковое значение
1 – 3	56	76
3 – 6	60	80
Примечание – На граничной частоте нормой является меньшее значение напряженности поля РП.		

Таблица 8 – Нормы напряженности поля излучаемых РП от ОИТ класса В при измерительном расстоянии 3 м

Полоса частот, ГГц	Напряженность поля, дБ(мкВ/м)	
	Среднее значение	Пиковое значение
1 – 3	50	70
3 – 6	54	74
Примечание – На граничной частоте нормой является меньшее значение напряженности поля РП.		

Условная процедура испытаний:

Максимальную частоту измерений устанавливают в зависимости от наивысшей частоты внутреннего источника излучений ИО.

Если наивысшая частота внутреннего источника излучений ИО не более 108 МГц, измерения проводят на частотах не более 1 ГГц.

Если наивысшая частота внутреннего источника излучений ИО находится в диапазоне 108 – 500 МГц, измерения проводят на частотах не более 2 ГГц.

Если наивысшая частота внутреннего источника излучений ИО находится в диапазоне 500 МГц – 1 ГГц, измерения проводят на частотах не более 5 ГГц.

Если наивысшая частота внутреннего источника излучений ИО более 1 ГГц, измерения проводят на частотах, не превышающих меньшее из следующих значений:

– пятой гармоники наивысшей частоты внутреннего источника излучений ИО;

– 6 ГГц.

7 Обработка и оценка результатов испытаний по CISPR

7.1 Значимость норм CISPR

7.1.1 Норма CISPR – эта норма, которая рекомендуется национальным органам для включения в национальные стандарты и соответствующие правовые документы и официальные технические требования. Международным организациям также рекомендуется использовать эти нормы.

7.1.2 Нормы установлены на статистической основе, в соответствии с которой не менее 80 % серийно изготовленного оборудования отвечают нормам с достоверностью не менее 80 %.

7.2 Применение норм при испытаниях серийной продукции

7.2.1 Испытания проводят:

7.2.1.1 На выборке оборудования определенного типа при использовании статистического метода оценки в соответствии с 7.2.3 или

7.2.1.2 С целью упрощения только на одном образце оборудования.

7.2.2 Необходимые периодические испытания оборудования проводят на образцах, выбранных случайным образом из партии изготовленных изделий, особенно в случае, указанном в 7.2.1.2.

7.2.3 Соответствие нормам на базе статистической оценки:

Данное испытание проводят на выборке не менее чем из пяти образцов и не более чем из двенадцати изделий данного типа; если в исключительных случаях невозможно обеспечить пять изделий, то используют выборку из четырех или трех изделий. Соответствие норме оценивают с использованием следующих соотношений:

$$\overline{x} + kS_n \le L,$$

$$S^2 n = \sum (x_n - \overline{x})^2 / (n-1),$$

где $\overline{x}$ – среднеарифметическое значение результатов измерений РП по выборке;

x_n – значение РП по отдельному изделию на частоте измерений;

L – соответствующая норма;

k – коэффициент из таблиц нецентрального t-распределения, который гарантирует с достоверностью 80 %, что не менее 80 % изделий будут удовлетворять норме. Значение k зависит от объема выборки n и приводится ниже.

Количественно величины x_n, $\overline{x}$, S_n и L выражены в дБ(мкВ), дБ(мкВ/м) или дБ(мкА).

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

7.2.4 Решение о запрете на продажу или об изъятии одобрения типа принимается только после проведения испытаний и применения статистического метода оценки в соответствии с 7.2.1.1.

8 Общие условия измерений

8.1 Фоновый шум

Измерительная площадка должна позволять отличать РП, создаваемые ИО, от фонового шума. Пригодность площадки определяют путем измерения уровня фонового шума при неработающем ИО, при этом уровень фонового шума должен быть не менее чем на 6 дБ ниже норм, указанных в разделах 5 и 6.

Если в определенных полосах частот уровень фонового шума не будет на 6 дБ ниже установленной нормы, для установления соответствия ИО нормам допускается использовать методы, приведенные в 10.8.

Если суммарный уровень фонового шума и РП от ИО не превышает значения соответствующей нормы, то допускается не снижать уровень фонового шума на 6 дБ относительно нормы. В этом случае считают, что ИО удовлетворяют соответствующей норме РП. Если суммарный уровень посторонних радиопомех и РП от ИО превышает норму, то ИО соответствует норме, если на частотах превышения выполняются два условия:

a) уровень фонового шума не менее чем на 6 дБ ниже суммарного уровня фонового шума и РП от ОИТ;

b) уровень фонового шума не менее чем на 4,8 дБ ниже нормы.

8.2 Конфигурация испытуемого оборудования

Конфигурация ИО, его расположение, установка и порядок включения должны соответствовать типовому применению ИО, если в настоящем стандарте это не определено. Если изготовителем установлена или рекомендована практика установки, она при возможности должна быть учтена в схеме испытаний. Эта схема должна быть типичной для нормальной практики установки. Соединительные кабели/нагрузки/оборудование, связанное с ИО, должны быть подключены не менее чем к одному из портов каждого вида ИО, и, где это практикуется, каждый кабель должен быть нагружен в устройстве типично для обычного использования.

При наличии значительного количества идентичных портов ИО может потребоваться подключение дополнительных соединительных кабелей/нагрузок/образцов оборудования, связанного с ИО в зависимости от результатов предварительных испытаний. Число дополнительных кабелей или проводов того же самого типа должно быть ограничено условием, что дополнение другого кабеля или провода не существенно влияет на уровень эмиссии помех, т. е. изменяет меньше чем 2 дБ, при условии, что ИО остается соответствующим норме. В протоколе испытаний должно быть приведено обоснование выбора конфигурации ИО и нагрузки портов.

Типы и длины соединительных кабелей должны соответствовать установленным в технической документации на ОИТ. Если длина кабелей может меняться, то она должна быть такой, чтобы уровень РП был максимальным.

Если для обеспечения соответствия нормам во время испытаний используют экранированные или специальные кабели, то в эксплуатационную документацию должно быть включено соответствующее указание об использовании таких кабелей.

При избыточной длине кабеля его укладывают в связку длиной от 30 до 40 см, располагаемую в середине кабеля. Если это на практике неосуществимо из-за размеров кабеля или его жесткости или потому, что испытания проводятся на месте установки ОИТ, расположение такого кабеля должно быть точно отражено в протоколе испытаний.

Если имеется несколько однотипных портов связи, то кабель подключают только к одному из портов каждого типа, при условии, что может быть показано отсутствие существенного влияния дополнительно подключенных кабелей на результаты испытаний.

Для обеспечения воспроизводимости испытаний любые результаты испытаний сопровождают детальным описанием расположения соединительных кабелей и оборудования. Если для обеспечения соответствия нормам требуются определенные условия использования ОИТ, то эти условия должны быть установлены и отражены в протоколе испытаний, например в части длин и типов кабелей, экранирования и заземления. Эти условия необходимо включить в эксплуатационную документацию.

Оборудование, включающее большое число модулей (выдвижные панели, съемные платы, печатные платы и т. п.), испытывают при его укомплектовании набором определенного количества этих модулей, типичным для реальных условий применения ИО. Число дополнительных съемных плат или выдвижных панелей одинаковых типов должно ограничиваться условием, что добавление печатной платы или съемной платы не существенно влияет на уровень эмиссии помех, т. е. изменяет меньше чем 2 дБ, при условии, что ИО остается соответствующим норме. В протоколе испытаний должно быть приведено обоснование выбора количества и типов модулей.

Систему из ряда отдельных блоков формируют так, чтобы используемая конфигурация соответствовала типовому применению ОИТ, была минимальной и характерной. В протоколе испытаний должно быть приведено обоснование выбора блоков.

Ниже приведены примеры характерных конфигураций.

Для персонального компьютера или периферийных устройств персонального компьютера, группируемых и испытываемых совместно, минимальная конфигурация включает:

a) персональный компьютер;

b) клавиатуру;

c) блок визуального отображения информации;

d) периферийное внешнее устройство для каждого из имеющихся двух типов протоколов ввода/вывода (последовательного и параллельного);

e) устройства специального назначения, например мышь или джойстик, для которых в ИО имеется отдельный порт и которые входят в минимальную конфигурацию.

Примечание – В некоторых системах устройства, указанные в перечислениях a), b) и/или c), могут быть смонтированы на одном шасси. Устройства по перечислениям a) – c), мышь или джойстик не могут быть использованы в качестве замены для устройств, указанных в перечислении d).

Для кассового терминала минимальная система устройств, группируемых и испытываемых совместно, включает:

a) активный процессор (кассу);

b) кассовый выдвижной ящик;

c) клавиатуру (ы);

d) дисплеи (оператора и клиента);

e) типичное периферийное устройство (устройство считывания штрихового кода);

f) ручное устройство (устройство считывания штрихового кода).

В каждом ОИТ при испытаниях допускается использовать один модуль каждого типа. В ИО, представляющее собой систему, включают одно ОИТ каждого типа, которое может входить в возможную конфигурацию системы.

Оборудование, представляющее собой часть системы, распределенной на значительной площади (терминалы обработки данных, автоматизированные рабочие места операторов, АТС пользователей сети связи и т. п.), которое может являться подсистемой, испытывают независимо от основного блока или системы. Распределенные сети связи, например местные сети, могут моделироваться на измерительной площадке с применением отрезков кабеля и периферийных устройств, применяемых в реальных условиях, или имитаторов телекоммуникационной сети, расположенных на расстояниях, при которых отсутствует увеличение измеряемого уровня РП.

Результаты оценки ИО, имеющего один модуль или одно ОИТ каждого типа, могут быть применены к конфигурациям, имеющим более одного такого модуля или ОИТ. Это допустимо, так как практически подтверждено, что уровни РП от идентичных модулей или ОИТ (см. 3.5) обычно не складываются.

Для ИО, функционально связанного с другим ОИТ, включая оборудование, связанное с основным блоком в части сопряжения с блоком питания, используют либо реальное взаимодействующее ОИТ, либо имитаторы, обеспечивающие условия функционирования ИО. Если ИО разработано в качестве основного блока для другого ОИТ, то может потребоваться подсоединение указанного ОИТ для обеспечения нормальных условий работы основного блока.

Имитатор, используемый вместо реального оборудования, должен иметь электрические и в необходимых случаях механические характеристики взаимодействующего ОИТ, особенно в части радиочастотных сигналов и полных сопротивлений. Это позволяет считать результаты измерений для отдельного ОИТ справедливыми для системы при объединении с другим аналогичным ОИТ, включая оборудование, произведенное и испытанное различными изготовителями.

Сменные субмодули, изготовленные на отдельных печатных платах, используемые для расширения возможности различных основных блоков ОИТ (например, интерфейсы цифровых сетей связи ISDN, центральный процессор, адаптерные карты и т. п.), испытывают при их установке не менее чем в одном характерном основном блоке по выбору изготовителя субмодулей. Это позволяет гарантировать совместимость сменных субмодулей с большинством применяемых основных блоков ОИТ, в которых предполагается установить эти субмодули.

Основной блок должен быть типичным образцом изготавливаемой продукции.

Сменные субмодули, собранные на отдельных печатных платах, для ОИТ класса В не должны испытываться в основных блоках, относящихся к ОИТ класса А.

В эксплуатационной документации на сменные субмодули, собранные на печатных платах, должны быть приведены сведения об основных блоках, в составе которых испытывались эти субмодули, а также сведения, позволяющие пользователю опознавать основные блоки, в составе которых сменные субмодули будут соответствовать классу А или В.

8.2.1 Определение конфигураций, при которых уровни РП являются максимальными

В начале испытаний определяют частоту, на которой наблюдаются наибольшие РП по отношению к норме, при типичных конфигурациях системы в обычных режимах функционирования ИО и характерных положениях соединительных кабелей.

Определение частот, на которых уровни РП максимальны по отношению к норме, проводят путем измерения уровней РП на ряде основных частот, чтобы удостовериться в выборе наиболее вероятных частот, соответствующих максимальным уровням РП, при условии, что установлены соответствующие положения соединительных кабелей, конфигурация системы и режимы функционирования ИО.

Для проведения начальных испытаний оборудование размещают в соответствии с рисунками 4 – 13. Расстояния между испытуемым оборудованием и оборудованием, связанным с ИО (периферийными устройствами), устанавливают в соответствии с рисунками.

Окончательные измерения кондуктивных РП проводят в соответствии с разделом 9, излучаемых РП – в соответствии с разделом 10.

8.3 Размещение ИО

Размещение ИО относительно пластины заземления должно быть эквивалентным размещению ИО в условиях применения, т. е. напольное оборудование размещают на пластине заземления, но изолированно от нее, или на изолирующем полу вблизи от пластины заземления. Настольное оборудование размещают на нетокопроводящем столе.

Оборудование, предназначенное для работы в качестве настенного, должно испытываться как настольное ИО, при этом ориентация оборудования должна соответствовать реальному применению.

ИО, состоящее из комбинации оборудования указанных выше типов, должно быть размещено в соответствии с реальными условиями применения. Оборудование, предназначенное как для напольного, так и настольного применения, должно испытываться как настольное оборудование, за исключением случая, когда типовым применением оборудования является напольное; в этом случае его испытывают как напольное.

К концам сигнальных кабелей, соединенных с ИО, но не соединенных с другими блоками, эквивалентом полного сопротивления сети или подключаемым оборудованием, присоединяют, при необходимости, нагрузки с соответствующими полными сопротивлениями.

Кабели связи или другие соединения с подключаемым оборудованием, которое находится вне зоны испытаний, опускают на пол, а затем прокладывают к тому месту, где они будут выходить за пределы испытательной площадки.

Подключаемое оборудование устанавливают в соответствии с обычной практикой. Если предполагается, что подключаемое оборудование будет расположено на испытательной площадке, оно должно быть размещено в соответствии с условиями размещения ИО (например в части расстояния от пластины заземления, изоляции напольного оборудования от пластины заземления, размещения кабелей и т. д.).

Примечание – Требования к пластине заземления применительно к измерениям кондуктивных РП приведены в 9.4, к измерениям излучаемых РП – в 10.4.4, а также к конкретному расположению при испытаниях – в 9.5 и 10.5.

На рисунках 4 – 13 приведены примеры размещения ИО при испытаниях. Однако требования к размещению, приведенные в тексте конкретного раздела настоящего стандарта, имеют преимущество.

8.3.1 Размещение настольного оборудования

Применяют требования 8.3.

Настольное оборудование размещают на столе из непроводящего материала. Номинальные размеры стола должны быть 1,5 × 1,0 м, однако могут зависеть от размеров ИО в горизонтальной плоскости.

Все блоки оборудования, формирующие испытуемую систему (включая ИО, подсоединенные периферийные устройства и подключаемое оборудование), должны быть размещены так, чтобы расстояние между соседними блоками было 0,1 м (см. рисунок 4). Если блоки при использовании ставятся непосредственно друг на друга (например, монитор на персональный компьютер), то при испытаниях они должны размещаться так же и располагаться в задней части стола (позиции периферийных устройств 1 или 2 на рисунке 4).

Задняя часть ИО должна быть совмещена с задней стороной стола, если это представляется возможным или является типичным для обычного применения. В противном случае может возникнуть необходимость увеличить размеры стола. Если это невозможно, дополнительные блоки могут быть размещены по сторонам стола, как показано на рисунке 4. Позиции 1 и 2 должны использоваться для

размещения не менее двух дополнительных блоков (см. рисунок 4). При необходимости размещения дополнительно более чем двух блоков их размещают на расстоянии 0,1 м друг от друга, если по условиям нормального применения они не должны располагаться ближе.

Кабели, идущие от блоков, должны свисать сзади стола. Если кабель находится на расстоянии менее 0,4 м от горизонтальной пластины заземления (или пола), лишнюю его часть укладывают в центре в связку длиной не более 0,4 м так, чтобы эта связка находилась на расстоянии не менее 0,4 м от пластины заземления.

Кабели таких устройств, как клавиатуры, мыши, микрофон и т. д., должны размещаться как при обычном применении.

Внешние источники питания размещают следующим образом:

a) если длина сетевого шнура внешнего источника питания превышает 0,8 м, внешний источник питания размещают на столе с номинальным расстоянием 0,1 м от основного блока;

b) если длина сетевого шнура внешнего источника питания не превышает 0,8 м, внешний источник питания размещают над пластиной заземления так, чтобы силовой шнур был опущен по вертикали на полную длину;

c) если внешний источник питания вмонтирован в сетевую вилку, его размещают на столе. Для соединения источника питания с сетью используют дополнительный кабель. Дополнительный кабель для подключения к электрической сети прокладывают по самому ровному пути.

При размещении сетевого шнура между ИО и внешним источником питания на столе он должен располагаться так же, как и остальные кабели, соединяющие компоненты ИО.

8.3.2 Размещение напольного оборудования

Применяют требования, установленные в 8.3.

ИО должно быть размещено на горизонтальной пластине заземления в ориентации, соответствующей нормальному применению, но оно должно быть отделено от контакта с металлом пластины заземления опорой из изолирующего материала толщиной 15 см.

Кабели должны быть изолированы от горизонтальной пластины заземления с использованием опоры из изолирующего материала толщиной 15 см. Если для оборудования необходимо специальное заземленное соединение, его необходимо прикрепить к горизонтальной пластине заземления.

Соединительные кабели (между блоками, входящими в состав ИО, или между ИО и подключаемым оборудованием) опускают к горизонтальной пластине заземления, но изолируют от нее. Излишние части кабелей укладывают в связки в середине кабелей длиной не более 0,4 м или собирают кольцами.

Если длина соединительного кабеля недостаточна для укладки на горизонтальную пластину заземления и он находится от нее на расстоянии менее 0,4 м, лишнюю часть кабеля укладывают в связку в центре кабеля длиной не более 0,4 м. Связку размещают так, чтобы она находилась либо на расстоянии 0,4 м над горизонтальной пластиной заземления, либо на высоте входа кабеля или точки соединения при их расположении на расстоянии менее 0,4 м от пластины заземления (см. рисунки 8 и 11).

Для оборудования с вертикальными стояками кабеля число стояков должно соответствовать нормальному применению. Если стояк изготовлен из непроводящего материала, расстояние между частями оборудования и ближайшим вертикальным кабелем должно быть не менее 0,2 м. Если стояк изготовлен из проводящего материала, расстояние между частями оборудования и стояком должно быть не менее 0,2 м.

8.3.3 Размещение комбинированного настольного и напольного оборудования

Применяют требования, установленные в 8.3.1 и 8.3.2, а также следующие требования.

Излишняя часть соединительных кабелей между настольным и напольным оборудованием должна быть уложена в связку длиной не более 0,4 м. Связка должна размещаться так, чтобы она находилась либо на расстоянии 0,4 м над горизонтальной пластиной заземления, либо на высоте входа кабеля или точки соединения при их расположении на расстоянии менее 0,4 м от горизонтальной пластины заземления (см. рисунок 9).

8.4 Функционирование испытуемого оборудования

Условия эксплуатации ИО должны быть определены изготовителем согласно типичному использованию относительно ожидаемого самого высокого уровня помех. В протокол испытаний должны быть внесены обоснования условий испытаний и рабочие режимы.

ИО должно функционировать при напряжении электропитания, равном номинальному или находящемся в установленных для ИО пределах, и при типовой нагрузке (механической или электрической), для которой ИО было сконструировано. При испытаниях применяют, по возможности, реальные нагрузки.

Программы испытаний или другие средства проверки ИО должны обеспечивать испытания различных элементов системы таким образом, чтобы были обнаружены все РП, создаваемые ОИТ. Например, режимы функционирования дисководов и лентопротяжных устройств компьютерной системы при испытаниях должны включать последовательность: считывание – запись – стирание и предусматривать адресование к различным участкам памяти. При испытаниях должны быть выполнены все виды механических действий.

8.4.1 Режимы работы многофункционального оборудования

Многофункциональное оборудование, к которому одновременно применяются требования, установленные в различных разделах настоящего стандарта и/или других стандартах, испытывают при выполнении каждой функции отдельно, если это возможно обеспечить без внесения изменений в конструкцию оборудования. Испытанное таким образом оборудование считают удовлетворяющим требованиям всех разделов/стандартов, если при выполнении им каждой функции оно удовлетворяет требованиям соответствующего раздела/стандарта. Например, персональный компьютер с функцией приема широковещательных теле/радиопередач должен быть испытан в соответствии с настоящим стандартом при отключенной функции приема широковещательных теле/радиопередач, а затем испытан в соответствии с CISPR 13 в режиме, когда включена только функция приема широковещательных теле/радиопередач, при условии, что при нормальной работе оборудования каждая функция может использоваться отдельно.

Оборудование, которое в реальных условиях эксплуатации не может быть испытано при выполнении каждой функции отдельно или выделение отдельных функций привело бы к неспособности выполнения основной функции, считают соответствующим требованиям, если оно при выполнении необходимых функций удовлетворяет положениям каждого соответствующего раздела/стандарта. Например, если персональный компьютер (ПК) с функцией приема широковещательных теле/радиопередач не может использовать функцию приема широковещательных теле/радиопередач в отдельности от вычислительной функции, то ПК может быть испытан с обеими функциями, включенными согласно настоящему стандарту и CISPR 13 относительно этих требований.

В случае, если в одном из стандартов допускается ослабление требований к испытаниям путем исключения конкретных портов или частот, аналогичное ослабление требований может быть применено при проведении испытаний соответствующих функций многофункционального оборудования на соответствие требованиям другого стандарта (например: исключение основных частот и гармоник местного гетеродина в ходе проведения измерений в соответствии с настоящим стандартом в отношении оборудования, содержащего функцию приема широковещательных теле/радиопередач). Также может потребоваться применение специальных нагрузок: например, при проведении испытаний на соответствие настоящему стандарту антенный порт широковещательного теле/радиоприемника должен нагружаться неиндуктивным резистором со значением, равным значению полного номинального сопротивления данного порта.

Примечание – Помехи, вызванные гетеродином, могут быть выделены от помех, вызванных другими источниками, путем изменения настройки приема частоты/канала.

Независимо от вышеупомянутых предписаний:

– измерение напряжения РП на сетевых зажимах на соответствие CISPR 13 может не проводиться, если ОИТ удовлетворяет нормам настоящего стандарта;

– измерение мощности РП на соответствие CISPR 13 может не проводиться, если ОИТ удовлетворяет нормам излучаемой напряженности поля РП настоящего стандарта;

– измерение излучаемой напряженности поля на соответствие CISPR 13 может не проводиться, если ОИТ удовлетворяет нормам настоящего стандрта.

9 Метод измерения кондуктивных радиопомех на сетевых зажимах и телекоммуникационных портах связи

9.1 Измерительные детекторы

Измерения проводят с помощью измерителей РП с квазипиковыми детекторами и детекторами средних значений, описанных в 9.2. Оба детектора могут устанавливаться в одном измерителе РП, и измерения проводятся либо с помощью квазипикового детектора, либо с помощью детектора средних значений.

Примечание – Рекомендуется проводить измерения кондуктивных РП в экранированном помещении.

Для уменьшения времени испытаний вместо измерителя РП с детектором средних значений или квазипиковым детектором допускается применять измеритель РП с детектором пиковых значений. В спорных случаях при испытаниях ОИТ на соответствие нормам для квазипиковых значений отдают преимущество измерителю РП с квазипиковым детектором, а при испытаниях на соответствие нормам для средних значений – измерителю РП с детектором средних значений (см. приложение В).

9.2 Измерители радиопомех

Измеритель РП с квазипиковым детектором должен соответствовать CISPR 16-1-1 (раздел 4).

Измерители РП с детектором средних значений должны соответствовать CISPR 16-1-1 (раздел 6) и иметь ширину полосы пропускания на уровне 6 дБ в соответствии с CISPR 16-1-1 (раздел 4).

Измерители РП с пиковыми детекторами должны соответствовать CISPR 16-1-1 (раздел 5) и иметь ширину полосы пропускания на уровне 6 дБ в соответствии с CISPR 16-1-1 (раздел 4).

9.3 Эквивалент сети

Эквивалент сети электропитания необходим для обеспечения конкретного значения полного сопротивления на высоких частотах в точке измерений на вилке сетевого шнура, а также развязки ИО от помех в сети питания.

Используют эквивалент сети с полным номинальным сопротивлением (50 Ом/50 мкГн или 50 Ом/50 мкГн + 5 Ом) в соответствии с CISPR 16-1-2 (пункт 4.3) (далее в тексте – эквивалент сети).

Кондуктивные РП измеряют между зажимом фазного провода и эталонным заземлением и между зажимом нейтрального провода и эталонным заземлением. Оба измеренных значения должны удовлетворять соответствующим нормам.

Проведение измерений на некоторых частотах может оказаться невозможным из-за кондуктивных радиопомех, связанных с радиочастотными электромагнитными полями местных радиовещательных передатчиков. В этом случае между эквивалентом сети и сетью электропитания устанавливают дополнительный радиочастотный фильтр или измерения проводят в экранированном помещении. Дополнительный радиочастотный фильтр должен иметь металлический экран, который соединяют с эталонным заземлением. Требования к полному сопротивлению эквивалента сети на частоте измерений должны выполняться при подключенном дополнительном радиочастотном фильтре.

9.4 Пластина заземления

Вертикальная или горизонтальная пластина заземления должна выступать не менее чем на 0,5 м за контуры ИО и иметь минимальные размеры 2 × 2 м.

