ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ОТРАСЛИ

Рекомендации по обеспечению стойкости аппаратурных комплексов объектов проводной электросвязи к воздействию дестабилизирующих факторов.

РД 45.083-99

ЦНТИ "ИНФОРМСВЯЗЬ"
Москва - 1999

gost.e-ecolog.ru

РД 45.083-99

Рекомендации по обеспечению стойкости аппаратурных комплексов объектов проводной электросвязи к воздействию дестабилизирующих факторов.

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН Центральным Научно-Исследовательским Институтом Связи (ЦНИИС).
   ВНЕСЕН Научно-техническим управлением и охраны труда Минсвязи России.
2. УТВЕРЖДЕН Минсвязи России.
3. ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ информационным письмом от 7.12.1999 г. N 7481
4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий руководящий документ отрасли не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минсвязи России.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения 4
2. Перечень сокращений 5
3. Рекомендации по выбору типов сооружений объектов связи, работающих в условиях воздействия мощных электромагнитных полей и ионизирующих излучений 6
4. Рекомендации по защите аппаратуры систем передачи ВСС от непосредственного воздействия электромагнитных полей 14
5. Рекомендации по выбору типов кабелей и параметров их прокладки для междустоечных соединений аппаратуры на объектах кабельных систем передачи 17
6. Рекомендации по защите аппаратуры кабельных систем передачи ВСС от воздействия перенапряжений, наводимых ЭМИ молнии на магистральных кабелях 23
7. Рекомендации по увеличению стойкости аппаратуры на объектах кабельных систем передачи ВСС к воздействию электромагнитных полей 30
8. Рекомендации по защите аппаратуры на объектах кабельных систем передачи ВСС от комплексного воздействия электромагнитных полей и ионизирующих излучений 36
Приложение А Справочные данные по импульсной электропрочности входов аппаратуры кабельных систем передачи ВСС РФ 38
Приложение Б Примеры расчетной оценки стойкости аппаратуры к воздействию электромагнитных полей 49
Приложение В Справочные данные по параметрам внешних электромагнитных полей 55
Приложение Г Нормы по стойкости аппаратуры к воздействию ЭМ полей и ионизирующих излучений 57
Приложение Д Пример расчетной оценки стойкости аппаратуры к воздействию ионизирующих излучений 62
Приложение Е Конструкция заземления для защиты объектов связи от токов затекания 63
Приложение Ж Рекомендации МСЭ-Т по нормам наводок 50 Гц на оборудование линий связи 64
Приложение З Библиография 65

Руководящий документ отрасли

Рекомендации по обеспечению стойкости аппаратурных комплексов объектов проводной электросвязи к воздействию дестабилизирующих факторов

Дата введения 01 01 2000 г

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий руководящий документ отрасли содержит рекомендации по обеспечению стойкости аппаратуры проводной связи систем передачи ВСС России, размещаемой на объектах кабельных линий передачи, к воздействию дестабилизирующих факторов в виде электромагнитных полей грозы, радиопередающих устройств, линий электропередачи, а также от воздействия ионизирующих излучений, вызванных работой промышленных установок, авариями на атомных электростанциях и другими источниками. Рекомендации составлены по итогам проведенных исследований и расчетных оценок стойкости отдельных видов оборудования связи к различным видам дестабилизирующих факторов и комплексному их воздействию.

Данные рекомендации предназначены для использования при проектировании новых и эксплуатации существующих объектов кабельных систем передачи, а также при проведении их модернизации.

2 ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ВДФ - внешний дестабилизирующий фактор
ВЛ - высоковольтная линия
ВСС - взаимоувязанная сеть связи
ВЭМИ - вторичный электромагнитный импульс
ВОК - волоконно-оптический кабель
ВОЛС - волоконно-оптическая линия связи
ДП - дистанционное питание
ИИ - ионизирующее излучение
КС ЖД - контактная сеть железных дорог
ЛАЦ - линейно-аппаратный цех
ЛЭП - линия электропередачи
МСЭ-Т - международный союз электросвязи - телеграфия, телефония
МЭК - международная электротехническая комиссия
НУП - необслуживаемый усилительный пункт
НРП - необслуживаемый регенерационный пункт
ОП - оконечный пункт
ОРП - обслуживаемый регенерационный пункт
ОУП - обслуживаемый усилительный пункт
ПЦИ- плезиохронная цифровая иерархия
РЗМ - радиоактивное заражение местности
РЛС - радиолокационная станция
РПУ - радиопередающее устройство
СМП - сеть магистральная первичная
СЦИ- синхронная цифровая иерархия
ТЗ - техническое задание
ТРС - токораспределительная сеть
ТУ - технические условия
ЭДС - электродвижущая сила
ЭМ - электромагнитный
ЭМИ - электромагнитный импульс
ЭПУ - электропитающее устройство

3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОВ СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ СВЯЗИ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОЛЕЙ МОЛНИИ И ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

3.1 Технические сооружения проводных средств связи относятся к двум группам:

первая группа - сооружения, в которых размещаются узлы связи, оконечные и обслуживаемые усилительные (регенерационные) пункты (ОП, ОУП, ОРП);

вторая группа -цистерны и контейнеры, в которых размещаются необслуживаемые усилительные и регенерационные пункты (НУП и НРП).

3.2 Сооружения первой группы, в которых размещаются узлы связи и обслуживаемые усилительные (регенерационные) пункты представляют собой здания четырех типов:

1) бетонные здания с покрытием из железобетона;
2) здания с покрытием, стенами и фундаментом из железобетона;
3) здания с покрытием,стенами и фундаментом из железобетона, в качестве экранирующего слоя применён фольгоизол;
4) кирпичные здания.

3.2.1 У зданий первого типа отсутствует фундаментная плита, стены выполнены из бетонных блоков без армирования (сетки), а покрытия - из армированного металлической сеткой монолитного бетона. Эти здания характеризуются тем, что основная их часть почти целиком заглублена в землю. Бетонные стены находятся во влажной среде, что, наряду, с проложенными вдоль стен здания кабельростами определяет их экранирующие свойства. Железобетонные плиты покрытий имеют один слой металлической сетки с размерами ячейки 0,25 м и диаметром прутка, равным 0,016 и 0,012 м.

В таблице 1 приведены коэффициенты экранирования электромагнитных полей ЭМИ молнии зданиями первого типа.

Таблица 1 Коэффициенты экранирования зданий первого типа при воздействии ЭМИ молнии

Размер ячейки, м	Диаметр прутка, м	Коэффициенты экранирования Кн, Ке, дБ
0,25	0,012	24
0,25	0,016	25

Примечания

1 Кн и Ке - коэффициенты экранирования по магнитной и электрическим составляющим поля не зависят от типоразмеров здания.

2 Временные параметры импульсных электромагнитных полей внутри здания не изменяются по сравнению с параметрами внешних воздействующих полей (приложение В).

3.2.2 Здания второго типа, имеющие фундаментную плиту,стены и покрытие из железобетона, характеризуются тем,что арматура в них образует замкнутый сетчатый экран в форме параллелепипеда и экранирующие свойства этого типа зданий выше,чем предыдущего. Обязательным условием для принадлежности здания ко второму типу является гальваническое соединение арматуры стен, фундаментных плит и покрытий. Отсутствие гальванического соединения названных частей арматуры здания приводит к тому, что арматура здания не образует сплошной сетчатый экран и здание по своим экранирующим свойствам, даже при наличии железобетонных стен и фундаментной плиты, относится к зданиям первого типа. Типовые конструкции зданий второго типа содержат арматуру из металлической двухслойной сетки с размерами ячеек 0,150х0,150 м. Диаметр прутка в покрытии 0,022 м, в стенах 0,012-0,016 м. Значения коэффициента экранирования для типовых размеров рассматриваемых зданий приведены в таблице 2.

Таблица 2 Коэффициенты экранирования зданий второго типа при воздействии ЭМИ молнии

Размеры здания, м	Коэффициенты экранирования, Кн, Ке, дБ
32x30x7	55
57x41x6	58
57x50x6	56

Примечания

1 Кн и Ке - коэффициенты экранирования по магнитной и электрическим составляющим поля.

2 Временные параметры импульсных электромагнитных полей внутри здания не изменяются по сравнению с параметрами внешних воздействующих полей (приложение В).

3.2.3 Для рассмотренных зданий первой группы указанные в таблицах 1 и 2 коэффициенты ослабления внешних полей ЭМИ достигаются при оборудовании окон и дверей зданий рамами с металлической сеткой (размеры ячейки сетки не должны превышать размеры ячеек арматуры). В случае зданий второго типа этой группы сетка должна быть гальванически связана с арматурой стен.

3.2.4 Здания третьего типа, имеющие покрытие, стены и фундамент из железобетона, характеризуются тем, что в них в качестве дополнительного экранирующего слоя применён фольгоизол - материал, представляющий собой металлическую фольгу толщиной 0,2-0,5 мм, и образующий сплошной металлический экран. В таблице 3 приводятся значения коэффициента экранирования (Кн) магнитной составляющей воздействующих полей ЭМИ молнии для зданий оборудованных экраном из фольгоизола. Коэффициент экранирования электрических составляющих воздействующих полей зданиями этого типа на два-три порядка выше коэффициента экранирования магнитной составляющей.

Таблица 3 Эффективность экранирования зданий с экраном из фольгоизола при воздействии ЭМИ молнии

Размеры здания, м	Коэффициент экранирования Кн, дБ
57x41x6	50

Приводимые в таблице 3 значения коэффициентов экранирования получены при условии, что окна здания закрыты металлической сеткой с ячейками не более 5x5 мм, соединенной гальванически с фольгоизолом,а само покрытие из фольгоизола не имеет щелей. Толщина фольги, применяемой для оборудования зданий, колеблется в пределах 0,2-0,5 мм. В таблице 3 приводятся расчетные данные для минимальной толщины фольги.

3.2.5 На сети ВСС России встречается небольшое количество кирпичных зданий, которые отнесены к четвертому типу. Ослабление импульсных электромагнитных полей молнии этим типом зданий не превышает 4дБ как по магнитной, так и по электрической составляющим воздействующего поля.

3.2.6 Защитные свойства сооружений связи первой группы при воздействии электромагнитных полей гармонического характера зависят от частоты. В таблице 4 приведены значения коэффициентов экранирования для зданий первой группы. Для зданий первого, второго и четвертого типов коэффициенты экранирования приведены по магнитной и электрической составляющим поля. Для зданий третьего типа коэффициент экранирования приведен только для магнитной составляющей поля, так как электрическая составляющая поля ослабляется на 2-3 порядка сильнее магнитной. Здания четвертой группы (кирпичные здания) электромагнитные поля гармонического характера практически не ослабляют.

Для зданий первого и второго типа с ростом частоты коэффициенты экранирования уменьшаются.

Таблица 4 Коэффициенты экранирования гармонических электромагнитных полей зданиями первой группы

Частота МГц	Тип здания			
	1	2	3	4
	Коэффициент ослабления, дБ			
0,1	24 ÷ 25	30	30	0
10	24 ÷ 25	35	45	0
400	20 ÷ 21	40	80	4
1000	20 ÷ 22	45	95	4

Примечание - Для зданий первого типа меньшие значения коэффициента экранирования соответствуют диаметру прутка арматуры d=0,012.

3.3 Технические сооружения проводных средств связи второй группы представляют собой цистерны и контейнеры - в которых размещаются необслуживаемые усилительные и регенерационные пункты. Эти сооружения характеризуются тем, что аппаратура в них помещается в сплошной экран, причем толщина экрана доходит до 10 мм для цистерны. Эти сооружения помещаются в грунт на глубину от 0,5 м до 1,5 м. В таблице 5 приведены значения коэффициентов экранирования магнитной составляющей поля ЭМИ для типовой цистерны и контейнера, применяемых в качестве сооружений связи на необслуживаемых усилительных (регенерационных) пунктах на объектах ВСС.

