



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ-Т

К.21

(07/2003)

СЕРИЯ К: ЗАЩИТА ОТ ПОМЕХ

**Стойкость оборудования электросвязи,
установленного в помещении абонента,
к перенапряжениям и сверхтокам**

Рекомендация МСЭ-Т К.21

Рекомендация МСЭ-Т К.21

Стойкость оборудования электросвязи, установленного в помещении абонента, к перенапряжениям и сверхтокам

Резюме

В данной Рекомендации определяются требования к стойкости и процедуры испытания оборудования электросвязи, установленного в помещении абонента.

Перенапряжения и сверхтоки, рассматриваемые в данной Рекомендации, включают импульсные напряжения, возникающие вследствие разрядов молнии непосредственно в линейных сооружениях или вблизи них, краткосрочных наводок от расположенных рядом силовых линий переменного тока или электрифицированных железнодорожных систем, повышения энергopotенциала относительно земли вследствие сбоя в системе энергopитания, замыкания между линиями электросвязи и силовыми линиями, а также в результате электростатических разрядов. Источником перенапряжений во внутренних линиях является, как правило, индуктивная связь, вызванная током молнии близких разрядов или током молнии, проведенным расположенными поблизости проводниками.

Наиболее существенные изменения, внесенные в данную Рекомендацию, по сравнению с версией 2000 года:

- замена продольного испытания испытанием порт–земля;
- введение внешнего порта в испытания порта;
- добавление требований к внутреннему порту.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т К.21 утверждена 29 июля 2003 года 5-ой 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 и сокращения.....	1
3.1 Определения.....	1
4 Испытания.....	1

Рекомендация МСЭ-Т К.21

Стойкость оборудования электросвязи, установленного в помещении абонента, к перенапряжениям и сверхтокам

1 Область применения

В настоящей Рекомендации определяются требования к стойкости и процедуры проведения испытаний для оборудования электросвязи, подключенного или установленного в помещении абонента. Требования, содержащиеся в данной Рекомендации, предполагают, что соединение и заземление оборудования выполнено в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т К.31.

Данная Рекомендация применима как к внутренним, так и к внешним портам. Базовая Рекомендация МСЭ-Т К.44 (Методика и схемы испытаний) является неотъемлемой частью данной Рекомендации. Ее следует рассматривать вместе с Рекомендациями К.11 и К.39.

2 Ссылки

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

- ITU-T Recommendation K.11 (1993), *Principles of protection against overvoltages and overcurrents*.
- ITU-T Recommendation K.31 (1993), *Bonding configurations and earthing of telecommunication installations inside a subscriber's building*.
- ITU-T Recommendation K.39 (1996), *Risk assessment of damages to telecommunication sites due to lightning discharges*.
- ITU-T Recommendation K.44 (2003), *Resistibility tests for telecommunication equipment exposed to overvoltages and overcurrents – Basic Recommendation*.
- IEC 61000-4-2:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*.

3 Определения и сокращения

3.1 Определения

Используемые в настоящей Рекомендации определения, сокращения и символы определены в Рекомендации МСЭ-Т К.44.

4 Испытания

Краткие сведения об испытаниях, применимых к оборудованию, установленному в центре электросвязи, приведены в таблице 1. Цифры в колонках "Тип порта", например, 2.2.1.a, соотносятся с колонками "Номер испытания" в таблицах 2–5. Слова "В процессе изучения" означают, что МСЭ-Т в настоящее время проводит исследование данного испытания. Условия испытания, применимые к четырем портам (симметричному, коаксиальному, выделенного подвода электропитания, сетевого электропитания), приведены в таблицах 2–5. Условия испытаний в отношении ESD приведены в

таблице 6. Условия испытаний в отношении внутренних кабельных портов приведены в таблице 7. Информация об используемых в таблицах заголовках и терминах содержится в пункте 10/К.44.

Для выбора повышенного требования к стойкости см. пункт 5.2/К.44.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Испытание "порт–внешний порт" для базового уровня испытаний не применяется, если оборудование не рассчитано для функционирования без заземления.