Зажим «Земля» эквивалента сети и эквивалента полного сопротивления сети (ЭПСС) подключают к пластине заземления с помощью проводника минимальной возможной длины.

9.5 Размещение оборудования

9.5.1 Общие положения

Кабель питания ИО должен соединяться с эквивалентом сети. Если ИО представляет собой систему, состоящую из нескольких образцов ОИТ с одним или несколькими основными блоками, причем каждое ОИТ имеет отдельный кабель, точку подключения эквивалента сети определяют, применяя следующие требования:

a) каждый кабель питания, заканчивающийся вилкой стандартной конструкции (например такой, какая описана в стандарте IEC 60083), испытывают отдельно.

b) кабели питания или зажимы, которые в соответствии с техническими документами на ИО не определены для подключения через основной блок, испытывают отдельно;

c) кабели питания или зажимы, которые в соответствии с техническими документами изготовителя определены для подключения к основному блоку или другому питающему оборудованию, подключают к указанному основному блоку или питающему оборудованию. Зажимы или кабели питания основного блока или питающего оборудования подключают к эквиваленту сети и проводят испытания;

d) если в соответствии с техническими документами на ИО предусмотрено специальное электрическое соединение, необходимые технические средства для его осуществления при испытаниях должны поставляться изготовителем.

Эквивалент сети устанавливают на поверхности пластины заземления, его размещают на расстоянии 0,8 м от границы ИО и прикрепляют к пластине заземления. Указанное расстояние определяют между ближайшими точками эквивалента сети и ИО. Остальные блоки ИО и подключаемое оборудование должны находиться на расстоянии не менее 0,8 м от эквивалента сети.

Для эквивалентов сети, которые могут быть установлены под пластиной заземления, кабель питания подключают либо непосредственно к эквиваленту сети, либо к розетке удлинителя, устанавливаемой на пластине заземления, соединенной с эквивалентом сети. При подключении сетевых кабелей непосредственно к эквивалентам сети, расположенным под пластиной заземления, необходимо соблюдать расстояние 0,8 м между ближайшей точкой ИО и точкой, где сетевой кабель проходит через пластину заземления, независимо от расположения эквивалента сети. Если используется розетка удлинителя, подключенная к эквиваленту сети, требования к полному сопротивлению эквивалента сети должны быть выполнены при наличии розетки удлинителя. Расстояние между ближайшей точкой ИО и точкой, где сетевой кабель подключается к розетке удлинителя, должно быть 0,8 м.

Если длина сетевых кабелей, поставляемых изготовителем, превышает 1 м, их лишние части укладывают в связку в центре длиной не более 0,4 м так, чтобы длина кабелей была 1 м. Если из-за физических ограничений при размещении ИО длина кабеля 1 м не может быть обеспечена, необходимо, чтобы длина кабеля была приблизительно 1 м. Если характеристики кабеля не установлены или кабель не поставлен изготовителем, ИО и эквивалент сети соединяют кабелем длиной 1 м.

Кабели электропитания всех остальных устройств ИО соединяют со вторым эквивалентом сети, который прикрепляют к пластине заземления аналогично эквиваленту сети для испытуемого оборудования. Для соединения нескольких кабелей электропитания с эквивалентом сети можно использовать разветвитель с несколькими розеточными гнездами, при этом должны быть выполнены требования к номинальному полному сопротивлению эквивалента сети. Допускается также использовать дополнительные эквиваленты сети; в этом случае расстояние между любым эквивалентом сети и любым устройством должно быть не менее 0,8 м.

При измерении кондуктивных радиопомех на сетевых зажимах все сигнальные порты связи и порты связи должны быть нагружены использованием подключаемого оборудования или представительных нагрузок. Если во время измерения кондуктивных помех на сетевых зажимах эквивалент полного сопротивления сети соединен с портом связи, порт измерения напряжения эквивалента полного сопротивления сети должен быть нагружен сопротивлением 50 Ом, затухание продольного перехода данного эквивалента полного сопротивления сети должно соответствовать категории телекоммуникационной сети, к которой подключается порт связи ОИТ (например, кабельной сети категории 5).

Если при измерениях на портах связи применяется эквивалент полного сопротивления сети, то они должны быть на расстоянии 0,8 м от ИО и соединены с эталонной пластиной заземления. Другие части ИО должны быть на расстоянии не менее 0,8 м от эквивалента полного сопротивления сети.

Провод заземления, если он необходим для обеспечения безопасности, соединяют с зажимом заземления эквивалента сети и, если иное не установлено изготовителем, его длина должна быть равна длине кабеля питания. Провод заземления размещают параллельно сетевому кабелю на расстоянии от него не более 0,1 м.

Другие заземляющие проводники (например, применяемые для обеспечения ЭМС), которые в соответствии с техническими документами изготовителя должны подключаться к тому же зажиму, что и провод защитного заземления, подключают также к зажиму заземления эквивалента сети.

Если в настоящем стандарте предоставляется выбор метода испытаний для проверки дополнительных требований, соответствие может быть подтверждено любым методом испытаний при использовании соответствующих пределов.

Примечание – В любой ситуации, когда оборудование испытывается повторно, в целях согласованности результатов испытаний необходимо применять изначально выбранный метод испытаний.

9.5.2 Размещение настольного оборудования

Применяются требования, установленные в 8.3.1 и 9.5.1.

При испытаниях настольного оборудования применяют два альтернативных варианта размещения:

1) с использованием вертикальной пластины заземления. ИО располагают на столе из непроводящего материала высотой 0,8 м над горизонтальной пластиной заземления, на расстоянии 0,4 м от вертикальной пластины заземления. Вертикальную пластину заземления соединяют с горизонтальной пластиной заземления. Используемые при испытаниях эквивалент сети и эквивалент полного сопротивления сети могут быть соединены либо с горизонтальной пластиной заземления, либо с вертикальной пластиной заземления. Примеры размещения оборудования приведены на рисунках 4, 5 (способ 1a) и 6 (способ 1b).

2) с использованием горизонтальной пластины заземления (например, на открытой измерительной площадке или в экранированном помещении). ИО располагают на столе из непроводящего материала на высоте 0,4 м над горизонтальной пластиной заземления. Пример размещения приведен на рисунке 7.

В обоих вариантах ИО должно располагаться на расстоянии не менее 0,8 м от любой металлической поверхности или пластины заземления, которая не является частью ИО или подключаемого оборудования.

Используемый при измерениях вариант размещения оборудования должен быть отражен в протоколе испытаний.

Дополнительно при испытаниях должны быть выполнены следующие условия:

– при испытаниях настольного оборудования эквиваленты сети могут быть размещены сбоку стола, с тем чтобы обеспечить расстояние 0,8 м между ИО и эквивалентом сети;

– сигнальные кабели должны быть расположены по всей их длине на расстоянии 0,4 м от пластины заземления (при необходимости, могут использоваться поддерживающие структуры из непроводящего материала).

Кроме того, при размещении оборудования по варианту 2, если интерфейсные кабели свисают сзади стола, их лишнюю часть укладывают в связку длиной не более 0,4 м так, чтобы связка находилась на столе.

Примеры размещения настольного оборудования приведены на рисунках 4 – 7.

9.5.3 Размещение напольного оборудования

Применяют требования, установленные в 8.3.2 и 9.5.1.

Примеры размещения напольного оборудования приведены на рисунках 8 и 12.

9.5.4 Размещение комбинированного (напольного и настольного) оборудования

Настольное ИО размещают в соответствии с 9.5.2, напольное – 9.5.3.

Примеры размещения комбинированного оборудования приведены на рисунках 9 и 13.

9.6 Измерение радиопомех на телекоммуникационных портах

Целью испытаний является измерение напряжения и силы тока РП на телекоммуникационных портах ИО. Полезный сигнал может вносить существенный вклад в уровни указанных РП. РП, создаваемые полезным сигналом, могут контролироваться при проектировании оборудования связи (передачи данных) с учетом сведений, приведенных в настоящем стандарте в приложении Е.

9.6.1 Методы испытаний на соответствие нормам

Измерения проводят на телекоммуникационных портах с использованием эквивалента полного сопротивления сети (ЭПСС) с затуханием продольного перехода в соответствии с 9.6.2. Когда не определен никакой эквивалент полного сопротивления сети (ЭПСС), измерения выполняются, используя токовый пробник и пробник напряжения в соответствии с 9.6.3.5. Необходимо обратить внимание, что затухание продольного перехода не установлено для метода измерения согласно 9.6.3.5.

Изготовитель должен показать, что поставляемое оборудование при использовании кабелей, предусмотренных технической документацией на ОИТ, удовлетворяет нормам РП, приведенным в таблицах 3 или 4.

9.6.2 Эквивалент полного сопротивления сети (ЭПСС)

Напряжение сети электропитания должно подаваться на ИО через эквивалент сети электропитания, который используется для измерения напряжения радиопомех на сетевых зажимах согласно 9.3.

Измерение общего несимметричного напряжения или силы тока РП на телекоммуникационных портах для неэкранированных симметричных пар проводят при подключении телекоммуникационного порта к ЭПСС с помощью кабеля; ЭПСС, таким образом, должен определять полное несимметричное сопротивление оборудования, связанного с ИО, со стороны телекоммуникационного порта. ЭПСС должен обеспечить нормальное функционирование ИО при подключении любого вспомогательного/связанного с ним оборудования, или нагрузки, необходимой для проверки ИО.

Создание ЭПСС, пригодного для применения с различными портами связи, не представляется возможным, так как его конструкция зависит от характеристик испытуемого порта связи. При отсутствии для несимметричных кабелей, экранированных или неэкранированных кабелей с более чем 4 симметричными парами подходящих ЭПСС допускается соединение таких кабелей непосредственно со вспомогательным оборудованием или имитатором. В протоколе испытаний должны быть приведены сведения о реальной нагрузке. В любом случае ИО должно соответствовать нормам, приведенным в таблицах 3 и 4.

При использовании токового пробника должна быть обеспечена возможность измерений без отсоединения кабеля от мест его подключения. Токовый пробник должен иметь однородную частотную характеристику без резонансов и функционировать без насыщения первичной обмотки рабочим током.

Токовый пробник, если он используется, устанавливают на кабеле на расстоянии в пределах 0,1 м от ЭПСС. Вносимое полное сопротивление токового пробника должно быть не более 1 Ом в соответствии с CISPR 16-1-2 (пункт 5.1).

ЭПСС с учетом адаптеров, необходимых для его подключения к ИО и вспомогательному оборудованию, должен быть откалиброван в соответствии с CISPR 16-1-2 (приложение E):

a) модуль полного входного общего несимметричного сопротивления в полосе частот от 0,15 до 30 МГц должен быть равен (150 ± 20) Ом, фазовый угол – (0 ± 20)°;

b) ЭПСС должен обеспечивать достаточную развязку от РП, создаваемых вспомогательным оборудованием или нагрузкой, подключенной к испытуемому порту связи. Затухание для общих несимметричных напряжений и токов РП от вспомогательного оборудования должно быть таким, чтобы измеренный уровень этих РП был не менее чем на 10 дБ ниже соответствующей нормы РП.

Рекомендуемые значения развязки составляют:

– в полосе частот от 150 кГц до 1,5 МГц: свыше 35 до 55 дБ при линейном возрастании с логарифмом частоты;

– в полосе частот от 1,5 до 30 МГц – более 55 дБ.

Примечание – Под развязкой понимается ослабление РП, создаваемых подключаемым оборудованием, появляющихся на порте ЭПСС для подключения ИО;

c)1) для ЭПСС, используемых при проведении измерений портов, предназначенных для подключения к неэкранированным симметричным парам категории 6 (или лучше), значение затухания продольного перехода (ЗПП), дБ, в зависимости от частоты *f*, МГц, вычисляют по формуле

$$ЗПП = 75 - 10\lg\left[1+\left(\frac{f}{5}\right)^2\right]. \quad (3)$$

Допустимые отклонения значения ЗПП должны быть ±3дБ для $f < 2$ МГц и –3дБ / +6 дБ – для f от 2 до 30 МГц;

c)2) для ЭПСС, используемых при измерениях на портах, предназначенных для подключения к неэкранированным симметричным парам кабелей категории 5 (или лучше), значение ЗПП, дБ, в зависимости от частоты *f*, МГц, вычисляют по формуле

$$ЗПП = 65 - 10\lg\left[1+\left(\frac{f}{5}\right)^2\right]. \quad (4)$$

Допустимые отклонения значения ЗПП должны быть ±3дБ для $f < 2$ МГц и –3дБ / +4,5 дБ – для f от 2 до 30 МГц;

c)3) для ЭПСС, используемых при измерениях на портах, предназначенных для подключения к неэкранированным симметричным парам кабелей категории 3 (или лучше), значение ЗПП, дБ, в зависимости от частоты *f*, МГц, вычисляют по формуле

$$ЗПП = 55 - 10\lg\left[1+\left(\frac{f}{5}\right)^2\right]. \quad (5)$$

Допустимые отклонения значения ЗПП составляют ±3дБ.

Примечания

1 Приведенные в настоящем разделе требования к значениям затухания продольного перехода ЭПСС в зависимости от частоты соответствуют требованиям к ЗПП типичных неэкранированных симметричных пар кабелей при обычных условиях прокладки. Требования, соответствующие ЗПП кабелей категории 3 [9.6.2, перечисление C), пункт 3)], считаются характерными для ЗПП в типичных сетях связи. Вместе с тем установленные в настоящем стандарте требования в будущем могут быть изменены.

2 Неопределенность измерений с применением ЭПСС находится на рассмотрении, и как только работа будет закончена, будет указана ссылка на CISPR 16-3 [3)];

d) искажения, обусловленные затуханием, или другие изменения сигналов в полосе частот полезного сигнала, вызванные присутствием ЭПСС, не должны существенно влиять на нормальное функционирование ИО;

[3)] CISPR 16-3 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports.

е) для ЭПСС должен быть установлен коэффициент по напряжению.

Коэффициент по напряжению ЭПСС, дБ, определяют по формуле

$$20\lg\left|\frac{V_{cm}}{V_{mp}}\right|, \qquad (6)$$

где V_{cm} – общее несимметричное напряжение, возникающее на общем несимметричном полном сопротивлении, представляемом ЭПСС;

V_{mp} – напряжение на измерительном выходе.

Напряжение, полученное измерителем РП непосредственно на измерительном порте ЭПСС, суммируют с коэффициентом по напряжению ЭПСС. Результат сравнивают с нормой напряжения РП, приведенной в таблицах 3 или 4. Коэффициент по напряжению ЭПСС должен быть установлен с погрешностью не более ±1 дБ.

9.6.3 Измерения на телекоммуникационных портах

ИО устанавливают в соответствии с рисунками 4 – 9, относящимися к настольному, напольному и комбинированному (напольному и настольному) оборудованию.

Чтобы провести достоверные измерения РП, представительные при различных вариантах использования локальных сетей, необходимо создать условие использования локальной сети с избытком 10 % и поддерживать этот уровень в течение времени не менее 250 мс. Для имитации реальных условий обмена данными при испытаниях необходимо предусматривать передачу в локальной сети псевдослучайных сообщений (например, архивированных и зашифрованных файлов) и периодических сообщений (например, несжатых графических файлов, данных памяти). Если локальная сеть поддерживает передачу в течение периодов молчания (пауз), измерения проводят также во время периодов молчания (см. Е.3, [7]).

9.6.3.1 Измерение напряжений на симметричных телекоммуникационных портах, предназначенных для подключения неэкранированных симметричных пар

При проведении измерений напряжения РП на телекоммуникационных портах используют ЭПСС, обеспечивающий подключение к измерителю РП, удовлетворяющий требованиям к полному общему несимметричному сопротивлению.

Если измерения напряжения РП проводят на одной неэкранированной симметричной паре, используют соответствующий ЭПСС для двух проводов; при измерениях на неэкранированных кабелях, состоящих из двух симметричных пар, используют соответствующий ЭПСС для четырех проводов; при измерениях на неэкранированных кабелях, состоящих из четырех симметричных пар, используют соответствующий ЭПСС для восьми проводов (см. приложение D).

Необходимо использовать метод измерений в соответствии с С.1.1.

При использовании кабелей, состоящих более чем из четырех симметричных пар, измерения проводят в соответствии с 9.6.3.5.

Если ИО не может нормально функционировать из-за воздействия на него ЭПСС, измерения проводят в соответствии с 9.6.3.5.

9.6.3.2 Измерение силы тока на симметричных телекоммуникационных портах, предназначенных для подключения неэкранированных симметричных пар

Если измерения проводят на неэкранированном кабеле, состоящем из одной, двух, трех или четырех симметричных пар, кабель нагружают, как при измерениях напряжения РП.

Необходимо использовать метод измерений в соответствии с С.1.1.

При использовании кабелей, состоящих более чем из четырех симметричных пар, измерения проводят в соответствии с 9.6.3.5.

9.6.3.3 Измерение напряжений на телекоммуникационных портах, предназначенных для подключения экранированных кабелей или коаксиальных кабелей

Необходимо применять метод измерений в соответствии с С.1.1 или С.1.2.

9.6.3.4 Измерение силы тока на телекоммуникационных портах, предназначенных для подключения экранированных кабелей или коаксиальных кабелей

Необходимо применять метод измерений в соответствии с С.1.1 или С.1.2.

9.6.3.5 Измерения на телекоммуникационных портах, предназначенных для подключения кабелей, состоящих более чем из двух симметричных пар или несимметричных кабелей

Необходимо применять метод измерений в соответствии с С.1.3. Для подключения ИО к ПО необходимо использовать подходящий для этого кабель. На каждой рассматриваемой частоте должны выполняться требования, установленные в С.1.3. Тип используемого кабеля, а также его длина должны быть отражены в протоколе испытаний.

Измерения проводят по следующей процедуре:

Испытания проводят без развязывающего устройства, при прямом соединении ИО с ПО, измеряя ток токовым пробником, а напряжение – пробником напряжения.

ПО должно быть:

– любым устройством (устройствами), обычно подключаемым к телекоммуникационному порту во время испытаний многожильным кабелем, определенным изготовителем; или

– телекоммуникационным портом имитатора; или

– устройством, которое пассивно блокирует порт на конце кабеля ПО, до тех пор, пока активному устройству нет необходимости использовать испытуемый порт.

9.7 Регистрация результатов измерений

Регистрируют уровни РП и частоты измерений не менее чем шести РП для каждого сетевого зажима и каждого телекоммуникационного порта, имеющих наибольшие величины и превышающих уровень (L – 20) дБ, где L – норма в логарифмических единицах. Для сетевых зажимов необходимо указать, на каком проводе проводились измерения.

Дополнительно в протоколе испытаний должно быть указано значение неопределенности измерений средств измерений и подключаемого к ним оборудования, используемого при испытаниях на помехоэмиссию. См. раздел 11.

10 Метод измерения излучаемых радиопомех

10.1 Измерительные детекторы

Измерения в полосе частот от 30 до 1000 МГц проводят измерителем РП с квазипиковым детектором.

Для уменьшения времени испытаний вместо измерителя РП с квазипиковым детектором допускается применять измеритель РП с пиковым детектором. В спорных случаях преимуществом обладают результаты измерений квазипиковых значений РП.

10.2 Измерители радиопомех на частотах до 1 ГГц

Измеритель РП с квазипиковым детектором должен соответствовать CISPR 16-1-1 (раздел 4).

Измерители РП с пиковыми детекторами должны соответствовать CISPR 16-1-1 (раздел 5) и должны иметь ширину полосы пропускания на уровне 6 дБ в соответствии с CISPR 16-1-1 (раздел 4).

10.3 Антенна на частотах до 1 ГГц

Антенна должна представлять собой симметричный диполь. На частотах 80 МГц и выше применяют настраиваемый полуволновой симметричный диполь. На частотах ниже 80 МГц симметричный диполь, размер которого равен длине полуволнового симметричного диполя на частоте 80 МГц. Более детальная информация дается в CISPR 16-1-4 (раздел 4).

Примечание – Могут использоваться и другие антенны, но при условии, что полученные результаты могут корректироваться с результатами для симметричной дипольной антенны с приемлемой степенью точности.

10.3.1 Расстояние между антенной и ИО

Измерение излучаемого поля проводят с применением антенны, устанавливаемой таким образом, чтобы расстояние между проекциями на землю центра антенны и ближайшей к антенне границы ИО соответствовало измерительному расстоянию, определенному в разделе 6. Граница ИО определяется воображаемой линией, описывающей простую геометрическую фигуру, окружающую ИО. Все соединительные и внутрисистемные кабели ОИТ располагают внутри этой линии (см. рисунок 2).

Примечание – Если невозможно проводить измерения напряженности поля РП на расстоянии 10 м из-за высоких уровней посторонних радиопомех или по другим причинам, то испытания ОИТ класса В проводят на более близком расстоянии, например 3 м. Для приведения нормы к определенному расстоянию используют коэффициент обратной пропорциональности 20 дБ на декаду изменения измерительного расстояния. Следует быть внимательным при измерениях на расстоянии 3 м на частотах около 30 МГц из-за возможных влияний ближнего поля при испытании крупногабаритного оборудования.

10.3.2 Расстояние между антенной и пластиной заземления

Высоту антенны над пластиной заземления изменяют от 1 до 4 м до получения максимального отсчета измерительного прибора на каждой частоте измерений.

10.3.3 Азимут антенны по отношению к ИО

Азимут антенны по отношению к ИО изменяют во время испытаний для выявления максимальных показаний по величине напряженности поля РП. Допускается вращение ИО. Если на практике это невозможно, то ИО оставляют неподвижным и измерения проводят вокруг ИО.

10.3.4 Поляризация антенны по отношению к ИО

Для выявления максимальных показаний по напряженности поля РП во время измерений изменяют также поляризацию антенны (горизонтальную и вертикальную).

10.4 Измерительная площадка до 1 ГГц

10.4.1 Общие положения

Измерительные площадки проверяют измерением затухания электромагнитного поля при горизонтальной и вертикальной поляризациях в полосе частот от 30 до 1000 МГц.

Расстояние между приемной и передающей антеннами должно быть таким же, как при измерениях напряженности поля РП во время испытаний.

10.4.2 Измерения затухания площадки

Измерительную площадку считают приемлемой, если результаты измерений затухания площадки при горизонтальной и вертикальной поляризациях поля находятся в пределах ±4 дБ от теоретических значений затухания идеальной площадки (см. также CISPR 16-1-4).

10.4.3 Открытая измерительная площадка

Открытая измерительная площадка должна быть плоской, свободной от навесных проводов и близко расположенных отражающих конструкций. Площадка должна быть достаточно большой для того, чтобы обеспечить размещение антенны на конкретном расстоянии и гарантировать соответствующий разнос между антенной, ИО и отражающими конструкциями. Под отражающими конструкциями понимают конструкции из проводящего материала. Открытая измерительная площадка должна быть оборудована горизонтальной пластиной заземления в соответствии с 10.4.4. Примеры открытых измерительных площадок приведены на рисунках 1 и 2.

Открытая измерительная площадка должна удовлетворять требованиям к затуханию, установленным в CISPR 16-1-4.

10.4.4 Проводящая пластина заземления

Проводящая пластина заземления должна выступать не менее чем на 1 м за контур ИО и измерительной антенны наибольших размеров и покрывать всю площадь между ИО и антенной. Пластина заземления должна изготовляться из металла, при этом размеры отверстий и зазоров не должны превышать одну десятую длины волны, соответствующей наивысшей частоте измерений. Если требования к затуханию измерительной площадки не выполняются, применяют пластину заземления большего размера.

10.4.5 Альтернативные испытательные площадки

Испытания могут быть проведены с применением других измерительных площадок, физические характеристики которых не соответствуют требованиям, установленным в 10.4.3 и 10.4.4. При этом должно быть доказано, что применение таких альтернативных измерительных площадок позволяет получить обоснованные результаты измерений. Такие альтернативные измерительные площадки пригодны для испытаний, если соответствуют требованиям к затуханию, установленным в 10.4.2 и приложении А.

Примером альтернативной измерительной площадки может служить экранированное помещение, стены которого покрыты радиопоглощающим материалом.

Примечание – Приложение А будет заменено соответствующей процедурой, которая будет установлена в CISPR 16-1-4.

10.5 Размещение испытуемого оборудования на частотах до 1 ГГц

10.5.1 Общие положения

Сетевые кабели опускают на пластину заземления, а затем прокладывают к розетке электропитания.

Розетку электропитания прикрепляют к пластине заземления, причем она не должна выступать за поверхность пластины. Если используют эквивалент сети, то его устанавливают под пластиной заземления.

10.5.2 Размещение настольного оборудования

Необходимо применять требования, установленные в 8.3.1 и 10.5.1.

Настольное ИО располагают на столе из неметаллического материала высотой 0,8 м над горизонтальной пластиной заземления измерительной площадки (см. 10.4.4).

Пример размещения настольного ИО приведен на рисунке 10.

10.5.3 Размещение напольного оборудования

Необходимо применять требования, установленные в 8.3.2 и 10.5.1.

Примеры размещения напольного ИО приведены на рисунках 11 и 12.

10.5.4 Размещение комбинированного (настольного и напольного) оборудования

Настольное ИО размещают в соответствии с 10.5.2. Напольное ИО размещают в соответствии с 10.5.3.

Пример размещения комбинированного оборудования приведен на рисунке 13.