Таблица 5 Эффективность экранирования цистерн и контейнеров НУП и НРП при воздействии ЭМИ молнии

	Размеры, м	Толщина стали, мм	Коэффициент экранирования Кн, дБ
Цистерна	R=0,365; l=1	6	45
Контейнер	0,6x0,5x0,8	3	35

Примечание - R - радиус цистерны; l - длина цистерны.

3.4 Защита аппаратуры связи при воздействии ионизирующих излучений предусматривается в том случае, если уровни внешних воздействий ИИ, при которых планируется функционирование объекта связи, превышают уровни стойкости аппаратуры. Уровни стойкости аппаратуры связи приводятся в ТУ. Уровни стойкости аппаратуры в соответствии с [1] приведены в приложении Г. Защита аппаратуры связи от воздействия ионизирующих излучений может быть обеспечена ослаблением ионизирующих излучений слоями защитных материалов из бетона, кирпича или грунта. В таблице 6 приведены коэффициенты ослабления ионизирующих излучений различными материалами, применяемыми при строительстве объектов связи.

Металлические экраны толщиной до 10-15 мм практически не ослабляют уровни ионизирующих излучений.

Таблица 6 Коэффициенты ослабления ионизирующих излучений

Материал	Толщина защитного слоя, см	Коэффициенты ослабления, раз	
		потока быстрых нейтронов	дозы мгновенного гамма-излучения
Бетон	25	7,5	5,8
Кирпич	25	5,3	4,2
Грунт	50	18,3	9,4
Грунт	100	183,8	36,9

3.5 Для защиты аппаратуры ВСС, расположенной на узлах связи и обслуживаемых усилительных пунктах, от воздействия электромагнитных полей наиболее предпочтительны здания второго типа, относящиеся к первой группе, возведенные целиком из армированного бетона с гальваническими связями между арматурой стен, пола и покрытия. Эти здания ослабляют воздействующие поля ЭМИ молнии на 55÷58 дБ. Применение таких сооружений облегчает решение общей задачи по обеспечению стойкости аппаратуры к воздействию электромагнитных полей, а также к комплексному воздействию различных видов ВДФ, в том числе и ионизирующих излучений.

3.6 При применении в качестве сооружений связи зданий первого типа, относящихся к первой группе, т.е. не имеющих цельного металлического каркаса (здания первого типа с покрытием из железобетона, заглубленных в землю), для обеспечения защиты аппаратурного комплекса от воздействия полей ЭМИ молнии необходимо проведение полного объема мероприятий, оговариваемых в настоящих рекомендациях.

3.9 Сооружения связи второй группы, имеющие сплошные металлические экраны - цистерны, контейнеры и здания, покрытые фольгоизолом-обеспечивают еще большее ослабление полей ЭМИ молнии по сравнению со зданиями из железобетона. Здания, оборудованные экраном их фольгоизола, обеспечивают эффективное ослабление полей ЭМИ молнии внутри своего объема. Поэтому аппаратурные комплексы, помещенные в такие здания практически не требуют дополнительных мероприятий по обеспечению стойкости к воздействию электромагнитных полей.

3.7 Применение в качестве сооружений связи зданий, оборудованных сплошным металлическим экраном (фольгоизолом) дает хорошие результаты только в том случае, если не планируется работа объекта при воздействии ионизирующих излучений. В случае необходимости использования объекта связи при воздействии импульсных ИИ, аппаратура связи, расположенная в таких зданиях подвергается воздействию внутреннего электромагнитного импульса (ВЭМИ), создающегося внутри объекта связи при взаимодействии импульсного гамма-излучения с металлическим экраном из фольгоизола.

3.8 Обеспечение стойкости аппаратуры связи к воздействию ИИ достигается обеспечением воздействия на аппаратуру, размещенную в сооружении связи, дозы гамма-излучения, на которую аппара-

тура должна быть рассчитана при проектировании. Дозы гамма излучения согласно [1] приведены в приложении Г. Если уровни гамма излучения вне объекта связи превышают уровни ИИ допустимые для аппаратуры, то необходимо ослаблять уровень гамма излучения в соответствии с таблицей 6. Применение в качестве сооружения связи здания, оборудованного сплошным металлическим экраном из фольгоизола, может привести к появлению опасных полей ВЭМИ внутри сооружения связи, воздействующих на станционные кабели связи. Наводимые на них напряжения, прикладываются ко входам аппаратуры. Рекомендации по защите аппаратуры от этого вида воздействия приведены в разделе 8.

4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ВСС ОТ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

4.1 Непосредственное воздействие электромагнитных полей на аппаратуру связи вызвано воздействием на внутристоечный и внутриблочный монтаж аппаратуры (печатные платы, соединительные провода) электромагнитных полей, проникающих внутрь стойки или блока аппаратуры. Стойкость аппаратуры средств связи к непосредственному воздействию электромагнитных полей, зависит от свойств электрорадиоэлементов, входящих в состав аппаратуры, а также от свойств металлических корпусов стоек и блоков, в которых размещается аппаратура.

4.2 В таблице 7 приведены расчетные данные коэффициентов экранирования типовых стоек, выполненных в виде металлических конструкций с размерами 2,6х0,6х0,225 и 2,6х0,12х0,225 м, шкафов/стоек с размерами 2,2х0,6х0,6 и 2,2х0,6х0,3 м (евроконструкция) [6], а также типовых блоков с размерами 0,225х0,125х0,06 м и 0,500х0,400х0,280 м, применяемых в аппаратуре систем передачи, при воздействии ЭМИ молнии. В той же таблице приведены значения напряжений, наводимых на внутристоечном монтаже аппаратуры и ее платах (внутри типового блока) в случае размещения аппаратуры в зданиях первого типа и при условии, что контур, на котором магнитная составляющая поля наводит ЭДС, ограничен размерами рассматриваемой стойки или блока, а параметры внешнего воздействующего ЭМИ молнии соответствуют приведенным в приложении В.

4.3 Для обеспечения защиты аппаратуры систем передачи от непосредственного воздействия электромагнитных полей необходимо, чтобы наведенная в контуре ЭДС была меньше импульсной электропрочности элементов схемы. Если аппаратура установлена в зданиях первого, второго и третьего типа и размещается в типовых стойках и блоках, рассмотренных в 4.2, то ее защита от непосредственного воздействия электромагнитных полей молнии обеспечивается при условии, что конструктивные элементы этих стоек и блоков (стенки, панели и т.д.) прилегают друг к другу с зазорами не более 0,5-1,0 мм.

Таблица 7 Экранирование внешних полей ЭМИ молнии корпусами стоек и блоков

Вид экранирующего объема и его размеры, м	Толщина стального листа, мм	Sк, $м^2$	Кн, дБ	Uимп, В
Стойка с размерами 2,6x0,6x0,22	1,0	1,56	20	0,5
Стойка с размерами 2,6x0,12x0,22	1,0	0,57	26	0,2
шкаф ETSI 2,2x0.6x0.3	1,0	1,32	24	0,1
шкаф ETSI 2,2x0.6x0.6	1,0	1,32	26	0,06
Кожух аппаратуры 0,225x0,125x x0,06	0,5	0,04	5	0,015
Блок ETSI 0,500x0,450x x0,280	0,5	0,22	13	0,15

Примечание - Sк - площадь контура, в котором рассчитывается напряжение наводки;

Uимп - наведенная ЭДС в контуре ;

Кн - коэффициент экранирования магнитной составляющей воздействующих полей ЭМИ молнии.

4.4 Допускается размещать аппаратуру в стойках, не имеющих сплошного экрана, но при условии заключения всех отдельных ее блоков в металлические корпуса и кожуха. В этом случае стоечные кабели являются продолжением станционных соединительных линий и учитываются при выборе допустимой длины соединительных кабелей в станционном монтаже аппаратурного комплекса.

4.5 Для обеспечения защиты аппаратуры систем передачи от непосредственного воздействия гармонических электромагнитных полей необходимо, чтобы воздействующее внешнее электромагнитное поле было ослаблено до допустимой для аппаратуры величины, определяемой таблицей 2 приложения Г. Ослабление внешнего гармонического электромагнитного поля сооружением связи находится по таблице 4 раздела 3. По этой же таблице проводится выбор соответствующего сооружения связи при новом строительстве. Возможные уровни наиболее вероятных внешних полей радиочастотных излучений приведены в таблице 2 приложения В.

5 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОВ КАБЕЛЕЙ И ПАРАМЕТРОВ ИХ ПРОКЛАДКИ ДЛЯ МЕЖДУСТОЕЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АППАРАТУРЫ СВЯЗИ НА ОБЪЕКТАХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ВСС РОССИИ

5.1 Для прокладки внутристанционных соединительных линий в узлах связи и обслуживаемых усилительных пунктах, к аппаратуре которых предъявляются требования по стойкости к воздействию импульсных и гармонических электромагнитных полей, необходимо применять кабели, имеющие экранирующую оболочку. В качестве станционных соединительных линий на указанных объектах связи рекомендуется применять экранированные кабели, типы которых приведены в таблице 8.

5.2 Напряжения, наводимые электромагнитными полями на станционных соединительных линиях, зависят от типа кабеля, который применен в качестве соединительной линии, его длины, условий прокладки над стойками с аппаратурой и экранирующих свойств зданий, в которых аппаратура располагается. При типовом устройстве кабельной разводки прокладка станционных соединительных линий, на объектах связи, осуществляется по кабельростам на высоте 0,3-0,5 м над поверхностью стоек.

5.3 Напряжения наводок импульсных электромагнитных полей различного происхождения, рассчитанные для различных длин кабелей и типов конструкций зданий, оговоренных в разделе 3 рекомендаций, с учетом типовых условий прокладки кабелей в ЛАЦ, перечисленных выше, приведены в таблице 9.

Таблица 8 Типы кабелей, рекомендуемые для применения в сооружениях связи

Тип кабеля	Вид кабеля	Волновое сопротивл., Ом.
РК-75-4-16	коаксиальный	75
КГКО	коаксиальный	75
КГКС	коаксиальный	75
КГКЭ	коаксиальный	75
КГКСЭ	коаксиальный	75
РК-75-3-15	коаксиальный	75
КСКЭМ	коаксиальный	75
КСКЭ	коаксиальный	75
КСКСПЭ; КСКПЭП	коаксиальный	75
КМС-1	симметричный	150
КМС-2	симметричный	150
ТСВ-5*2*0,4	многожильный	-
ТСВ-10*2*0,4	многожильный	-

Таблица 9 Напряжения наводок на станционные кабели импульсных электромагнитных полей молнии

Марка кабеля	Тип здания	Напряжения наводок В, при длине кабеля м						Допустимая длина кабеля, м
		3	5	10	30	60	100	
РК75-4-16, КГКО	1	8,0	17,5	51	222	510	880	7
	2	0,1	0,25	0,65	2,8	6,4	11	100
	3	-	-	-	0,3	0,65	1,1	100
	4	100	220	640	2800	6400	11000	0,5

продолжение таблицы 9

РК75-3-15, КГКЭ	1	4	9	27	120	270	490	10
	2	-	0,11	0,33	1,5	3,4	6,1	100
	3	-	-	-	0,15	0,35	0,6	100
	4	50	110	330	1500	3400	6100	2,0
КСКЭМ, КСКПЭ	1	5	11	30	135	400	730	10
	2	-	0,13	0,37	1,7	4,0	7,3	100
	3	-	-	-	0,17	0,5	0,8	100
	4	60	130	370	1700	4000	7300	1,5
КСКЭ	1	3,0	7,2	20	95	215	390	12
	2	-	-	0,26	1,2	2,7	4,9	100
	3	-	-	-	0,12	0,27	0,5	100
	4	38	90	260	1200	2700	4900	2,5
КМС-1	1	14	40	65	250	500	920	30
	2	0,5	1,4	2,3	9	18	32	100
	3	-	0,15	0,3	0,9	2	4	100
	4	170	490	800	3100	6200	11500	4
КМС-2	1	20	40	80	280	650	1000	25
	2	0,7	1,4	2,8	10,0	22,5	35	100

окончание таблицы 9

	3	-	0,2	0,4	1,0	2,5	4	100
	4	240	500	1000	3500	8000	12500	3
ТСВ	1	35	50	90	360	720	1150	28
	2	1,3	1,8	2,8	13	26	40	100
	3	0,1	0,2	0,4	1,5	3	4,5	100
	4	450	650	1100	4500	9000	14500	2

5.4 Выбор типа и длины кабеля для станционной соединительной линии проводится исходя из данных приведенных в таблице 9 и данных по импульсной электропрочности входов аппаратуры. При этом должен быть выбран тип сооружения связи по требуемым экранирующим свойствам. В этой же таблице приведены допустимые длины кабелей для аппаратуры, которая по импульсной электропрочности станционных входов удовлетворяет требованиям [1].

