



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

К.43

(07/2003)

СЕРИЯ К: ЗАЩИТА ОТ ПОМЕХ

**Требования по устойчивости
к электромагнитным воздействиям
оборудования электросвязи**

Рекомендация МСЭ-Т К.43

Рекомендация МСЭ-Т К.43

Требования по устойчивости к электромагнитным воздействиям оборудования электросвязи

Резюме

Настоящая Рекомендация определяет обобщенные требования по устойчивости к электромагнитным воздействиям оборудования электросвязи в конкретных внешних окружающих условиях. Сопротивляемость воздействиям не охватывается. Рекомендации, относящиеся к конкретному типу оборудования, имеют преобладающую силу по сравнению с данной Рекомендацией.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т К.43 утверждена 29 июля 2003 года 5-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("должен", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© МСЭ 2004

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки	1
3 Определения	2
4 Сокращения	3
5 Конфигурация оборудования и общая работа в процессе испытаний	4
5.1 Конфигурация оборудования	4
5.2 Эксплуатируемое оборудование	4
5.3 Лабораторная среда	4
5.4 Работа испытываемого оборудования во время испытаний	4
6 Критерии функционирования	4
6.1 Критерий функционирования А	4
6.2 Критерий функционирования В	5
6.3 Критерий функционирования С	5
7 Устойчивость к электромагнитным воздействиям: метод испытаний	5
7.1 Общие условия	5
7.2 Особые условия	5
8 Применимость	8
9 Тестовые уровни	8
Добавление I – Связывания/развязки сети в испытаниях с непрерывно меняющимся сигналом	12
Добавление II – Методические указания по определению условий проведения испытаний излучаемым электромагнитным полем	13
Добавление III – Однородность тестового поля	14
Добавление IV – Примеры связывания/развязки сети (CDN)	15

Рекомендация МСЭ-Т К.43

Требования по устойчивости к электромагнитным воздействиям оборудования электросвязи

1 Область применения

Настоящая Рекомендация определяет наиболее существенные требования по устойчивости к электромагнитным воздействиям оборудования, используемого на сетях электросвязи общего пользования, и окончного оборудования, подключаемого к таким сетям. Настоящая Рекомендация не охватывает сопротивляемость оборудования.

Настоящая Рекомендация определяет минимальные тестовые уровни в испытаниях, применяемые для конкретных окружающих условий. Требования, устанавливаемые рекомендациями по отдельным типам оборудования, имеют преобладающую силу по сравнению с настоящей Рекомендацией.

Рекомендация применима ко всем типам оборудования:

- оборудованию сетей электросвязи, включая коммутационное оборудование, оборудование систем передачи, радио передачи, радио оборудование, оборудование подачи питания, контроля и мониторинга;
- окончному оборудованию, подключаемому к сетям электросвязи, включая телефоны, аппараты факсимильной связи и УАТС.

2 Ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники являются предметом пересмотра; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается рассмотреть возможность применения последнего издания Рекомендаций и других ссылок, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- ITU-T Recommendation G.703 (2001), *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*.
- ITU-T Recommendation K.27 (1996), *Bonding configurations and earthing inside a telecommunication building*.
- ITU-T Recommendation K.34 (2003), *Classification of electromagnetic environmental conditions for telecommunication equipment – Basic EMC Recommendation*.
- IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 161: Electromagnetic Compatibility*.
- IEC 61000-4-1:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 1: Overview of immunity tests*.
- IEC 61000-4-2:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test*.
- IEC 61000-4-3:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*.
- IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test*.
- IEC 61000-4-5:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*.

- IEC 61000-4-6:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields.*
- IEC 61000-4-8:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test.*
- IEC 61000-4-9:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 9: Pulse magnetic field immunity test.*
- IEC 61000-4-10:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 10: Damped oscillatory magnetic field immunity test.*
- IEC 61000-4-11:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests.*
- IEC 61000-4-29:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 29: Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests.*

3 Определения

В настоящей рекомендации используются определения, данные в Международном электротехническом словаре (МЭК 60050-161). Дополнительные определения следующие:

3.1 выброс (161-02-07): Последовательность ограниченного числа отдельных импульсов или колебание ограниченной длительности.

3.2 характеристическая стойкость: Степень стойкости, которая имеет лишь очень низкую вероятность (в целом, менее 1%) превышения нормы конкретного параметра в классе окружающей среды. Данный термин относится к продолжительности, частоте появления или местоположению и применяется к требованиям по окружающей среде и устойчивости к электромагнитным воздействиям.

3.3 непрерывное возмущение (161-02-11): Электромагнитное возмущение, воздействующее на конкретное устройство или участок оборудования, которое невозможно разложить на последовательность отдельных воздействий.

3.4 прерывистая помеха (161-02-13): Электромагнитная помеха, появляющаяся в определенные интервалы времени, разделенные интервалами, свободными от помехи.

3.5 связывание и развязка сетей: Сети со связыванием и развязкой (CDN), где кабель оканчивается сопротивлением на "землю" в нормальном режиме. Сети CDN не должны воздействовать нештатным образом на функциональные сигналы.

3.6 длительность (импульса) (161-08-03): Интервал времени между первым и последним моментами, в которые мгновенное значение импульса достигает 50% его амплитуды.

3.7 порт охвата (enclosure port): Физическая граница оборудования, через которую могут излучаться или проникать электромагнитные поля. Для блоков прямого (разъемного) включения физическая граница будет определяться головным оборудованием.

3.8 устойчивость (к возмущениям) (161-01-20): Способность устройства, оборудования или системы функционировать без снижения качества работы в присутствии электромагнитных воздействий.

3.9 импульсное возмущение (161-02-09): Электромагнитное возмущение, которое при воздействии на данное устройство или часть оборудования проявляет себя в виде последовательности отдельных импульсов или участков перехода.

3.10 цикл: Единица длительности, равная одному циклу подаваемого переменного тока (используется в документе МЭК 61000-4-11 [9]).

3.11 порт: Конкретный интерфейс взаимодействия данного оборудования с внешним электромагнитным окружением (см. рисунок 1).

3.12 импульс (161-02-02): Резкое кратковременное изменение физической величины, за которым следует быстрый возврат к исходному значению.

3.13 радиочастоты (РЧ) (RF): Частоты в диапазоне свыше 9 кГц.

3.14 эффективность экранирования: Для данного внешнего источника – отношение напряженности электрического или магнитного поля в какой-либо точке до и после помещения данного экрана.