10.6 Измерение излучаемых радиопомех на частотах свыше 1 ГГц

При измерениях излучаемых РП на частотах свыше 1 ГГц средства измерений должны соответствовать требованиям:

– к измерительной аппаратуре – CISPR 16-1-1;

– к измерительным антеннам – CISPR 16-1-4 (пункт 4.6);

– к измерительным площадкам – CISPR 16-1-4 (раздел 8).

Необходимо применять метод проведения испытаний согласно CISPR 16-2-3 (пункт 7.3).

Нормы пиковых значений напряженности поля РП не применяют к помехам, создаваемым ОИТ при возникновении электрической дуги или искровых разрядов, вызванных пробоем при высоких напряжениях. РП данного вида создаются, если ОИТ включают в себя или обеспечивают управление механическими коммутационными устройствами, управляющими токами в катушках индуктивности, или если ОИТ включают в себя или обеспечивают управление подсистемами, при функционировании которых возникает статическое электричество (например устройства подачи бумаги). Нормы средних значений напряженности поля РП применяют к помехам, создаваемым ОИТ при возникновении электрической дуги или искровых разрядов. Нормы средних и пиковых значений напряженности поля РП применяют в остальных случаях создания ОИТ помех.

10.7 Регистрация результатов измерений

Регистрируют уровни и частоты измерений не менее чем шести РП, имеющих наибольшие величины и превышающих уровень (L – 20 дБ), где L – соответствующая норма в логарифмических единицах. Поляризация антенны должна быть отражена в протоколе испытаний для каждой измеренной помехи.

Протокол испытаний должен включать в себя значение неопределенности измерений излучаемых РП, вносимой измерительной аппаратурой с учетом взаимосвязи между различными приборами в измерительной цепи (см. раздел 11).

10.8 Измерения в присутствии мощных посторонних сигналов

В общем случае посторонние сигналы не должны превышать установленные уровни. Однако измерение излучаемых РП от ИО на некоторых частотах может оказаться невозможным из-за электромагнитных полей, создаваемых местными радио- и телевизионными передатчиками, другими источниками РП и естественными источниками.

Если напряженность поля посторонних сигналов велика (см. раздел 8), то для проверки соответствия ИО нормам РП применяют следующие методы:

а) проводят измерения на более близких расстояниях и определяют норму L_2, соответствующую меньшему измерительному расстоянию d_2 с помощью формулы:

$$L_2 = L_1 (d_1 / d_2), \quad (7)$$

где L_1 – норма при измерительном расстоянии d_1, мкВ/м.

Определяют условия испытаний, сформулированные в разделе 8, для новой нормы L_2 с учетом измерительного расстояния d_2;

b) в полосах частот, где уровни посторонних сигналов выше указанных в разделе 8, значения напряженности поля РП от ИО определяют путем интерполирования значений напряженности поля РП, соседних по отношению к посторонним сигналам. Интерполированные значения напряженности поля РП от ИО должны лежать на кривой, описывающей непрерывную функцию значений РП на частотах, соседних по отношению к частотам посторонних сигналов;

c) другой вариант состоит в том, чтобы использовать метод, описанный в CISPR 11 (приложение C).

10.9 Испытание оборудования в местах установки его пользователем

В некоторых случаях может быть необходимо проведение испытаний ОИТ класса А в местах установки его пользователем. В этих случаях измерения РП целесообразно проводить на границе помещения пользователя. Если указанная граница находится на расстоянии менее 10 м от ИО, измерения проводят на расстоянии 10 м от оборудования.

Результаты измерений при указанном способе проверки соответствия зависят от характеристик места установки оборудования и должны относиться только к конкретному месту установки. К установленному пользователем оборудованию, удовлетворяющему нормам РП при испытаниях на месте установки, могут быть добавлены отдельные образцы ОИТ, соответствующие требованиям настоящего стандарта при испытаниях на измерительной площадке.

Данный метод не применяют для испытаний ОИТ, имеющих физически очень большие размеры (например, оборудования центра связи). Для указанного оборудования нормы РП и методы измерений находятся на рассмотрении.

11 Неопределенность измерений

Результаты измерений РП ОИТ должны учитывать рассмотрение неопределенности измерений, источником которой является измерительная аппаратура, в соответствии с CISPR 16-4-2.

Определение соответствия нормам настоящего стандарта должно основываться на результатах измерений, проводимых для определения соответствия, без учета неопределенности измерений. Однако неопределенность измерений, источником которой является измерительная аппаратура, с учетом взаимосвязи между различными приборами в измерительной цепи должна быть рассчитана, и оба результата – результат измерений и рассчитанная неопределенность измерений – должны быть отражены в протоколе испытаний.

Примечание – При проведении испытаний ОИТ на месте установки неопределенность измерений, обусловленную характеристиками измерительной площадки, исключают при расчете неопределенности измерений.

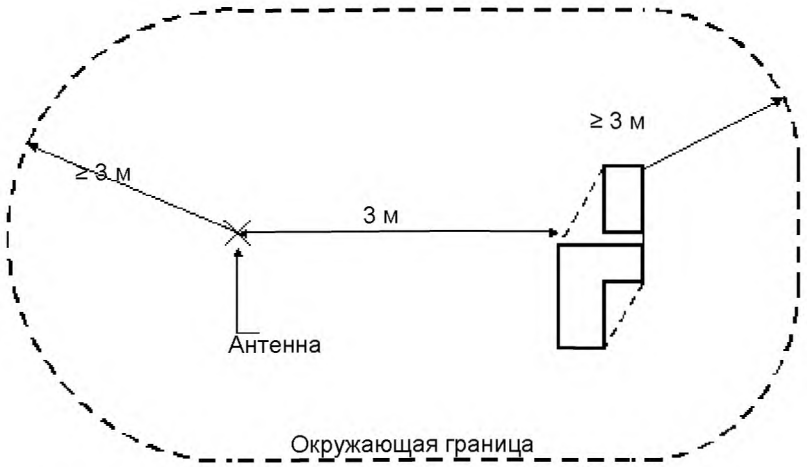


Периметр площади, описываемой эллипсом

Испытательный объем над землей должен быть свободен от отражающих объектов

Примечание – Характеристики измерительной площадки описаны в 10.4

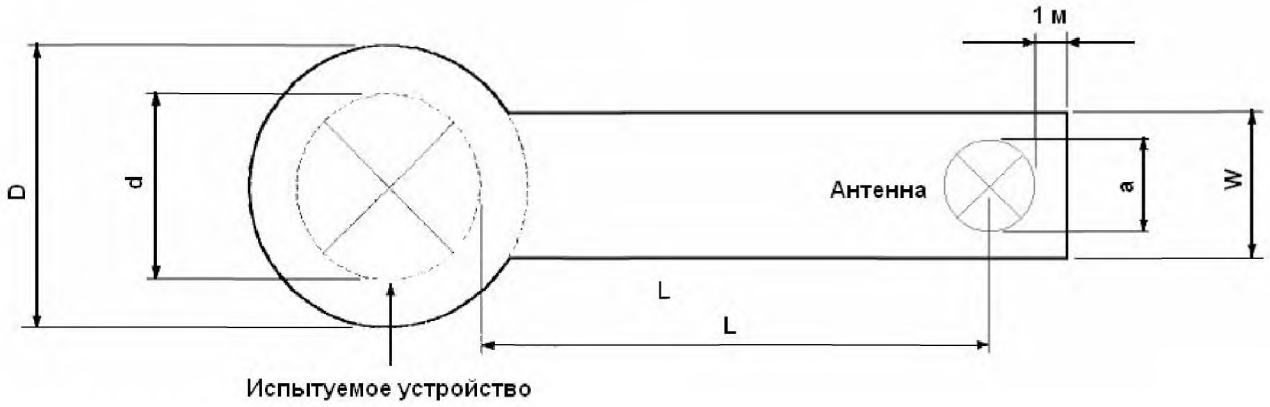
Рисунок 1 – Измерительная площадка



Внутри объема, ограниченного на поверхности земли линией, указанной на рисунке, а по высоте – горизонтальной плоскостью, расположенной на высоте не менее 3 м над самым высоким элементом измерительной антенны или ИО, не должно быть отражающего объекта.

Примечание – Относительно применимости альтернативной измерительной площадки см. 10.4.3; определение границы ИО приведено в 10.3.1.

Рисунок 2 – Минимальная альтернативная измерительная площадка



D = d + 2 м, где d – максимальный размер ИО;
W = a + 2 м, где a – максимальный размер измерительной антенны;
L = 3 или 10 м

Рисунок 3 – Минимальный размер металлической пластины заземления



Примечания
1 При измерении кондуктивных РП электропитание подается через эквивалент сети.
2 Показаны только кабели клавиатуры и мыши.

Рисунок 4 – Расположение настольного оборудования при испытаниях (измерение кондуктивных и излучаемых РП) (вид в плане)

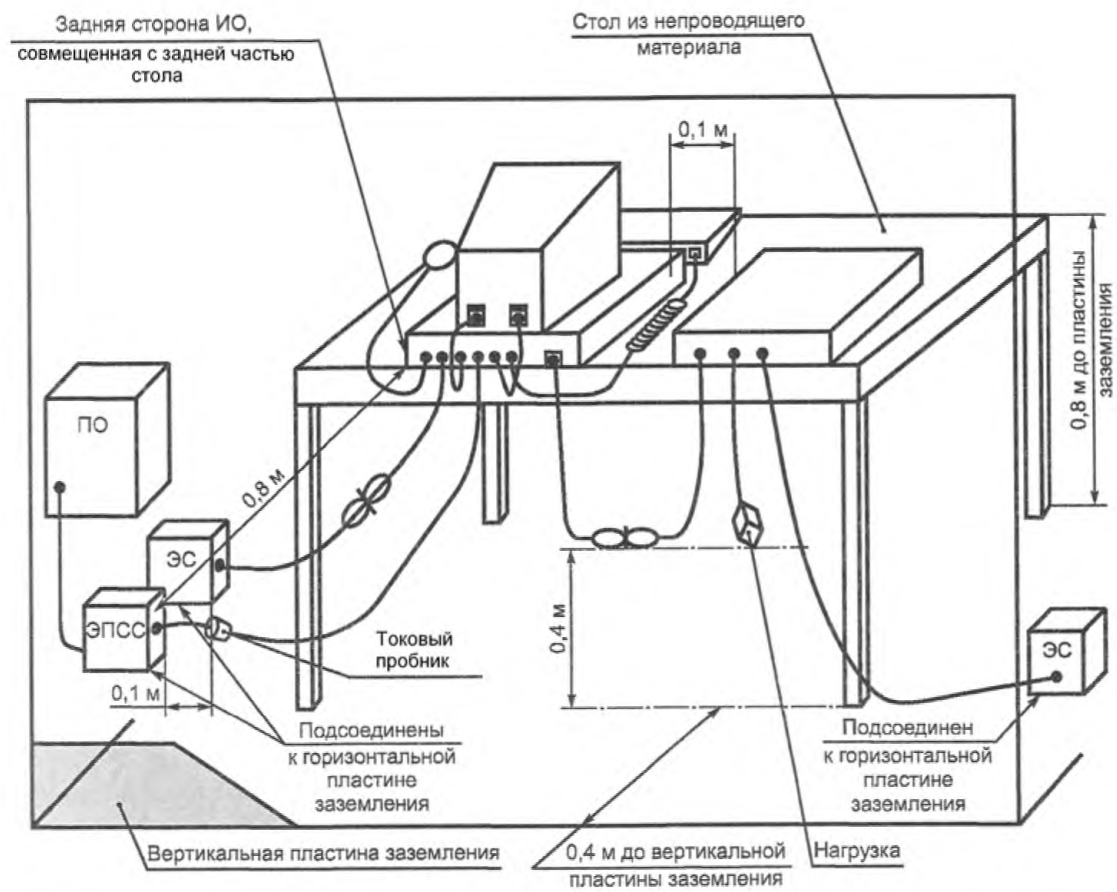


Рисунок 5 – Пример расположения настольного оборудования при испытаниях (измерение кондуктивных РП – вариант 1а)

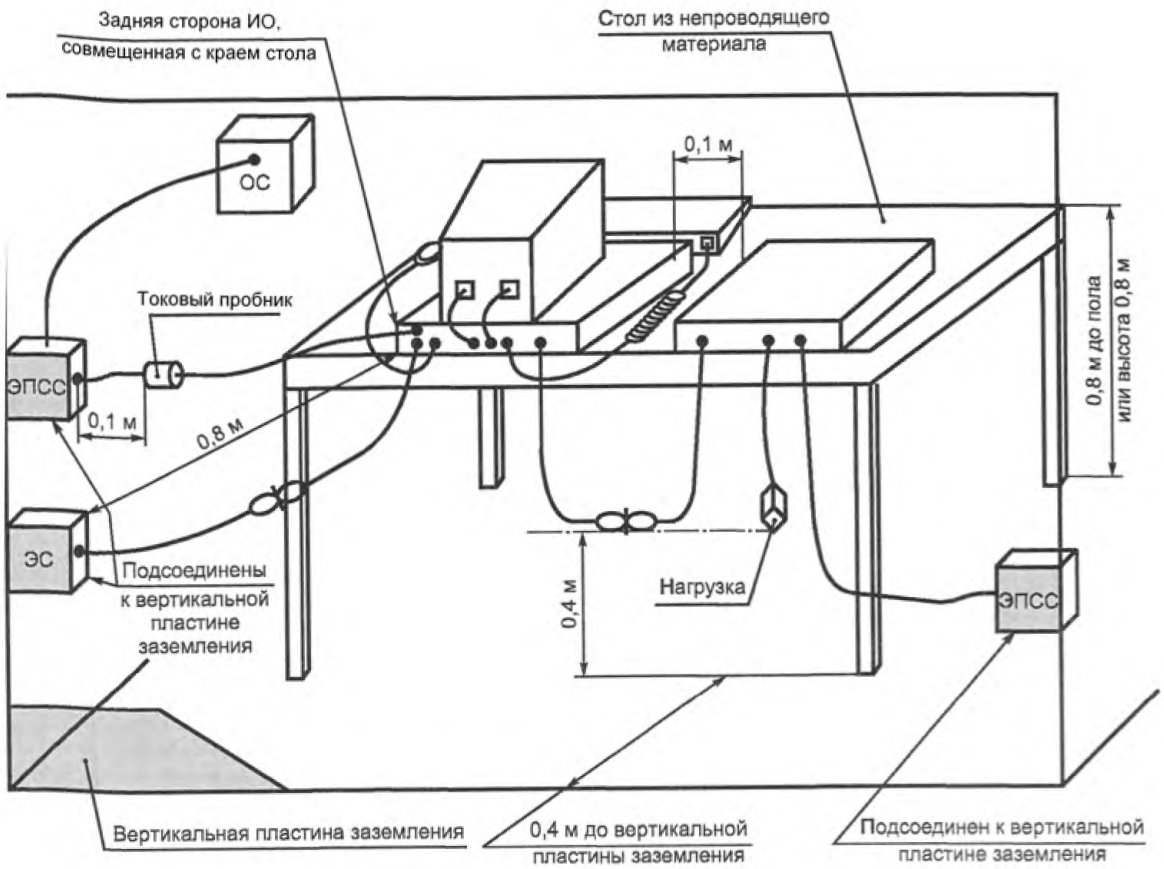


Рисунок 6 – Пример расположения настольного оборудования при испытаниях (измерение кондуктивных РП – вариант 1b)

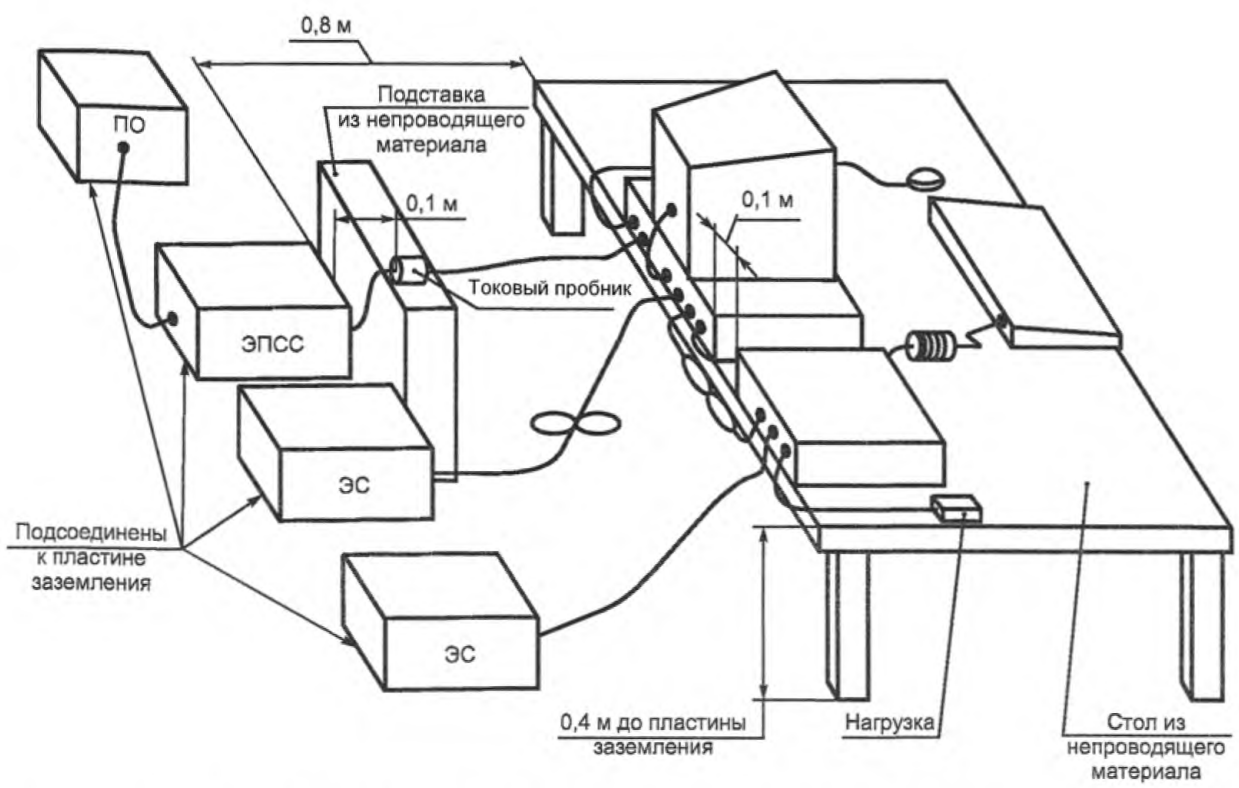


Рисунок 7 – Пример расположения настольного оборудования при испытаниях (измерение кондуктивных РП – вариант 1b)

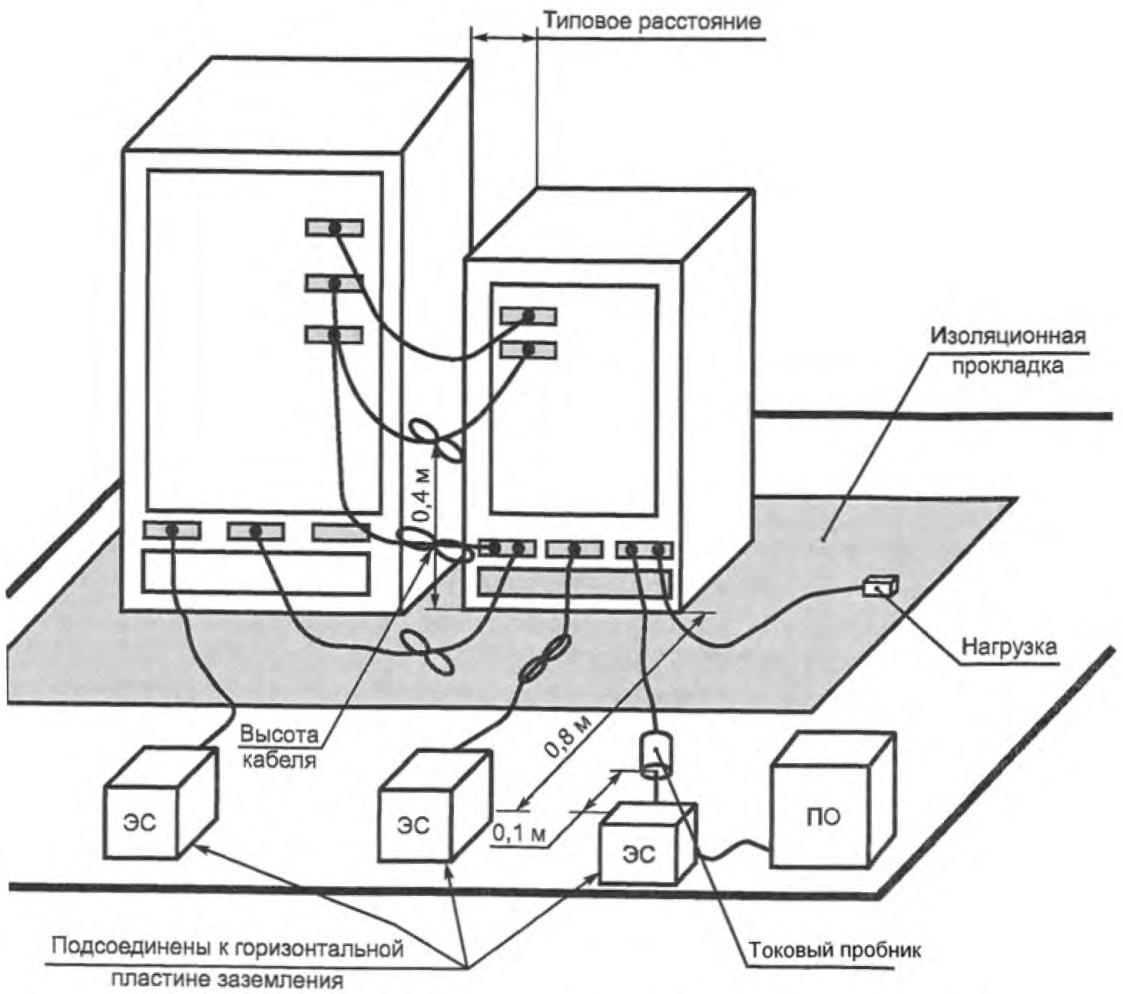


Рисунок 8 – Пример расположения напольного оборудования при испытаниях (измерение кондуктивных РП)

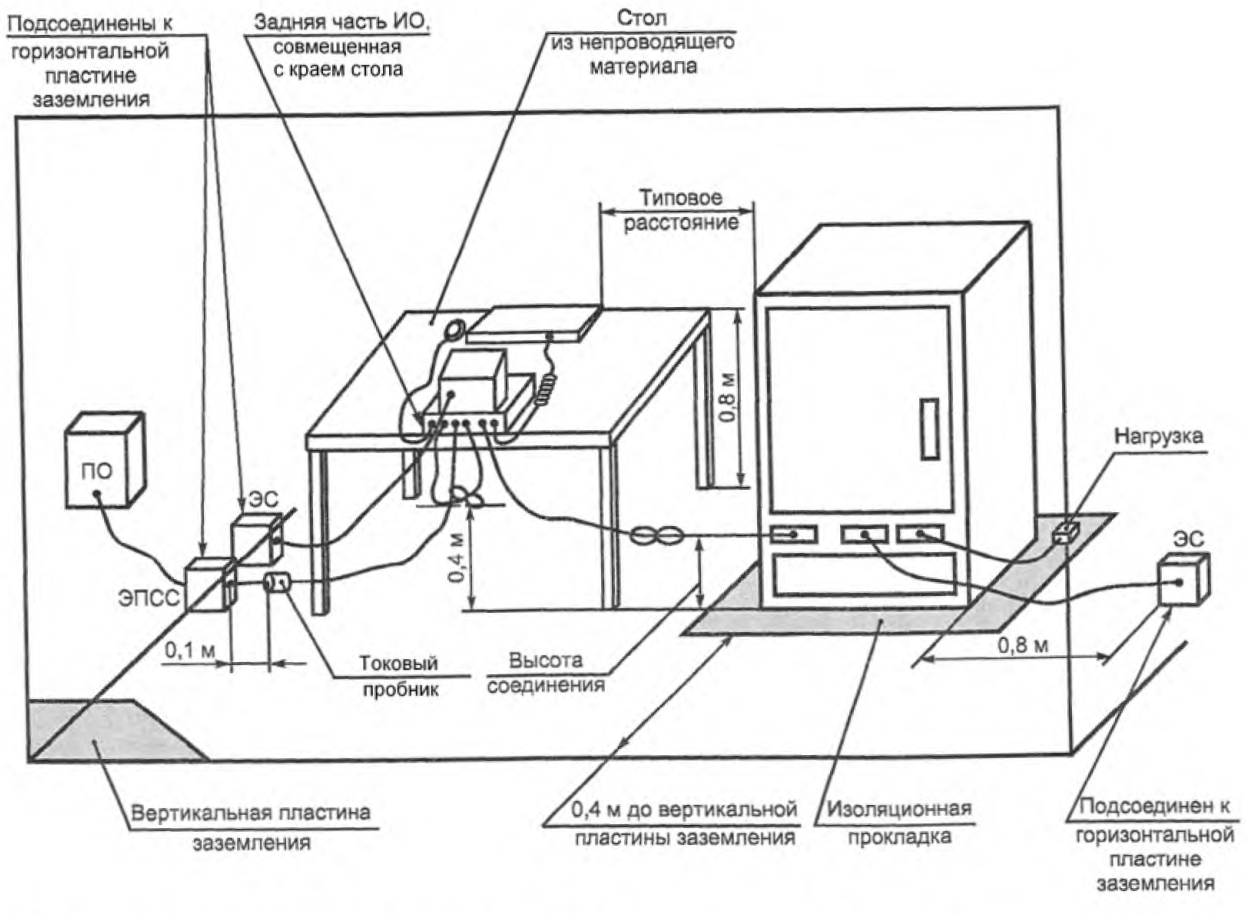


Рисунок 9 – Пример расположения комбинированного оборудования при испытаниях (измерение кондуктивных РП)