Таблица 1а/К.21 – Испытания, применимые к внешним портам

Вид испытания	Количество одновременно тестируемых портов	Тестовое соединение	Первичная защита	Тип порта			
				Симметричный порт	Коаксиальный порт	Порт выделенной подачи питания	Порт сетевого питания
Напряжение грозового разряда	Один	Поперечное	Нет	2.1.1.a		4.1.1.a	5.1.1.a
		Порт–земля	Нет	2.1.1.b		4.1.1.b	5.1.1.b
		Порт – внешний порт	Нет	2.1.1.c		4.1.1.c	5.1.1.c
		Поперечное	Да	2.1.2.a		4.1.2.a	5.1.2.a
		Порт–земля	Да	2.1.2.b		4.1.2.b	5.1.2.b
		Порт – внешний порт	Да	2.1.2.c		4.1.2.c	5.1.2.c
	Несколько	Порт–земля	Нет	2.1.3.a		н/д	н/д
		Порт – внешний порт	Нет	2.1.3.b		н/д	н/д
		Порт–земля	Да	2.1.4.a		н/д	н/д
		Порт – внешний порт	Да	2.1.4.b		н/д	н/д
Ток грозового разряда	Один	Порт–земля	Нет	2.1.5.a		4.1.5.a	н/д
		Порт – внешний порт	Нет	2.1.5.b		4.1.5.b	н/д
	Несколько	Порт–земля	Нет	2.1.6.a		н/д	н/д
		Порт – внешний порт	Нет	2.1.6.b		н/д	н/д

н/д = нет данных

Таблица 1а/К.21 – Испытания, применимые к внешним портам

Вид испытания	Количество одновременно тестируемых портам	Тестовое соединение	Первичная защита	Тип порта			
				Симметричный порт	Коаксиальный порт	ПОРТ выделенной подачи питания	ПОРТ сетевого питания
Электрическая индукция и повышение потенциала земли	Один	Поперечное	Нет	2.2.1.a		4.2.1.a	н/д
		Порт–земля	Нет	2.2.1.b		4.2.1.b	5.2.1 Изучается
		Порт – внешний порт	Нет	2.2.1.c		4.2.1.c	5.2.1 Изучается
		Поперечное	Да	2.2.2.a		4.2.2.a	н/д
		Порт–земля	Да	2.2.2.b		4.2.2.b	н/д
		Порт – внешний порт	Да	2.2.2.c		4.2.2.c	н/д
Повышение нейтрального потенциала	Один	Порт–земля	Нет	н/д		н/д	5.2.2.a
		Порт – внешний порт	Нет	н/д		н/д	5.2.2.b
Контакт с электро-сетью	Один	Поперечное	Нет	2.3.1.a		4.3.1.a	н/д
		Порт–земля	Нет	2.3.1.b		4.3.1.b	н/д
		Порт – внешний порт	Нет	2.3.1.c		4.3.1.c	н/д

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Коаксиальные порты находятся в процессе изучения.

н/д = нет данных

Таблица 1б/К.21 – Испытания, применимые к внутренним портам

Вид испытания	Первичная защита	Неэкранированный кабель	Экранированный кабель	Плавающий интерфейс питания постоянного тока	Заземленный интерфейс питания постоянного тока
Воздействие грозových разрядов	Нет	7.1	7.2	7.3	7.4

Таблица 2а/К.21 – Условия испытаний по воздействию грозových разрядов на порты, соединенные с внешними симметричными кабелями парной скрутки

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания и форма волны. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
2.1.1.a	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, поперечное	A.3.1 и A.6.1-1 (a и b) 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	1) Это испытание неприменимо для случаев, когда оборудование предназначено для использования всегда с первичной защитой и при согласии оператора. Если данное испытание неприменимо, следует выполнить надлежащее испытание из таблицы 7. 2) Если собственная защита тестируемого порта включает в себя заземленные SPD, для $U_{c(max)}$ используется значение 1,5 кВ вместо 6 кВ. 3) Если у оборудования изолированный корпус, тест на 6 кВ выполняется с оборудованием, обернутым в проводящую фольгу, соединенную с обратным контактом генератора.
2.1.1.b	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, порт–земля	A.3.1 и A.6.1-2 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ См. комментарии $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	
2.1.1.c	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, порт – внешний порт	A.3.1 и A.6.1-3 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ См. комментарии $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	

Таблица 2а/К.21 – Условия испытаний по воздействию грозových разрядов на порты, соединенные с внешними симметричными кабелями парной скрутки