3.15 бросок напряжения (161-08-11): Волна переходного напряжения, распространяющаяся по линии или по цепи и характеризующаяся быстрым нарастанием, за которым следует более медленное снижение напряжения.

3.16 переходный/переход (161-02-01): Относится или обозначает явление или величину, которые переходят между двумя устойчивыми состояниями в течение интервала времени, который достаточно короткий по сравнению с рассматриваемым периодом.

3.17 кабельный порт: Точка, в которой проводник или кабель подключается к оборудованию.

3.18 порты в электросвязи (внутренний порт, внешний порт, порт охвата, порт питания постоянного тока, порт питания переменного тока) (см. рисунок 1):



Рисунок 1/К.43 – Порты в электросвязи

4 Сокращения

В настоящей рекомендации используются следующие сокращения:

AC	Alternating Current	Переменный ток
AE	Auxiliary Equipment	Вспомогательное оборудование
CDN	Coupling and Decoupling Network	Связывание и развязка сетей
CRT	Cathode Ray Tube	Электроннолучевая трубка (ЭЛТ)
DC	Direct Current	Постоянный ток
EMC	Electromagnetic Compatibility	Электромагнитная совместимость (ЭМС)
ESD	Electrostatic Discharge	Электростатический разряд
EUT	Equipment Under Test	Испытываемое оборудование
RF	Radio Frequency	Радиочастота (РЧ)
VDU	Video Display Unit	Дисплей

5 Конфигурация оборудования и общая работа в процессе испытаний

Данный раздел описывает общие требования к конфигурации оборудования и его эксплуатацию во время испытаний. Эксплуатационные условия конкретного типа оборудования будут определены в соответствующей Рекомендации.

5.1 Конфигурация оборудования

Все испытания должны применяться к обычным условиям установки оборудования. Распределение питания и сигналов, заземление, кабельная проводка и физическое размещение оборудования испытываемой системы должны имитировать типичные ситуации эксплуатации и использования в той степени, когда это практически разумно, и согласовываться с соответствующими спецификациями изготовителя. Если известна конфигурация с минимальной устойчивостью к электромагнитным воздействиям, то она должна выбираться в качестве испытываемой. Следует рассматривать только те конфигурации, которые вероятны в обычной практике.

Выбранная конфигурация должна быть полностью описана и задокументирована в акте проведения испытаний вместе с обоснованием выбора данной конкретной конфигурации.

5.2 Эксплуатируемое оборудование

Исследовательское и вспомогательное оборудование должно иметь достаточную развязку с EUT, так чтобы устойчивость такого оборудования к электромагнитным воздействиям не влияла существенно на результаты испытаний.

5.3 Лабораторная среда

Во всех испытаниях лабораторные условия должны соответствовать базовым стандартам (Документы МЭК 6100-4-2, 61000-4-3, 61000-4-4, 61000-4-5 и 61000-4-6). Электромагнитная среда в испытательной лаборатории не должна воздействовать на результаты.

5.4 Работа испытываемого оборудования во время испытаний

Описываемые испытания на устойчивость к электромагнитным воздействиям должны выполняться на испытываемом оборудовании (EUT) с подачей питания (то есть подключенном к сети электропитания или другому источнику питания) и в работающем состоянии, наиболее полно отражающем реальные условия эксплуатации. Испытания должны проводиться на полностью работоспособном, соответствующим образом сконфигурированном серийном оборудовании с типичной нагрузкой, включая аппаратное и программное обеспечение и фирменное микропроцессорное оборудование, применяемое на сетях электросвязи.

Испытываемое оборудование должно подтвердить способность выполнять предназначенные функции до и после проведения испытаний, чтобы доказать свою защищенность от повреждений и сбоев в работе. Конкретные эксплуатационные условия каждого типа оборудования будут определены в соответствующей спецификации.

6 Критерии функционирования

Данный раздел определяет общие критерии соответствия требованиям и описывает устойчивость оборудования с соответствующими критериями и тестовыми уровнями. Конкретные критерии по оборудованию будут определяться в соответствующей рекомендации. Если имеются особые критерии соответствия требованиям, то они имеют преобладающую силу по сравнению с обобщенными критериями.

Производитель обязан выдать критерии соответствия номинальным показателям в документах, которые соотносятся с показателями оборудования при его использовании предназначенным образом.

Функциональное описание и определение критериев соответствия требованиям функционирования во время и/или вследствие испытаний на электромагнитную совместимость должны предоставляться производителем оборудования и указываться в акте об испытаниях, на основе следующих критериев.

6.1 Критерий функционирования А

Оборудование должно функционировать как предусмотрено. Не допускается никаких ухудшений качества или функций ниже установленного производителем уровня, если оборудование используется в предусмотренном им режиме эксплуатации. В некоторых случаях нормативные показатели могут заменяться допустимыми запасами по норме. Если минимально допустимый

уровень или допустимый запас по норме не указан производителем, то любой из них может быть выведен из описания изделия и документации и разумно предполагаемого пользователем уровня при предусмотренном использовании оборудования.

6.2 Критерий функционирования В

После проведения испытаний оборудование должно продолжать функционировать как предусмотрено. Не допускается никакого ухудшения параметров сверх установленного производителем уровня после применения воздействия, если оборудование используется в предусмотренном режиме. В некоторых случаях параметр функционирования может заменяться допустимым запасом по норме. Во время испытаний, однако, допускается ухудшение параметров или потеря функции. Не допускается никакого изменения фактического режима работы или хранимых данных. Если минимально допустимый уровень или допустимые отклонения не указаны производителем, то любой из них может быть выведен из описания изделия и документации и разумно предполагаемого пользователем уровня при предусмотренном использовании оборудования.

6.3 Критерий функционирования С

Допускается потеря функции при условии, что функция определена как восстанавливаемая или может быть восстановлена пользователем при помощи управления согласно инструкциям производителя.

Функции и информация, защищенные резервной аккумуляторной батареей, не должны пропадать.

7 Устойчивость к электромагнитным воздействиям: метод испытаний

7.1 Общие условия

Лабораторные испытания устойчивости к электромагнитным воздействиям являются единственным приемлемым способом подтверждения соответствия требованиям настоящей рекомендации. Описываемые ниже тесты должны применяться в целях испытаний устойчивости к электромагнитным воздействиям.