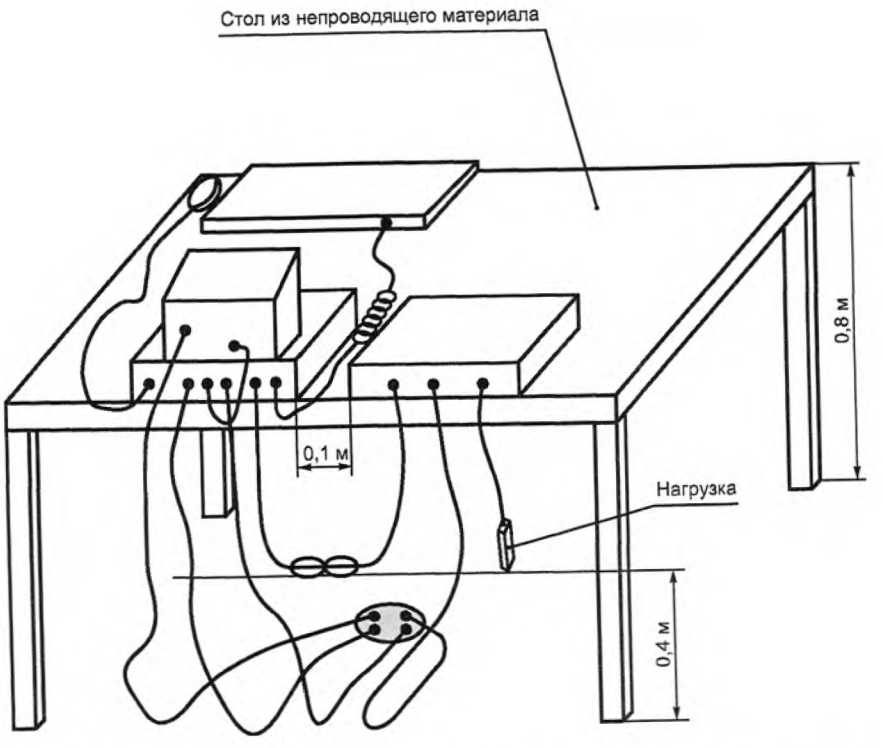


Рисунок 10 – Расположение настольного оборудования при испытаниях (измерение излучаемых РП)

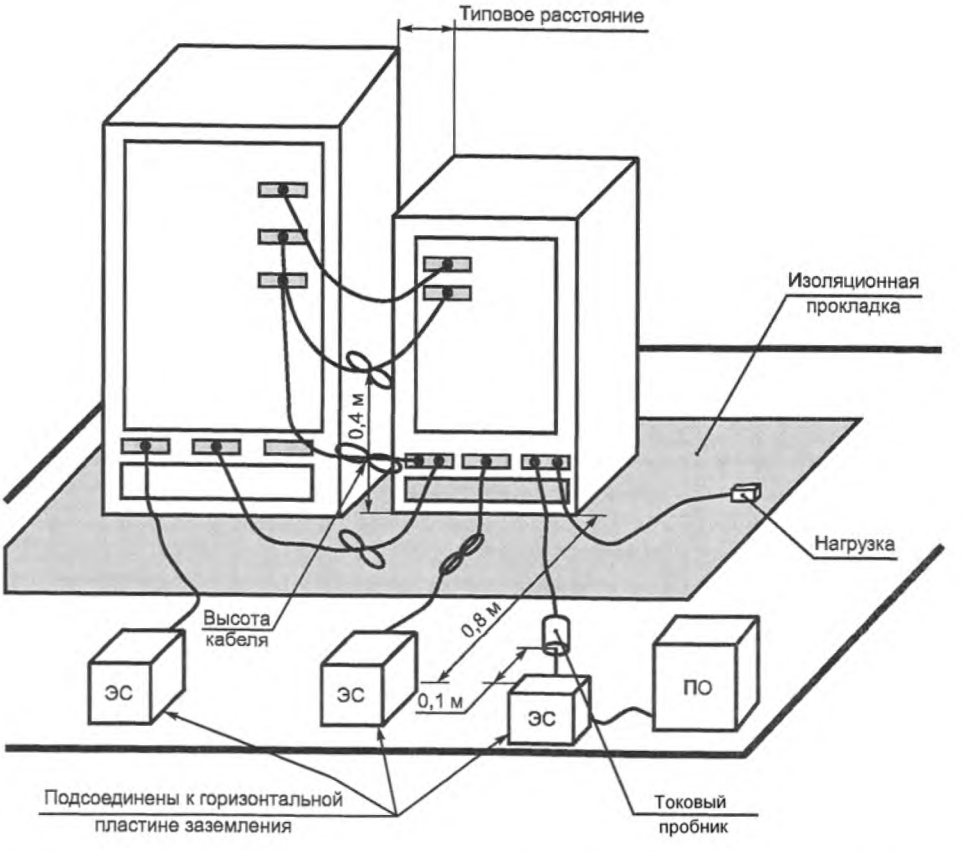
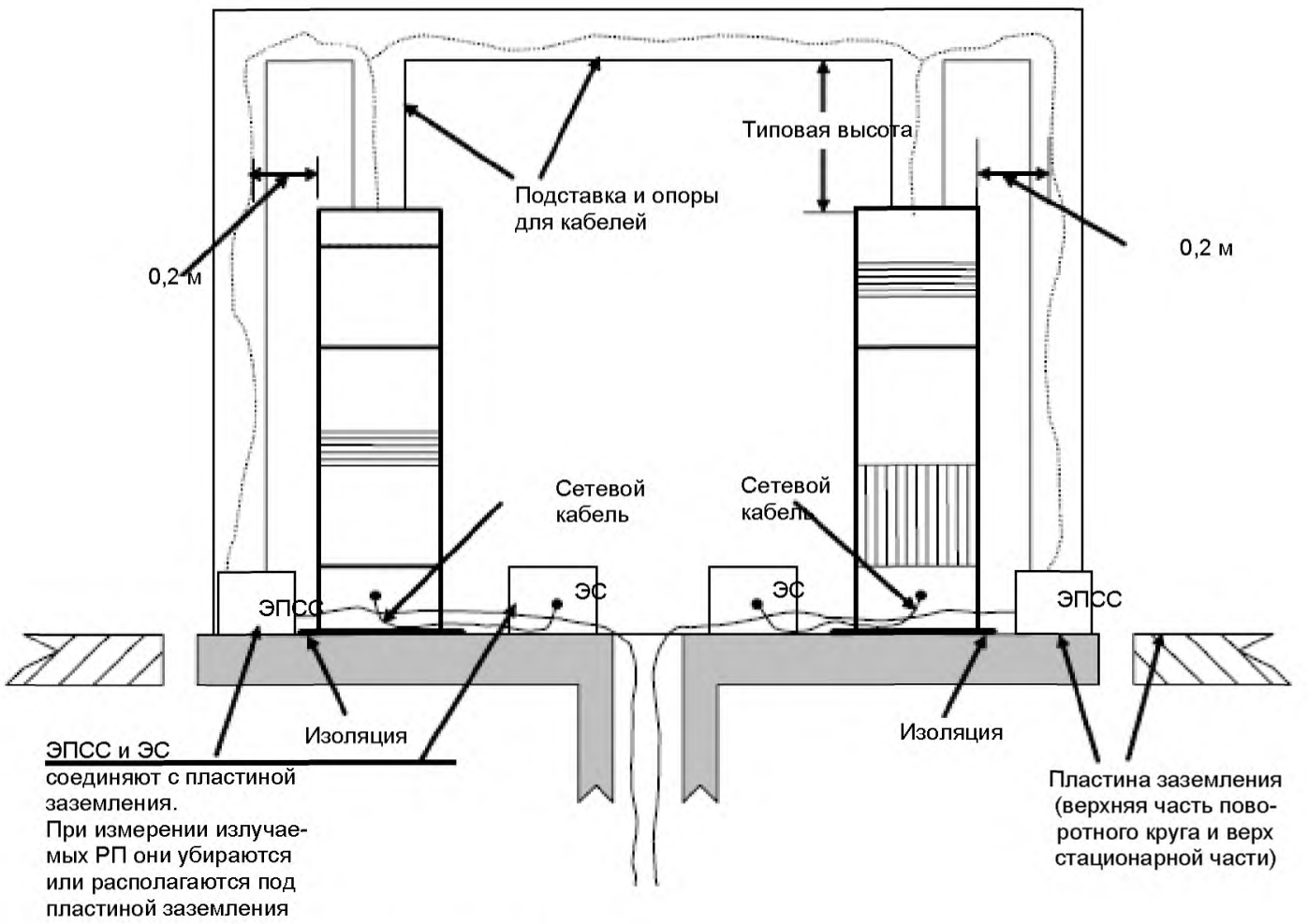
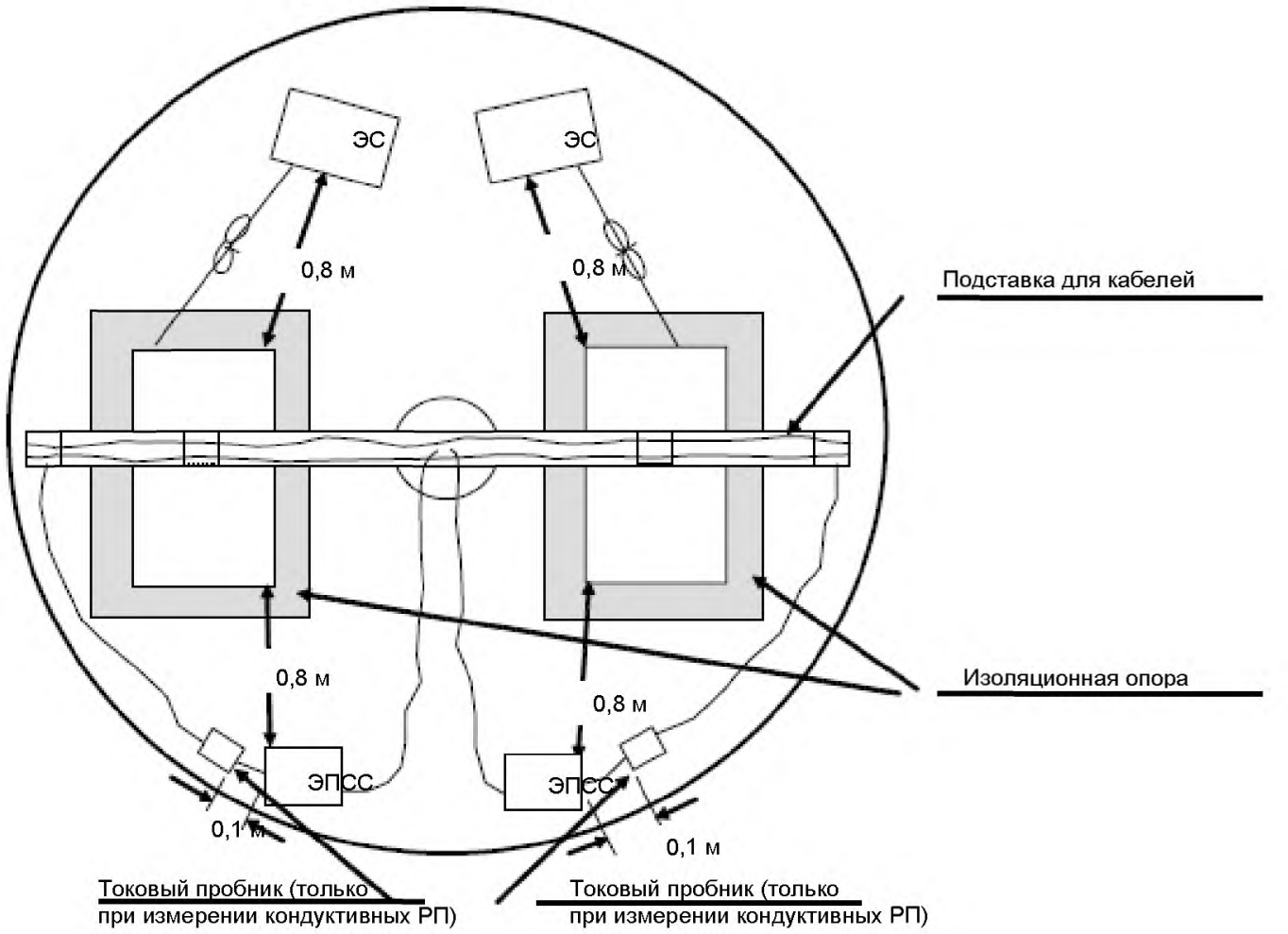


Рисунок 11 – Расположение напольного оборудования при испытаниях (измерение излучаемых РП)



a) вертикальный разрез



b) вид сверху

Рисунок 12 – Расположение напольного оборудования с вертикальным подъемником и воздушными кабелями (измерение излучаемых и кондуктивных РП)

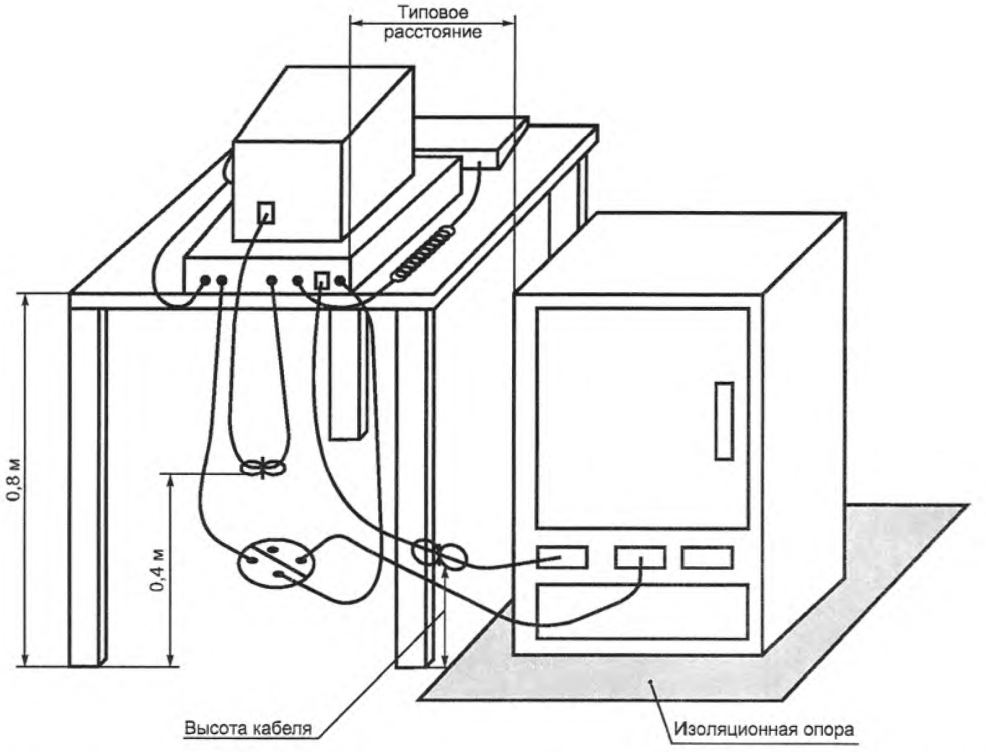


Рисунок 13 – Расположение комбинированного оборудования (измерение излучаемых РП)

Приложение А
(обязательное)

Методика измерений затухания альтернативной измерительной площадки

А.1 Метод измерения затухания площадки

Передающую антенну перемещают внутри испытательного объема как при горизонтальной, так и при вертикальной поляризациях (см. раздел А.2, [2]), как указано на рисунке А.1. Рекомендуемый минимум испытательного объема определяется боковыми крайними точками, исходя из площади испытательного стола 1 × 1,5 м, если вращение происходит относительно его центра, и вертикальными крайними точками, находящимися на расстоянии не более чем 1,5 м от поверхности, установленными исходя из высоты типовых образцов ИО (как напольного, так и настольного), как указано на рисунке А.2. Для некоторых измерительных площадок могут потребоваться испытательные объемы, превышающие рекомендуемый минимум, в зависимости от размера типовых образцов испытуемого оборудования.

Измерения проводят с использованием широкополосных антенн. Измерительное расстояние измеряют между центрами поворотной платформы и антенны. Приемную и передающую антенны располагают так, чтобы их элементы были параллельны друг другу и перпендикулярны оси измерения.

А.1.1 Вертикальная поляризация

При вертикальной поляризации высота до центра передающей антенны должна составлять 1 м (минимальное расстояние между нижним концом антенны и пластиной заземления должно быть не менее 25 см).

Также проводят измерения на высоте передающей антенны 1,5 м при любом из следующих условий:

a) предполагаемая высота ИО больше 1,5 м и меньше 2,0 м;

b) конец передающей антенны не выходит за пределы 90 % высоты ИО, если высота центра передающей антенны составляет 1,0 м.

При вертикальной поляризации передающую антенну размещают в четырех следующих точках на соответствующей высоте:

1) точно в центре поворотного стола (см. примечание 1);

2) в точке, расположенной на расстоянии 0,75 м от центра поворотной платформы в направлении к приемной антенне (лежащей на линии, т. е. оси измерения, проведенной между центром поворотной платформы и приемной антенны);

3) в точке, расположенной на расстоянии 0,75 м от центра поворотной платформы в обратном направлении от приемной антенны, кроме случаев, когда эта точка находится на расстоянии более 1,0 м до ближайшего вертикального участка из поглощающего материала (см. примечание 2);

4) в двух точках, расположенных на расстоянии 0,75 м от центра поворотной платформы в каждую сторону (лежащих на линии, проведенной через центр поворотной платформы под прямым углом к линии между центром поворотной платформы и приемной антенны).

Измерения нормированного затухания площадки (NSA) при вертикальной поляризации проводят при соблюдении постоянного расстояния между передающей и приемной антеннами (в соответствии с таблицей А.1). Приемную антенну перемещают в ближайшую точку для обеспечения соответствующего расстояния вдоль линии к центру поворотной платформы.

Принимая во внимание, что максимальная высота ИО равна 1,5 м, необходимо провести не менее чем четыре измерения при вертикальной поляризации (четыре точки в горизонтальной плоскости на одной высоте) (см. рисунок А.2а).

А.1.2 Горизонтальная поляризация

Измерения нормированного затухания площадки (NSA) при вертикальной поляризации проводят для двух значений высоты передающей антенны. Нижнее значение высоты антенны составляет 1,0 м до центра антенны, а большее значение высоты антенны составляет 2 м до центра антенны (см. таблицу А.1). Измерения проводят в следующих точках для каждого значения высоты:

1) точно в центре поворотного стола;

2) в точке, расположенной на расстоянии 0,75 м от центра поворотной платформы в направлении к приемной антенне;

3) в точке, расположенной на расстоянии 0,75 м от центра поворотной платформы в обратном направлении от приемной антенны, кроме случаев, когда эта точка находится на расстоянии более 1,0 м до ближайшего вертикального участка из поглощающего материала (см. примечание 2);

4) в двух точках по каждую сторону от поворотной платформы, так, чтобы конец антенны находился на расстоянии 0,75 м от центра поворотной платформы. Если конец антенны захватывает не менее 90 % испытуемого объема при нахождении передающей антенны в центре поворотной платформы, то измерение в этих двух точках не требуется. Если элементы антенны покрывают центр в этих двух точках благодаря длине антенны, то определение точного месторасположения центра поворотной платформы (позиция 1) не требуется.

Значения высоты антенны основываются на максимальной высоте, равной около 2 м, и использовании типовой широкополосной антенны. При испытании ИО, высота которого более 2 м или занимающего площадь более чем это обеспечивается испытательным столом размером 1 × 1,5 м, может потребоваться большая высота передающей антенны и большее расстояние смещения от центра поворотной платформы до антенны. Для некоторых конфигураций ИО (см. раздел А.2, [1]) могут потребоваться значения нормированного затухания площадки (NSA), отличные от приведенных в данном стандарте.

Считая, что максимальная ширина ИО составляет 1,5 м, требуется провести минимум четыре измерения при горизонтальной поляризации антенны (две точки в горизонтальной плоскости при двух значениях высоты) (см. рисунок А.2b).

Примечания

1 Для измерительных площадок без поворотных платформ слово «центр» означает центр поверхности испытательного стола размером 1 × 1,5 м.

2 Практика показывает, что в источниках излучения, размещенных вблизи поглощающего материала, присутствуют вариации (изменения) токов, которые влияют на свойства излучения источника в месте его расположения (см. раздел А.2, [3]). В случае месторасположения источника излучения вблизи таких поглощающих материалов необходимо проведение дополнительного измерения затухания площадки.

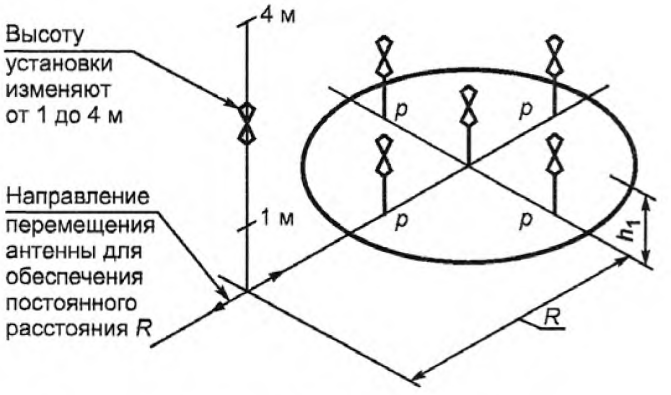
Таблица А.1 – Затухание площадки A_n, дБ, при использовании широкополосных антенн

Частота, МГц	Затухание A_n, дБ, при поляризации										
	горизонтальной						вертикальной				
	R = 3 м, h_1=1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 3 м, h_1 = 2 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 10 м, h_1=1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 10 м, h_1 = 2 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 30 м, h_1 = 1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 30 м, h_1 = 2 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 3 м, h_1 = 1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 3 м, h_1 = = 1,5 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 10 м, h_1 = 1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 10 м, h_1 = = 1,5 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 30 м, h_1 = 1 м, h_2 = 1 – 4 м
30	15,8	11,0	29,8	24,1	47,7	41,7	8,2	9,3	16,7	16,9	26,0
35	13,4	8,8	27,1	21,6	45,0	39,1	6,9	8,0	15,4	15,6	24,7
40	11,3	7,0	24,9	19,4	42,7	36,8	5,8	7,0	14,2	14,4	23,5
45	9,4	5,5	22,9	17,5	40,7	34,7	4,9	6,1	13,2	13,4	22,5
50	7,8	4,2	21,1	15,9	38,8	32,9	4,0	5,4	12,3	12,5	21,6
60	5,0	2,2	18,0	13,1	35,7	29,8	2,6	4,1	10,7	11,0	20
70	2,8	0,6	15,5	10,9	33,0	27,2	1,5	3,2	9,4	9,7	18,7
80	0,9	–0,7	13,3	9,2	30,7	24,9	0,6	2,6	8,3	8,6	17,5
90	–0,7	–1,8	11,4	7,8	28,7	23,0	–0,1	2,1	7,3	7,6	16,5
100	–2,0	–2,8	9,7	6,7	26,9	21,2	–0,7	1,9	6,4	6,8	15,6
120	–4,2	–4,4	7,0	5,0	23,8	18,2	–1,5	1,3	4,9	5,4	14,0
125	–4,7	–4,7	6,4	4,6	23,1	17,6	–1,6	0,5	4,6	5,1	13.6
140	–6,0	–5,8	4,8	3,5	21,1	15,8	–1,8	–1,5	3,7	4,3	12,7
150	–6,7	–6,3	3,9	2,9	20,0	14,7	–1,8	–2,6	3,1	3,8	12,1
160	–7,4	–6,7	3,1	2,3	18,9	13,8	–1,7	–3,7	2,6	3,4	11,5
175	–8,3	–6,9	2,0	1,5	17,4	12,4	–1,4	–4,9	2.0	2,9	10,8
180	–8,6	–7,2	1,7	1,2	16,9	12,0	–1,3	–5,3	1,8	2,7	10,5
200	–9,6	–8,4	0,6	0,3	15,2	10,6	–3,6	–6,7	1,0	2,1	9,6
250	–11,7	–10,6	–1,6	–1,7	11,6	7,8	–7,7	–9,1	–0,5	0,3	7,7
300	–12,8	–12,3	–3,3	–3,3	8,7	6,1	–10,5	–10,9	–1,5	–1,9	6,2
400	–14,8	–14,9	–5,9	–5,8	4,5	3,5	–14,0	–12,6	–4,1	–5,0	3,9
500	–17,3	–16,7	–7,9	–7,6	1,8	1,6	–16,4	–15,1	–6,7	–7,2	2,1
600	–19,1	–18,3	–9,5	–9,3	0,0	0,0	–16,3	–16,9	–8,7	–9,0	0,8
700	–20,6	–19,7	–10,8	–10,6	–1,3	–1,4	–18,4	–18,4	–10,2	–10,4	–0,3