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания и форма волн. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
2.1.2.a	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, поперечное	A.3.1 и A.6.1-1 (a и b) 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Специальный тестовый разрядник, см. п. 8.4/К.44	А В ходе испытания специальный тестовый разрядник должен работать при $U_c = U_{c(max)}$	Если в оборудовании имеются компоненты, выдерживающие большой ток и исключающие необходимость в первичной защите, см. п. 10.1.1/К.44.
2.1.2.b	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, порт–земля	A.3.1 и A.6.1-2 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности			
2.1.2.c	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, порт – внешний порт	A.3.1 и A.6.1-3 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$ $U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности			
2.1.3.a	Несколько портов, грозовой разряд, стандартное испытание, порт–земля	A.3.1 и A.6.1-4 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	Испытание с несколькими портами одновременно применимо к 100% портов в количестве, ограниченном 8 портами, максимум. Испытание неприменимо, если оборудование предназначено для использования всегда с первичной защитой.
2.1.3.b	Несколько портов, грозовой разряд, стандартное испытание, порт – внешний порт	A.3.1 и A.6.1-5 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$				
2.1.4.a	Несколько портов, грозовой разряд, стандартное испытание, порт–земля	A.3.1 и A.6.1-4 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Согласованный первичный разрядник	А	Испытание с несколькими портами одновременно применимо к 100% портов в количестве, ограниченном до 8 портами, максимум. Если в оборудовании имеются компоненты, выдерживающие большой ток и исключающие необходимость в первичной защите, то не следует удалять эти компоненты и вводить дополнительно первичную защиту.
2.1.4.b	Несколько портов, грозовой разряд, стандартное испытание, порт – внешний порт	A.3.1 и A.6.1-5 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$				

Таблица 2а/К.21 – Условия испытаний по воздействию грозových разрядов на порты, соединенные с внешними симметричными кабелями парной скрутки

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания и форма волны. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
2.1.5.a	Один порт, ток грозового разряда, порт–земля	А.3.4 и А.6.1-2 8/20 мкс	I = 1 кА/провод R = 0 Ом	I = 5 кА/провод R = 0 Ом	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	Данное испытание применимо только в случае, когда в оборудовании имеется компоненты, выдерживающие большой ток и исключают необходимость в первичной защите. Не следует удалять эти компоненты. Испытание с несколькими портами одновременно применимо к 100% портов в количестве, ограниченном 8 портами, максимум.
2.1.5.b	Один порт, ток грозового разряда, порт – внешний порт	А.3.4 и А.6.1-3 8/20 мкс	I = 1 кА/провод R = 0 Ом	I = 5 кА/провод R = 0 Ом				
2.1.6.a	Несколько портов, ток грозового разряда, порт–земля	А.3.4 и А.6.1-4 8/20 мкс	I = 1 кА/провод Ограничено до 6 кА в общей сумме при R = 0 Ом	I = 5 кА/провод Ограничено до 30 кА в общей сумме при R = 0 Ом	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	
2.1.6.b	Несколько портов, ток грозового разряда, порт – внешний порт	А.3.4 и А.6.1-5 8/20 мкс	I = 1 кА/провод Ограничено до 6 кА в общей сумме при R = 0 Ом	I = 5 кА/провод Ограничено до 30 кА в общей сумме при R = 0 Ом				

Таблица 2б/К.21 – Условия испытания электрической индукции и повышения потенциала Земли для портов, соединенных с внешними симметричными кабелями парной скрутки

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
2.2.1.a	Электрическая индукция, стандартное испытание, поперечное	А.3.6 и А.6.1-1 (а и b)	$W_{sp(max)} = 0,2 \text{ A}^2\text{c}$ Частота = $16 \frac{2}{3}$, 50 или 60 Гц $U_{a.c.(max)} = 600 \text{ В}$ $R = 600 \text{ Ом}$ $t = 0,2 \text{ с}$	$W_{sp(max)} = 0,2 \text{ A}^2\text{c}$ Частота = $16 \frac{2}{3}$, 50 или 60 Гц $U_{a.c.(max)} = 600 \text{ В}$ $R = 600 \text{ Ом}$ $t = 0,2 \text{ с}$	5	Отсутствует	А	Это испытание неприменимо для случаев, когда оборудование предназначено для использования всегда с первичной защитой при согласии оператора.
2.2.1.b	Стандартное испытание электрической индукции и повышения потенциала Земли, порт–земля	А.3.6 и А.6.1-2			5	Отсутствует	А	
2.2.1.c	Стандартное испытание электрической индукции и повышения потенциала Земли, порт – внешний порт	А.3.6 и А.6.1-3			5	Отсутствует	А	
2.2.2.a	Электрическая индукция, стандартное/ согласованное испытание, поперечное	А.3.6 и А.6.1-1 (а и b)	$W_{sp(max)} = 1 \text{ A}^2\text{c}$ Частота = $16 \frac{2}{3}$, 50 или 60 Гц $U_{a.c.(max)} = 600 \text{ В}$ $R = 600 \text{ Ом}$ $t = 1,0 \text{ с}$ (Примечание 1)	$W_{sp(max)} = 10 \text{ A}^2\text{c}$ Частота = $16 \frac{2}{3}$, 50 или 60 Гц $U_{a.c.(max)} = 1500 \text{ В}$ $R = 200 \text{ Ом}$ $t_{(max)} = 2 \text{ с}$ $t = \frac{W_{sp} \times R^2}{(U_{a.c.})^2} \quad (4-1)$ (Примечание 2)	5	Специальный тестовый разрядник, см. 8.4/К.44	А	Если в оборудовании имеются компоненты, выдерживающие большой ток и исключающие необходимость в первичной защите, см. п. 10.1.3/К.44.
2.2.2.b	Электрическая индукция и повышение потенциала Земли, стандартное/ согласованное испытание, порт–земля	А.3.6 и А.6.1-2			5		А	
2.2.2.c	Электрическая индукция и повышение потенциала Земли, стандартное/ согласованное испытание, порт – внешний порт	А.3.6 и А.6.1-3			5		А	