Интерфейсы входа и выхода оборудования, к которым должны применяться условия испытаний, определяются производителем оборудования. Типы соединительных кабелей должны быть такими, как установлено производителем. Экранирование кабелей должно соединяться, как предусмотрено производителем. Если невозможно испытать каждую функцию оборудования, должен выбираться наиболее критически важный режим эксплуатации. Во всяком практически разумном случае испытания должны полностью соответствовать основным методам, изложенным в документах МЭК серии 61000-4-х. В некоторых случаях, когда это невозможно (например, испытания согласно 61000-4-6 систем с крупными кабелями, для которых нет связывания/развязки (CDN)), испытываемая конфигурация может быть изменена по соглашению между производителем и соответствующим оператором сети. Любое изменение должно быть отражено в акте об испытаниях.

7.2 Особые условия

7.2.1 Электростатический разряд (ESD)

Испытания на электростатический разряд выполняются согласно требованиям документа МЭК 61000-4-2.

Разряд должен прикладываться согласно подпункту 8.3 документа МЭК 61000-4-2. При применении к оборудованию электросвязи следует соблюдать следующие дополнительные указания. Если испытываемое оборудование имеет крышки/дверцы, испытания нормального режима сначала проводятся при закрытых крышках и дверцах. Если оборудование имеет дверцы, которые можно открывать в нормальном режиме работы, то дверцы открываются и разряд прикладывается к кромкам и внутренним поверхностям дверок. Если участки, к которым предусмотрено прикосновение пользователя, такие как антистатические манжеты или панели управления и шкафы для магнитных лент и дисков, расположены за дверцами и/или панелями, то они должны испытываться при открытых дверцах или снятых панелях.

Разряды должны прикладываться как к вертикальным, так и горизонтальным сочленяющим плоскостям при испытании на косвенный разряд согласно документу МЭК 61000-4-2. Испытания непрямого разряда должны выполняться в тех же условиях, что и испытания прямого разряда.

7.2.2 Электрические быстрые переходные процессы/выбросы (EFT)

Испытания быстрых переходных процессов должны выполняться согласно документу МЭК 61000-4-4; причем метод тестирования приведен в разделах 6 и 7. Процедура тестирования дана в подпунктах 8.1, 8.1.1, 8.1.2 и 8.2 при следующих поправках или уточнениях:

- Если имеется более одного порта данного типа, то должен испытываться только один порт данного типа.
- Многопарный кабель, как например пара проводников в кабеле электросвязи, должен испытываться с приложением тестового сигнала ко всем проводникам в кабеле. При данном испытании кабель не должен разделяться или расщепляться на жилы или жгуты проводников.
- Порты интерфейсов, к которым производителем предусмотрено подключение коротких (не длиннее 3 м) кабелей, испытывать не нужно.
- Поскольку тестовые сигналы переходных процессов/выбросов (EFT) или электромагнитные поля генератора могут проникать во вспомогательное оборудование (АЕ) и вызывать ошибки сигнала, то вспомогательное оборудование должно быть сертифицировано на устойчивость к проникающим сигналам EFT, или же должна иметься развязка по EFT с помощью фильтров и/или экранированного корпуса.

7.2.3 Толчки

Испытания на толчки напряжения в линии питания переменного тока должны проводиться согласно документу МЭК 61000-4-5.

7.2.4 Излучаемые электромагнитные поля

Испытания излучаемыми электромагнитными полями должны проводиться согласно документу МЭК 61000-4-3 со следующими поправками или уточнениями:

- Тестовая частота должна быть либо от 27 МГц до 2000 МГц, либо от 80 МГц до 2000 МГц. Указания по выбору диапазона частот даются в Приложении II.
- Для настольного оборудования однородность тестового поля должна соблюдаться по крайней мере в 12 точках из 16 свыше 0,8 м.
- В Приложении III приведена некоторая информация по надлежащей однородности тестового поля ниже 80 см для напольного оборудования, стоящего на непроводящей подставке над поверхностью.
- Тестовое поле должно быть откалибровано по крайней мере на частоты испытаний устойчивости к электромагнитным воздействиям.
- Хотя не существует точного метода измерения устойчивости к электромагнитным воздействиям крупногабаритного испытываемого оборудования, которое не облучается надлежащим образом излучающей антенной (лучом мощностью 3 дБ), приемлемы два метода:
 - 1) Испытание по отдельности каждого блока, входящего в состав оборудования. Во время испытания нужно подать соответствующее тестовое напряжение на подключенные к блоку линии.
 - 2) Применить метод частичного облучения.
- Испытываемое оборудование должно быть установлено так, чтобы все четыре поверхности оборудования последовательно подвергались воздействию электромагнитного поля. В каждом положении изучается функционирование испытываемого оборудования. Во время облучения каждая поверхность испытываемого оборудования, подвергаемая воздействию электромагнитного поля, должна находиться на одинаковом тестовом расстоянии по горизонтали от физического центра облучающей антенны.
- Скорость прохода по РЧ или шаг изменения частоты должны выбираться в зависимости от испытываемого оборудования. При всех обстоятельствах радиочастоты должны проходиться при максимальном шаге по частоте, равном 1% от предшествующей частоты. Может применяться метод предварительного сканирования с более высоким шагом по частоте и повышенным тестовым уровнем. Точные испытания должны проводиться с максимальным шагом по частоте в 1% в полосе повышенной чувствительности, выявленной при предварительном сканировании.

ПРИМЕЧАНИЕ – Уровень тестирования и шаг по частоте предварительного сканирования находятся на стадии изучения.

- Время удержания на каждой частоте должно быть достаточным для реагирования испытываемого оборудования.
- Скорость изменения частоты при проходе и время выдержки на каждой частоте должны быть зафиксированы в акте испытаний.

7.2.5 Непрерывно приходящие сигналы

Испытание на непрерывно приходящие радиочастотные сигналы должны выполняться в диапазоне частот от 0,15 до 80 МГц согласно документу МЭК 61000-4-6 со следующими поправками или уточнениями. Если выполняется испытание излучаемым электромагнитным полем от 27 МГц и кабели облучаются радиоволнами надлежащим образом, проведение испытания непрерывной радиочастотой в диапазоне частот от 27 МГц до 80 МГц не обязательно.