Окончание таблицы А.1

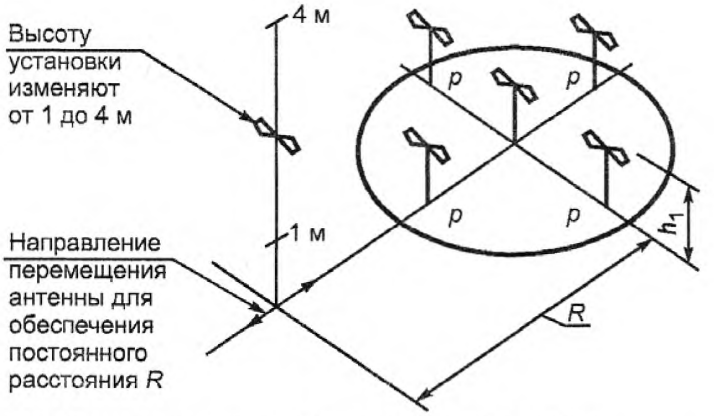
Частота, МГц	Затухание A_n, дБ, при поляризации										
	горизонтальной						вертикальной				
	R = 3 м, h_1=1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 3 м, h_1 = 2 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 10 м, h_1=1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 10 м, h_1 = 2 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 30 м, h_1 = 1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 30 м, h_1 = 2 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 3 м, h_1 = 1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 3 м, h_1 = = 1,5 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 10 м, h_1 = 1 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 10 м, h_1 = = 1,5 м, h_2 = 1 – 4 м	R = 30 м, h_1 = 1 м, h_2 = 1 – 4 м
800	–21,3	–20,8	–12,0	–11,8	–2,5	–2,5	–20,0	–19,3	–11,5	–11,6	–1,1
900	–22,5	–21,8	–12,8	–12,9	–3,5	–3,5	–21,3	–20,4	–12,6	–12,7	–1,7
1000	–23,5	–22,7	–13,8	–13,8	–4,5	–4,5	–22,4	–21,4	–13,6	–13,6	–3,6

Примечание – Значения A_n в таблице приведены для антенн, расположенных таким образом, что расстояние между нижним концом антенны и землей составляет не менее 0,25 м при размещении центра антенны на высоте 1 м при вертикальной поляризации.



p – радиус испытуемого объема при вращении ИО на 360°; h_1 = 1,0 и 1,5 м;
R – расстояние между вертикальной проекцией центров передающей и принимающей антенн

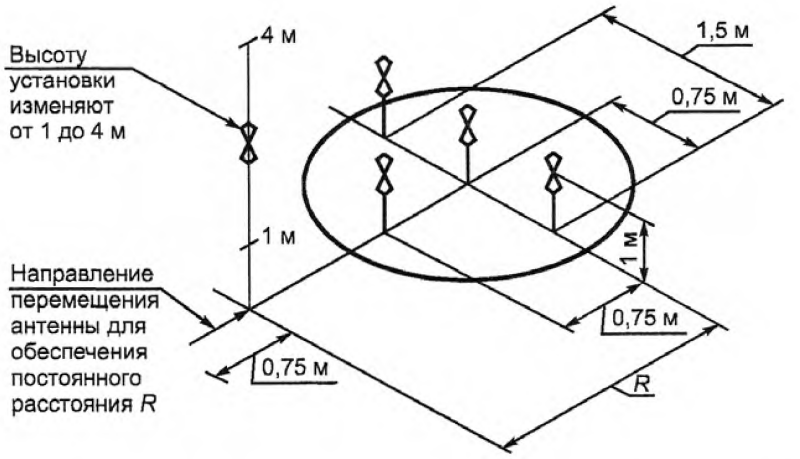
Рисунок А.1а – Расположение антенн при измерении затухания альтернативной площадки NSA (вертикальная поляризация)



p – радиус испытуемого объема при вращении ИО на 360°; h_1 = 1,0 и 2,0 м;
R – расстояние между вертикальной проекцией центров передающей и принимающей антенн

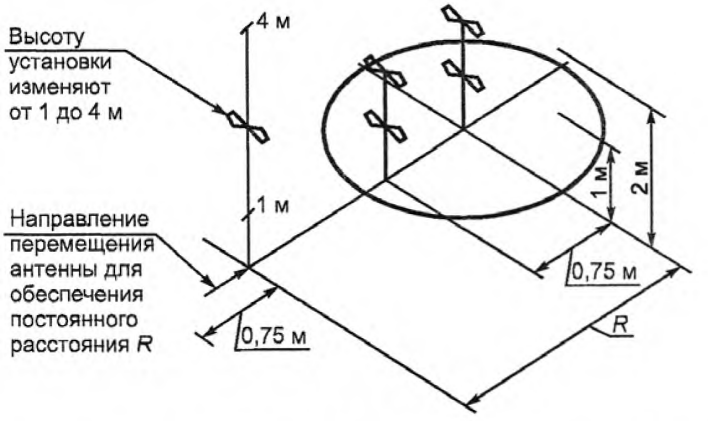
Рисунок А.1b – Расположение антенн при измерении затухания альтернативной площадки (горизонтальная поляризация)

Рисунок А.1 – Расположение антенны для измерения затухания альтернативной площадки



R – измерительное расстояние между вертикальной проекцией центров передающей и приемной антенны

Рисунок А.2a – Расположение антенн при измерении затухания альтернативной площадки (вертикальная поляризация) для испытуемого объема с размерами не более (1 × 1,5 × 1,5) м и при расстоянии от задней границы объема до ближайшей точки конструкции и/или радиопоглощающего материала более 1 м



R – измерительное расстояние между вертикальными проекциями центров передающей и приемной антенн

Рисунок А.2b – Расположение антенн при измерении затухания альтернативной площадки (горизонтальная поляризация) для испытуемого объема с размерами не более (1 × 1,5 × 1,5) м и при расстоянии от задней границы объема до ближайшей точки конструкции и/или радиопоглощающего материала более 1 м

Рисунок А.2 – Расположение антенн при измерении затухания альтернативной площадки для минимального рабочего объема

A.2 Ссылки

[1] SMITH, GERMAN, R.F., Pate, J.B. Calculation of site attenuation from antenna factors (Расчет коэффициентов затухания антенн на площадках), IEEE Transactions on EMC, Vol EMC-24, 1982

[2] GERMAN, R.F. Comparison of semi-anechoic chamber and open-field site attenuation measurements (Сравнение измерений затухания в полубезэховой камере и на открытой площадке), 1982, IEEE International Symposium Record on Electromagnetic Compatibility, pp. 260-265

[3] PATE, J.B. Potential measurements errors due to mutual coupling between dipole antennas and radio frequency absorbing material in close proximity (Возможные ошибки измерения из-за взаимной связи между дипольными антеннами и радиочастотным поглощающим материалом в непосредственной близости), 1984, IEEE International Symposium Record on Electromagnetic Compatibility

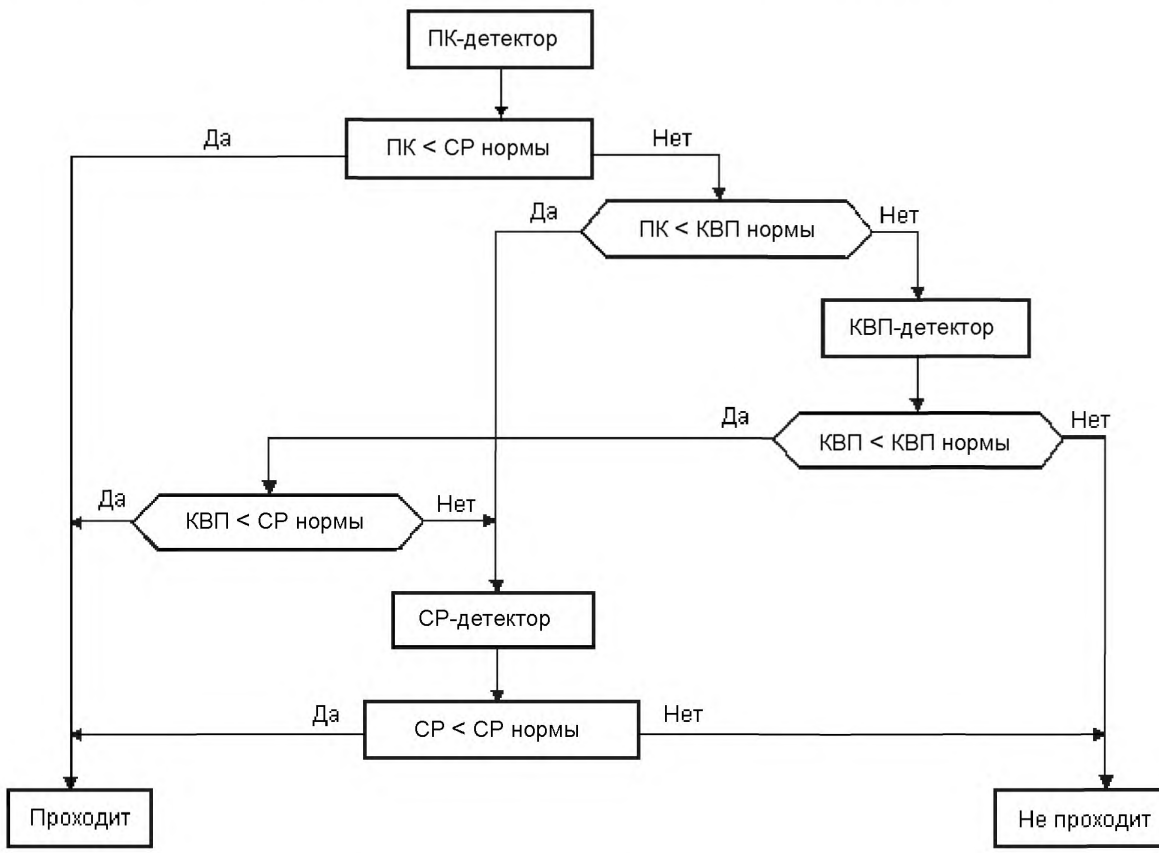
Приложение В
(обязательное)

Алгоритм принятия решения при измерениях с применением пикового детектора

Для уменьшения времени испытаний ОИТ при измерениях кондуктивных РП на сетевых портах и портах связи в полосе частот от 0,15 до 30 МГц используют измерители РП с пиковым детектором. При их использовании окончательное решение относительно результатов испытаний может быть принято с применением приведенного ниже алгоритма.

Анализаторы спектра или измерительные приемники, имеющие высокочастотный преселектор, которые автоматически следят за частотой и позволяют проводить сканирование по частоте, должны иметь достаточное время обработки на каждой частоте, чтобы избежать ошибок при измерениях РП.

Кроме того, для исключения влияния на результаты измерений ширина полосы видеотракта в анализаторе спектра должна быть не менее ширины полосы пропускания измерителя РП.



ПК – пиковые значения; КВП – квазипиковые значения; СР – средние значения

Рисунок В.1 – Алгоритм принятия решения о результатах испытаний ИО при измерениях пиковых значений РП

Приложение С
(обязательное)

Испытательные установки для измерения радиопомех общего вида

С.1 Введение

В настоящем приложении установлены методы, применяемые для измерения эмиссии кондуктивных помех, обусловленной суммарным общим несимметричным полным сопротивлением линий связи, в соответствии с требованиями настоящего стандарта. В зависимости от типа кабелей могут использоваться различные методы с учетом их преимуществ и недостатков (см. приложение F).

С.1.1 Использование ЭПСС или УСР, в том числе соответствующих IEC 61000-4-6

Для неэкранированных однопроводных и двухпроводных симметричных пар должны использоваться ЭПСС, соответствующие требованиям, установленным в 9.6.2. Для кабелей других типов (экранированных и неэкранированных) допускается использовать цепи связи/развязки (УСР по IEC 61000-4-6), при их наличии и если ИО способно нормально функционировать, если УСР присоединено к кабелю, подключенному к порту связи ИО. Затухание продольного перехода УСР (ЗПП) не должно превышать значения, установленные для ЭПСС в 9.6.2, перечисление в), с учетом нижней границы допуска при условии, что ЭПСС соответствуют категории кабелей, подключаемых к ИО.

Применение этого метода (когда возможно) дает наилучшие результаты измерений с наименьшей неопределенностью.

В некоторых случаях соответствующие ЭПСС могут отсутствовать или их подключение способно оказывать влияние на работу системы в целом. Поэтому необходимо принимать другие методы проведения измерений без применения специальных ЭПСС. В С.1.2 и С.1.3 установлены допустимые альтернативные методы проведения испытаний.

Если УСР, соответствующее требованиям IEC 61000-4-6, применяют при испытаниях на соответствие нормам настоящего стандарта, оно должно быть откалибровано так, чтобы ЗПП не превышало допустимые значения, установленные для ЭПСС в 9.6.2, перечисление е).

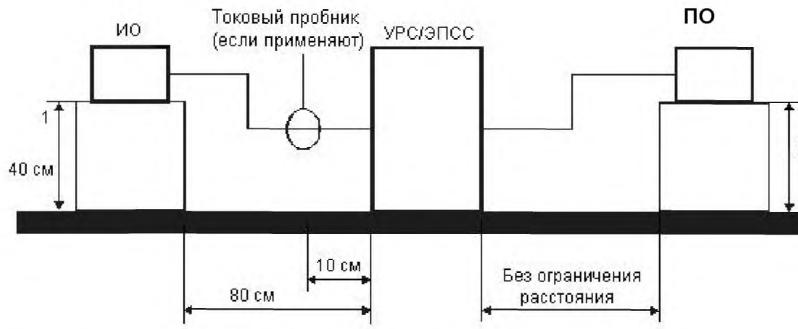
При проведении измерений необходимо:

– подсоединить УСР/ЭПСС непосредственно к пластине заземления;

– если используется метод измерения напряжения, измерить напряжение РП на порте УСР/ЭПСС, скорректировать показания измерителя РП суммированием с коэффициентом калибровки напряжения в УСР/ЭПСС в соответствии с 9.6.2, перечисление е), и сравнить с нормой напряжения;

– если используется метод измерения силы тока, измерить силу тока РП с помощью токового пробника и сравнить с нормой силы тока;

– при использовании УСР/ЭПСС нет необходимости в одновременном применении норм напряжения и силы тока РП. Во время измерения силы тока к измерительному порту УСР/ЭПСС подключают нагрузку сопротивлением 50 Ом.



УРС – устройство связи/развязки; ИО – испытуемое оборудование;
1 – расстояние до пластины заземления (вертикальной или горизонтальной);
2 – расстояние до пластины заземления не является критичным

Рисунок С.1 – Использование УСР, описанных в IEC 61000-4-6, как УСР/ЭПСС

С.1.2 Применение нагрузки сопротивлением 150 Ом на внешней поверхности экранированного (коаксиального) кабеля («при применении УСР/ЭПСС»)

Для коаксиальных кабелей всех типов, а также экранированных многопроводных кабелей используется метод, приведенный в С.1.2.

Кабель, подсоединенный к порту связи ИО, не перерезают, в отличие от случая, указанного в С.1.1. Однако необходимо вскрыть внешнюю изоляцию кабеля, для того чтобы иметь доступ к внешней металлической поверхности экрана.

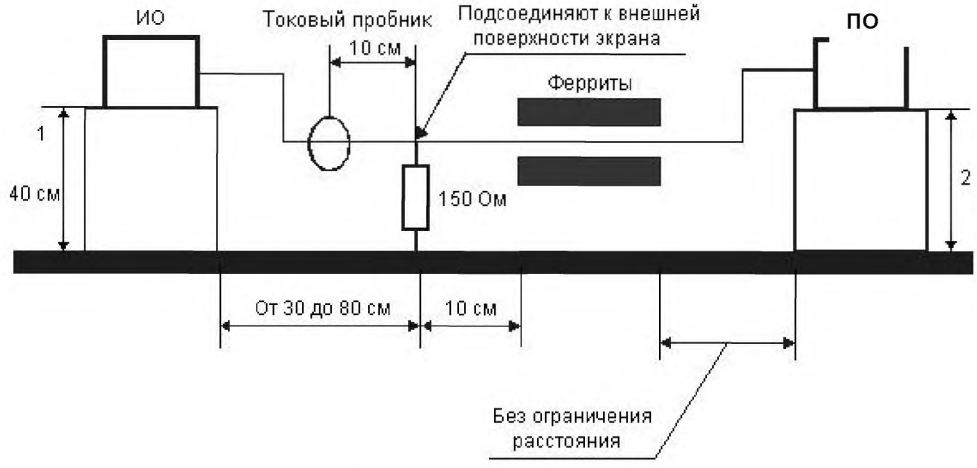
При проведении измерений необходимо:

– вскрыть изоляцию и подключить резистор сопротивлением 150 Ом между внешней поверхностью экрана и пластиной заземления;

– установить ферритовую трубку или поглощающие клещи между точкой подключения резистора сопротивлением 150 Ом и подключаемым оборудованием;

– измерить силу тока с помощью токового пробника и результаты измерений сравнить с нормой силы тока. Общее несимметричное сопротивление справа от резистора сопротивлением 150 Ом должно быть достаточно большим, для того чтобы исключить его влияние на результаты измерений. Измерение сопротивления, которое должно значительно превышать 150 Ом, чтобы не оказывать влияние на результаты измерений для частот, создаваемых ИО, проводят в соответствии с С.2;

– при подключении к внешней поверхности экранированного кабеля нагрузки сопротивлением 150 Ом возможно измерение напряжения. Напряжение можно измерять либо параллельно резистору сопротивлением 150 Ом, применяя пробник с высоким полным сопротивлением, либо используя переходное устройство 50 – 150 Ом по IEC 61000-4-6 в качестве нагрузки сопротивлением 150 Ом и применяя коэффициент коррекции (9,6 дБ при использовании переходного устройства 50 – 150 Ом).



ИО – испытуемое оборудование; ПО – оборудование, связанное с ИО;
1 – расстояние до пластины заземления (вертикальной или горизонтальной);
2 – расстояние до пластины заземления не является критичным

Рисунок С.2 – Применение нагрузки сопротивлением 150 Ом, подключенной к внешней поверхности экрана кабеля («на месте УСР/ЭПСС»)

С.1.3 Использование комбинации из токового пробника и емкостного пробника напряжения

- Измеряют силу тока с помощью токового пробника.
- Сравнивают измеренную силу тока с применяемой нормой силы тока.
- Измеряют напряжение с помощью емкостного пробника напряжения в соответствии с [6] (пункт 5.2.2).
- Корректируют измеренное напряжение следующим образом:

– если разница измеренных значений тока по отношении к норме ≤ 6 дБ – отнимают имеющуюся разницу тока от результатов измерений напряжения;

– если разница измеренных значений тока по отношении к норме > 6 дБ – отнимают 6 дБ от результатов измерений напряжения.

- Сравнивают получившийся результат с применяемой нормой напряжения.
- Измеренные значения силы тока и корректированное значение напряжения должны соответствовать нормам напряжения и нормам силы тока.

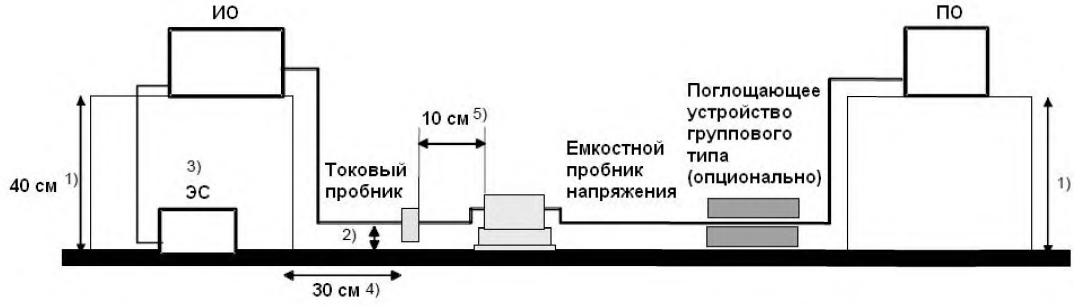


Рисунок С.3 – Применение комбинации из токового пробника и емкостного пробника напряжения при испытаниях настольного оборудования

Одновременная настройка токового пробника и емкостного датчика напряжения при проведении одновременного измерения силы тока и напряжения не обязательна.

1) ИО и ПО должны размещаться на столе из непроводящего материала на расстоянии (40 ± 1) см от плоскости заземления (вертикальной или горизонтальной).

2) Кабели, используемые при испытании должны проходить напрямую между ИО и столом ПО на расстоянии (4 ± 1) см от плоскости заземления. Это ограничение не распространяется на части кабеля, проходящего через пробник напряжения.

3) Если ИО питается от батареи, оно размещается на расстоянии > 10 см от ближайшего края пластины заземления, на которой он расположен. Кабель питания ИО прокладывается на достаточном расстоянии от кабеля, используемого в испытаниях для минимизации связи или взаимного влияния эффектов.

4) Горизонтальная проекция ИО к измерительному устройству должна составлять (30 ± 1) см.

5) При использовании для одновременных измерений силы тока и напряжения (или по иным соображениям), токовый пробник и пробник напряжения должны быть разделены на (10 ± 1) см. Любой токовый пробник (как показано на рисунке) или емкостной пробник напряжения могут быть размещены на стороне ИО.

С.1.4 Алгоритм выбора методов испытаний

Алгоритм выбора методов испытаний (см. рисунок С.5) применяется к различным портам (экранированной/неэкранированной витой пары, коаксиального кабеля, разъему питания и т. д.). Если подходят разные типы кабелей, например экранированные или неэкранированные, то они оба должны быть испытаны на соответствие настоящему стандарту.

С.2 Измерение общего несимметричного сопротивления кабеля с ферритовой трубкой и оборудования, связанного с основным

- Калибруют токовые пробники для настройки и измерений в пятидесятиомной системе (см. рисунок С.4). Для этого подают напряжение V_1 от генератора сигналов на передвигаемый токовый пробник и регистрируют ток I_1 в измерительном токовом пробнике.
- Отсоединяют кабель от ИО и соединяют его с пластиной заземления на стороне ИО (см. рисунок С.4).
- Подают напряжение V_1 на передвигаемый токовый пробник и через него ток в кабель.
- Регистрируют ток I_2 в измерительном токовом пробнике и определяют общее несимметричное сопротивление кабеля с ферритовой трубкой и оборудования, связанного с основным путем сравнения тока I_2 с током I_1. Общее несимметричное сопротивление равно $50 \cdot I_1 / I_2$. Например, если ток I_2 равен половине тока I_1, то общее несимметричное сопротивление равно 100 Ом.

• Настоящий метод измерения суммарного общего полного несимметричного сопротивления может использоваться только при выполнении следующих условий:

Длина петли на схеме калибровки 50 Ом (см. рисунок С.4) должна составлять 0,9 – 1,1 от общей длины петли (см. рисунок С.4). Длины обеих петель должны быть менее 1,25 м. Выполнение этих условий необходимо для исключения резонанса, который может повлиять на измерение сопротивления и увеличить неопределенность измерений.

При измерении общего несимметричного сопротивления используют один из следующих методов:

– метод 1 – подключают анализатор полных сопротивлений к кабелю, связанному с портом ИО, в точке переключения, как показано на рисунке С.4, и к пластине заземления. При проведении этих измерений ИО отключают, и все провода кабеля, соединенного с портом ИО, соединяют вместе в точке подключения к анализатору полных сопротивлений. Необходимо соблюдать требования для длин кабелей, приведенные выше. Испытательная установка должна быть аналогична установке, представленной на рисунке F.4;

– метод 2 – общие несимметричные напряжение и ток РП измеряют с использованием анализатора цепей, токового пробника и емкостного пробника напряжения. Отношение напряжения к току в кабеле, соединенном с портом ИО, измеренное с помощью анализатора цепей, определяет общее несимметричное сопротивление. Испытательная установка должна быть аналогична установке, представленной на рисунке F.4.