Таблица 2б/К.21 – Условия испытания электрической индукции и повышения потенциала Земли для портов, соединенных с внешними симметричными кабелями парной скрутки

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
2.3.1.a	Контакт с электросетью, стандартное испытание, поперечное	А.3.6 и А.6.1-1 (а и б)	U _{а.с.} = 230 В Частота = 50 или 60 Гц t = 15 минут для каждого тестового резистора R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600 и 1000 Ом. См. колонку "критерии приемки"	U _{а.с.} = 230 В Частота = 50 или 60 Гц t = 15 минут для каждого тестового резистора R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600 и 1000 Ом. См. колонку "критерии приемки"	1	Отсутствует	Для базового уровня: критерий В. Для расширенного уровня: критерий А для тестовых резисторов 160, 300 и 600 Ом, критерий В для остальных резисторов.	В некоторых обстоятельствах испытание может проводиться с меньшим числом резисторов ограничения тока. В отношении указаний по выбору необходимого размера резисторов см. параграф 11, пункт 7.2 и пункт I.1.4/К.44. В случае если оборудование предназначено для использования всегда с первичной защитой, и оператор с этим согласен, следует выполнять это испытания, установив специальный тестовый разрядник.
2.3.1.b	Контакт с электросетью, стандартное испытание, порт–земля	А.3.6 и А.6.1-2			1	Отсутствует		
2.3.1.b	Контакт с электросетью, стандартное испытание, порт – внешний порт	А.3.6 и А.6.1-3			1	Отсутствует		
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Условия испытания 2.2.2 (уровень основного испытания) могут быть приспособлены к местным условиям за счет варьирования тестовых параметров в следующих пределах, чтобы было соблюдено равенство $I^2t = 1 \text{ A}^2\text{s}$:</p> <p>$U_{a.c.(max)} = 300 \text{ В} \dots\dots\dots 600 \text{ В}$, выбрано в целях соответствия местным условиям;</p> <p>$t \leq 1,0 \text{ с}$, выбрано в целях соответствия местным условиям;</p> <p>$R \leq 600 \text{ Ом}$, подлежит расчету согласно уравнению (4-2);</p> $R = U_{a.c.(max)} \sqrt{\frac{t}{1 \text{ A}^2\text{s}}} \quad (4-2)$ <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В отношении испытания 2.2.2 (уровень расширенного испытания) оборудование соответствует обозначенному критерию для всех сочетаний напряжения/времени, не выходящих за рамки кривой напряжения/времени $10 \text{ A}^2\text{s}$ на рисунке 1. Кривая на рисунке 1 определена согласно уравнению (4-1) и граничным условиям в таблице 2б.</p>								

Таблица 3/К.21 – Условия испытаний для портов, соединенных с внешними коаксиальными кабелями (В стадии изучения)

**Таблица 4а/К.21 – Условия испытаний по воздействию грозовых разрядов на порты,
соединенные с внешними кабелями выделенной подачи постоянного или переменного тока**