- Порты интерфейсов, предназначенные производителем для подключения коротких (не длиннее 1 м) и распределительных сигнальных кабелей и/или силовых кабелей (питания), подключаемых к ним, не должны испытываться. В данном случае кабели должны надлежащим образом облучаться при испытании излучаемым электромагнитным полем.
- Типичные спецификации связывания/развязки сети для данного испытания приведены в Приложении I. Можно использовать подачу через зажим. Правила выбора метода ввода через зажим содержатся в документе МЭК 61000-4-6.
- Скорость прохода или шаг по частоте тестового сигнала должны выбираться с учетом испытываемого оборудования. При всех обстоятельствах тестовый сигнал должен проходиться с максимальным шагом по частоте, равным 1% от предыдущей частоты. Может применяться метод предварительного сканирования с более высоким шагом по частоте и повышенным тестовым уровнем. Точные испытания должны проводиться с максимальным шагом по частоте в 1% в полосе повышенной чувствительности, выявленной при предварительном сканировании.
ПРИМЕЧАНИЕ – Надлежащие уровень тестирования и шаг по частоте предварительного сканирования находятся на стадии изучения.
- Время удержания на каждой частоте должно быть достаточным для реагирования испытываемого оборудования.
- Скорость изменения частоты при проходе и время выдержки на каждой частоте должны быть зафиксированы в акте испытаний.

7.2.6 Кратковременное падение напряжения, краткие прерывания и колебания напряжения

Испытания на кратковременное падение напряжения, краткие прерывания и колебания напряжения должны выполняться согласно документу МЭК 61000-4-11 для линий переменного тока.

Кратковременные падения напряжения на линии постоянного тока должны соответствовать документу МЭК 61000-4-29 для постоянного тока.

Нештатное напряжение имитирует напряжение постоянного тока вне спецификаций источника питания.

Измеренные падения напряжения должны быть ограничены тестом с высоким импедансом в случае, когда вход постоянного тока оборудования содержит диоды во входном контуре постоянного тока, предназначенном для предотвращения разряда в случае короткого замыкания системы распределения постоянного напряжения, при наличии конденсатора или резервной батареи в оборудовании.

В некотором чувствительном оборудовании мгновенные и временные прерывания в работе могут случаться в результате таких переходных явлений. Необходимо учитывать удлинение периода прерывания работы (оборудование не работает, как предусмотрено) в связи с восстановлением программного обеспечения. Более подробная информация о прерывании работы должна предоставляться производителем по запросу оператора.

Чтобы предотвратить неверное функционирование системы, возможна необходимость принятия дополнительных мер в связи с системой питания.

Например:

- дублированная система питания;
- высокоомная система распределения питания;
- независимое распределение питания.

После восстановления подачи питания до нормального диапазона напряжения система преобразования питания и системы управления должны автоматически восстанавливать свою работу. Оборудование электросвязи затем должно восстановить нормальное функционирование согласно спецификациям. Нештатное подаваемое напряжение не должно приводить к отключению питания, например вызывая срабатывание автоматических выключателей, перегорание предохранителей или срабатывание иных устройств.

Для оборудования с низким приоритетом прерывания работы допустимо применение следующих критериев параметров функционирования во время испытаний. "Допускается потеря функции,

функция может быть восстановлена пользователем ручным управлением. Функции и информация, защищенные резервной аккумуляторной батареей, не должны пропадать".

8 Применимость

Испытания должны применяться к соответствующим портам оборудования согласно таблицам 1 и 2. Испытания должны проводиться, только если имеются соответствующие порты.

9 Тестовые уровни

Требования к устойчивости к электромагнитным воздействиям оборудования электросвязи даются последовательно по портам.

Минимальные тестовые уровни и критерии функционирования общего оборудования электросвязи приведены в таблицах 1 и 2. Особые тестовые уровни и критерии функционирования могут устанавливаться для конкретного оборудования в целях достижения необходимой надежности и качества оборудования электросвязи согласно предусмотренным внешним окружающим условиям установки. Чтобы определить конкретные тестовые уровни необходимо обратиться к классификации внешних электромагнитных условий для оборудования электросвязи в Рекомендации МСЭ-Т К.34.

Например, более низкий уровень устойчивости к электромагнитным воздействиям можно выбирать в случае, если приняты меры по обеспечению пониженного уровня возмущений в центре электросвязи. С другой стороны, повышенный уровень устойчивости к электромагнитным воздействиям или другие критерии функционирования могут потребоваться для оборудования, предоставляющего высокоприоритетные услуги или работающего в более жестких внешних условиях электромагнитных воздействий, например вне помещений.

Таблица 1/К.43 – Оборудование центра электросвязи

Физические явления внешней среды	Тестовые уровни	Единицы измерений	Базовые стандарты	Критерии функционирования	Замечания
<i>Порт окружения</i>					
Электромагнитное поле радиочастоты	1 10 10	В/м	МЭК 61000-4-3	А	80–800 МГц 800–1000 МГц 1400–2000 МГц (Примечание 1)
Электростатический разряд	4 (Контакт и разряд в воздухе)	кВ	МЭК 61000-4-2	В	Контакт и разряд в воздухе
<i>Порты электросвязи вне помещений</i>					
Радиочастоты (непрерывный проход)	1	В	МЭК 61000-4-6	А	0,15–80 МГц (Примечания 2 и 3)
Толчки	0,5 (линия-линия) 1 (линия-"земля")	кВ	МЭК 61000-4-5	В	10/700 мсек (Примечание 4)
Быстрые переходы	0,25	кВ	МЭК 61000-4-4	В	Используется емкостной зажим
<i>Порты электросвязи внутри помещения</i>					
Радиочастоты (непрерывный проход)	1	В	МЭК 61000-4-6	А	0,15–80 МГц (Примечания 2 и 3)
Толчки	0,5 (линия-"земля")	кВ	МЭК 61000-4-5	В	1,2/50 (8/20) мсек (Примечание 4)
Быстрый переход	0,25	кВ	МЭК 61000-4-4	В	Используется емкостной зажим