Параметры внешних воздействующих импульсных электромагнитных полей молнии приведены в приложении В.

5.5 Входы электропитания стоек аппаратуры соединяются с электропитающими устройствами через токораспределительную сеть (ТРС). При типовом исполнении ТРС представляет собой токораспределительную линию с магистральным и рядовым участками. Магистральный участок имеет вертикальную и горизонтальную части, выполненные шинами с сечением 10х100 мм. Рядовой участок также имеет горизонтальную часть, выполненную шинами сечением 5х60 мм и вертикальную часть длиной около 0,5 м, выполненную кабелем типа АПВ или АНРГ.

5.6 Напряжения, воздействующие на входы питания стоек ап-

паратурного комплекса, формируются наводками полей ЭМИ на всей длине ТРС Из-за малого омического сопротивления и сильного рассогласования с нагрузками на высоких частотах, наводимые напряжения имеют характер затухающих колебаний с малым декрементом затухания Вертикальная часть магистрального участка ТРС применяется для проводки токов электропитания между этажами здания Напряжения, наводимые полями ЭМИ на эту часть ТРС определяются вертикальной составляющей напряженности электрического поля воздействующего электромагнитного импульса. При отсутствии у ТРС вертикальной составляющей части магистрального участка наводимое напряжение на всей ТРС значительно уменьшается (в два-три раза, в зависимости от длины вертикальной части).

5 7 Для уменьшения наводок на ТРС длину вертикальных участков магистральной части ТРС следует выбирать минимальной длины и помещать эти участки в экранированные шахты, применяя для этих целей стальные трубы диаметром более 0,5 м. Коэффициент ослабления полей ЭМИ в экранированной шахте достигает величины более 30 дБ и наводимые на ТРС напряжения при этом практически определяются горизонтальными ее частями.

5 8 В таблице 10 приведены амплитудные значения импульсных напряжений, наводимых на входах ЭПУ и входах питания аппаратуры при воздействии импульсных электромагнитных полей молнии на ТРС различной длины без учета наводок на вертикальную часть магистрального участка Амплитуды напряжения наводок приведены для ТРС, находящихся в зданиях трех типов, перечисленных в разделе 1 настоящих рекомендаций. В той же таблице приведены значения длин ТРС, которые допустимы для аппаратуры, удовлетворяющей требованиям [1] (приложение Г).

5.9 Аппаратура, помещенная в здания первого типа, нуждаются в дополнительной защите входов электропитания даже если она соответствует требованиям [1] (приложение Г).

5.10 Аппаратурные комплексы, помещенные в здания второго и третьего типа, составленные из аппаратуры, удовлетворяющей требованиям [1], допускают длину ТРС до 60 м в зданиях второго типа и до 100 м в зданиях третьего типа.

Таблица 10 Амплитуды напряжений, наводимых полем ЭМИ молнии на ТРС

Тип здания	Нагрузка ТРС	Амплитуда напряжения наводки кВ, при длине прокладки ТРС, м			Допустимая длина ТРС, м
		10	30	60	
1	ЭПУ	6,3	7,2	8,5	60
	Пит. ап-ры	2,6	3,0	4,2	60
2	ЭПУ	0,63	0,8	0,85	60
	Ап-ра	0,3	0,3	0,5	60
3	ЭПУ	0,063	0,08	0,1	100
	Ап-ра	0,03	0,03	0,05	100

Примечание - Допустимая длина ТРС в зданиях первого типа приведена при условии дополнительного ослабления наведенных ЭМИ молнии на ТРС напряжений на 20 дБ в соответствии с рекомендациями раздела 7.

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ АППАРАТУРЫ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ВСС ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ, НАВОДИМЫХ ЭМИ МОЛНИИ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ КАБЕЛЯХ

6.1 Импульсные напряжения, наводимые на магистральных кабелях при воздействии электромагнитных полей, зависят от коэффициента защитного действия используемого линейного кабеля, проводимости грунта в котором проложен кабель, длины расчетного кабельного участка. При длине гальванически неразделенного участка кабеля более 20 км напряжения, наводимые в магистральных кабелях, не зависят от длины кабеля.

6.2 На рисунках 1 и 2 приведены расчетные величины напряжений, наводимых в магистральных кабелях длиной свыше 20 км при воздействии ЭМИ молнии. Амплитуда наводимого в кабеле импульсного напряжения определяется по приведенным графикам в зависимости от типа проложенного кабеля и проводимости грунта. Форма наведенных импульсов напряжения при длине кабеля более 20 км принимается равной 10/700 мкс (по уровню 0,5 от амплитуды импульса) для любого типа кабеля.

6.3 Импульсная электропрочность линейных входов аппаратуры проводной связи и входов аппаратуры дистанционного питания определяется устройствами защиты от воздействия грозовых перенапряжений. Для вновь разрабатываемой аппаратуры устройства защиты линейных входов и входов дистанционного питания должны обеспечивать работоспособность аппаратуры при воздействии импульсов перенапряжения с амплитудой 5 кВ и формой импульса 10/700 мкс (в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т [2], том 9, К.17).

Для аппаратуры связи, разработанной до 1980 года, устройства защиты обеспечивают ее работоспособность при воздействии импульсов перенапряжения с амплитудой 3,5 кВ и формой 50/200 мкс.

Величины импульсной электропрочности линейных входов отечественной аппаратуры, применяемой на объектах кабельных систем передачи приводятся в таблице 11. Данные по импульсной электро - прочности линейных входов зарубежных систем передачи приведены в приложении А.

Таблица 11 Импульсная электропрочность линейных входов отечественной аппаратуры проводных систем передачи

Тип аппаратуры	Максимально-допустимое напряжение на линейных входах, кВ	Форма импульсных напряжений, мкс
К-5400	5,0	10 / 700
К-3600	3,5	50 / 200
К-1920П	3,5	50 / 200
VLT-1920	3,5	50 / 200
К-60П	3,5	50 / 200
ИКМ-480,ИКМ-480С	5,0	10 / 700
ИКМ-480х2	5,0	10 / 700
ИКМ-120У	5,0	10 / 700
ИКМ 1920х2	5,0	10 / 700

6.4 Определение стойкости линейных входов аппаратуры к воздействию напряжений, наводимых на магистральном кабеле, проводится сравнением напряжения Uxx, полученным из графиков на рисунках 1 и 2, с импульсной электропрочностью линейного входа аппаратуры, приведенной в приложении А и таблице 11. Тип аппаратуры, марка кабеля, условия прокладки кабеля в грунте являются исходными данными для указанной оценки.

6.5 Возможность пробоя в магистральном кабеле при воздействии ЭМИ молнии проверяется сравнением величин импульсных напряжений, наведенных на кабелях (найденные из графиков, представленных на рисунках 1,2), с данными по электропрочности кабелей, которые приведены в таблице 12. Пробой в магистральном кабеле приводит к тому, что импульс перенапряжения на линейном входе

аппаратуры может иметь очень короткий фронт (до 0,1мкс), и, как следствие, запаздывание срабатывания устройств защиты и проникновение импульсных перенапряжений на чувствительные элементы.

6 6 Если расчетное значение Uxx превышает допустимую величину импульсной электропрочности линейного входа аппаратуры или электрическую прочность магистрального кабеля, то необходимо принять меры по снижению наводимого на магистральном кабеле напряжения с помощью прокладки защитных тросов в соответствии с рекомендациями [3]. При этом следует иметь в виду, что применение одного троса ПС-70 снижает напряжение в кабеле на 20% и 15% соответственно для однокабельной и двухкабельной линии (коэффициент экранирования троса 0,8 и 0,85). Для двух тросов коэффициент экранирования соответственно равен 0,65 и 0,75.

Тросы надлежит располагать вблизи кабеля (не далее 1-1,5м), причем при защите двумя тросами их следует располагать по обе стороны от кабеля

Таблица 12 Электропрочность магистральных кабелей связи

Марка кабеля	Uисп,В	Uисп, В (0,5 атм)	Uдп,В	Uххдоп,В	$\rho_{кр}$,Ом.м
МКСБ-4х4	2000	2300	490	1810	350
МКСАБ-4х4	2000	2300	490	1810	4000
МКСАШп-4х4	2000	2300	490	1810	1800
МКСБ-7х4	2000	2300	490	1810	300
КМБ-4 (КП)	3000	3500	1000	2500	8500
КМБ-4 (СЖ)	2000	2300	250	2050	10000
КМАБ-4(КП)	3000	3500	1000	2500	10000
КМАБ94(СЖ)	2000	2300	250	2050	10000
МКТСБ-4(КП)	2000	2500	1000	1500	4500
МКТСБ-4(СЖ)	2000	2300	430	1870	450
МКТАБ-4(КП)	2000	2500	1000	1500	10000
МКТАБ-4(СЖ)	2000	2300	430	1870	10000
ЗКАШП-1х4	2000	-	450	1550	1800
ЗКАБП-1х4	2000	-	450	1550	2400
ВКПАП	3000	-	250	2750	350
ВКПАБп	3000	-	250	2750	900