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания и форма волны. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
4.1.1.a	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, поперечное	A.3.1 и A.6.1-1 (a и b) 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	A	1) Это испытание неприменимо для случаев, когда оборудование предназначено для использования с первичной защитой и оператор с этим согласен. Если данное испытание не выполняется, следует выполнить соответствующее испытание из таблицы 7. 2) Если собственная защита тестируемого порта включает в себя заземленные SPD, для $U_{c(max)}$ используется значение 1,5 кВ вместо 6 кВ. 3) Если у оборудования изолированный корпус, тест на 6 кВ выполняется с оборудованием, обернутым в проводящую фольгу, соединенную с обратным контактом генератора.
4.1.1.b	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, порт–земля	A.3.1 и A.6.1-2 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	A	
4.1.1.c	Один порт, грозовой разряд, стандартное испытание, порт – внешний порт	A.3.1 и A.6.1-3 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 1,5 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	A	
4.1.2.a	Один порт, грозовой разряд, согласованное испытание, поперечное	A.3.1 и A.6.1-1 (a и b) 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Специальный тестовый разрядник	A В ходе теста специальная тестовая защита должна работать при $U_c = U_{c(max)}$	Если в оборудовании имеются компоненты, выдерживающие большой ток и исключающие необходимость в первичной защите, то не следует удалять эти компоненты и вводить дополнительно первичную защиту. В ходе испытания эта защита должна работать при $U_c = U_{c(max)}$. Если первичный разрядник представляет собой устройство портного типа, следует использовать схему и уровни испытания, указанные в испытании 4.1.5
4.1.2.b	Один порт, грозовой разряд, согласованное испытание, порт–земля	A.3.1 и A.6.1-2 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Специальный тестовый разрядник		
4.1.2.c	Один порт, грозовой разряд, согласованное испытание, порт – внешний порт	A.3.1 и A.6.1-3 10/700 мкс	$U_{c(max)} = 4 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6 \text{ кВ}$ $R = 25 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Специальный тестовый разрядник		

**Таблица 4а/К.21 – Условия испытаний по воздействию грозовых разрядов на порты,
соединенные с внешними кабелями выделенной подачи постоянного или переменного тока**

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания и форма волны. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
4.1.3	Несколько портов, грозовой разряд, стандартное испытание, порт–земля и порт – внешний порт		н/д	н/д				
4.1.4	Несколько портов, грозовой разряд, порт–земля и порт – внешний порт		н/д	н/д				
4.1.5а	Один порт, ток грозового разряда, порт–земля	А.3.4 и А.6.1-2 8/20 мкс	I = 1 кА/провод R = 0 Ом	I = 5 кА/провод R = 0 Ом	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	Данное испытание применимо только в случае, когда в оборудовании имеются компоненты, выдерживающие большой ток и исключающие необходимость в первичной защите. Не удалять эти компоненты.
4.1.5.b	Один порт, ток грозового разряда, порт – внешний порт	А.3.4 и А.6.1-3 8/20 мкс	I = 1 кА/провод R = 0 Ом	I = 5 кА/провод R = 0 Ом	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	
4.1.6	Несколько портов, ток грозового разряда		н/д	н/д				
ПРИМЕЧАНИЕ. – Поскольку имеется недостаточно знаний по согласованной первичной защите, составить руководство не представляется возможным. Порты приведены в промежуточных условиях проведения тестов для симметричных пар.								

Таблица 4б/К.21 – Условия испытаний электрической индукции и повышения потенциала Земли на портах, соединенных с внешними кабелями выделенной подачи переменного или постоянного тока

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
4.2.1.a	Электрическая индукция, стандартное испытание, поперечное	А.3.6 и А.6.1-1 (а и b)	$W_{sp(max)} = 0,2 \text{ A}^2\text{c}$ Частота = $16 \frac{2}{3}$, 50 или 60 Гц $U_{a.c.(max)} = 600 \text{ В}$ $R = 600 \text{ Ом}$ $t = 0,2 \text{ с}$	$W_{sp(max)} = 0,2 \text{ A}^2\text{c}$ Частота = $16 \frac{2}{3}$, 50 или 60 Гц $U_{a.c.(max)} = 600 \text{ В}$ $R = 600 \text{ Ом}$ $t = 0,2 \text{ с}$	5	Отсутствует	А	Это испытание неприменимо для случаев, когда оборудование предназначено для использования всегда с первичной защитой и при согласии оператора.
4.2.1.b	Электрическая индукция и повышение потенциала Земли, стандартное испытание, порт–земля	А.3.6 и А.6.1-2			5	Отсутствует	А	
4.2.1.c	Электрическая индукция и повышение потенциала Земли, стандартное испытание, порт – внешний порт	А.3.6 и А.6.1-3			5	Отсутствует	А	