Таблица 1/К.43 – Оборудование центра электросвязи

Физические явления внешней среды	Тестовые уровни	Единицы измерений	Базовые стандарты	Критерии функционирования	Замечания
<i>Порт питания постоянного тока</i>					
Радиочастоты (непрерывный проход)	1	В	МЭК 61000-4-6	А	0,15–80 МГц (Примечания 2 и 3)
Быстрый переход	0,25	кВ	МЭК 61000-4-4	В	
Падения напряжения	0 0,004	В сек	МЭК 61000-4-29	А (Примечание 9)	Высокий импеданс (импеданс выхода генератора тестового поля)
	0 0,01 и 0,1	В сек	МЭК 61000-4-29	С (Примечания 7, 8, 9)	
	0 0,004	В сек	МЭК 61000-4-29	А (Примечание 9)	Низкий импеданс (импеданс выхода генератора тестового поля)
	0 0,01 и 0,1	В сек	МЭК 61000-4-29	С (Примечания 5, 6, 9)	
Нештатное напряжение	от 0 до 90 1	% от номинального напряжения сек		С (Примечания 7, 8, 9)	
	от 110 до 125 1	% от номинального напряжения сек		С (Примечания 7, 8, 9)	
Колебания напряжения	от 100 до 90 2	% от номинального напряжения сек		А	Испытание моделирует изменение напряжения постоянного тока (не прерывание, а снижение от номинального значения до более низкого значения)
	от 100 до 110 2	% от номинального напряжения сек			Испытание моделирует изменение напряжения постоянного тока (не прерывание, а повышение от номинального значения до более высокого значения)
<i>Порты питания переменного тока</i>					
Радиочастоты (непрерывный проход)	1	В	МЭК 61000-4-6	А	0,15–80 МГц (Примечания 2 и 3)
Толчки	0,5 (линия-линия) 1 (линия-"земля")	кВ	МЭК 61000-4-5	В	1,2/50 (8/20) мсек (Примечание 4)

Таблица 1/К.43 – Оборудование центра электросвязи

Физические явления внешней среды	Тестовые уровни	Единицы измерений	Базовые стандарты	Критерии функционирования	Замечания
Быстрый переход	0,5	кВ	ICE 61000-4-4	В	
Падение напряжения	> 95	%	МЭК 61000-4-11	В	
	0,5	периода снижения			
Прерывания напряжения	30	% периода снижения	МЭК 61000-4-11	С	
	25	% периода снижения			
Прерывания напряжения	95 250	% периода снижения	МЭК 61000-4-11	С	

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Испытание может проводиться с начальной частотой ниже 80 МГц, но не менее 27 МГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Может применяться более низкий тестовый уровень выше 10 МГц. Конкретные величины уровня находятся в стадии изучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Тестовый уровень может быть определен как эквивалентный ток в сопротивлении 150 Ом.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Это испытание может выполняться, когда имеется соответствующее связывание/развязка сети (CDN).

ПРИМЕЧАНИЕ 5 – В некотором чувствительном оборудовании в результате таких переходных процессов могут происходить моментальные и временные прерывания работы. Необходимо учесть удлинение периода прерывания работы (оборудование работает не так, как предусмотрено) в связи с восстановлением программного обеспечения. Более подробная информация о прерывании работы должна предоставляться производителем по запросу оператора.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 – Чтобы предотвратить нештатное функционирование систем, могут оказаться необходимыми дополнительные меры в отношении системы питания.

Например:

- Дублированная система питания.
- Высокоомная система распределения питания.
- Независимое распределение питания.

ПРИМЕЧАНИЕ 7 – После восстановления подачи питания до нормального диапазона напряжения система преобразования питания и системы управления должны восстанавливаться автоматически. Оборудование электросвязи затем должно восстановить нормальное функционирование согласно спецификациям. Нештатное подаваемое напряжение не должно приводить к отключению питания, например, вызывая срабатывание автоматических выключателей, перегорание предохранителей или срабатывание иных устройств.

ПРИМЕЧАНИЕ 8 – Для оборудования с низким приоритетом функционирования допустимо применение следующего критерия функционирования во время испытания: "Допускается потеря функции, функция может быть восстановлена пользователем вручную согласно инструкциям производителя. Функции и информация, защищенные резервной аккумуляторной батареей, не должны пропадать".

ПРИМЕЧАНИЕ 9 – Это испытание применимо только для оборудования, в котором батарея резервного питания не подключена постоянно к системе распределения напряжения постоянного тока.

Таблица 2/К.43 – Оборудование в помещении клиента

Физические явления внешней среды	Тестовые уровни	Единицы измерений	Базовые стандарты	Критерии функционирования	Замечания
<i>Порт окружения</i>					
Электромагнитное поле радиочастот	3	В/м	МЭК 61000-4-3	А	80–800 МГц
	10				800–1000 МГц
	10				1400–2000 МГц (Примечание 1)
Электростатический разряд	4 (контакт) 8 (воздух)	кВ	МЭК 61000-4-2	В	Контактный и воздушный разряд
<i>Порты электросвязи вне помещения</i>					
Радиочастоты (непрерывный проход)	3	В	МЭК 61000-4-6	А	0,15–80 МГц (Примечания 2 и 3)
Толчки	0,5 (линия-линия) 1 (линия-"земля")	кВ	МЭК 61000-4-5	В	10/700 мксек (Примечание 4)
Быстрый переход	0,5	кВ	МЭК 61000-4-4	В	Используется емкостной зажим
<i>Порты электросвязи в помещении</i>					
Радиочастоты (непрерывный проход)	3	В	МЭК 61000-4-6	А	0,15–80 МГц (Примечания 2 и 3)
Толчки	0,5 (линия-"земля")	кВ	МЭК 61000-4-5	В	1,2/50 (8/20) мксек (Примечание 4)
Быстрый переход	0,5	кВ	МЭК 61000-4-4	В	Используется емкостной зажим
<i>Порты питания постоянного тока</i>					
Радиочастоты (непрерывный проход)	3	V	МЭК 61000-4-6	А	0,15–80 МГц (Примечания 2 и 3)
Быстрый переход	0,5	кВ	МЭК 61000-4-4	В	
<i>Порты питания переменного тока</i>					
Радиочастоты (непрерывный проход)	3	В	МЭК 61000-4-6	А	0,15–80 МГц (Примечания 2 и 3)
Толчки	0,5 (линия - линия) 1 (линия-"земля")	кВ	МЭК 61000-4-5	В	1,2/50 (8/20) мксек (Примечание 4)
Быстрый переход	0,5	кВ	МЭК 61000-4-4	В	
Падение напряжения	> 95 0,5	% периода снижения	МЭК 61000-4-11	В	
	30 25	% периода снижения	МЭК 61000-4-11	С	

Таблица 2/К.43 – Оборудование в помещении клиента

Физические явления внешней среды	Тестовые уровни	Единицы измерений	Базовые стандарты	Критерии функционирования	Замечания
Прерывания напряжения	95 250	% периода снижения	МЭК 61000-4-11	С	
ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Испытание может проводиться начиная с частоты ниже 80 МГц, но не ниже чем 27 МГц. ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В испытании может использоваться более низкий уровень при частоте выше 10 МГц. Конкретный уровень находится на стадии изучения. ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Тестовый уровень может определяться как эквивалентный ток через сопротивление 150 Ом. ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Данное испытание можно использовать, когда имеется надлежащее связывание/развязка сети (CDN).					