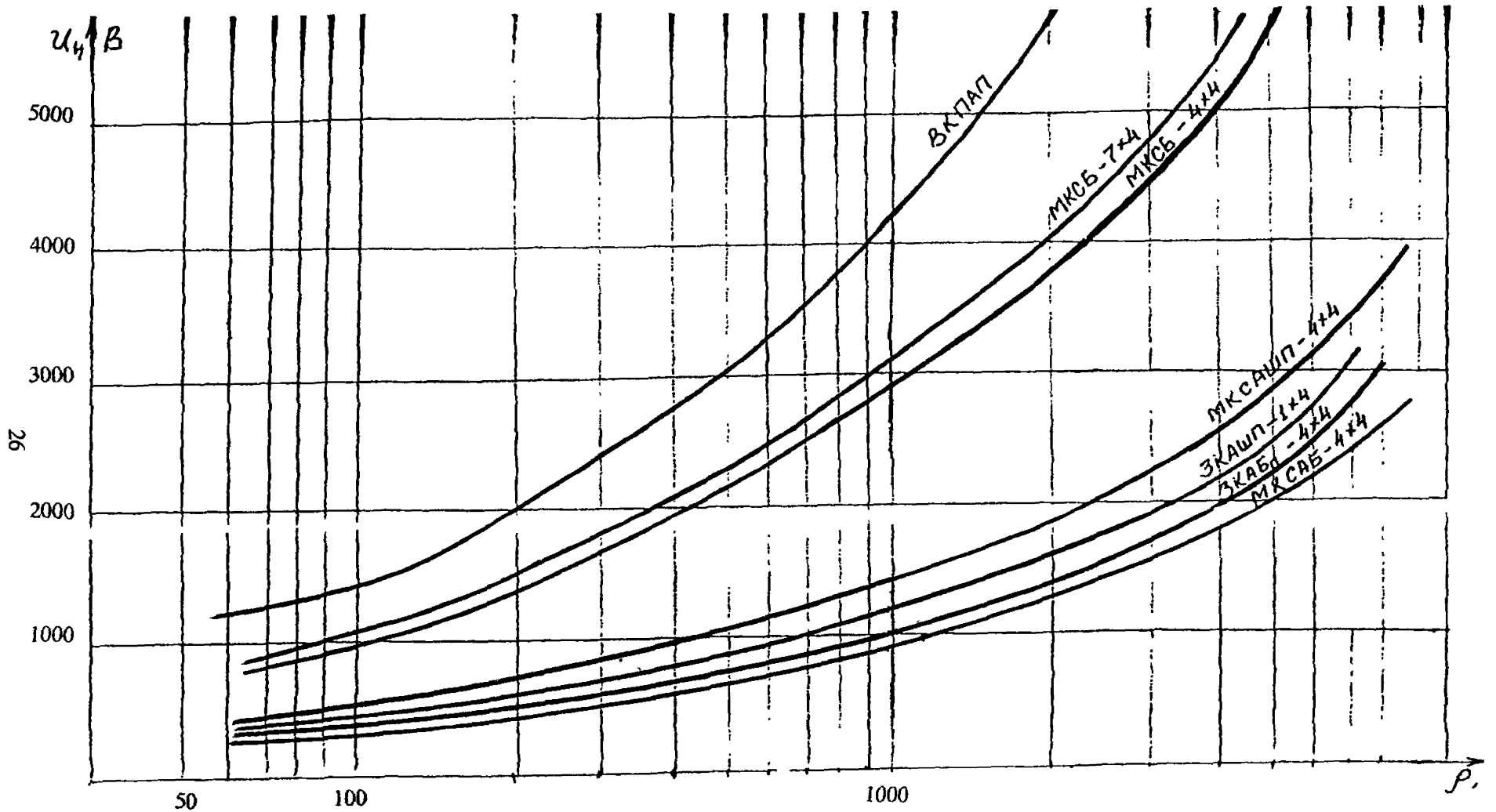


Рис.1 Расчетные величины наводимых напряжений в кабелях в зависимости от удельного сопротивления земли

($U_{нн}$, В)

(ρ, Ом.м)

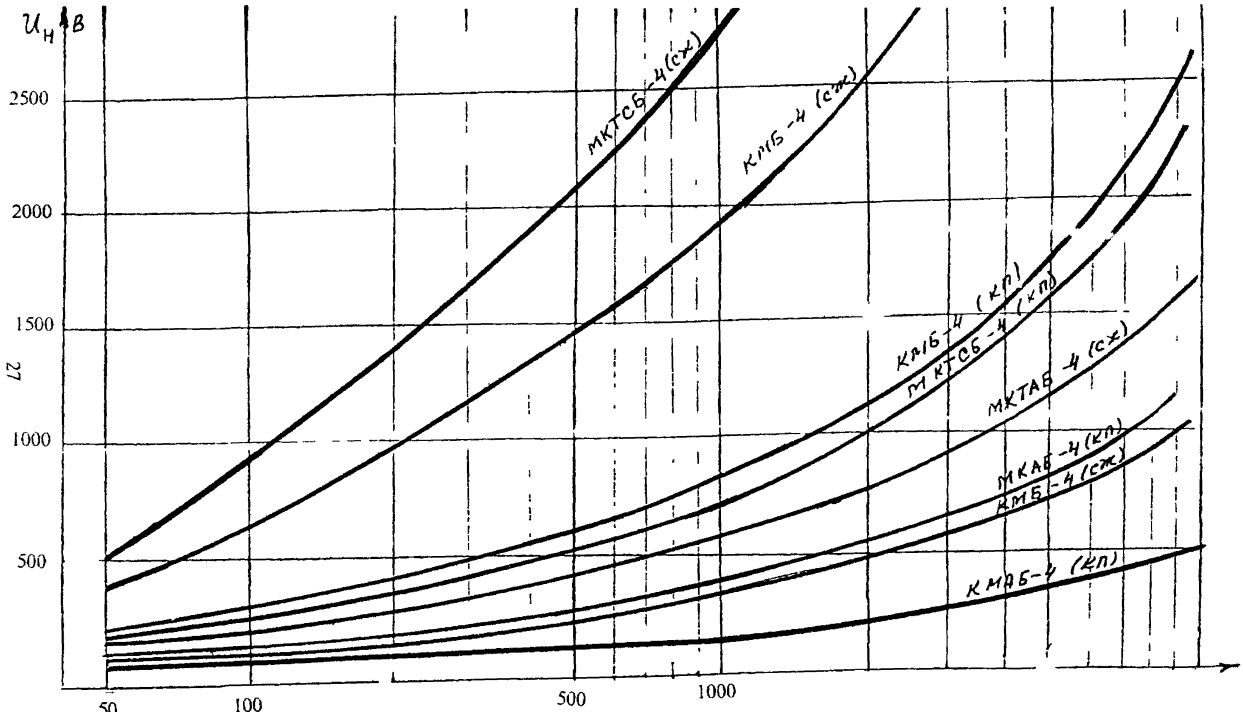


Рис 2 Расчетные величины наводимых напряжений в кабелях в зависимости от удельного сопротивления земли

Примечания:

1 Uисп-испытательное постоянное напряжение между жилой кабеля и его оболочкой;

2 Uисп(0,5 атм.) - испытательное постоянное напряжение между жилой кабеля и его оболочкой при избыточном давлении в кабеле 0,5 атм.;

3 Uдп - напряжение дистанционного питания;

4 Uххдоп - максимально-допустимое напряжение наводки в кабеле с учетом напряжения дистанционного питания;

5 $\rho_{кр}$ Ом м - величина критического значения удельного сопротивления земли.

В приведенной таблице даны максимально допустимые величины наводимых напряжений в кабелях с учетом возможных максимальных значений напряжения дистанционного питания на жилах кабеля в различных системах передачи. В этой же таблице указаны значения критических (максимальных) величин удельного сопротивления грунта ($\rho_{кр}$ Ом.м), при которых в соответствующих типах кабелей наводимые напряжения не превысят допустимой величины.

6.7 При практической реализации защиты аппаратуры от перенапряжений, наводимых в магистральных кабелях необходимо осуществить ряд мероприятий, в результате выполнения которых, значительно уменьшается вероятность пробоев в линиях связи. Эти мероприятия состоят из:

перевода системы ДП по симметричным кабелям на схему "кабель-кабель";

шунтирования изолирующих муфт конденсаторами;

выполнения всех требований по соединению оболочек кабелей с внешним контуром заземления на подходах к объектам связи и на вводах кабелей в помещения объектов связи, а также требований по устройству заземлений оболочек кабелей на вводах в НУП и ОУП.

6.8 В проектных документах должны быть предусмотрены требования по эксплуатации кабелей связи в соответствии с действующими нормативными документами и дополнительно к этому следует предусмотреть:

периодический контроль электрической прочности изоляции жил кабелей (после каждого грозового сезона);

постоянный контроль сопротивления изоляции жил кабелей (на системах передачи, где такие устройства контроля имеются).

6.9 В процессе эксплуатации кабельной линии следует выявлять и устранять причины появления радиопомех или переходного влияния между кабелями, т.к. это обычно обусловлено увеличением асимметрии цепей или неисправностями в системе заземлений. Такие повреждения на линии могут приводить к увеличению наводимых напряжений в кабеле при воздействии полей ЭМИ молнии.

6 10 Для защиты кабелей связи от непосредственных ударов молнии следует применять рекомендации, изложенные в [3].

6.11 Применение на линиях связи оптических кабелей с металлическими жилами для дистанционного питания требует предусмотрения мероприятий по обеспечению стойкости аппаратуры к воздействию импульсных перенапряжений, наведенных на этих жилах. Стойкость аппаратуры оптических линий связи к воздействию напряжений, наводимых на металлических жилах волоконнооптических кабелей должна быть обеспечена в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т К.17 (приложение А). Напряжения, наводимые на металлических жилах оптических кабелей, должны быть ниже стойкости соответствующих входов аппаратуры. Допустимый уровень напряжений, наводимых ЭМИ молнии на жилах дистанционного питания оптических кабелей обеспечивается применением мероприятий в соответствии с рекомендациями, приведенными в [5].

7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ СТОЙКОСТИ АППАРАТУРЫ НА ОБЪЕКТАХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ВСС К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

7.1 Стойкость аппаратуры объектов СМП ВСС к воздействию дестабилизирующих факторов определяется сохранением ее работоспособности во время и после воздействия.

Работоспособность аппаратуры определяется способностью обеспечивать передачу сигналов с заданными искажениями. Это условие выполняется если аппаратура, входящая в состав объекта связи, по своим параметрам, определяющим передачу сигналов, удовлетворяет "Основным положениям развития ВСС РФ до 2005 года" и Рекомендациям МСЭ-Т, которые отражаются в ТУ на аппаратуру.

7.2 Аппаратура необслуживаемых усилительных пунктов располагается на объектах связи, представляющих собой цистерны и контейнеры. Для цистерн и контейнеров типовых размеров данные по коэффициентам экранирования приведены в разделе 3 настоящих рекомендаций при воздействии внешних электромагнитных полей с параметрами, приведенными в приложении В.

7.2.1 Амплитуда магнитной составляющей поля внутри цистерны и контейнера уменьшается более чем на 35 дБ при воздействии различных видов ЭМИ полей, что при выбранных критериях работоспособности аппаратуры, обеспечивает ее стойкость к воздействию внешних электромагнитных полей, имеющих параметры, приведенные в приложении В.

7.2.2 Для аппаратурного комплекса НУП, расположенного в цистерне или контейнере, находящихся в грунте, воздействие электромагнитных полей с параметрами, приведенными в приложении Д, проявляется только через наводки на магистральные кабели. Рекомендации по оценке и увеличению стойкости аппаратуры от воздействия ЭМИ полей через наводки на линейные кабели приведены в разделе 6 настоящих рекомендаций.

7.3 Оценка стойкости аппаратуры узла связи или обслуживаемого усилительного пункта проводится с учетом того, что электромагнитные поля воздействуют на аппаратуру проводной связи по нескольким путям. Оценка стойкости аппаратуры на объекте связи к воздействию электромагнитных полей оценивается отдельно по каждому из следующих путей воздействия:

наводок на магистральные кабели;

непосредственного воздействия ЭМИ полей на аппаратуру;

наводок на станционные соединительные кабели.

7.4 Рекомендации по оценке стойкости аппаратурного комплекса узла связи к воздействию наводок ЭМИ молнии на линеиные кабели приводятся в разделе 6 настоящих рекомендаций.

7.5 Рекомендации по оценке непосредственного воздействия полей ЭМИ на аппаратуру приведены в разделе 4 настоящих рекомендаций.

7.6 Стойкость аппаратурного комплекса к воздействию напряжений, наводимых ЭМ полями на станционных соединительных линиях, зависит от импульсной электропрочности станционных входов аппаратуры и напряжений наводок на станционных кабелях. Обеспечение защиты аппаратуры от воздействия полей ЭМИ по данному пути заключается в том, чтобы наводки на станционных соединительных линиях не превысили импульсную электропрочность соответствующих входов аппаратуры.

7.6.1 Оценка стойкости аппаратуры к воздействиям наводок ЭМИ полей на станционные кабели проводится в следующей последовательности:

определяется тип здания, в котором расположен подлежащий рассмотрению комплекс аппаратуры;

составляется перечень аппаратуры и определяется ее соответствие требованиям,приведенным в [1] (таблица 4,приложения Г);

для вновь проектируемого аппаратурного комплекса проводится предварительное проектирование расстановки стоек с аппаратурой в ЛАЦ и выбор марок соединительных кабелей;

для существующих аппаратурных комплексов составляется перечень соединительных линий и их длин;

далее проводится сопоставление данных таблиц раздела 5, содержащих сведения по наводимым на станционных кабелях напряжениям, с данными по импульсной электропрочности станционных входов аппаратуры систем передачи, размещаемых на рассматриваемом объекте связи.

7.6.2 Справочные данные по импульсной электропрочности входов аппаратуры цифровых систем передачи, применяемых на СМП ВСС, приведены в приложении А. Для аппаратуры, которая удовлетворяет требованиям [1] (приложение А), справочные данные по

названным параметрам приведены для четырех различных типов входов аппаратуры в приложении Г, таблица 4.

7.6.3 Напряжения, наводимые ЭМ полями на станционные соединительные линии, выполняемые кабелями различных марок, рекомендуемых для применения на объектах СМП ВСС, приведены в таблицах раздела 5. Там же приведены допустимые длины соединительных кабелей указанных марок в случае их применения для соединения стоек аппаратуры, удовлетворяющей требованиям по импульсной электропрочности станционных входов, приведенным в [1] . Допустимые длины кабелей даны для аппаратуры, размещаемой в зданиях трех типов, перечисленных в разделе 3 настоящих рекомендаций.

7.6.4 Для соединительных линий, на которых наводимые на кабелях напряжения превышают импульсную электропрочность входов аппаратуры, необходимо провести следующие мероприятия:

уменьшить длину соединительного кабеля путем перестановки стоек, которые данный кабель соединяет;

выбрать другой тип соединительного кабеля по таблицам раздела 5;

применить дополнительное экранирование данного кабеля с помощью металлических рукавов, труб, оплеток, используя данные по вносимому этими экранами ослаблению наводок на соединительные линии, приведенные в таблице 13;

применить для уменьшения наводок экранирование здания фольгоизолом.

7.6.5 В случае вновь проектируемого объекта связи для размещения аппаратурного комплекса желательно применять здания второго типа, вносящие ослабление воздействующих полей ЭМИ на 30 дБ больше, чем здания первого типа (параметры ослабления полей ЭМИ типовыми конструкциями наиболее часто встречающихся зданий приведены в таблицах 1,2,3 настоящих рекомендаций).

7.6.6 При проектировании узлов связи в зданиях первого типа, уменьшение длины соединительной линии можно осуществить рациональным расположением стоек с аппаратурой, так чтобы соединительные линии, связывающие наиболее чувствительные к перенапряжениям входы аппаратуры, имели бы наименьшую длину.

Таблица 13 Ослабление ЭМ полей дополнительными экранами

Вид экрана	Степень ослабления ЭМИ дБ
Гибкий рукав (оплетка)	10
Экранирующий короб	20
Сплошная металлическая труба	30

7.7 Для оценки стойкости аппаратуры к воздействию импульсных напряжений на входы электропитания необходимо сопоставить амплитуды наводимых на ТРС напряжений (приведенных в таблице 10 в зависимости от длины ТРС и типа здания, в котором расположен аппаратурный комплекс) с импульсной электропрочностью этих входов, приведенной в таблице 1, приложения А.

7.7.1 Для аппаратуры, импульсная электропрочность которой, по входам питания, соответствует [1], требуемая стойкость к воздействию ЭМ полей достигается размещением аппаратуры в зданиях второго и третьего типов (таблица 10).

7.7.2 В случае применения ТРС, наводимые амплитуды напряжений на которой превышают импульсную электропрочность питающих входов стоек аппаратурных комплексов, необходимо провести следующие мероприятия:

применить экранирование ТРС с помощью металлических рукавов, используя данные по вносимому ослаблению наводок, приведенные в таблице 13;

применить для уменьшения наводок экранирование здания фольгоизолом;

применить дополнительные устройства защиты, устанавливаемые на питающих входах аппаратуры.

7.8 При разработке мероприятий по увеличению стойкости комплекса аппаратуры к воздействию ЭМ полей в случае, когда

обеспечение стойкости аппаратуры может достигаться с помощью различных мероприятий, следует выбирать те из них, которые требуют меньших материальных и временных затрат.

7.9 Воздействие на линии и аппаратуру связи ЭМ полей частотой 50 Гц проявляются наведенными в линиях связи напряжениями и токами, величины которых могут представлять опасность как для линейных сооружений, так и для подключенной к кабелям аппаратуры связи. Кратковременные опасные напряжения и токи могут возникать в цепях связи, имеющих сближения с линиями высокого напряжения при коротких замыканиях фазы на землю в трехфазных высоковольтных линиях с заземленной нейтралью, при коротких замыканиях контактной сети электрических железных дорог.

7.9.1 Время действия опасных напряжений, индуцированных в линиях связи при их сближении с ВЛ, находится в пределах от 0,15 до 1,5 с. Длительные опасные напряжения и токи могут возникать при сближении линий связи с полностью несимметричными ВЛ (трехфазные ВЛ системы "два провода - земля", электрических железных дорог переменного и постоянного токов), а также с трехфазными ВЛ с изолированной нейтралью при коротком замыкании на землю одной из фаз.

7.9.2 Для оценки стойкости аппаратуры линий связи к воздействию ЭМ полей 50 Гц и определения величин допустимых посторонних ЭДС предлагается пользоваться рекомендациями, приведенными в [4]. Ряд типовых вопросов по обеспечению стойкости аппаратуры и линий связи к воздействию электромагнитных полей частотой 50 Гц изложен в рекомендациях МСЭ-Т том 9, К.1 - К.25 [2].

7.9.3 Проектирование объекта связи вблизи ВЛ или контактной сети железных дорог должно вестись с учетом разработанных и рекомендованных МСЭ-Т серии К рекомендаций по методам, мерам и устройствам защиты от воздействий напряжений и токов 50 Гц, обеспечивающих сохранение работоспособности оборудования и аппаратуры объекта связи.

В таблице 1 приложения Ж приведены данные в рекомендациях МСЭ-Т случаи влияния полей 50 Гц, объекты влияния и подверженные влиянию линии связи с допустимым количественным значением для аппаратуры величин напряжений, избыточных токов.

7.10 Обеспечение стойкости аппаратуры от воздействия токов затекания с металлопокровов линейных кабелей достигается применением заземлений металлопокровов при вводе кабеля в техздание. При этом конструкция заземления должна обеспечивать сопротивление току затекания не более 5-7 Ом в диапазоне частот от 0 до 10 МГц. Пример возможной конструкции, обеспечивающей требуемые величины сопротивления, приведен в приложении Е.

8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ АППАРАТУРЫ СВЯЗИ НА ОБЪЕКТАХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ВСС ОТ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

8.1 При комплексном воздействии различных видов электромагнитных полей проводится сопоставление защитных мероприятий для каждого воздействия и выбираются те мероприятия, которые обеспечивают стойкость аппаратуры от наиболее опасного электромагнитного воздействия

8.2 При одновременном воздействии полей с частотой 50 Гц и импульсных полей ЭМИ специальных мер защиты аппаратуры проводить нет необходимости если меры обеспечения защиты в отдельности приняты как от влияния полей 50 Гц, так и от влияния импульсных электромагнитных полей.

8.3 При комплексном воздействии ионизирующих излучений и электромагнитных полей защитные мероприятия сводятся к обеспечению стойкости аппаратуры от каждого воздействия отдельно. При этом следует учитывать, что некоторые мероприятия по обеспечению стойкости аппаратуры к воздействию электромагнитных полей могут повлиять на стойкость аппаратуры к воздействию ИИ.

В случае воздействия импульсных гамма излучений на аппаратуру связи, необходимо учитывать воздействие ВЭМИ, возникающих в замкнутых объемах.

8.4 Для стандартных стоек и контейнеров аппаратуры, подверженных воздействию гамма излучений с уровнями, приведенными в приложении Г, уровни полей ВЭМИ приведены в таблице 14.

8.5 Для обеспечения стойкости аппаратуры к воздействию ВЭМИ необходимо монтаж межблочных соединений в стойках аппаратуры выполнять экранированными проводами и кабелями. В противном случае уровней электромагнитных полей вполне достаточно, чтобы наводка на станционных входах аппаратуры стала опасной для чувствительных элементов схем.

8.6 В случае применения в качестве экранирующих элементов здания объекта связи фольгоизола, станционные входы аппаратуры подвергаются воздействию наводок ВЭМИ на станционные кабели. Уровни наводимых напряжений на станционные соединительные линии сравнимы с уровнями наводок от ЭМИ молнии. При этом для обеспечения стойкости аппаратуры к воздействию ВЭМИ необходимо провес-

ти весь комплекс мероприятий, изложенных в разделах 4,5,7 настоящих рекомендаций.

При комплексном воздействии ИИ и ЭМИ молнии применение для экранирования здания сплошного экрана из любого материала не рекомендуется и защиту от воздействия электромагнитных полей следует проводить с помощью других мероприятий, изложенных в настоящих рекомендациях.

Таблица 14 Уровни ВЭМИ в типовых узлах аппаратуры

Корпус	$E_{z\ max}$, В/м	H_{max}, А/м
Здание с покрытием из фольгоизола 57 х57 м	1200	12
Контейнер К3600 0,54 х 0,65 м	13,2	0,13
Стойка 2,6 х 0,6 м	18,6	0,19

8.7 Воздействие ИИ, а следовательно и ВЭМИ на аппаратуру можно уменьшать путем ослабления внешнего гамма излучения при помощи применения защитных экранов из различных материалов. Эффективность поглощения гамма излучения различными материалами приведена в таблице 6 раздела 3.

Приложение А

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО ИМПУЛЬСНОЙ ЭЛЕКТРОПРОЧНОСТИ ВХОДОВ АППАРАТУРЫ ПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ВСС РФ

На объектах кабельных линий передачи в настоящее время широко используется отечественная аппаратура аналоговых и цифровых систем передачи следующих типов:

К-1920У; К-3600; К-5400; К-1920П; К-60П; VLT-1920; К-24Р; ИКМ-480; а также стойки СТПГ; СТВГ-4; СТТГ-3; ИКМ-120У; ИКМ-480С; ИКМ-480х2; ИКМ-1920х2.

Кроме этого широко внедряется цифровая аппаратура зарубежного производства.

Импульсная электропрочность входов аппаратуры представляет собой величину допустимых импульсных напряжений, которые, воздействуя на магистральные и станционные входы аппаратуры, не нарушают ее работоспособности. Допустимые импульсные напряжения на входах аппаратуры определяются теоретически или экспериментально предприятием, изготовляющим аппаратуру. Импульсная электропрочность входов аппаратуры состоит из двух параметров, амплитуды допустимого импульсного напряжения и его формы (длительность фронта импульса по уровню 0,1-0,9 от амплитуды и длительность самого импульса по уровню 0,5 или 0,9).

Требования в части импульсной электропрочности магистральных и станционных входов аппаратуры связи определяются [1], основные положения которых приведены в приложении Г.

Приведенным в приложении Г требованиям удовлетворяет аппаратура связи, в ТУ на которую внесен пункт о необходимости ее соответствия [1]. В основном это относится к аппаратуре устаревших аналоговых систем передачи. Для большинства типов аппаратуры, особенно цифровой, эти требования не закладываются в ТУ.

В таблице А1 приведены основные технические характеристики некоторых видов аппартуры цифровых систем передачи плезиохронной иерархии, которые применяются при новом строительстве линий связи с указанием импульсной электропрочности входов.

В настоящее время на сетях связи РФ внедряются в эксплуата-

цию синхронные мультиплексоры различных уровней СЦИ: STM-1, STM-4, STM-16. Все названное оборудование по желанию заказчика может иметь любые вводы каналов доступа, соответствующих цифровым каналам плезиохронной иерархии: 2 Мбит/с, 34 Мбит/с, 140 Мбит/с и синхронной иерархии 155 Мбит/с. Указанные каналы соответствуют требованиям рекомендаций МСЭ-Т G.703 [7], G.773 [8], G.784 [9].

Компонентные (выходные) сигналы передаются со скоростями 155,52 Мбит/с, 622,08 Мбит/с и 2488 Мбит/с. Компонентные выходы аппаратуры STM-1 могут быть как электрическими (коаксиальными 75 Ом), так и оптическими. Компонентные выходы аппаратуры STM-4 и STM-16 могут быть только оптическими.

Требования к станционным соединениям соответствуют рекомендациям МСЭ-Т G.703 [7], т.е. параметры соединительных кабелей, шин электропитания и заземления, цепей синхронизации и контроля отвечают требованиям к типам, затуханиям и длинам, предъявляемым к аналогичным цепям аппаратуры ПЦИ.

Требования по устойчивости аппаратуры СЦИ к воздействию электромагнитных полей соответствуют требованиям стандартов МЭК 61000-4-3 [10]1, по защищенности от воздействия наводимых напряжений- требованиям стандартов МЭК 61000-4-4 [11] и МЭК 61000-4-5 [12], а также рекомендациям МСЭ-Т G.703 [7](приложение В) и К.17 [2].

Данные по импульсной электропрочности входов аппаратуры СЦИ приведены в таблице А2.

Таблица А1. Основные технические данные оконечной аппаратуры ПЦИ.

Наименование стойки(блока)	Вводы	Тип ввода, входное сопротивление	Тип соединения, фидера	Допустимые напряжения на вводе	Нормативный документ
1	2	3	4	5	6
БОЛТ ИКМ-30-Р (ОЛТ 13А) (ОЛТ 13Б)	вход 2048кбит/с	симм. 120 Ом	соедин. жгут	≤ 5,0 В	КД на ап-ру ИКМ-30-Р
	выход 2048кбит/с	симм. 120 Ом	симм.пара кабеля КМ-4 или КМ-8/6	≤ 3,0 кВ 10/700 мкс	МСЭ-Т, К.17
	эл.пит.	клемма	шина	≤ 80 В	КД на ап-ру ИКМ-30-Р
	земля	клемма	шина	-	-"-
СВЛ ИКМ-120У	вход 8448кбит/с	симм. 150 Ом	КМС-2 ПВЧС	≤ 5,0 В	КД на ап-ру ИКМ-120У
	выход 8448кбит/с	симм. 150 Ом	МКС-4х4	≤ 3,0 кВ 10/700 мкс	МСЭ-Т, К.17
СЛО-У-1 СЛО-У-2 ИКМ-120У	вход 8448кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75	≤ 5,0 В	КД на ап-ру ИКМ-120У
	выход 8448кбит/с эл.пит.	симм. 150 Ом клемма	КМС-2 ПВЧС шина	≤ 5,0 В -30В;-72В	-"- -"-
	земля	клемма	шина	-	-"-

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
СВВГ-У ИКМ-120У	выход 8448кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	≤ 5,0 В	-"-
	вход 2048кбит/с	симм. 120 Ом	КМС-2 ПВЧС	≤ 5,0 В	-"-
	эл.пит.	клемма	шина	-30В;-72В	КД на ап-ру ИКМ-120У
	земля	клемма	шина	-	-"-
СТВГ ИКМ-480	вход 8448кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСК2	≤ 5,0 В	КД на ап-ру ИКМ-480
	выход 34368кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75	≤ 5,0 В	-"-
	эл.пит.	клемма	шина	-30В;-72В	-"-
	сигнализ.	монтаж. гребёнка	провод	≤ 10 В	-"-
	земля	клемма	шина	-	-"-
СОЛТ ИКМ-480	вход 34368кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	≤ 5,0 В	-"-
	выход слу-жеб.связи	симм. 120 Ом	МКТ-4 (симм.)	475 В	КД на ап-ру ИКМ-480
	выход ТМУ	симм. 120 Ом	МКТ-4 (симм.)	475 В	-"-

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
	выход 34368кбит/с	коакс.	МКТ-4 (коакс.)	≤ 3,0 кВ 10/700 мкс	МСЭ-Т, К.17
	выход ТММ	симм. 120 Ом	МКТ-4 (симм.)	400 В	-"-
	эл.пит.	клемма	шина	-30В;-72В	-"-
	сигнализ.	монтаж. гребенка	провод	≤ 10 В	-"-
	земля	клемма	шина	-	-"-
СОЛТ ИКМ-480Р	вход 34368кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	≤ 5,0 В	КД на ап-ру ИКМ-480Р
	выход 34368кбит/с	коакс.	КМ-8/6	≤ 3,0 кВ 10/700 мкс	МСЭ-Т, К.17
	эл.пит.	клемма	шина	-30В;-72В	КД на ап-ру ИКМ-480Р
	сигнализ.	монтаж. гребёнка	провод	≤ 10 В	-"-
	земля	клемма	шина	-	-"-
СОЛТ-2 ИКМ-480х2	выход 51,84Мбит/с	коакс. 75 Ом	МКТ-4 КМ-8/6	3,0 кВ; 10/700 мкс	МСЭ-Т, К.17
	вход 51,84 Мбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	+/-5,0 В	КД на ап-ру ИКМ-480х2

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
	эл. пит.	клемма	шина	-72В;-30В	-"-
	сигн.	монтаж. гребенка	провод	+/-10,0 В	-"-
	земля	клемма	шина	-	КД на ап-р ИКМ-480х2
СТВ-2 ИКМ-480х2	вх. 34,368 Мбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	+/-5,0 В	-"-
	вых. 51,84 Мбит/с	коакс 75 Ом	РК-75 КСКЭ	+/-5,0 В	-"-
	эл. пит.	клемма	шина	-72В;-30В	-"-
	сигн.	монтаж. гребенка	провод	+/-10,0 В	-"-
	земля	клемма	шина	-	-"-
СТВГ-У ИКМ-480х2	вх. 8,448 Мбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	+/-5,0 В	-"-
	вых.34,368 Мбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	+/-5,0 В	-"-
	эл. пит.	клемма	шина	- 72 В - 30 В	КД на ап-ру ИКМ-480х2
	сигн.	монтаж. гребенка	провод	+/-10,0 В	-"-

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
	земля	клемма	шина	-	-"-
СДП ИКМ-480х2	ДП			715 В	-"-
	эл. пит.	клемма	шина	- 72 В - 30 В	-"-
	сигн.	гребенка	провод	+/-10,0 В	-"-
	земля	клемма	шина	-	-"-
LEE PCM 480S (СОЛТ ИКМ-480С)	вх. 34368 кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	</≈5,0 В	КД на ап-ру PCM 480S
	вых.41241,6 кбит/с	симм. 150 Ом	МКС ЗКП	2,0 кВ 10/700 мкс	МСЭ-Т, К.17
	электропит	клемма	шина	29 В,54 В, 72 В	КД на ап-ру PCM 480S
	сигнализ.	монтаж. гребенка	провод	+/-10,0 В	-"-
	земля	клемма	шина	-	-"-
LZE PCM 480S	вх.41241,6 кбит/с	симм. 150 Ом	МКС ЗКП	2,0 кВ	МСЭ-Т, К.17
	вых.41241,6 кбит/с 1	см. LEE PCM 480 S			
	электропит сигнализ.земля				

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
DME 8/34	вх. 8,448 кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	</=5,0 В	КД на ап-ру DME 8/34
	вых.34368 кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	</=5,0 В	-"-
	электропит	см. LEE PCM 480 S			
	сигнализ. земля				
LA 140x2KX	вх.139264 кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	</=5,0 В	КД на ап-ру LA 140x2KX
	вх. 34368 кбит/с	коакс. 75 Ом	РК-75 КСКЭ	</=5,0 В	-"-
	вых.284096 кбит/с	коакс.	КМБ 8/6 или МКТ-4	2,0 кВ 10/700мкс	МСЭ-Е, К-17
	электропит	клемма	шина	29 В,54 В, 72 В	КД на ап-ру LA 140x2KX
	сигн.	гребенка	провод	+/-10,0 В	-"-
	земля	клемма	шина	-	
	телеконтр.	симм. 120 Ом	МКТ-4; КМБ 8/6-симм.пара	1,6 кВ 10/700 мкс	МСЭ-Е, К-17
	сл. связь	симм. 120 Ом	-"-"-	1,6 кВ 10/700 мкс	МСЭ-Е, К-17

Таблица А2.Данные по импульсной электропрочности вводов аппаратуры СЦИ

Наименование тип оборудов.	Вводы	Тип ввода, входное сопротив-ление	Тип фидера	Допустимые импульсные напряжения на вводе Форма имульса $\tau_ф/\tau_и$, мкс	Нормативный документ
1	2	3	4	5	6
СИНХРОННЫЕ МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ STM-1					
1641SM(Alcatel); ISM-2000/STM-1 (AT&T); SDN-1(ECY); SMA-1(GPT); SMS-150A(NEC); SMS-150L(NEC); STM-1ADM,TM (Nokia); TN-1X(Nortel); ADM-1/1 (Philips); SMA-1(Siemens); SMA-1R2(Siemens) SMT-10(Siemens)	2Мбит/с 1,5Мбит/с	симм.120ом	КМС-1,2	100В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
		коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	
	34Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	45Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	140Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	155Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	-40В÷-60В	клемма	шина	500В;1.2/50	МСЭ-Т,К.17
	Опт. ввод 155Мбит/с	оптич.ввод	Опт. каб.	-	-
	Линейный ввод 155Мбит/с	коакс.75ом	КМ	5 кВ; 10/700, 100/700	МСЭ-Т,К.17

Продолжение таблицы А2

1	2	3	4	5	6
СИНХРОННЫЕ МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ STM-4					
1651SM(Alcatel); ISM-2000/STM-4 (AT&T); SDM-4(ECY); SMA-4(GPT); SMS-600W(NEC); SMS-600T(NEC); SMS-4ADM 1/4, 4/4(Nokia); TN-4X(Nortel); ADM-4/1 Philips; SMA-4(Siemens); SMA-4R2(Siemens)	2Мбит/с; 1,5Мбит/с	симм.120ом	КМС-1,2	100В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
		коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	
	34Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	45Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	140Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	155Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	Опт. ввод 155Мбит/с	оптич.ввод	Опт. каб.	-	-
	Опт. ввод 622Мбит/с -40В÷-60В	оптич.ввод клемма	Опт. каб. шина	- 500В;1.2/50	- МСЭ-Т,К.17
СИНХРОННЫЕ МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ STM-16					
1664SM(Alcatel); LSM-2000/STM-16; (AT&T); SDM-16(ECY); SMA-16(GPT); SMS-2500T(NEC); STM-16; TN-16X(Nortel);	2Мбит/с	симм.120ом	КМС-1,2	100В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
		коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	
	34Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	45Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703

Продолжение таблицы А2

1	2	3	4	5	6
ADM-16/4Philips; SMA-16(Siemens); SMA-16R21Siemens	140Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	155Мбит/с	коакс.75ом	РК-75	50 В;1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	Опт. ввод 155Мбит/с	оптич.ввод	Опт. каб.	-	-
	Опт. ввод 622Мбит/с	оптич.ввод	Опт. каб.	-	-
	Опт. ввод 2488Мбт/с	оптич.ввод	Опт. каб.	-	-
	-40В÷-60В	клемма	шина	500В;1.2/50	МСЭ-Т,К.17
ОБЩАЯ ЧАСТЬ МУЛЬТИПЛЕКСОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СЦИ					
1353-SH Alcatel; ITM-SC(AT&T); EEM(ECI); EMOS(GPT); ACTNET-X, SMS 2500T(NEC); SMS 2500R(NEC); SINFONFT NM (Nokia); TN-MS ES(Nortel)	64 кбит/с	симм.120ом	КМС-1; КМС-2	100 В; 1.2/50	МСЭ-Т,G.703
	-40В (-60В) -24В	клемма	шина	500 В; 1.2/50	МСЭ-Т,К.17

Приложение Б

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ АППАРАТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОЛЕЙ

1. Пример оценки импульсной электропрочности станционных входов аппаратуры систем передачи

В качестве примера рассмотрим оценку импульсной электропрочности стойки генераторного оборудования СГУЧ оконечной станции аппаратуры К-3600 "Окоп".

Номенклатура входов стойки СГУЧ, соединяющихся станционными линиями с другими стойками аппаратуры К-3600, насчитывает 16 позиций, из которых два входа симметричных (под кабель типа КМС-2), тринадцать входов коаксиальных (под кабели типа РК-75-3-15, РК-75-4-16), и один несимметричный вход электропитания (для провода типа АНРГ-1х10).

Для каждого входа, получившего свой порядковый номер (таблица Б1), по принципиальным схемам выявляется наиболее чувствительный к импульсным напряжениям и токам элемент, который по электрическим цепям соединяется с рассматриваемым входом аппаратуры. В той же таблице Б1 для каждого входа указаны выявленные наиболее чувствительные к импульсным перенапряжениям радиоэлементы. Для входов, имеющих порядковые номера 1-4, 13, 14 это транзистор типа 2Т904А; для входов, имеющих номера 5-12, 15 это транзистор типа 2Т325Б; для входа номер 16 транзисторы типа П-701А и П-216.

Исходя из предельно допустимых напряжений и токов для названных типов транзисторов и диодов, а также, учитывая ослабление амплитуды импульса при прохождении его от входов стойки до чувствительных элементов, проводится расчет допустимой величины импульсного напряжения на рассматриваемом входе стойки, при котором импульсное напряжение на чувствительном элементе не превысит его предельно допустимой величины. В нашем конкретном случае для наиболее чувствительных элементов цепей, примыкающих ко входам стойки СГУЧ, указанным в таблице Б1, в справочной литературе отсутствуют данные по допустимым импульсным напряжениям и токам.

Поэтому для анализа импульсной электропрочности входов стойки СГУЧ взяты предельно-допустимые значения напряжений и токов для чувствительных элементов на постоянном токе.

При этом очевидно, что принятые величины импульсной электропрочности чувствительных элементов будут несколько ниже реальных и, следовательно, оценка стойкости к импульсным напряжениям входов аппаратуры стойки СГУЧ будет получена с некоторым запасом.

Затухание амплитуды импульса при прохождении его со входа стойки до чувствительного элемента определяется по результатам расчетов переходных процессов по составленной для каждого входа эквивалентной схеме. В качестве источника импульсного сигнала на вход аппаратуры в эквивалентной схеме подключается импульсный генератор с внутренним сопротивлением 15 Ом. Временные параметры импульсов, используемых при расчете, должны соответствовать временным параметрам импульсов, приведенных в таблице 4 приложения Г.

Таблица Б1. Импульсная электропрочность входов стойки СГУЧ К-3600 "Окоп"

Номер по порядку	Тип соединительного кабеля	Тип входа	Наиболее чувствительный элемент цепи	Импульсная электропрочность (В) при форме 0,1/10 мкС	
				жила-корп.	жила-жила
1	КМС-2	симметрич.	2Т904А	1000	210
2	КМС-2	-"-	2Т904А	1000	169
3	РК-75-3-15	коаксиал.	2Т904А	210	
4	РК-75-3-15	-"-	2Т904А	118	
5	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	78	
6	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	27	
7	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	78	
8	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	27	

Окончание таблицы Б1

9.	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	78	
10.	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	27	
11.	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	78	
12.	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	27	
13.	РК-75-4-16	-"-	2Т904А	210	
14.	РК-75-4-16	-"-	2Т904А	81	
15.	РК-75-4-16	-"-	2Т325Б	15	
16.	АНРГ 1*10	несим.пит.	П-216 П-701А	60	

В большинстве случаев цепи между входом и чувствительным элементом представляют собой удлинители или фильтры, потому для определения ослабления воздействующего импульса были использованы данные по затуханию и частотные характеристики упомянутых цепей.

Полученные данные по оценке импульсной электропрочности входов стойки СГУЧ К-3600 "Окоп" с учетом ослабления амплитуды импульса в цепях, соединяющих наиболее чувствительные элементы схемы с соответствующими входами, приведены в таблице Б1.

Из приведенных результатов расчета видно, что импульсная электропрочность входов стойки колеблется от 15 В до 1000 В при форме воздействующего импульса 0,1/40 мкс для коаксиальных входов и 0,05/40 мкс для остальных входов.

2. Пример выбора длин соединительных линий для аппаратуры обслуживаемого пункта системы передачи СМП ВСС.

В качестве примера приведен выбор длин соединительных кабелей для стойки СГУЧ К-3600, входящей в состав аппаратуры оконечной станции системы передачи К-3600, которая находится в здания первого типа (раздел 2 настоящих рекомендаций) и работает при воздействии полей ЭМИ.

Сначала определяются максимальные длины кабелей, при которых наводки полей ЭМИ не превысят импульсную электропрочность входов рассматриваемой стойки. Для этого воспользуемся таблицей Б1, в которой приводятся расчетные данные по импульсной электропрочности входов стойки СГУЧ и типы соединительных

кабелей, применяемых для этой аппаратуры, а также таблицей 9 раздела 4, в которой приводятся данные по величине наводок на станционные кабели полей ЭМИ с учетом экранирующих свойств выбранного типа здания. Сравнивая величины наводок с импульсной электропрочностью входов аппаратуры выбираем допустимую длину соединительной линии.Результаты расчетов приведены в таблице Б2

Таблица Б2. Выбор длины станционных соединительных кабелей для стойки СГУЧ К -3600

Наименование входа и тип соединительного кабеля	Импульсная электропрочность		Допустимая длина кабеля, м
	жила-корпус В	жила-жила В	
СТОЙКА СГУЧ			
1 Выход 1-4 60 кГц , КМС-2	1000	210	100
2 Выход 5,6 60 кГц , КМС-2	1000	169	100
3 Выход 1-3 372 кГц, РК-75-3-15	210		35
4 Выход 4-5 372 кГц, РК-75-3-15	118		25
5 Выход 2-3 1552кГц, РК-75-4-16	78		22
6 Выход 4-7 1552кГц, РК-75-4-16	26		5
7 Выход 2-3 2592кГц, РК-75-4-16	78		22
8 Выход 4-7 2592кГц, РК-75-4-16	26		5
9 Выход 2-3 2856кГц, РК-75-4-16	78		22

Окончание таблицы Б2

10	Выход 4-7 2856кГц, РК-75-4-16	26		5
11	Выход 2-3 1024кГц, РК-75-3-15	78		23
12	Выход 4-7 1024кГц, РК-75-3-15	26		5
13	Выход 1-3 128кГц, РК-75-3-15	210		35
14	Выход 4 128 кГц, РК-75-3-15	81		25
15	Ввод 1800 кГц, РК-75-4-16	15		3
16	-24В/1, -24/2 АНРГ 1х10	60		

Как видно из приводимой таблицы при размещении стойки СГУЧ в здании первого типа длина допустимых соединительных линий колеблется от 3 м (позиция 15) до 100 метров (позиция 1).Для обеспечения защиты входов стойки от воздействия наводок на станционные кабели полученные длины кабелей необходимо строго выдерживать. Если это сделать невозможно, то необходимо провести мероприятия, перечисленные в 7.6.5. настоящих рекомендаций. Например, ввод 1800 кГц стойки СГУЧ (позиция 15) допускает длину кабеля типа РК-75-4-16 всего 3 м.Применение кабеля типа КСКЭ (таблица 6 рекомендаций) позволяет увеличить допустимую длину кабеля для рассматриваемого входа до 13 м.

Защита питающего входа стойки СГУЧ требует наибольшего внимания так как при размещении аппаратурного комплекса в здании первого типа (1.2) наводимые на ТРС напряжения намного превышают импульсную электропрочность входа. Мероприятия по обеспечению стойкости входов питания аппаратуры предусматривают уменьшение наводок на ТРС с помощью экранирующего короба (7.7.2). Кроме этого можно устанавливать дополнительные защитные устройства на питающем входе стойки. Эти устройства представляют собой фильтры нижних частот. Хорошие результаты дает применение обычных сгла-

живающих фильтров на входах аппаратуры в цепях питания. В рассматриваемом случае сетевой сглаживающий фильтр в цепи питания, имеющий коэффициент подавления 40 дБ обеспечивает защиту питающего входа. Однако для того, чтобы такой фильтр эффективно защищал аппаратуру от наводок на ТРС необходимо, чтобы выполнялись следующие условия:

индуктивность конденсаторов фильтров вместе с монтажными соединениями не должна превышать величины 30 нГн (длина соединительных проводников должна быть минимальной и практически ограничиваться только выводами конденсаторов);

используемые в фильтрах элементы должны иметь импульсную электропрочность, превышающую амплитуды воздействующих напряжений наводок.

Приложение В

ПАРАМЕТРЫ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Воздействие внешних дестабилизирующих факторов электрического характера проявляется в виде воздействий на аппаратуру связи электромагнитных полей, источниками которых являются грозовые разряды, высоковольтные линии электропередачи, контактная сеть железных дорог, радиопередающие устройства и радиолокационные станции, электромагнитный импульс ядерного взрыва.

Параметры воздействующих электромагнитных полей снаружи сооружений связи приведены в таблицах В1, В2 и В3.

Таблица В1. Уровни воздействия ЭМИ Молнии

Вид воздействий	Составляющие ЭМИ	Степень жесткости		$t_и$, с	$t_ф$, с
		Iэ	IVэ		
ЭМИ молнии	$E_в$, г(кВ/м)	300	300	1.10^{-4}	5.10^{-6}
	H (А/м)	450	450	1.10^{-4}	5.10^{-6}

Таблица В2. Уровни внешних полей радиочастотных излучений

Характеристика полей радиопередающих средств и радиолокационных станций	Уровень
Средняя напряженность (среднеквадратическое значение) электрического поля в диапазоне 0,1-1000 МГц.	15-200 В/м
Плотность потока мощности электромагнитного поля в диапазоне 400-18000 МГц	5-3000 Вт/м

Примечание - Значения напряженности магнитного поля, соответствующие значениям напряженности электрического поля, определяются по соотношению H=E/r, где r=377 Ом.

Таблица В3. Уровни электромагнитных полей ЛЭП и КСЖД

Характеристика полей высоковольтных линий электропередачи и контактной сети железных дорог	Уровень
Максимальная напряженность электрического поля (рабочий режим линии)	30 кв/м
Максимальная напряженность магнитного поля (режим короткого замыкания линии)	3000 А/м
Длительность воздействия электрического поля	1-10 с
Длительность воздействия магнитного поля	0,1 с

Приложение Г

1 НОРМЫ ПО СТОЙКОСТИ АППАРАТУРЫ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАРАЖЕНИЯ МЕСТНОСТИ

Аппаратура связи всех групп исполнения, предназначенная для работы в сетях ВСС РФ, должна быть стойкой к ионизирующему излучению РЗМ, с уровнем, приведенным в таблице Г1.

Таблица Г1. Требования по стойкости аппаратуры связи к воздействию ИИ РЗМ

Наименование характеристики ИИ	Обозначение	Уровень воздействия
Доза гамма излучения радиоактивного заражения местности, Р	$Д_{Гн}$	10^3

При необходимости эксплуатации аппаратуры в условиях воздействия ИИ с большими уровнями, чем указанно в таблице Г1, работоспособность аппаратуры может быть обеспечена за счет размещения ее в защищенных сооружениях связи с соответствующей степенью ослабления ИИ.

2 НОРМЫ ПО СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

2.1 Аппаратура, размещенная в экранированных сооружениях ВСС РФ, должна быть стойкой к воздействию полей ЭМИ молнии, полей радиопередающих устройств и радиолокационных станций с параметрами, приведенными в таблице Г2.

Таблица Г2. Требования по стойкости аппаратуры связи к воздействию импульсных полей молнии, полей радиопередающих устройств и РЛС

Характеристика ЭМ полей	ЭМИ Молнии	ЭМ поля Р/П устр. и РЛС
Напряженность электрического поля кВ/м.	10	-
Напряженность магнитного поля,А/м	15	-
Длительность импульса, мкс.	100	
Длительность фронта импульса,мкс.	5	-
Число воздействий.	10	-
Диапазон возможных минимальных промежутков времени между очередными импульсами, с.	30	-
Средняя напряженность (среднеквадратическое значение) электрического поля в диапазоне 0,1-1000 МГц, В/м.	-	3

Примечания

1 Значение напряженности магнитной составляющей воздействующего поля Р/П устройств и РЛС, соответствующие значениям напряженности электрического поля, определяются по соотношению H=E/r, где r=377 Ом.

2 Длительности электрических и магнитных полей ЭМИ приведены на уровне 0,5, а длительности фронта этих полей даны на уровне 0,1-0.9 их максимальных значений.

3 Конкретное значение временного промежутка между очередными ЭМИ устанавливается в ТЗ на аппаратуру.

3 НОРМЫ ПО СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ, ТОКОВ И РАДИОЧАСТОТНЫХ ПОЛЕЙ

3.1 Аппаратура систем передачи проводной связи должна быть стойкой к воздействию на линейные вводы импульсных напря-

жений с параметрами, приведенными в таблице Г3.

Таблица Г3.Требования к аппаратуре связи по стойкости к воздействию напряжений, наводимых ЭМИ молнии на линейных вводах

Виды магистральных кабелей	Амплитуда импульсного напряжения, В	Форма импульса испытательного генератора	
		Длительность фронта, мкс	Длительность импульса, мкс
Кабели с коаксиальными парами: 2,6/9,4	5000	10	700
1,2/4,6	5000	10	700
Симметричные высокочастотные кабели	1500	10	700

Примечания

1 В случае, если в цепях грозозащиты входов аппаратуры не предусмотрены разрядники, то при испытаниях в точках подключения испытательного напряжения на входе и выходе аппаратуры устанавливаются разрядники, имитирующие пробой в кабеле.

2 Величина воздействующих импульсов приведена для кабеля с бумажной изоляцией. В случае применения кабеля с другой изоляцией величину воздействующего напряжения следует скорректировать в соответствии с пробивным напряжением кабеля.

3 Требования к аппаратуре связи по стойкости к воздействию напряжений, наводимых ЭМИ молнии на линейных входах соответствуют рекомендациям [2] МСЭ-Т, том 9, К.17.

3.2 Аппаратура проводной связи должна быть стойкой к воздействию на станционные входы импульсных напряжений, наводимых ЭМИ молнии, с параметрами, приведенными в таблице Г4. Длительность импульсов испытательных напряжений в таблице Г4 приведе-

на на уровне 0,5, а длительности фронта этих импульсов дана на уровне 0,1-0.9 их максимальных значений.

Критерии качества функционирования в соответствии с [1].

Таблица Г4.Требования к импульсной электропрочности станционных входов аппаратуры при воздействии ЭМИ молнии

Тип входа	Типы кабельных соединений	Точки входа	Параметры воздействующего импульса		
			Амплитуда, В	Длительность фронта, мкс	Длительность импульса, мкс
ВЧ,НЧ	Коаксиальные	жила-корпус	30	0,1	40
	Симметричные экранированные	жила-жила	10	0,05	40
		жила-корпус	250	0,05	40
Цепи сигнализации и телемеханики	Симметричные экранированные	жила-корпус	350	0,05	40
Цепи питания (постоянный ток)		вводы "+" и "-"	1000	0,7	40

3.3 Аппаратура проводной связи должна быть стойкой к прохождению по ее корпусам токов, наводимых ЭМИ молнии на экранах внешних и внутристанционных кабелей, а также других металлических конструкциях. Параметры воздействующих токов приведены в таблице Г5.

Таблица Г5. Требования по стойкости аппаратуры к воздействию импульсных токов, проходящих по корпусам аппаратуры при воздействии ЭМИ молнии

Токи затекания		
Амплитуда, кА	Длительность фронта, мкс	Длительность импульса, мкс
1,6	0,7	50

Примечание - Длительность импульсов испытательных токов приведена на уровне 0,5, а длительности фронта этих импульсов дана на уровне 0,1-0,9 от их максимальных значений.

Приложение Д

ПРИМЕР РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ АППАРАТУРЫ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ.

Расчетная оценка стойкости блока Ус-Пер стойки СЛУК К-3600 к воздействию гамма-излучения.

В подлежащем оценке блоке аппаратуры К-3600 наиболее чувствительными элементами к ионизирующим излучениям являются полупроводниковые приборы, перечень которых с предельными значениями дозы гамма-излучения приведен в таблице Д1. Данные по предельным дозам гамма-излучения взяты из соответствующих технических условий на полупроводниковые приборы.

Таблица Д1.Перечень полупроводниковых приборов блока Ус-Пер К-3600 и предельные значения дозы гамма-излучений

Наименование полупроводникового прибора	Тип	ГОСТ, ТУ	Предельное значение Дги, Р
Диод	Д-237А	ТР3.362.021ТУ	$1 \cdot 10^4$
	Д-104А	ТТ3.362.060ТУ	$1 \cdot 10^5$
	2Д-510А	ТТ3.362.096ТУ	$1 \cdot 10^6$
	Д-815Д	УЖ3.362.027ТУ	$1 \cdot 10^5$
Транзисторы	2Т-325А	СБО.336.023ТУ	$1 \cdot 10^5$
	2Т-610А	Я53.365.009ТУ	$1 \cdot 10^5$
	2Т-904А	И93.365.008ТУ	$1 \cdot 10^6$

Наиболее чувствительным прибором к воздействию гамма излучений является диод Д-237А. Его предельное значение дозы гамма излучения определяет стойкость к воздействию виду ионизирующего излучения для всего блока в целом. Поэтому стойкость блока Ус-Пер К-3600 к воздействию гамма-излучения составляет величину не более 1 10^4 Р.

Приложение Е

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АППАРАТУРЫ ОТ ТОКОВ ЗАТЕКАНИЯ

Конструкция заземления представляет собой четыре металлические трубы диаметром 5 см каждая и длиной 5 м. Точки заглубления труб расположены в углах квадратного контура со стороной 5 м. Одна из сторон контура лежит в разрыве общего контура заземления здания на расстоянии не менее чем длина заземляющей трубы (5м), или не ближе 5 м от цистерны НУП. Кабель проходит к вводам кабельной шахты ОП или НРП через центр контура. Оболочка кабеля соединяется с верхними концами труб четырьмя металлическими шинами требуемого сечения. Все четыре шины подсоединяются к оболочке кабеля в одной точке через съемный хомут. Доступ к этому хомуту обеспечивается через колодец шахту или другие смотровые устройства. На постоянном токе сопротивление такой конструкции составляет 3 Ом, а на частоте 10 МГц достигает величины 5-7 Ом.

Приложение Ж

Таблица Ж1. Рекомендации МСЭ-Т по нормам наводок 50 Гц на оборудование линий связи

Источник влияния	Значения допустимых величин			Объект связи	NN рек	Примечание
	перенапряжений t, мс	U	избыточный ток I			
ЛЭП КЗ КС ЖД	200 -1000	до кВ	-	линия эл.связи	К11	
Заземления опоры ЛЭП	-	-	-	заземл. линии эл.связи	К8	Расстояние в земле 10 м при $R_З$ = сотни Ом 50 м скальный грунт
ЛЭП при повреждении		<1200Вэфф		кабель связи с бум.изоляц. с трансф-ми	К13	Действие продольной ЭДС на подключаемое к кабелю оборудование
		< 650Вэфф		с пластм.изол. без трансформ.		
ЛЭП КС ЖД	500 Длительное	<1200 В < 60 В < 150 В	< 10 А	Вход (выход) линейного усилителя	К17	$R_Н$ = 150 Ом Режим испытаний
ЛЭП КС ЖД	200	<300 Вэфф		Точки подключения к линии абонентского оборудования	К20	Стойкость коммутац. оборудования; испытания в точках подключения абон.обор.
				настольного оборудования	К21	
Молния, ЛЭП	5 с	10 кВ (50 Гц) 20 кВ (пост.ток)		ВОЛС	К25	Условия испытаний образца ВОЛС с металлическими элементами
	$t_Ф$=15мкс одиночный					
	$t_{спада}$ = 50-80мкс	затух. колебания	ток разряда подлежит определению при поврежд. кабеля			

Приложение 3

Библиография

1. "Нормы по стойкости аппаратуры, приборов, устройств и оборудования ВСС РФ к воздействию дестабилизируюших факторов и внешних электромагнитных помех", принятые ГКЭС решением N 143 от 31.01.97г.
2. Рекомендации МСЭ-Т, том 9 К.1 - К.25, Защита.
3. Руководство по защите металлических кабелей от ударов молнии. Москва, изд. "Резонанс", 1997 г.
4. Директивы по защите линий электросвязи от вредных влияний линий электропередачи и электрифицированных железных дорог", опубликованных МСЭ-Т (издание 1988г., Женева).
5. Руководство по защите оптических кабелей от ударов молнии. Москва, изд. "Резонанс", 1996 г.
6. ETS 300 119. Equipment telecommunication standart for equipment practice.
7. Рекомендация G.703 (04/91) Общие аспекты цифровых систем передачи; оконечное оборудование. Физические и электрические характеристики иерархических цифровых сигналов.
8. Рекомендация G.773 (03/93) Общие аспекты цифровых систем передачи. Наборы протоколов для Q-стыков для управления системами передачи.
9. Рекомендация G.784 (01/94) Управление синхронной цифровой иерархией (SDH).
10. IEC 61000-4-3:Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 4: Testing and measurement techniques. Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test. (ЭМС - часть 4: испытания и техника измерения. Раздел 3: излучаемые радиочастотные электромагнитные поля. Испытание устойчивости)

11. IEC 61000-4-4:Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 4: Testing and measurement techniques. Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC Publication (ЭМС - часть 4: испытания и техника измерения. Раздел 4: электрические быстрые переходные процессы. Испытание устойчивости. Базовый стандарт)

12. IEC 61000-4-5:Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 4: Testing and measurement techniques. Section 5: Surge immunity test.
(ЭМС - часть 4: испытания и техника измерения. Раздел 5: микросекундные импульсные помехи. Испытание устойчивости)

© ЦНТИ "Информсвязь", 1999г.

Подписано в печать
Тираж 300 экз Зак. № 9 Цена договорная

Адрес ЦНТИ "Информсвязь" и типографии:
105275,Москва,ул.Уткина, д.44, под.4
Тел./ факс 273-37-80, 273-30-60

gost.e-ecolog.ru