Таблица 4б/К.21 – Условия испытаний электрической индукции и повышения потенциала Земли на портах, соединенных с внешними кабелями выделенной подачи переменного или постоянного тока

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
4.2.2.a	Электрическая индукция, стандартное/согласованное испытание, поперечное	А.3.6 и А.6.1-1 (а и b)	$W_{sp(max)} = 1 A^2c$ Частота = $16 \frac{2}{3}$, 50 или 60 Гц $U_{a.c.(max)} = 600 V$ $R = 600 \text{ Ом}$ $t = 1,0 c$ (Примечание 1)	$W_{sp(max)} = 10 A^2c$ Частота = $16 \frac{2}{3}$, 50 или 60 Гц $U_{a.c.(max)} = 1500 V$ $R = 200 \text{ Ом}$ $t_{(max)} = 2 c$ $t = \frac{W_{sp} \times R^2}{(U_{a.c.})^2} \quad (4-1)$ (Примечание 2)	5	Специальный тестовый разрядник	А	Если в оборудовании имеются компоненты, выдерживающие большой ток и исключающие необходимость в первичной защите, то не следует удалять эти компоненты и вводить дополнительно первичную защиту.
4.2.2.b	Электрическая индукция и повышение потенциала Земли, стандартное/согласованное испытание, порт–земля	А.3.6 и А.6.1-2			5	Специальный тестовый разрядник	А	
4.2.2.c	Электрическая индукция и повышение потенциала Земли, стандартное/согласованное испытание, порт – внешний порт	А.3.6 и А.6.1-3			5	Специальный тестовый разрядник	А	

Таблица 4б/К.21 – Условия испытаний электрической индукции и повышения потенциала Земли на портах, соединенных с внешними кабелями выделенной подачи переменного или постоянного тока

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
4.3.1.a	Контакт с электросетью, стандартное испытание, поперечное	А.3.6 и А.6.1-1 (а и b)	$U_{a.c.} = 230 \text{ В}$ Частота = 50 или 60 Гц $t = 15$ минут для каждого тестового резистора $R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600$ и 1000 Ом См. колонку "критерии приемки"	$U_{a.c.} = 230 \text{ В}$ Частота = 50 или 60 Гц $t = 15$ минут для каждого тестового резистора $R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600$ и 1000 Ом См. колонку "критерии приемки"	1	Отсутствует	Для основного уровня: критерий В. Для расширенного уровня: критерий А. Для тестовых резисторов 160, 300 и 600 Ом, Критерий В для другого резистора	В некоторых обстоятельствах испытание может проводиться с меньшим числом резисторов ограничения тока. В отношении указаний по выбору необходимого размера резисторов см. параграф 11, пункт 7.2 и пункт I.1.4/К.44. В случае если оборудование предназначено для использования всегда с первичной защитой, и оператор с этим согласен, следует выполнять это испытания, установив специальный тестовый разрядник.
4.3.1.b	Контакт с электросетью, стандартное испытание, порт–земля	А.3.6 и А.6.1-2			1	Отсутствует		
4.3.1.b	Контакт с электросетью, стандартное испытание, порт – внешний порт	А.3.6 и А.6.1-3			1	Отсутствует		

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Условия испытания 4.2.2 (уровень основного испытания) могут быть приспособлены к местным условиям за счет варьирования тестовых параметров в следующих пределах, чтобы было соблюдено равенство $I^2t = 1 \text{ А}^2\text{с}$:

$U_{a.c.(max)} = 300 \text{ В} \dots\dots\dots 600 \text{ В}$, с выбором в целях соответствия местным условиям;

$t \leq 1,0 \text{ с}$, с выбором в целях соответствия местным условиям;

$R \leq 600 \text{ Ом}$, подлежит расчету согласно уравнению (4-2):

$$R = U_{a.c.(max)} \sqrt{\frac{t}{1 \text{ А}^2 \text{ с}}} \quad (4-2)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В отношении испытания 4.2.2 (уровень расширенного испытания) оборудование соответствует обозначенному критерию для всех сочетаний напряжения/времени, не выходящих за рамки кривой напряжения/времени $10 \text{ А}^2\text{с}$ на рисунке 1. Кривая на рисунке 1 определена согласно уравнению (4-1) и граничным условиям в таблице 4б.

Таблица 5/К.21 – Условия испытаний для портов сети электропитания

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания и форма волны. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
5.1.1.a	Грозовой разряд, стандартное испытание, поперечное	Волна комбинации А.3-5 и А.6.4-1	$U_{c(max)} = 2,5 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	Это испытание неприменимо в случае, если оборудование предназначено для использования всегда с первичной защитой и при согласии оператора.
5.1.1.b	Грозовой разряд, стандартное испытание, порт–земля	Волна комбинации А.3-5 и А.6.4-2	$U_{c(max)} = 2,5 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	
5.1.1.c	Грозовой разряд, стандартное испытание, порт – внешний порт	Волна комбинации А.3-5 и А.6.4-3	$U_{c(max)} = 2,5 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 6,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	
5.1.2.a	Грозовой разряд, стандартное/ согласованное испытание	Волна комбинации А.3-5 и А.6.4-1	$U_{c(max)} = 6,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 10,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Согласованный первичный разрядник (сеть электропитания). (Примечание 2)	А	
5.1.2.b	Грозовой разряд, стандартное/ согласованное испытание, порт–земля	Волна комбинации А.3-5 и А.6.4-2	$U_{c(max)} = 6,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 10,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Согласованный первичный разрядник (сеть электропитания). (Примечание 2)	А	
5.1.2.c	Грозовой разряд, стандартное испытание, порт – внешний порт	Волна комбинации А.3-5 и А.6.4-3	$U_{c(max)} = 6,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	$U_{c(max)} = 10,0 \text{ кВ}$ $R = 0 \text{ Ом}$	5 по каждой полярности	Согласованный первичный разрядник (сеть электропитания). (Примечание 2)	А	
5.2.1	Повышение потенциала Земли		В процессе изучения	В процессе изучения	5	Отсутствует	А	

Таблица 5/К.21 – Условия испытаний для портов сети электропитания

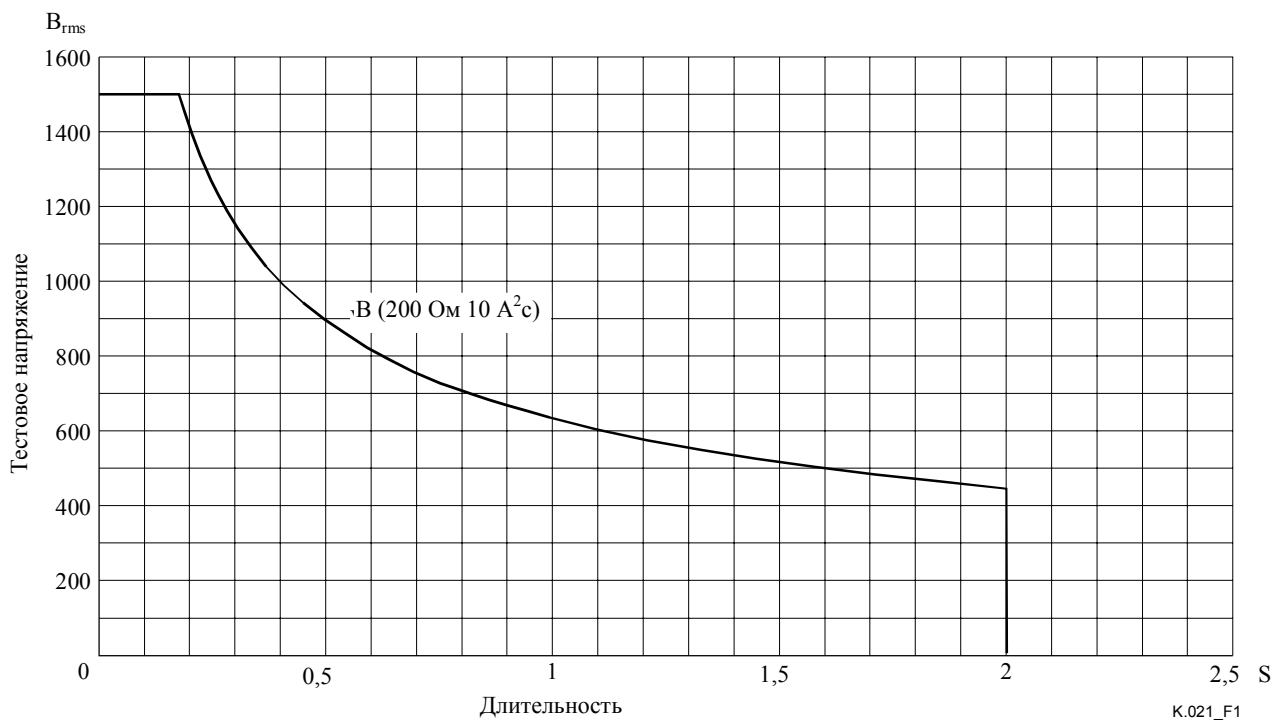
№ испытания	Описание испытания	Схема испытания и форма волны. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
5.2.2.a	Повышение нейтрального потенциала, стандартное испытание, порт–земля	А.3.6 и А.6.4-1 переменный ток	$U_{a.c.} = 600 \text{ В}$ Частота = 50 или 60 Гц $t = 1 \text{ с}$ $R = 200 \text{ Ом}$	$U_{a.c.} = 1500 \text{ В}$ Частота = 50 или 60 Гц $t = 1 \text{ с}$ $R = 200 \text{ Ом}$	5	Отсутствует	А	Это испытание применимо только в случае, если оборудование подлежит установке с системой сетевого электропитания ТТ или IT, и оператор просит об этом.
5.2.2.b	Повышение нейтрального потенциала, стандартное испытание, порт – внешний порт	А.3.6 и А.6.4-2 переменный ток			5	Отсутствует	А	
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Тесты из таблицы 5 проводятся как для оборудования с сетевым питанием, так и для комбинации оборудования с питанием типа plug rack и аппаратуры для оборудования с питанием типа plug rack.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Полная длина провода, используемого для соединения согласованного первичного разрядника, составляет 1 м.</p>								