Добавление I

Связывания/развязки сети в испытаниях с непрерывно меняющимся сигналом

В таблице I.1 приведен типичный импеданс Z_{se} в нормальном режиме соответствующего связывания/развязки сети, наблюдаемый со стороны порта испытываемого оборудования.

Таблица I.1/К.43 – Импеданс сети CDN со стороны порта испытываемого оборудования (EUT)

Параметр	Полоса частот	Требования
$ Z_{se} $	0,15 МГц–26 МГц	150 Ом ± 20 Ом
	26 МГц–80 МГц	150 Ом + 60 Ом –45 Ом

В таблице I.2 приведены типичные спецификации сети CDN для портов симметричных линий электросвязи.

Вносимое затухание при окончании на сопротивление 600 Ом определяется для кабеля аналогового интерфейса тональной частоты. Вносимое затухание при окончании 110 Ом определяется для испытания цифрового интерфейса ЦСИО (ISDN). Эти значения необязательно подходят для других интерфейсов, поэтому потребуется подготовить соответствующие спецификации.

Пример сетей CDN для линий электросвязи приведен в Добавлении IV.

Таблица I.2/К.43 – Требования к связыванию/развязки сети (CDN)

Параметр		Полоса частот	Требования
Импеданс в общем режиме $Z_{се}$	Абсолютное значение	0,15 МГц–26 МГц	150 Ом ± 20 Ом
		26 МГц–80 МГц	150 Ом + 60 Ом –45 Ом
	Угол фазы	0,15 МГц–26 МГц	±30°
		26 МГц–80 МГц	±45°
Переходное затухание		0,15 МГц–80 МГц	< 2 дБ
Затухание развязки		0,15 МГц–26 МГц	> 20 дБ
		26 МГц–80 МГц	> 40 дБ
Вносимое затухание передаваемого сигнала		300 Гц–10 кГц (окончание 600 Ом)	< 2 дБ
		200 Нз–10 МГц (окончание 110 Ом)	< 6 дБ
Затухание продольного преобразования (LCL)		1 МГц	> 60 дБ
		10 МГц	> 40 дБ

Добавление II

Методические указания по определению условий проведения испытаний излучаемым электромагнитным полем

Испытания непрерывно меняющегося передаваемого сигнала определяют устойчивость к индуцируемому напряжению, вызываемому излучаемым электромагнитным полем. Испытание передаваемого сигнала выполняются для диапазона частот, которые индуцируют напряжения, могущие повлиять на испытываемое оборудование. Испытание излучаемым электромагнитным полем определяет в основном устойчивость к индуцированному напряжению в кабельной проводке испытываемого оборудования.

Индуцирование слабо, если общие размеры и длины кабелей оборудования достаточно малы, например меньше, чем $\lambda/10$. Однако, если полные размеры превышают $\lambda/4$, максимальное напряжение может в основном индуцироваться в кабеле оборудования. Поэтому испытание на устойчивость к излучаемому электромагнитному полю следует проводить, когда полный размер кабеля оборудования превышает $\lambda/4$; такие же условия могут быть воспроизведены в схеме испытаний устойчивости к излучению. Также испытание излучаемым электромагнитным полем должно применяться к кабелю, для которого не существует соответствующих испытаний устойчивости проводящих частей.

Предпочтительно применять испытания на устойчивость к излучаемым электромагнитным полям в диапазоне частот от 27 до 2000 МГц, когда испытываемое оборудование монтируется в стойке. (Возможно применение метода испытаний, определенного в документе МЭК 61000-4-3 со снижением частоты вплоть до 26 МГц).

В акте испытаний должны указываться основания для выбора диапазона частот.

Добавление III

Однородность тестового поля

Для напольного оборудования, установленного на подставку высотой 0,1 м над отсчетной эталонной поверхностью, соответствующие напряженности поля указаны на рисунках III.1 и III.2. Если оборудование установлено на подставке, высотой 0,8 м над уровнем отсчетной поверхности, то напряженности поля ниже отметки 0,8 м не определяются.

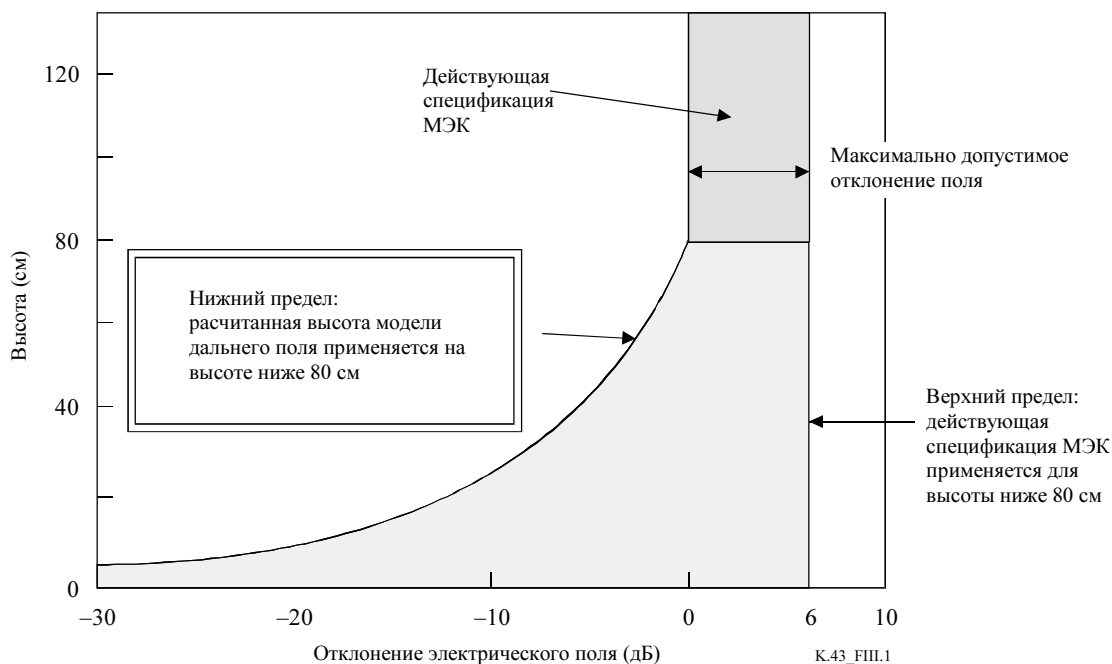


Рисунок III.1/К.43 – Необходимая однородность электрического поля на высоте ниже 80 см (горизонтальная поляризация)