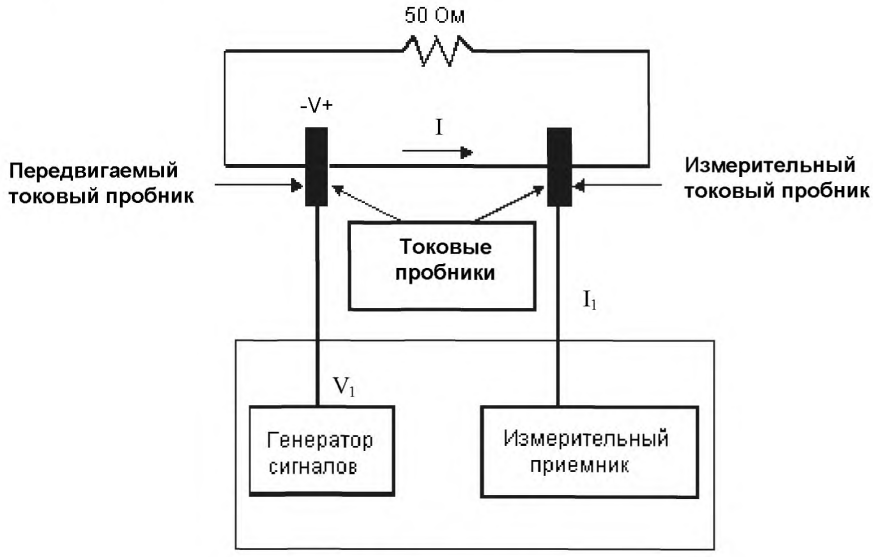


Рисунок С.4 – Схема калибровки

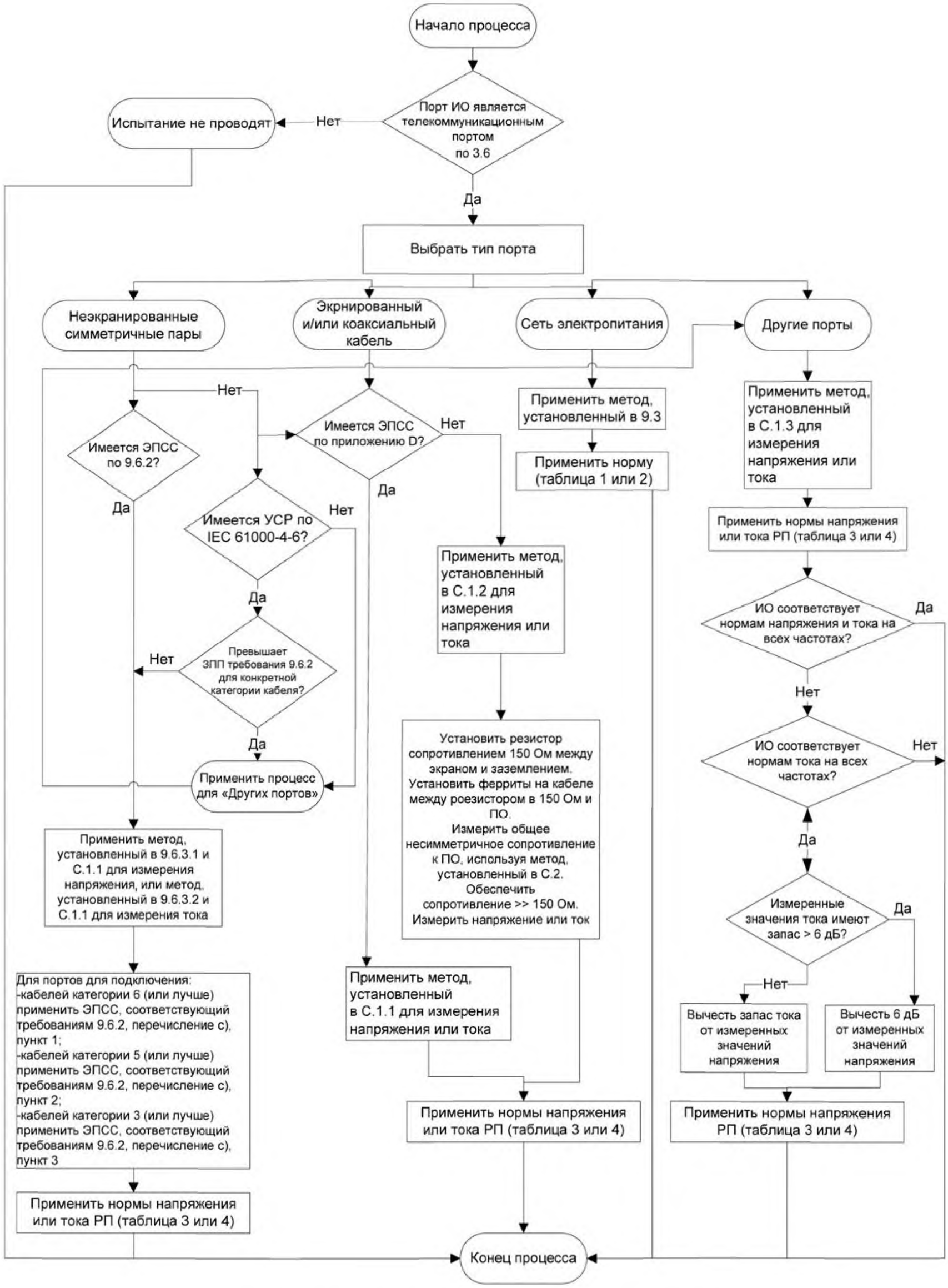
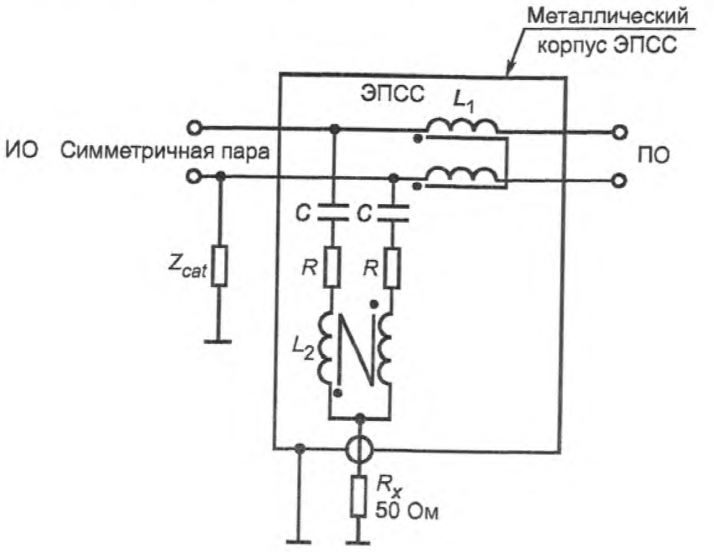


Рисунок С.5 – Алгоритм выбора методов испытаний

Приложение D
(справочное)

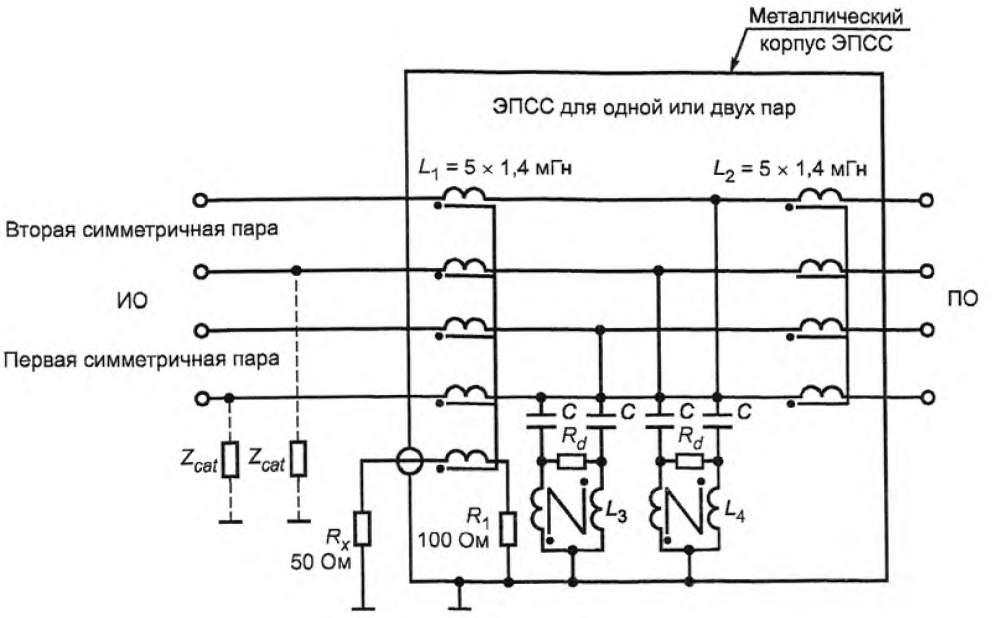
Схемы эквивалентов полного сопротивления сети



C = 4,7 мкФ;
R = 200 Ом;
L_1 = 2 · 38 мГн;
L_2 = 2 · 38 мГн;
R_x – вход измерителя РП;
ПО – подключаемое оборудование;
ИО – испытуемое оборудование

Примечания
1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление e), должен быть равен 9,5 дБ.
2 ZCAT – несимметричная цепь, необходимая для настройки затухания продольного перехода ЭПСС в соответствии с требованиями, установленными в 9.6.2, перечисления c)1) – c)3).

Рисунок D.1 – Эквивалент полного сопротивления сети для применения с одной неэкранированной симметричной парой



C = 82 нФ;
$L_3 = 2 \cdot 3{,}1$ мГн;
$L_4 = 2 \cdot 3{,}1$ мГн;
R_d = 390 Ом;
R_x – вход измерителя РП;
ПО – подключаемое оборудование;
ИО – испытуемое оборудование;
L_3 и L_4 обеспечивают индуктивность дифференциального режима $4 \cdot 3{,}1 = 12{,}4$ мГн

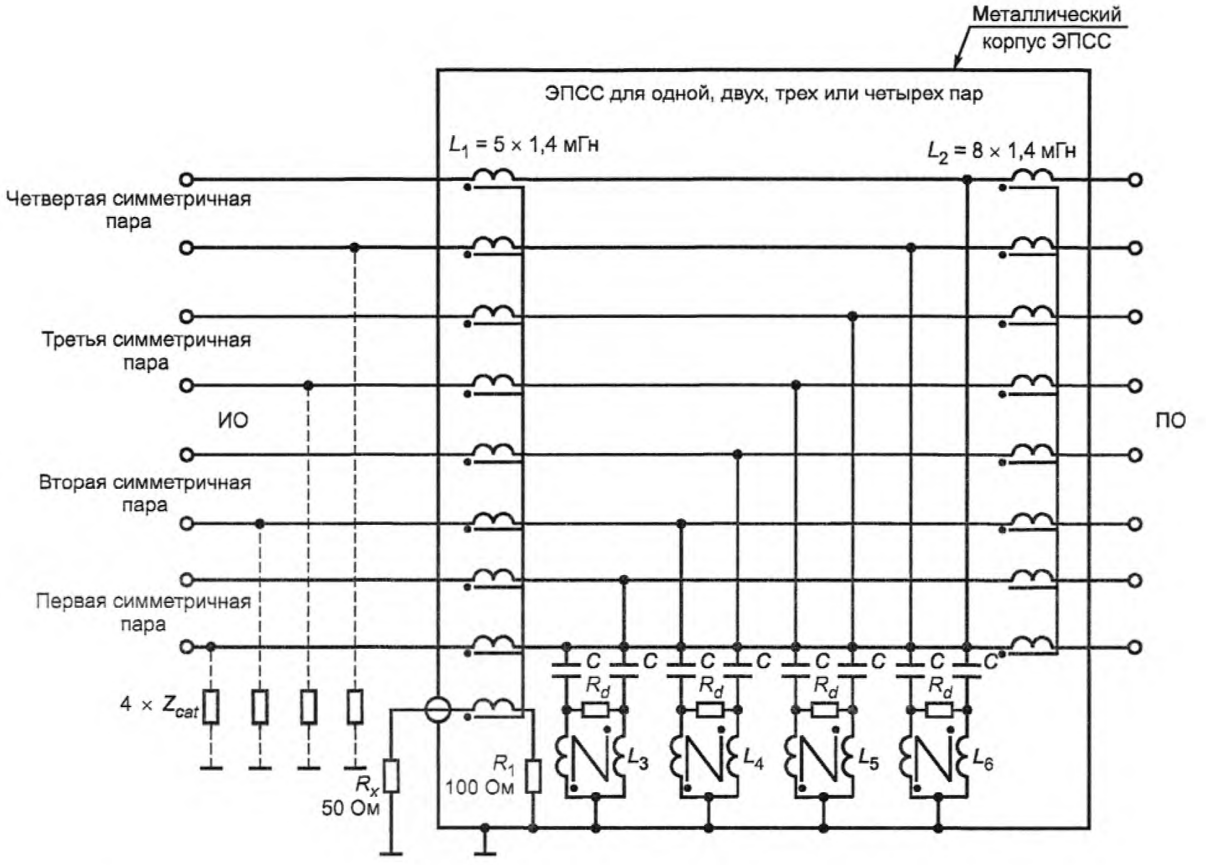
Примечания

1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление e), должен быть равен 9,5 дБ.

2 ZCAT – несимметричная цепь, необходимая для настройки затухания продольного перехода ЭПСС в соответствии с требованиями, установленными в 9.6.2, перечисления c)1) – c)3).

3 Эта ЭПСС может эффективно использоваться для измерения общего несимметричного напряжения РП как с одной неэкраированной симметричной парой, так и с двумя неэкранированными симметричными парами

Рисунок D.2 – Эквивалент полного сопротивления сети с большим затуханием продольного перехода для применения с двумя неэкранированными симметричными парами



C = 82 нФ;
L_3, L_4, L_5, L_6 = 2 · 3,1 мГн;
R_x – вход измерителя РП;
R_d = 390 Ом;
L_3, L_4, L_5, L_6 обеспечивают индуктивность дифференциального режима 4 · 3,1 = 12,4 мГн;
ИО – испытуемое оборудование; ПО – оборудование, связанное с ИО

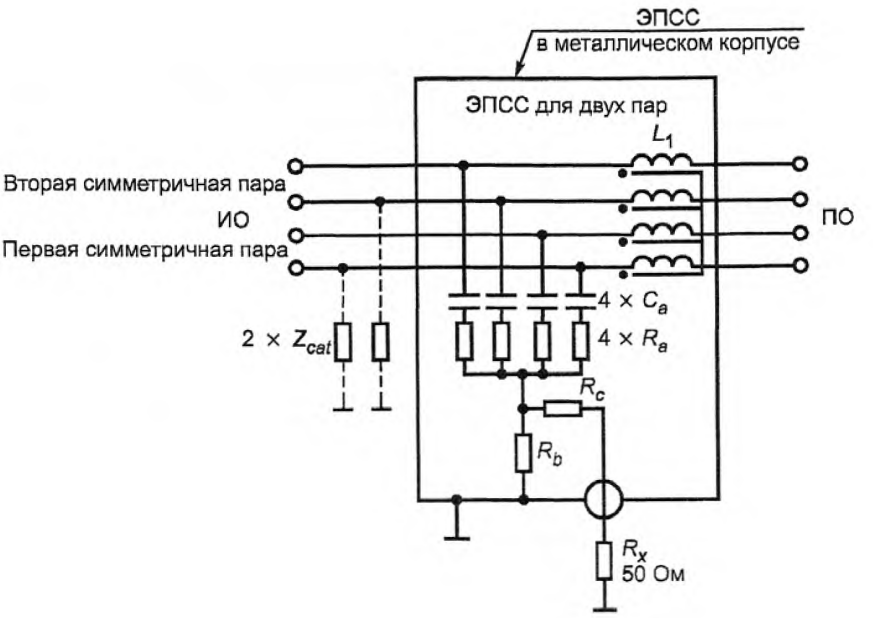
Примечания

1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление e), должен быть равен 9,5 дБ.

2 Z_{CAT} – несимметричная цепь, необходимая для настройки затухания продольного перехода ЭПСС в соответствии с требованиями, установленными в 9.6.2, перечисления c)1) – c)3).

ЭПСС может эффективно использоваться для измерения общего несимметричного напряжения РП как с одной неэкраированной симметричной парой, так и с двумя, тремя и четырьмя неэкранированными симметричными парами

Рисунок D.3 – Эквивалент полного сопротивления сети с большим затуханием продольного перехода для применения с одним, двумя, тремя или четырьмя неэкранированными симметричными парами



C_a = 33 нФ;
R_a = 576 Ом;
R_b = 6 Ом; R_c = 44 Ом;
L_1 = 4 · 7 мГн;
R_x – вход измерителя РП;
ИО – испытуемое оборудование; ПО – оборудование, связанное с ИО

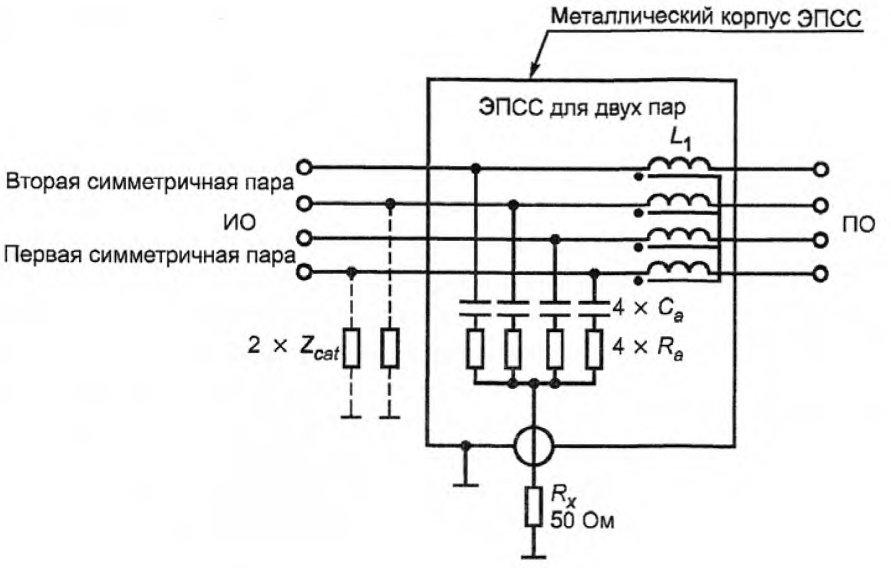
Примечания

1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление e), должен быть равен 34 дБ.

2 Z_{CAT} – несимметричная цепь, необходимая для настройки затухания продольного перехода ЭПСС в соответствии с требованиями, установленными в 9.6.2, перечисления c)1) – c)3).

3 ЭПСС не должен использоваться при измерении общего несимметричного напряжения РП с кабелями, содержащими неэкранированные симметричные пары, соединенные с портами связи, использующими только одну активную неэкранированную симметричную пару.

Рисунок D.4 – Эквивалент полного сопротивления сети, включая источник согласующей цепи 50 Ом на порту измерения напряжения, для применения с двумя неэкранированными симметричными парами



C_a = 33 нФ;
R_a = 400 Ом;
L_1 = 4 · 7 мГн;
R_x – вход измерителя РП;
ИО – испытуемое оборудование;
ПО – оборудование, связанное с ИО

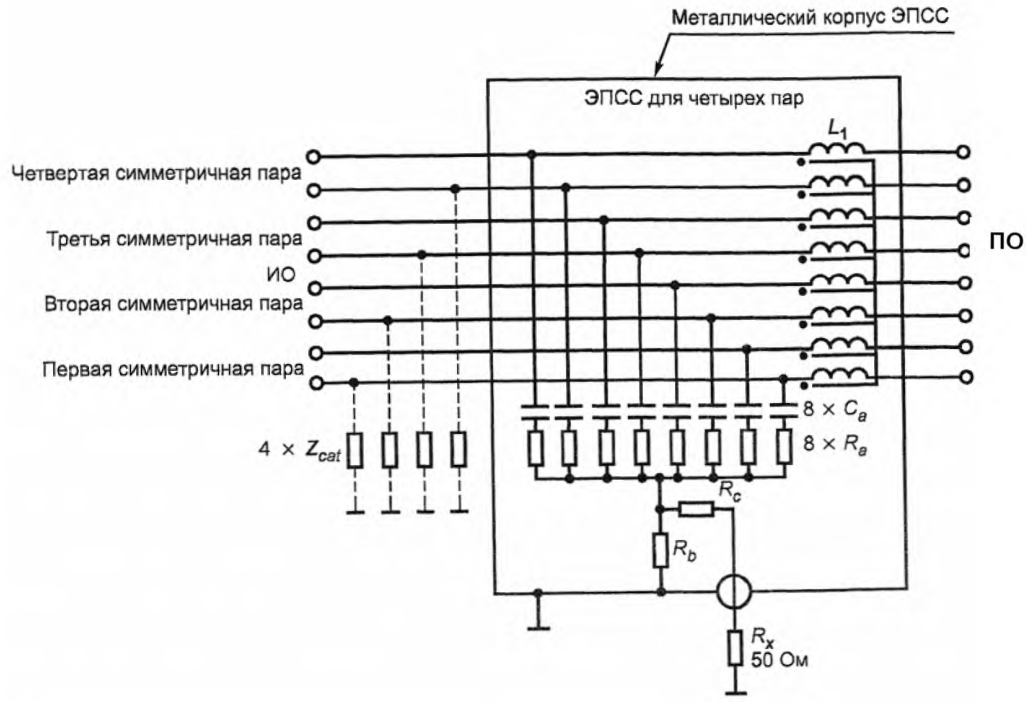
Примечания

1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление e), должен быть равен 9,5 дБ.

2 Zcat – несимметричная цепь, необходимая для настройки затухания продольного перехода ЭПСС в соответствии с требованиями, установленными в 9.6.2, перечисления c)1) – c)3).

Внимание! ЭПСС не должен использоваться при измерении общего несимметричного напряжения РП с кабелями, содержащими неэкранированные симметричные пары, соединенные с портами связи, использующими только одну активную неэкранированную симметричную пару.

Рисунок D.5 – Эквивалент полного сопротивления сети для применения с двумя неэкранированными симметричными парами



C_a = 33 нФ;
R_a = 1152 Ом;
R_b = 6 Ом;
R_c = 44 Ом;
L_1 = 8 · 7 мГн;
R_x – вход измерителя РП;
ИО – испытуемое оборудование;
ПО – оборудование, связанное с ИО

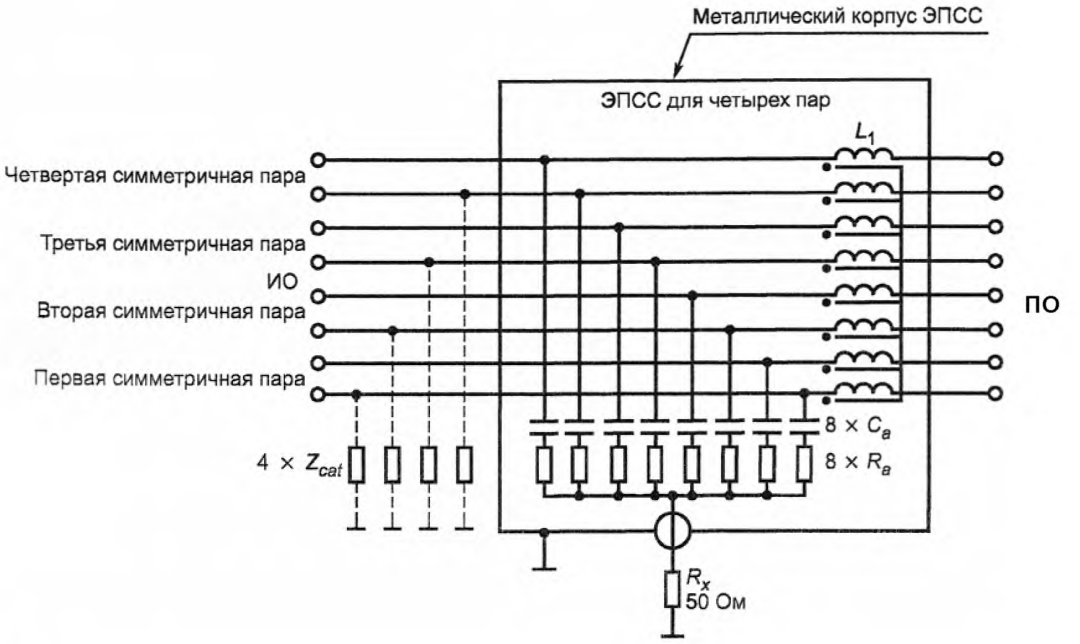
Примечания

1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление e), должен быть равен 34 дБ.

2 Zcat – несимметричная цепь, необходимая для настройки затухания продольного перехода ЭПСС в соответствии с требованиями, установленными в 9.6.2, перечисления c)1) – c)3).

Внимание! ЭПСС использует порты всех четырех пар для достижения установленного полного сопротивления и, следовательно, не должен применяться для измерения общего несимметричного напряжения РП с кабелями, содержащими неэкранированные симметричные пары, соединенные с портами связи, использующими более или менее четырех активных неэкранированных симметричных пар.

Рисунок D.6 – Эквивалент полного сопротивления сети, включающий в себя согласующее сопротивление 50 Ом на порте измерения напряжения, для применения с четырьмя неэкранированными симметричными парами



C_a = 33 нФ;
R_a = 800 Ом;
L_1 = 8 · 7 мГн;
R_x – вход измерителя РП;
ИО – испытуемое оборудование;
ПО – оборудование, связанное с ИО

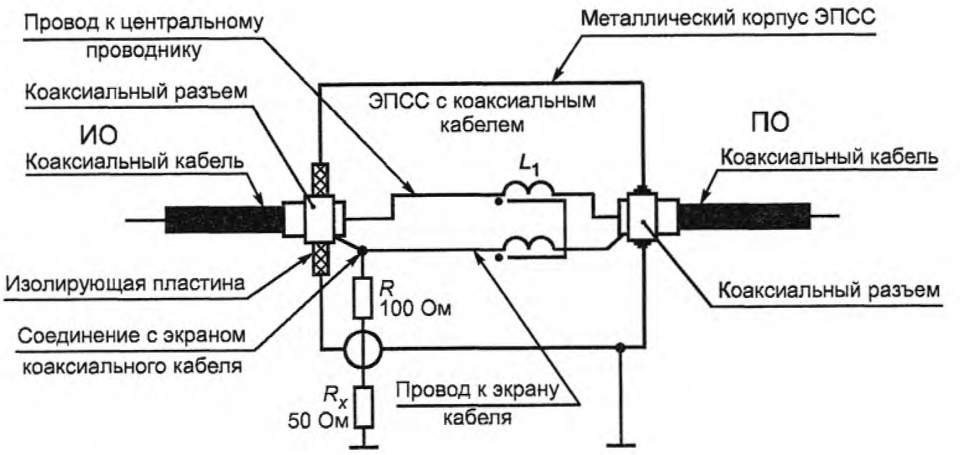
Примечания

1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление e), должен быть равен 9,5 дБ.

2 Zcat – несимметричная цепь, необходимая для настройки затухания продольного перехода ЭПСС в соответствии с требованиями, установленными в 9.6.2, перечисления c)1) – c)3).

Внимание! ЭПСС использует порты всех четырех пар для достижения установленного полного сопротивления и, следовательно, не должен применяться для измерения общего несимметричного напряжения РП с кабелями, содержащими неэкранированные симметричные пары, соединенные с портами связи, использующими более или менее четырех активных неэкранированных симметричных пар.

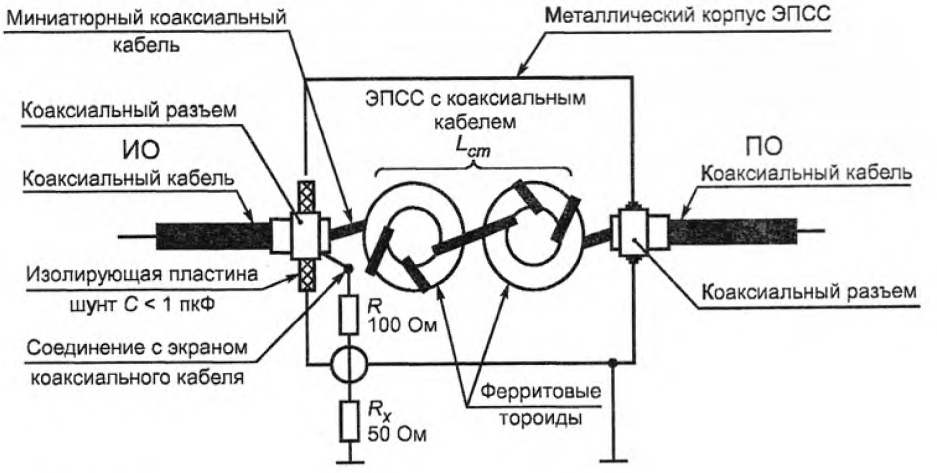
Рисунок D.7 – Эквивалент полного сопротивления сети для применения с четырьмя неэкранированными симметричными парами



R_x – вход измерителя РП;
$L_1 = 2 \cdot 7$ мГн;
ИО – испытуемое оборудование;
ПО – оборудование, связанное с ИО.

Примечание – Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление е), должен быть равен 9,5 дБ.

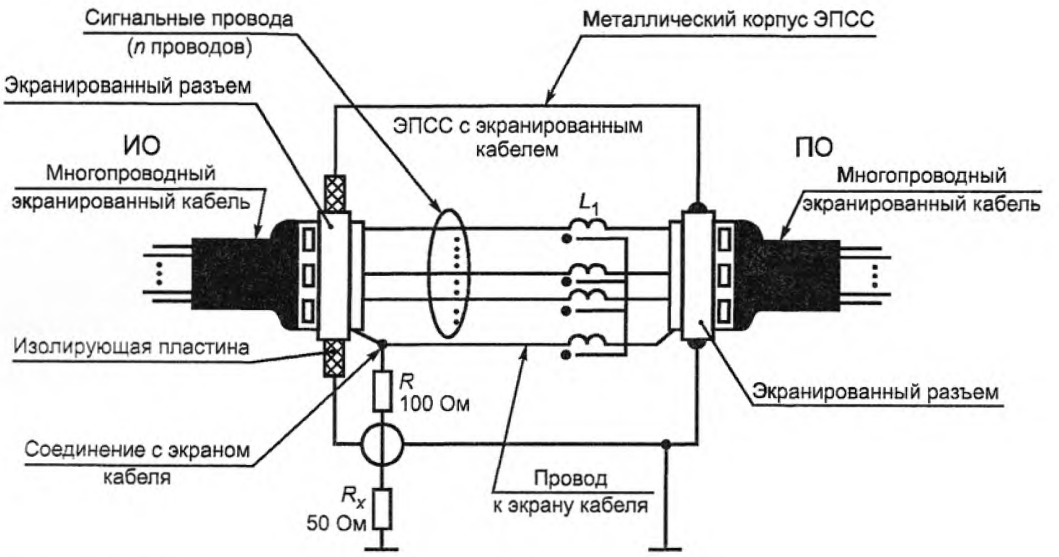
Рисунок D.8 – Эквивалент полного сопротивления сети, применяемый с коаксиальными кабелями, использующий внутренний дроссель несимметричного режима, образованный бифилярной намоткой изолированных проводов, один из которых соединен с центральным проводником, а другой с экраном коаксиального кабеля, на общий магнитный сердечник (например, ферритовый тороид)



R_x – вход измерителя РП;
дроссель общего нессиметричного режима $L_{cm} > 9$ мГн, паразитная емкость $C < 1$ пкФ;
ИО – испытуемое оборудование;
ПО – оборудование, связанное с ИО

Примечания
1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление е), должен быть равен 9,5 дБ.
2 Для полного соответствия требованиям, предъявляемым к ЭПСС, необходимо применять большее число ферритовых тороидальных сердечников

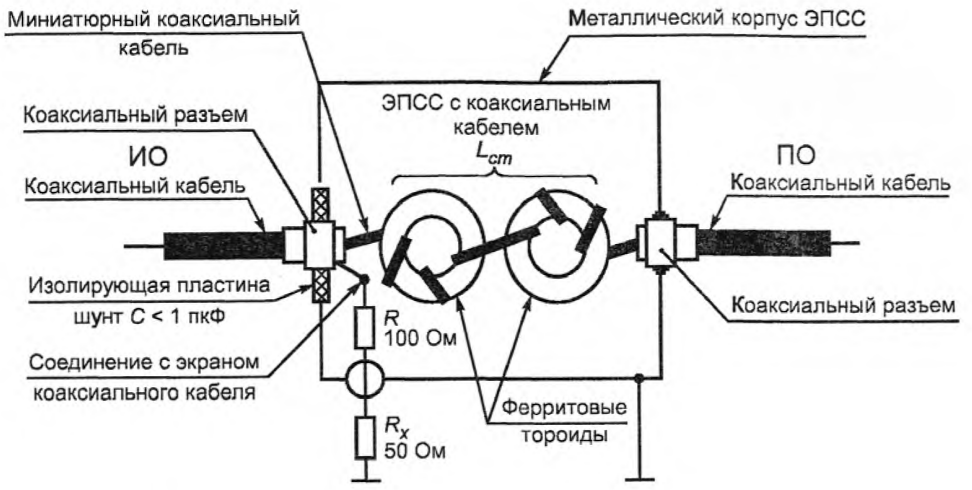
Рисунок D.9 – Эквивалент полного сопротивления сети, применяемый с коаксиальными кабелями, использующий внутренний дроссель общего несимметричного режима, образованный намоткой миниатюрного коаксиального кабеля (миниатюрный коаксиальный кабель с полужестким сплошным медным экраном или миниатюрный коаксиальный кабель с экраном в виде двухслойной оплетки) на ферритовый тороид



R_x – вход измерителя РП;
дроссель общего несимметричного режима $L_1 = (n+1) \cdot 7$ мГн, где n – число сигнальных проводов;
ИО – испытуемое оборудование;
ПО – оборудование, связанное с ИО

Примечание – Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление e), должен быть равен 9,5 дБ.

Рисунок D.10 – Эквивалент полного сопротивления сети, применяемый с многопроводными экранированными кабелями, использующий внутренний дроссель общего несимметричного режима, образованный бифилярной намоткой из многочисленных изолированных сигнальных проводов и изолированного провода, соединенного с экраном кабеля, и намотанный на общий магнитный сердечник (например, на ферритовый тороид)



R_x – вход измерителя РП;
дроссель общего нессиметричного режима L_{cm} > 9 мГн, общий паразитный шунт С < 1 пкФ;
ИО – испытуемое оборудование;
ПО – оборудование, связанное с ИО

Примечания

1 Номинальный коэффициент калибровки, определенный в 9.6.2, перечисление е), должен быть равен 9,5 дБ.

2 Для полного соответствия требованиям, предъявляемым к ЭПСС, необходимо применять большее число ферритовых тороидальных сердечников

Рисунок D.11 – Эквивалент полного сопротивления сети, применяемый с коаксиальными кабелями, использующий внутренний дроссель общего несимметричного режима, образованный намоткой многопроводного экранированного кабеля на ферритовые тороиды

Приложение Е
(справочное)

Параметры сигналов на телекоммуникационных портах

Е.1 Общие положения

В настоящем стандарте не регламентированы уровни дифференциальных напряжений и токов полезных сигналов.

Тем не менее максимальные допустимые уровни дифференциальных напряжений и токов сигналов, которые могут присутствовать на телекоммуникационных портах ОИТ, зависят от электрической симметрии (затухания продольного перехода) портов связи [1], [2], кабелей или сетей. Полезные сигналы ОИТ не должны появляться в виде недопустимых РП на общем несимметричном сопротивлении относительно земли.

Затухание продольного перехода телекоммуникационного порта, кабеля или сети приводит к тому, что определенная часть симметричного напряжения сигналов на указанном порте, в кабеле или сети преобразуется в общие несимметричные напряжения и токи РП, для которых установлены нормы в [3], [4], [5]. Указанные РП являются источником радиопомех, излучаемых в окружающее пространство, и должны быть ограничены до минимума. Общие несимметричные напряжения и токи РП, возникающие на номинально симметричном телекоммуникационном порте или в линии передачи, например, в скрученной паре проводов, должны контролироваться и ограничиваться вне зависимости от проведения мероприятий по экранированию порта или линии передачи. Если применяется экранированная среда, то недостатки самого экрана и соединителей экрана могут привести к значительным электрическим неоднородностям, при этом часть общих несимметричных напряжений и токов РП, создаваемых в среде экрана, появляются вне экрана.

Допустимые значения симметрии и затухания продольного перехода, приводимые в различной технической документации, относящейся к телекоммуникационным портам, основаны на характеристиках качества передачи полезного сигнала и уровнях перекрестных помех в портах и необязательно относятся к контролю за несимметричными напряжениями и токами РП, регламентируемыми в настоящем стандарте.

Чтобы гарантировать, что технические требования, предъявляемые к телекоммуникационным портам, не приводят к созданию недопустимых электромагнитных помех, необходимо требования электромагнитной совместимости к некоторым критическим параметрам рассматривать при разработке стандартов для телекоммуникационных портов.

Для обеспечения требований электромагнитной совместимости телекоммуникационных портов, использующих в качестве среды распространения скрученные пары, наиболее важными считают следующие параметры:

- уровни симметричных напряжений и токов полезных электрических сигналов;
- спектральные характеристики полезных сигналов;
- проект протокола полезных сигналов;
- электрическую симметрию и затухание продольного перехода среды передачи полезных сигналов по месту установки оборудования;
- электрическую симметрию и затухание продольного перехода телекоммуникационных портов в оборудовании, которое будет подключаться к средам передачи;
- ожидаемые полные сопротивления (симметричное и общее несимметричное) среды, в которой будут передаваться полезные сигналы;
- полные сопротивления (симметричное и общее несимметричное) на телекоммуникационных портах оборудования;
- ожидаемую эффективность экранирования соединителей и линий передачи, если экранирование предусмотрено.

Вопрос о влиянии уровней симметричных напряжений полезных сигналов на результирующие несимметричные напряжения РП нуждается в некотором уточнении. При отсутствии нелинейностей общие несимметричные напряжения и токи РП, возникающие в результате преобразования симметричных напряжений полезных сигналов из-за недостаточной симметрии телекоммуникационных портов или линий передачи, пропорциональны уровням полезных сигналов.

Спектральные характеристики и протоколы полезных сигналов также оказывают значительное влияние на уровень общих несимметричных напряжений РП, появляющихся в средах передачи.

При определенной скорости передачи данных менее вероятно, чтобы полезный сигнал высокого уровня с линейным кодированием, разработанным для передачи в широкой полосе частот, создавал более неприемлемые общие несимметричные напряжения РП, чем сигнал с линейным кодированием, мощность которого концентрируется в узкой спектральной полосе или полосах частот.

Выбор протоколов сигналов может существенно повлиять на их спектральные характеристики. Форматы разделителей начала и конца комбинации, разрядов кадровой синхронизации, комбинации разрядов символов и, в конечном счете, схема протоколов управления доступом в значительной степени влияют на концентрацию мощности полезных сигналов в узких спектральных полосах при различных рабочих состояниях сетей связи (периоды высокой нагрузки, периоды низкой нагрузки, периоды молчания). Если уровни общих несимметричных напряжений РП, создаваемые полезными сигналами в сети, должны быть минимизированы, необходимо избегать создания форм сигналов с высокой частотой повторения, сохраняемой в течение продолжительных периодов времени.

Е.2 Оценка уровней общего несимметричного напряжения и тока РП

Оценка уровней общих несимметричных напряжений и токов РП, создаваемых за счет преобразования симметричных напряжений полезных сигналов в линии передачи, возможна, если известны соотношения между важнейшими электрическими и спектральными параметрами. В частности, можно оценить максимальные допустимые уровни симметричных напряжений и токов полезных сигналов, чтобы РП, создаваемые этими сигналами, не превышали нормы общего несимметричного напряжения и тока РП.

Рассмотрим соединенные вместе в локальной сети номинально симметричный телекоммуникационный порт и номинально симметрированную неэкранированную скрученную пару, нагруженную на ее характеристическое полное сопротивление. Предположим, что один из этих элементов имеет значительно более низкое затухание продольного перехода (ЗПП). Уровни общего несимметричного напряжения и тока РП, создаваемых в результате преобразования симметричного напряжения полезного сигнала, могут быть приближенно оценены через ЗПП с помощью выражений:

$$I_{OH}\ (\text{дБ(мкА)}) \approx Uc\ (\text{дБ(мкВ)}) - \text{ЗПП (дБ)} - 20\lg \left| 2Z_o \frac{Z_н + Z_в}{Z_o + 4Z_н} \right|, \qquad (Е.1)$$

при оценке общего несимметричного тока I_{OH}, вызываемого симметричным напряжением сигнала Uc;

$$U_{OH}\ (\text{дБ(мкВ)}) \approx Uc\ (\text{дБ(мкВ)}) - \text{ЗПП (дБ)} - 20\lg \left| \frac{2Z_o(Z_н + Z_в)}{Z_н(Z_o + 4Z_н)} \right|, \qquad (Е.2)$$

при оценке общего несимметричного напряжения U_{OH}, вызываемого симметричным напряжением сигнала Uc,

где Z_o – полное сопротивление на порте полезного сигнала;

$Z_н$ – полное общее несимметричное сопротивление для одного из двух элементов, подключенных к локальной сети в приведенном выше примере, имеющего меньшее значение затухания продольного перехода;

$Z_в$ – полное общее несимметричное сопротивление для второго из двух элементов, подключенных к локальной сети в приведенном выше примере, имеющего большее значение затухания продольного перехода.

В приведенных выше выражениях, приведенных в соответствии с [6], предполагается, что оба элемента локальной сети имеют полное сопротивление, равное Z_o.

Устанавливая в этих выражениях уровни общего несимметричного напряжения и тока равными нормам РП на телекоммуникационных портах, можно оценить максимальные допустимые уровни симметричных напряжений полезных сигналов.

При использовании выражений (Е.1) и (Е.2) следует помнить, что нормы общего несимметричного напряжения и тока РП установлены в настоящем стандарте применительно к определенной ширине полосы пропускания измерителя РП (например, 9 кГц) и использованию определенного типа детектора (квазипикового или средних значений). Поэтому при заданных величинах ЗПП максимальные допустимые уровни симметричных напряжений сигналов, оцениваемые с помощью приведенных выше выражений, определяют для той же ширины полосы пропускания измерителя РП при раздельных измерениях с использованием тех же типов детекторов.

E.3 Ссылочные документы

[1] ITU-T Recommendation G.117: 1996 Transmission aspects of unbalance about earth (Аспекты передачи асимметрии относительно земли)

[2] ITU-T Recommendation O.9: 1988 Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth (Схемы измерения для определения степени асимметрии по отношению к земле)

[3] Daneffel, H.R., Ryser, H., Problem on the ISDN subscriber S and U interface (Рассмотрение вопросов в области двухпроводной сети ISDN и интерфейса «Терминал ЦСИО-сеть»), ISSL 86, pp. 145-149, 1986

[4] Davies, W.S., Macfarlane, I.P. и Ben-Meir, D., Potential EMI from ISDN basic access systems (Потенциальные радиопомехи от систем базового доступа сетей ISDN), Electronic Letters, Vol.24, No.9, pp. 533-534, April 1988

[5] Kuwabara, N., Amemiya, F. и Ideguchi, T., Излучаемые РП, возникающие вследствие несимметрии в телекоммуникационных линиях, IEEE Симпозиум по ЭМС, Nagoya, pp. 487-492, Sent. 1989

[6] Van Maurik, R.M., Potential Common Mode Currents On The ISDN S And T-Interface Caused By Cable Unbalance (Потенциальные токи общего вида в интерфейсе «Терминал ЦСИО-сеть» и в межсетевом интерфейсе, вызванные несимметрией в кабеле, IEEE Восьмая международная конференция по вопросам ЭМС), Edinburgh, 21-24 September 1992, IEEE Conference Publication No.362, pp.202-206

[7] Haas, Lee & Christensen, Ken, LAN Traffic Conditions for EMI Compliance Testing (Условия обмена информацией в локальной сети для проведения испытаний по РП), IBM Corporation, Research Triangle Park, NC

Приложение F
(справочное)

Обоснование методов измерения радиопомех на портах связи

F.1 Нормы

Нормы напряжения или тока РП на портах связи установлены для суммарного общего несимметричного полного сопротивления, модуль которого равен 150 Ом, представляющего собой нагрузку порта, связанного во время измерений с подключаемым оборудованием. Такое нормирование необходимо для получения воспроизводимых результатов измерений независимо от неопределенного общего несимметричного полного сопротивления на портах подключаемого оборудования и ИО.

В общем случае суммарное общее несимметричное полное сопротивление, которое ИО «видит» на порте, связанном с подключаемым оборудованием, не может иметь конкретное значение, если не используется УСР/ЭПСС. Например, если ПО расположено вне экранированного испытательного помещения, общее несимметричное полное сопротивление для порта связи ИО может быть определено как сопротивление проходного фильтра между измерительной установкой и окружающей обстановкой. Фильтр типа П имеет низкое общее несимметричное полное сопротивление, тогда как фильтр типа Т имеет высокое общее несимметричное полное сопротивление.

Не существует УСР/ЭПСС для всех типов кабелей, используемых ОИТ. Поэтому должны быть предусмотрены альтернативные методы испытаний, при которых УСР/ЭПСС не используются (методы контроля, не требующие «вмешательства» в конструкцию).

При измерениях РП на порте связи к порту ИО подсоединяется только один кабель, как показано на рисунках в приложении С. Обычно в ИО имеются и другие порты. В большинстве случаев ИО подключают к электрической сети. Общее несимметричное сопротивление других соединений (включая возможное соединение с заземлением), а также наличие или отсутствие этих соединений во время испытаний может значительно повлиять на результаты измерений. В частности, это относится к ИО небольших размеров. Следовательно, общее несимметричное сопротивление других соединений должно быть зафиксировано во время испытаний оборудования небольших размеров. Кроме испытуемого порта, достаточно подключить хотя бы к двум дополнительным портам нагрузки с общим несимметричным сопротивлением 150 Ом. Для этих целей могут быть использованы ЭПСС или УСР с портом измерения радиочастотного напряжения, нагруженным сопротивлением 50 Ом.

Устройства связи, применяемые с неэкранированными симметричными парами, также должны имитировать затухание продольного перехода, типичное для кабелей самой низкой категории (наихудшее ЗПП) для испытуемого порта связи. Введение этого требования объясняется тем, что необходимо учитывать преобразование полезного симметричного сигнала в общий несимметричный сигнал, который может увеличивать излучение РП при применении ИО в реальных условиях. Асимметрия относительно земли вводится в ЭПСС намеренно, чтобы получить заданное значение ЗПП. Вводимая в ЭПСС асимметрия относительно земли может усилить или исключить асимметрию ИО. Для определения максимальной эмиссии помех и оптимизации повторяемости испытаний проводят повторные испытания с заданным ЗПП и введением асимметрии в каждом проводе симметричной пары при использовании ЭПСС, соответствующего требованиям 9.6.2.

Поскольку асимметрия в каждой симметричной паре способствует увеличению эмиссии кондуктивных РП, необходимо учитывать все комбинации асимметрии для всех симметричных пар. Для одной симметричной пары указанное влияние незначительно, так как два провода идут в противоположных направлениях. Для двух симметричных пар число комбинаций нагрузки, влияющих на ЗПП (т. е. конфигураций при испытаниях) равно четырем. Для четырех симметричных пар число комбинаций возрастает до 16. Учет указанных комбинаций значительно влияет на время и документацию испытаний. При этом испытания должны проводиться с особой тщательностью и соответствующим образом документироваться.

Порт измерения радиочастотного напряжения УСР/ЭПСС, не подключенный к измерителю РП, должен быть нагружен на сопротивление 50 Ом.

Суммарные преимущества и недостатки методов измерения общего несимметричного напряжения и общего несимметричного тока, установленные в приложении С, представлены в таблице F.1.

Таблица F.1 – Преимущества и недостатки методов измерений, установленных в приложении С

Метод		
по С.1.1	**по С.1.2**	**по С.1.3**
Преимущества		
Обеспечивает наименьшую неопределенность измерений (применим, если в наличии имеются ЭПСС/УСР, соответствующие установленным требованиям). Должно быть известно и приниматься в расчет значение ЗПП	Не требует «вмешательства» в конструкцию (за исключением удаления изоляции с экранированного кабеля). Всегда применяется с экранированными кабелями. Обеспечивает малую неопределенность измерений для более высоких частот	Не требует «вмешательства» в конструкцию
Недостатки		
Не применим во всех случаях (необходимы соответствующие ЭПСС/УСР). Необходимо «вмешательство» в конструкцию (подключение соответствующих кабелей). Для каждого типа кабеля необходим отдельный ЭПСС или УСР (в результате необходимо иметь большое число различных ЭПСС и УСР). Отсутствует развязка от симметричных сигналов, создаваемых ПО	На очень низких частотах (менее 1 МГц) возрастает неопределенность измерений. Необходимо нарушить изоляцию кабеля. Пониженная развязка от помех, создаваемых ПО (в сравнении с С.1.1). Отсутствует возможность оценить уровень РП, возникающих в результате преобразования симметричного сигнала из-за ЗПП в кабеле сети, к которой будет подсоединяться ИО	Отсутствует развязка от помех, создаваемых ПО (в сравнении с С.1.1). Отсутствует возможность оценить уровень РП, возникающих в результате преобразования симметричного сигнала из-за ЗПП в кабеле сети, к которой будет подсоединяться ИО

F.2 Комбинация из токового пробника и емкостного пробника напряжения

Преимущество метода, установленного в С.1.3, заключается в том, что он не требует «вмешательства» в конструкцию для всех типов кабелей. Однако если общее несимметричное сопротивление, создаваемое ПО для порта ИО, не равняется 150 Ом, то использование метода по С.1.3 обычно приводит к завышенным результатам измерений РП, но никогда к заниженным (наихудший случай оценки помех).

F.3 Основные положения по конструкции емкостного пробника напряжения

Применение емкостного пробника напряжения для измерения общего несимметричного напряжения РП показано на рисунке С.3. Существуют два подхода к конструкции емкостного пробника напряжения. Для любого из них при наличии общего несимметричного полного сопротивления, равного 150 Ом, емкость пробника напряжения, установленного на кабеле, соединенном с портом ИО, будет являться параллельной нагрузкой по отношению к общему несимметричному полному сопротивлению 150 Ом.

Для общего суммарного сопротивления допускается погрешность ±20 Ом в диапазоне частот от 0,15 до 30 МГц. Если нагрузка емкостного пробника напряжения ограничена не более 150 Ом, то общее суммарное сопротивление должно быть уменьшено до 120 Ом, емкость емкостного пробника напряжения на кабеле, подключенного к порту ИО, должна быть не более 5 пФ на частоте 30 МГц (при худшем случае частоты). При частоте 30 МГц сопротивление емкости 5 пФ составляет примерно -j1,062 Ом, которое параллельно с сопротивлением 150 Ом получается в комбинированном ТСМ около 148 Ом.

Первый подход к конструкции емкостного пробника напряжения предполагает создание пробника в качестве устройства, работа которого основана на использовании физического удаления от кабеля, подсоединенного к порту ИО, для получения нагрузки менее 5 пФ. Этот тип емкостного пробника напряжения приведен в CISPR 16-1-2 (пункт 5.2.2).

Второй подход к конструкции емкостного пробника напряжения использует емкостное устройство связи, которое максимально приближено к кабелю, подсоединенному к порту ИО (фактически это устройство находится в физическом контакте с изоляцией кабеля). Стандартный осциллографический пробник напряжения сопротивлением более 10 МОм и емкостью менее 5 пФ устанавливают последовательно с емкостным устройством связи. Теоретически на емкость пробника по отношению к кабелю, подсоединенному к порту ИО, емкостное устройство связи не должно оказывать влияние. На практике из-за физических размеров емкостного устройства связи параллельно с емкостью пробника возникает значительная паразитная емкость. В этом случае общая емкость нагрузки будет больше емкости пробника, и требование иметь параллельную нагрузку емкостью менее 5 пФ не будет выполнено. При использовании этого метода емкость нагрузки необходимо проверять измерениями.

Емкость нагрузки определяют измерителем емкости, который должен работать в полосе частот от 150 кГц до 30 МГц. Емкость нагрузки измеряют между кабелем, соединенным с портом ИО (все провода кабеля соединяются вместе в точке соединения с измерителем) и пластиной заземления. При измерениях емкости нагрузки должен использоваться тот же тип кабеля, что и при измерении кондуктивных РП.

Примечание – Неопределенность измерений будет наименьшей, если длина кабеля между ИО и ПО менее 1,25 м. При больших длинах кабелей могут образоваться стоячие волны, оказывающие негативное влияние на измерения напряжения и тока.

F.4 Комбинирование норм напряжения и тока

Если суммарное общее несимметричное полное сопротивление не равно 150 Ом, проводить измерения только напряжения или силы тока из-за значительной неопределенности измерений, обусловленной неизвестными общими несимметричными сопротивлениями, не допускается. Однако если измеряют и напряжение, и силу тока при одновременном применении норм напряжения и силы тока, то в результате получают оценку наихудшего случая эмиссии помех, рассматриваемого ниже.

Основная схема измерений, применительно к которой в настоящем стандарте установлены нормы общего несимметричного напряжения и тока РП, приведена на рисунке F.1. Схемы любых измерений сравнивают с этой базовой схемой. Значение Z_1 является неизвестным параметром ИО, значение Z_2 равно 150 Ом при эталонном измерении.

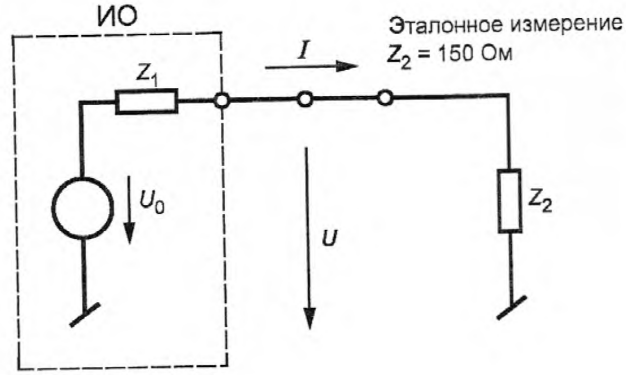


Рисунок F.1 – Основная схема рассмотрения норм РП при заданном значении суммарного общего несимметричного полного сопротивления, равном 150 Ом

Если измерения проводят без определения общего несимметричного полного сопротивления, подключаемого к ИО, используют упрощенную схему, представленную на рисунке F.2, где общее несимметричное полное сопротивление Z_2 определяется ПО и может иметь любое значение. Таким образом, Z_1 и Z_2 являются в общем случае неизвестными параметрами измерений.

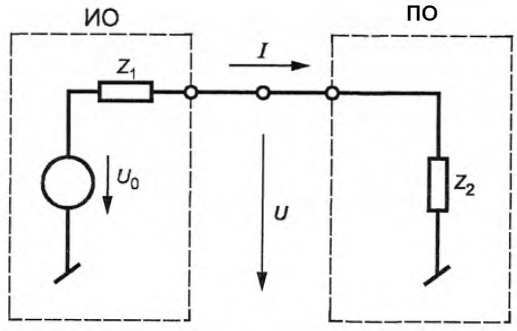


Рисунок F.2 – Основная схема проведения измерений при неизвестном суммарном общем несимметричном полном сопротивлении

Если измерения проводят по схеме, приведенной на рисунке F.1, норма силы тока и норма напряжения должны быть эквивалентны. Отношение между напряжением и силой тока всегда будет равно 150 Ом, и для определения соответствия норме РП можно использовать либо измерение напряжения, либо силы тока. Если значение Z_2 не равно 150 Ом, это соотношение не выполняется (см. рисунок F.2).

Важно отметить, что значение, определяющее соответствие нормам, измеряется не от источника напряжения U_0. Напряжение помехи должно быть измерено на Z_2, равном 150 Ом и зависящем одновременно от Z_1, Z_2 и U_0. Предельное значение может быть достигнуто с помощью ИО, содержащего высокое полное сопротивление Z_1 и источник высокого напряжения U_0 либо источник более низкого напряжения U_0 в сочетании с низким полным сопротивлением Z_1.

В общем случае, представленном на рисунке F.2, если не определено значение Z_2, измерить точное значение интерференцирующего напряжения невозможно. Поскольку значения Z_1 и U_0 не определены, невозможно вычислить интерференцирующее напряжение, даже если известно значение Z_2 (измерено или вычислено с учетом значений *I* и *U*). Например, если для ИО с уровнем эмиссии помех, превышающим норму, измеряют напряжение в установке с низким значением Z_2 на стороне ПО (Z_2 < < 150 Ом), можно считать, что ИО соответствует норме. Если для того же ИО измеряют ток в установке с высоким значением сопротивления Z_2 (например, с применением ферритов), также можно считать, что ИО соответствует норме.

Однако если норму тока и норму напряжения РП применяют одновременно, то для ИО с повышенным уровнем эмиссии помех всегда будет установлено превышение либо нормы тока (если Z_2 < 150 Ом), либо нормы напряжения (если Z_2 > 150 Ом).

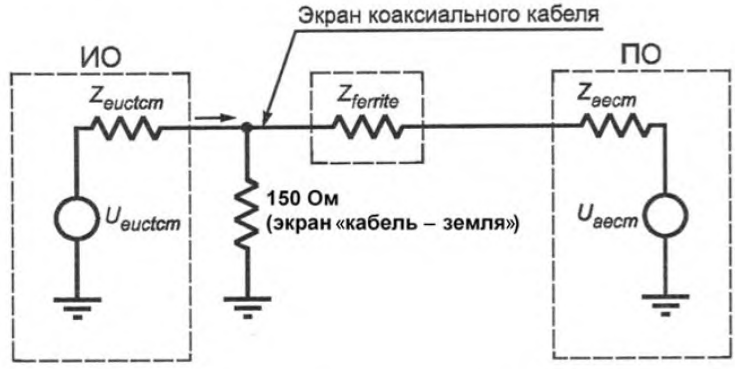
Если суммарное общее несимметричное полное сопротивление подключаемого оборудования Z_2 не равно 150 Ом, допускается ИО, при измерениях соответствовавшее нормам при Z_2 = 150 Ом, считать несоответствующим. Однако ИО, не соответствующее нормам, ни при каких условиях не может быть принято. Следовательно, измерение в соответствии с С.1.3 является оценкой наихудшего случая помехоэмиссии. Если ИО превышает норму в соответствии с этим методом, то возможно ИО будет соответствовать нормам при проведении измерений с Z_2 = 150 Ом.

F.5 Выравнивание общего несимметричного полного сопротивления с помощью ферритов

В некоторых случаях (если общее несимметричное полное сопротивление, создаваемое ПО, заведомо менее 150 Ом) можно выровнять сопротивление, добавляя ферриты к кабелю, подсоединенному к порту ИО. В соответствии с С.1.4 необходимо проводить измерения общего несимметричного сопротивления и его выравнивание с помощью ферритов на каждой частоте измерений до тех пор, пока общее несимметричное сопротивление не будет равно (150 ± 20) Ом. Настоящий метод является довольно сложным и требует много времени при использовании во всей полосе измерений. Если общее несимметричное полное сопротивление на стороне ПО изначально превышает 150 Ом, скорректировать общее несимметричное полное сопротивление до значения 150 Ом добавлением ферритов или изменением положения ферритов для частот ниже 30 МГц не представляется возможным. (Можно применять другие методы для выравнивания общего несимметричного полного сопротивления на отдельных частотах.)

F.6 Требования, предъявляемые к ферритам, применяемые согласно приложению С

Раздел С.1.2 определяет испытательную установку для измерения общей кондуктивной эмиссии на экране коаксиального кабеля. Резистор сопротивлением 150 Ом должен быть подключен между экраном коаксиального кабеля и пластиной заземления, как показано на рисунке С.2. Ферриты устанавливают на коаксиальном кабеле между сопротивлением 150 Ом и подключаемым оборудованием. Ниже приведены функциональные требования к ферритам, которые необходимо соблюдать для соответствия требованиям, установленным в С.1.2.



U_{eutcm} – общее несимметричное напряжение РП, создаваемое ИО;
Z_{eutcm} – общее несимметричное полное сопротивление ИО;
U_{aecm} – общее несимметричное напряжение РП, создаваемое ПО;
Z_{aecm} – общее несимметричное полное сопротивление ПО;
$Z_{ferrite}$ – полное сопротивление ферритов;
Z – комбинированное полное сопротивление, образованное $Z_{ferrite}$ и Z_{aecm}, 150 Ом

Рисунок F.3 – Полные сопротивления элементов (см. рисунок С.2)

Полные сопротивления элементов испытательной установки, представленных на рисунке С.2, приведены на рисунке F.3. В С.1.2 установлено, что ферриты должны обеспечивать высокое сопротивление, чтобы «...общее несимметричное сопротивление справа от резистора сопротивлением 150 Ом было достаточно большим для исключения его влияния на результаты измерений». Это сопротивление представлено на рисунке F.3 комбинированным полным сопротивлением, образованным $Z_{ferrite}$ и Z_{aecm}.

Комбинированное сопротивление $Z_{ferrite}$ и Z_{aecm} не должно уменьшать нагрузку, создаваемую резистором сопротивлением 150 Ом. Допуск для общего сопротивления 150 Ом установлен в настоящем стандарте и равен ±20 Ом в полосе частот от 0,15 до 30 МГц. Следовательно, общее последовательное сопротивление $Z_{ferrite}$ и Z_{aecm} параллельно с резистором сопротивлением 150 Ом должно быть не менее 130 Ом, независимо от значения Z_{aecm}.

Для определения характеристик сопротивления достаточно рассмотреть только два случая: Z_{aecm} – разомкнутая цепь и Z_{aecm} – цепь короткого замыкания. Если могут быть выбраны ферриты, соответствующие этим требованиям, то принимают любое значение Z_{aecm}.

Случай 1: Z_{aecm} – разомкнутая цепь

Комбинированное последовательное сопротивление $Z_{ferrite}$ и Z_{aecm} является открытой цепью. Сопротивление открытой цепи параллельно с сопротивлением 150 Ом равно 150 Ом. Сопротивление $Z_{ferrite}$ может иметь любое значение.

Случай 2: Z_{aecm} – цепь короткого замыкания

Комбинированное последовательное сопротивление Z_{femte} и Z_{aecm} равно $Z_{ferrite}$. Значение $Z_{ferrite}$ параллельно с резистором сопротивлением 150 Ом должно быть не менее 130 Ом. Для вычисления значения $Z_{ferrite}$ применяют выражение:

$$[(150)(Z_{ferrite})]/(150+ Z_{ferrite}) \geq 130 \text{ Ом}. \qquad (F.1.1)$$

Значение $Z_{ferrite}$ будет равно 1000 Ом. Это значит, что ферриты, выбранные для этого случая, должны иметь сопротивление минимум 1000 Ом в полосе частот от 0,15 до 30 МГц. Для конкретного комплекта ферритов минимальное индуктивное сопротивление ($j\omega L$) имеет место на частоте 0,15 МГц.

Комбинируя два описанные выше случая, можно сделать вывод, что условия короткого замыкания на частоте 0,15 МГц устанавливают минимальные требования к сопротивлению ферритов. Пригодны любые ферриты, обеспечивающие сопротивление, которое больше указанного значения в полосе частот от 0,15 до 30 МГц.

Для того чтобы удостовериться и определить то, что выбранные ферриты будут выполнять предназначенную функцию, может быть применена испытательная установка, приведенная на рисунке F.4. Измерения импеданса между точками Z и плоскости заземления могут быть выполнены либо с применением измерителя полных сопротивлений, либо с применением анализатора. Другой подход заключается в отдельных измерениях напряжения и тока в точке Z (I и V на рисунке F.4) и вычислении импеданса. Измерение полного сопротивления должно быть проведено как минимум на частоте 0,15 МГц. Однако было бы целесообразно измерить полные сопротивления во всем диапазоне от 0,15 до 30 МГц, для того чтобы убедиться в том, что влияние паразитной емкости, связанной с ферритами и коаксиальным кабелем, не ухудшает полного сопротивления феррита. Лабораторные данные показывают, что необходимое полное сопротивление не может быть получено при использовании единичного ферритового тороида. Для исключения влияния паразитной емкости на сопротивление ферритов необходимо применение нескольких тороидальных сердечников. В лабораторных условиях была практически продемонстрирована возможность получения необходимого полного сопротивления на любых частотах.

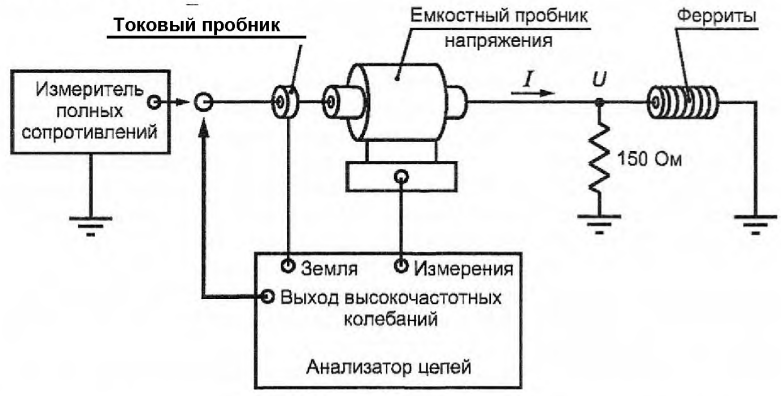


Рисунок F.4 – Установка для измерения полного сопротивления резистора сопротивлением 150 Ом и ферритов

F.7 Неопределенность измерений кондуктивных РП телекоммуникационных портов

Основные компоненты неопределенности для каждого измерения были идентифицированы и их величины расчитаны. Все допуски описаны в CISPR 16-4-2 (приложение A.5).

Таблица F.7.1 – Неопределенность измерений с использованием ЭПСС

Входная величина	x_j	Расширенная неопределенность x_j		$u(x_j)$, дБ	c_j	$c_j \cdot u(x_j)$, дБ
		дБ	Вероятностное распределение функции			
Напряжение, считываемое с измерительного приемника	V_r	±0,1	k = 1	0,10	1	0,10
Потери или затухание в кабеле, соединяющем эквивалент сети и измерительный приемник	L_c	±0,1	k = 2	0,05	1	0,05

Окончание таблицы F.7.1

Входная величина	x_j	Расширенная неопределенность x_j		$u(x_j)$, дБ	c_j	$c_j \cdot u(x_j)$, дБ
		дБ	Вероятностное распределение функции			
Коэффициент по напряжению напряжения ЭПСС	$L_{ЭПСС}$	±0,2	k = 2	0,10	1	0,10
Введение поправки приемника: поправка на погрешность измерительного приемника при измерении синусоидальных сигналов	δV_{sw}	±1,0	k = 2	0,50	1	0,50
поправка на несовершенство импульсной амплитудной характеристики измерительного приемника	δV_{pa}	±1,5	Прямоугольное	0,87	1	0,87
Поправка на несовершенство импульсной характеристики измерительного приемника, связанной с частотой повторения импульсов	δV_{pr}	±1,5	Прямоугольное	0,87	1	0,87
Поправка на эффект шумов измерительного приемника	δV_{nf}	±0,0		0,00	1	0,00
Поправка на рассогласование ЭПСС – измерительный приемник	δM	+0,7/–0,8	U-образное	0,53	1	0,53
Поправка на полное сопротивление ЭПСС	δZ_j	+2,6/–2,7	Треугольное	1,08	1	1,08
Поправка на полное сопротивление ЭС	δZ_a	+2,6/–2,7	Треугольное	1,08	1	1,08

Измеряемая величина $V_{ЭПСС} = V_r + L_c + L_{ЭПСС} + \delta V_{SW} + \delta V_{PA} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_j + \delta Z_a$.

Суммарная стандартная неопределенность $U_c(V_{ЭПСС}) = \sqrt{\sum c_j^2 u_j^2(x_j)} = 2{,}1$.

$U_{Lab} = 2U_c(V_{ЭПСС}) = 4{,}2$ дБ.

Таблица F.7.2 – Неопределенность измерений с использованием токового пробника и пробника напряжения

Входная величина	x_j	Расширенная неопределенность x_j		$u(x_j)$, дБ	c_j	$c_j \cdot u(x_j)$, дБ
		дБ	Вероятностное распределение функции			
Напряжение, считываемое с измерительного приемника	V_r	±0,1	k = 1	0,10	1	0,10
Потери или затухание в кабеле, соединяющем токовый пробник и измерительный приемник	L_c	±0,1	k = 2	0,05	1	0,05
Коэффициент по напряжению напряжения токового пробника	L_{cp}	±0,2	k = 2	0,10	1	0,10
Затухание: пробник напряжения – приемник:	L_v	±0,1	k = 2	0,05	1	0,05
Коэффициент по напряжению пробника напряжения	L_{vp}	±0,2	k = 2	0,10	1	0,10
Введение поправки приемника: поправка на погрешность измерительного приемника при измерении синусоидальных сигналов	δV_{SW}	±1,0	k = 2	0,50	1	0,50

Окончание таблицы F.7.2

Входная величина	x_j	Расширенная неопределенность x_j		$u(x_j)$, дБ	c_j	$c_j \cdot u(x_j)$, дБ
		дБ	Вероятностное распределение функции			
поправка на несовершенство импульсной амплитудной характеристики измерительного приемника	δV_{PA}	±1,5	Прямоугольное	0,87	1	0,87
Поправка на несовершенство импульсной характеристики измерительного приемника, связанной с частотой повторения импульсов	δV_{pr}	±1,5	Прямоугольное	0,87	1	0,87
Поправка на эффект шумов измерительного приемника	δV_{nf}	±0,0		0,00	1	0,00
Поправка на рассогласование пробник – измерительный приемник	δM	+0,7/–0,8	U-образное	0,53	1	0,53
Поправка на несовершенство импеданса эквивалента сети	δZ_a	+2,6/–2,7	Треугольное	1,08	1	1,08

Измеряемая величина $S = V_r + L_c + L_{cp} + L_V + L_{VP} + \delta V_{SW} + \delta V_{PA} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_a$.

Суммарная стандартная неопределенность $U_c(S) = \sqrt{\sum c_j^2 u_j^2(x_j)} = 1{,}8$.

$U_{Lab} = 2U_c(S) = 3{,}6$ дБ.

Библиография

[1] CISPR 16-2 (все части) Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity
(Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 2. Методы измерений помех и помехоустойчивости)

[2] CISPR 16-3 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports
(Методы и технические условия оборудования для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Часть 3. Отчеты и рекомендации CISPR)

[3] IEEE 1284-1 IEEE Standard for Information Technology & Transport Independent Printer/System Interface (TIP/SI)
(Информационные технологии. Независимый транспорт для принтера/интерфейс системы)

[4] IEEE 1394 IEEE Standard for a High Performance Serial Bus – Firewire
(Высокопроизводительная последовательная шина. Шина сверхбыстрой передачи данных)

[5] ISO/IEC 11801 Information technology – Generic cabling for customer premises
(Информационные технологии. Прокладка кабелей по схеме общего назначения в помещениях пользователей телекоммуникационных систем)

Приложение ZA
(справочное)

Нормативные ссылки на международные стандарты и соответствующие им европейские стандарты

Европейский стандарт содержит требования, изложенные в других стандартах, путем указания на них при помощи датированных и недатированных ссылок. Эти нормативные ссылки приведены в соответствующих местах в тексте стандарта, сами же упоминаемые стандарты перечислены ниже. Более поздние изменения или новые редакции указанных стандартов будут относиться к настоящему стандарту путем указания на них при помощи датированных ссылок лишь в том случае, если он вводится в действие посредством изменения или новой редакции. Недатированные ссылки означают, что действуют последние редакции указанных стандартов (включая все изменения к ним).

Примечание – В тех случаях, когда международные стандарты изменены путем общей модификации и имеют отметку «MOD», действует соответствующий европейский стандарт.

Таблица ZA.1

Обозначение и наименование международного стандарта	Обозначение европейского стандарта
IEC/TR 60083:2006 Вилки и штепсельные розетки бытового и аналогичного назначения, стандартизованные в странах – членах IEC	–
IEC 61000-4-6:2003 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 6. Испытание на устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями Изменение 1:2004 Изменение 2:2006	EN 61000-4-6:2007 Поправка 2007
CISPR 11:2003 (mod) Оборудование высокочастотное промышленное, научное и медицинское (ISM). Характеристики электромагнитных помех. Нормы и методы измерения Изменение 1:2004	EN 55011:2007
CISPR 13:2001 (mod) Бытовые радиоприемники и телевизионные приемники и связанное с ними оборудование. Характеристики радиопомех. Пределы и методы измерения Изменение 1:2003 Изменение 2:2006	EN 55013:2001 Изменение 1:2003 Изменение 2:2006
CISPR 16-1-1 Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 1-1. Оборудование для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Измерительное оборудование Изменение 1	EN 55016-1-1 Изменение 1
CISPR 16-1-2:2003 Технические условия на оборудование и методы измерения радиопомех и помехоустойчивости. Часть 1-2. Оборудование для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Вспомогательное оборудование. Кондуктивные помехи Изменение 1:2004	EN 55016-1-2:2004 Изменение 1:2005 Изменение 2:2006
Изменение 2:2006 Поправка 2009	
CISPR 16-1-4 Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 1-4. Оборудование для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Антенны и испытательные стенды для измерений излучаемых помех	EN 55016-1-4

Окончание таблицы ZA.1

Обозначение и наименование международного стандарта	Обозначение европейского стандарта
CISPR 16-2-3:2003 Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 2-3. Методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Измерения излучаемых помех Изменение 1:2005 Изменение 2:2005	EN 55016-2-3:2004 Изменение 1:2005 Изменение 2:2005
CISPR 16-4-2:2003 Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 4-2. Погрешности, статистика и моделирование пределов. Погрешность при измерениях электромагнитной совместимости	EN 55016-4-2:2004

(AC:2011)

Приложение ZZ
(справочное)

Соответствие разделов европейского стандарта основополагающим требованиям директивы ЕС

Европейский стандарт, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, разработан Европейским комитетом по стандартизации (CEN) по поручению Комиссии Европейского сообщества и Европейской ассоциации свободной торговли (EFTA) и реализует основополагающие требования Директив 2004/108/EC и 1999/5/EC.

Внимание! К продукции, на которую распространяется европейский стандарт, могут применяться требования других документов и директив ЕС.

Разделы европейского стандарта, приведенные в таблицах ZZ.1 и ZZ.2, соответствуют требованиям Директив 2004/108/EC и 1999/5/EC.

Соответствие требованиям европейского стандарта является средством выполнения основополагающих требований соответствующих директив ЕС и регламентирующих документов EFTA.

Таблица ZZ.1 – Взаимосвязь европейского стандарта с Директивой 2004/108/EC

Разделы европейского стандарта	Статья приложения I Директивы 2004/108/EC
Весь стандарт	1(a)

Таблица ZZ.2 – Взаимосвязь европейского стандарта с Директивой 1999/5/EC

Разделы европейского стандарта	Статья Директивы 1999/5/EC
Весь стандарт	3.1(b) (только эмиссия)

Приложение Д.А
(справочное)

Сведения о соответствии государственных стандартов и документов ссылочным международным стандартам

Таблица Д.А.1 – Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочному международному стандарту

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
IEC 61000-4-6:2008 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-6. Методы испытаний и измерений. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями	IDT	СТБ IEC 61000-4-6-2011 Электромагнитная совместимость. Часть 4-6. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями

Таблица Д.А.2 – Сведения о соответствии региональных и государственных стандартов ссылочным международным документам

Обозначение и наименование ссылочного международного документа	Обозначение и наименование европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
CISPR 11:2010 Оборудование промышленное, научное и медицинское. Характеристики радиочастотных помех. Пределы и методы измерений	EN 55011:1998 Оборудование высокочастотное промышленного, научного и медицинского назначения. Радиопомехи. Нормы и методы измерений	IDT	СТБ ЕН 55011-2006 Электромагнитная совместимость. Радиопомехи от промышленного, научного и медицинского (ПНМ) высокочастотного оборудования. Нормы и методы измерений (EN 55011:1998, IDT)
CISPR 13:2009 Приемники радио- и телевизионные и связанное с ними оборудование. Характеристики радиопомех. Нормы и методы измерений	EN 55013:2001 Аппаратура и оборудование для теле- и радиовещания. Характеристики радиопомех. Предельные значения и методы измерения	IDT	СТБ ЕН 55013-2005 Электромагнитная совместимость. Радиопомехи от радиовещательных приемников, телевизоров и связанного с ними оборудования. Нормы и методы измерений (EN 55013:2001, IDT)

Ответственный за выпуск *В. Л. Гуревич*

Сдано в набор 12.06.2012. Подписано в печать 02.08.2012. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 8,13 Уч.- изд. л. 4,75 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение:
Научно-производственное республиканское унитарное предприятие
«Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
ЛИ № 02330/0552843 от 08.04.2009.
ул. Мележа, 3, комн. 406, 220113, Минск.

gost.e-ecolog.ru