Таблица 6/К.21 – Условия испытаний ESD, подведенных к корпусу

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания	Уровень основного испытания	Уровень расширенного испытания	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки
6.1.a	Разряд в воздухе	IEC 61000-4-2 1995	уровень 3	уровень 4	5	н/д	А
6.1.b	Разряд при контакте	IEC 61000-4-2 1995	уровень 3	уровень 4	5	н/д	А
ПРИМЕЧАНИЕ. – Испытание применимо к корпусу оборудования.							

Таблица 7/К.21 – Условия испытаний по воздействию грозового разряда на порты, соединенные с внутренними кабелями

№ испытания	Описание испытания	Схема испытания и форма волны. См. Приложение А/К.44	Уровни основного испытания. См. также п. 7/К.44	Уровни расширенного испытания. См. также пп. 5 и 7/К.44	Число испытаний	Первичная защита	Критерии приемки	Комментарии
7.1	Неэкранированный кабель	Рисунки А.3-5 и А.6-1 $R = 10 \text{ Ом}$	$U_{c(\max)} = 1000 \text{ В}$	$U_{c(\max)} = 1500 \text{ В}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	
7.2	Экранированный кабель (включая коаксиальные кабели)	Рисунки А.3-5 и А.6.5-1 $R = 0 \text{ Ом}$	$U_{c(\max)} = 1000 \text{ В}$	$U_{c(\max)} = 1500 \text{ В}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	
7.3	Интерфейс источника постоянного тока с плавающими портами	Рисунки А.3-5/К.44 и А.6.3-1 $R = 0 \text{ Ом}$ Элемент связи = $10 \text{ }\Omega + 9 \text{ мкФ}$ при последовательном соединении	$U_{c(\max)} = 1000 \text{ В}$	$U_{c(\max)} = 1500 \text{ В}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	Для источников постоянного тока с обоими плавающими портами
7.4	Интерфейс источника постоянного тока с заземлением	Рисунок А.3-5/К.44 и рисунок А.6.3-2а $R = 0 \text{ Ом}$ Элемент связи $\text{d}r\text{f}1 = 10 \text{ Ом} + 9 \text{ мкФ}$ при последовательном соединении $\text{d}r\text{f}2$ подсоединяется к обратному каналу генератора	$U_{c(\max)} = 1000 \text{ В}$	$U_{c(\max)} = 1500 \text{ В}$	5 по каждой полярности	Отсутствует	А	Для источников постоянного тока с одним заземленным портом
ПРИМЕЧАНИЕ. – Оборудование без заземления обернуть в проводящую фольгу, соединенную с обратным контактом генератора.								



Тестовое напряжение как функция длительности для значения удельной энергии и внутреннего сопротивления источника питания.

Рисунок 1/К.21 – Тестовое напряжение как функция длительности с результирующим значением 10A²с при сопротивлении 200 Ом

СЕРИИ 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 связи
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