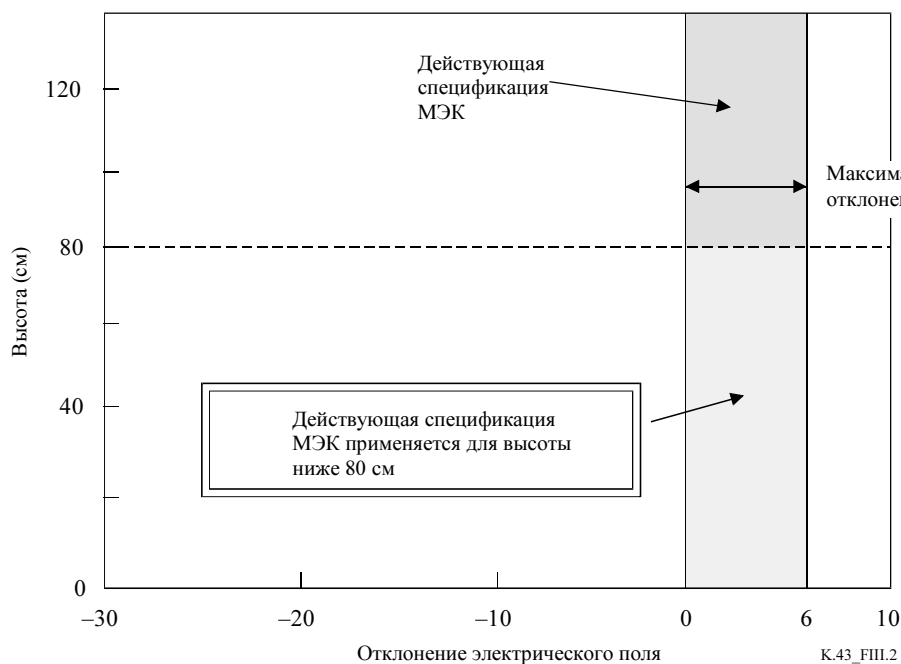
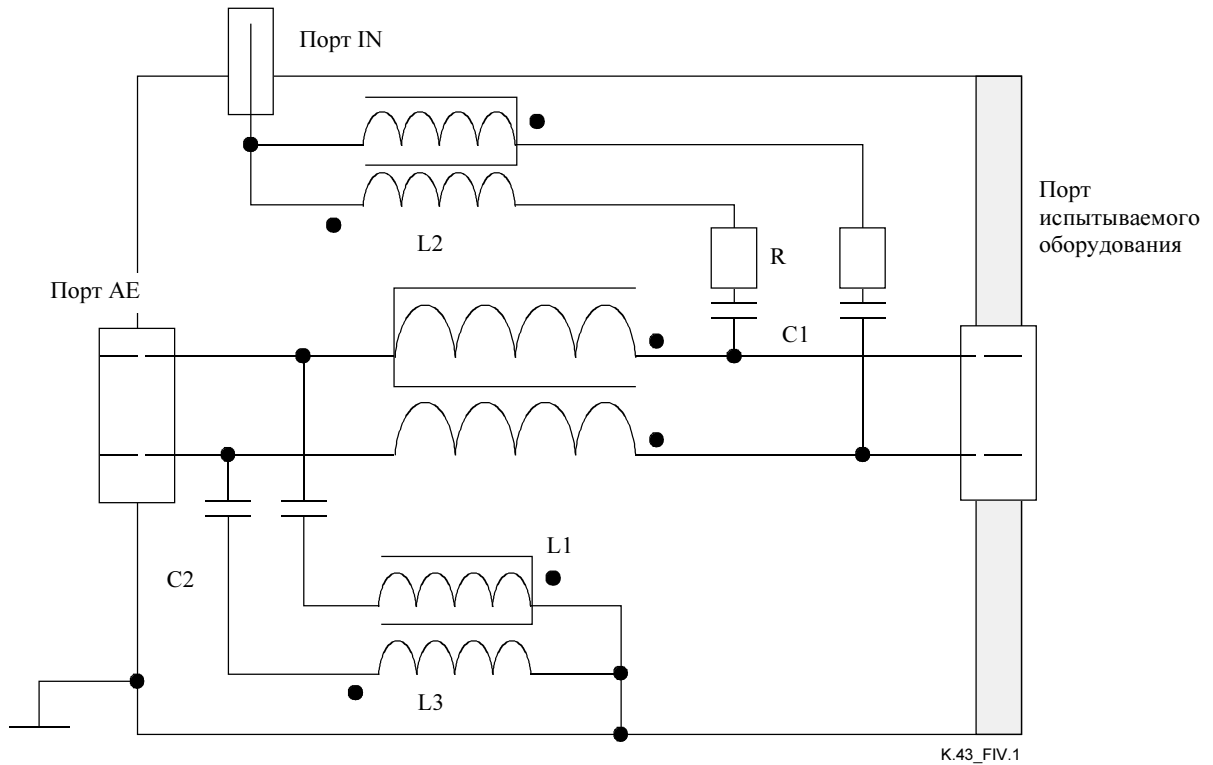


Рисунок III.2/К.43 – Необходимая однородность электрического поля на высоте ниже 80 см (вертикальная поляризация)

Добавление IV

Примеры связывания/развязки сети (CDN)



$C1$ (типично) = 10 нФ
 $C2$ (типично) = 47 нФ
 $R = 200$ Ом
 $L1 \gg 280$ мкГн при 150 кГц
 $L2 = L3 = 6$ мкГн (если $C1$ и $L3$ не используются, то $L1 \geq 30$ мкГн)

Рисунок IV.1/К.43 – Пример связывания/развязки сети в случае двухпроводной симметричной линии

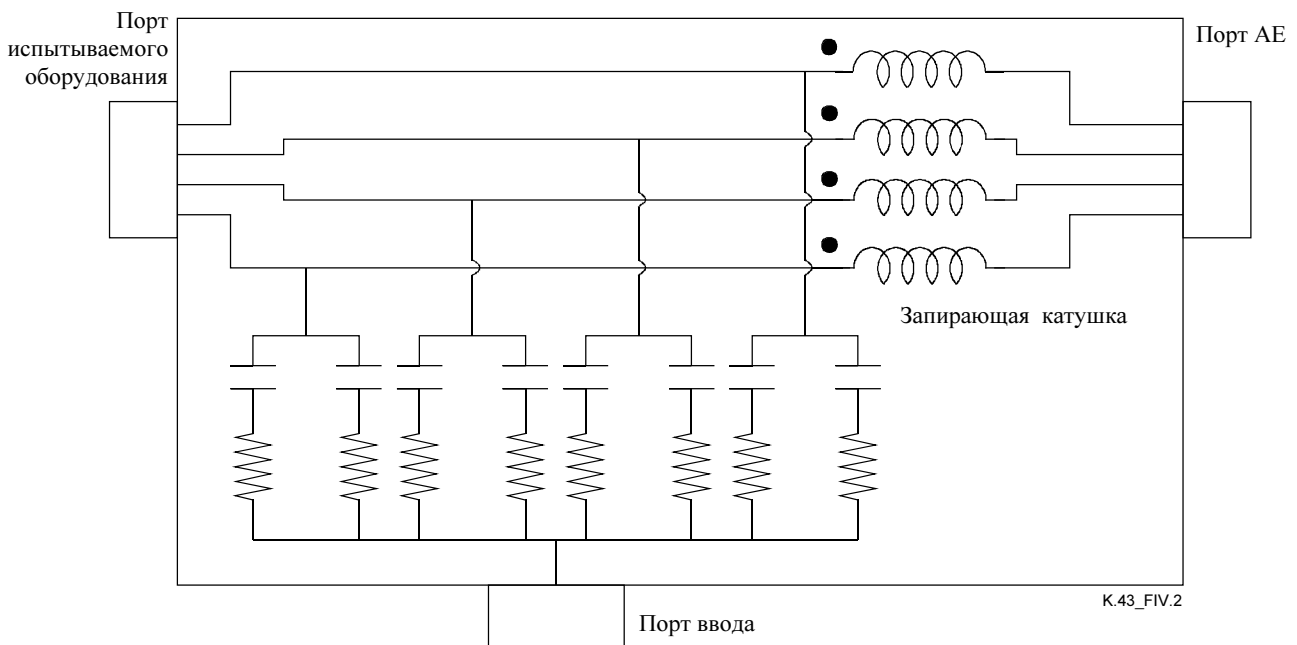
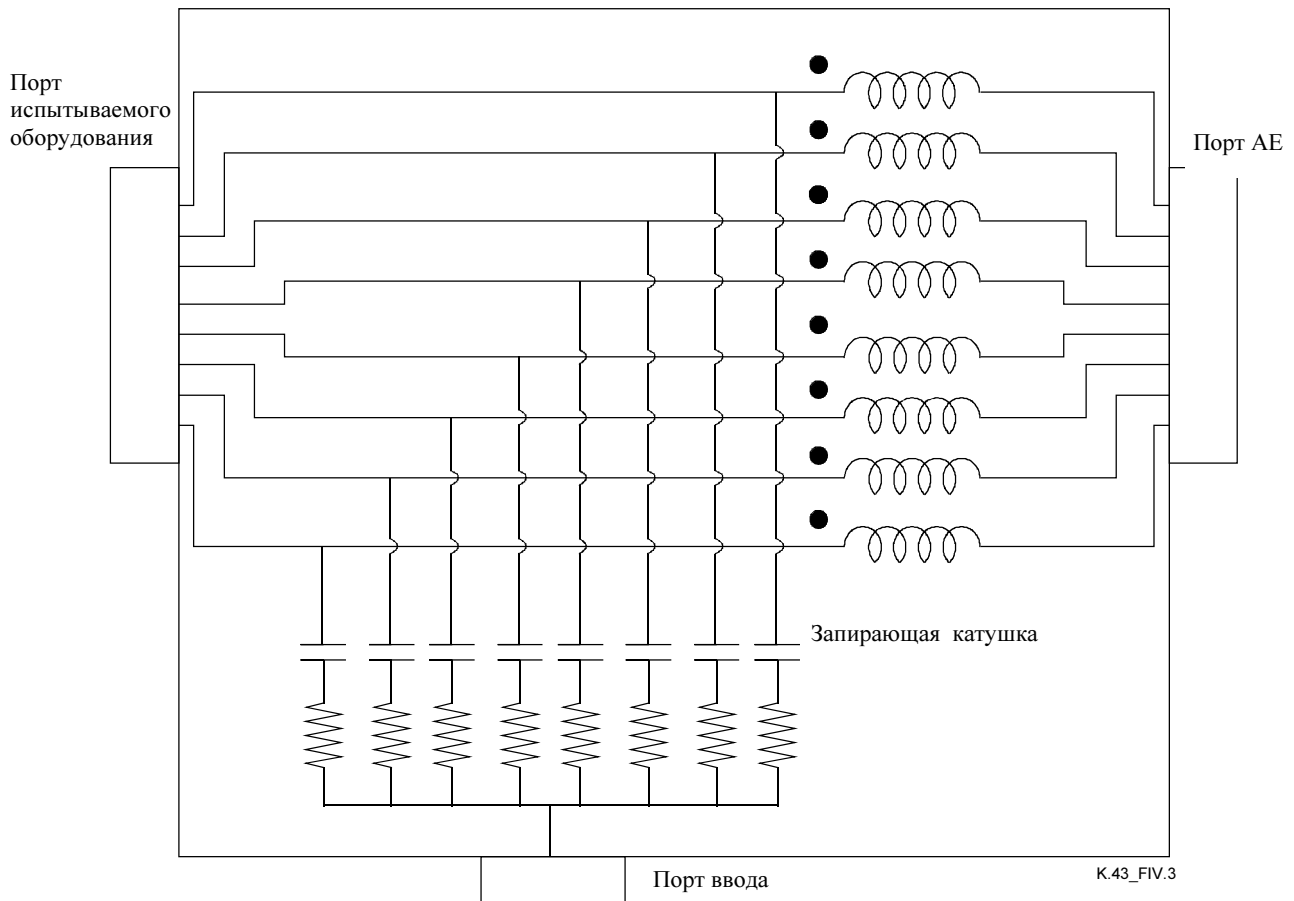


Рисунок IV.2/К.43 – Пример связывания/развязки сети в случае четырехпроводной симметричной линии



ПРИМЕЧАНИЕ – Импеданс катушки индуктивности обычного режима $> 250 \text{ Ом}$

Рисунок IV.3/К.43 – Пример связывания/развязки сети для восьмипроводной симметричной линии

СЕРИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевого протокола (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи