

УТВЕРЖДАЮ:  
Генеральный директор  
ООО «Электра»



И.Ю.Полетаев

2020 г.

## МОЛНИЕЗАЩИТА.

Инструкция по защите от прямого удара молнии  
зданий, сооружений и открытых территорий  
системами с опережающей эмиссией стримера.

Проектирование, монтаж,  
эксплуатация и техническое обслуживание

Дата введения 08.09 -2020



## МОЛНИЕЗАЩИТА.

Инструкция по защите от прямого удара молнии  
зданий, сооружений и открытых территорий  
системами с опережающей эмиссией стримера.

Проектирование, монтаж,  
эксплуатация и техническое обслуживание

август 2020 года

### Предисловие

Настоящая Инструкция по защите от прямого удара молнии зданий, сооружений и открытых территорий системами с опережающей эмиссией стримера (далее – Инструкция) разработана в соответствии с целями и принципами стандартизации в Российской Федерации, установленными Федеральным законом от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», а также во исполнение требований Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ "О техническом регулировании".

В настоящее время в Российской Федерации при выполнении молниезащиты зданий и сооружений применяются требования нормативов РД 34-21-122-87 и СО 153-34.21.122-2003. Эти документы устарели и не соответствуют современным мировым научным достижениям и требованиям к молниезащите зданий и сооружений. Кроме того, в указанных документах не определен порядок проектирования, монтажа, эксплуатации и технического обслуживания систем молниезащиты с использованием молниеприемников с опережающей эмиссией стримера.

Цель создания данной Инструкции – совершенствование нормативной базы Российской Федерации.

### Сведения о документе

1. Разработана ООО «Электра» (генеральный директор – Полетаев И.Ю.). Под общей редакцией Полетаева И.Ю.
2. Настоящая Инструкция представляет собой переработанный и дополненный собственный аутентичный технический перевод на русский язык стандарта Франции NF C 17-102 (редакция от сентября 2011 года) с французского [1] и английского [2] языков. Одновременно использованы

применимые для СМОЭС общие положения, термины, определения, требования и методы испытаний из государственных стандартов ГОСТ Р, распространяющихся на классические «пассивные» системы молниезащиты.

В настоящую Инструкцию не включено приложение А «Оценка степени риска» («Évaluation du risque») оригинала [1], в связи с наличием ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 «Оценка риска», дублирующего и дополняющего данное приложение.

## Содержание

	Предисловие _____	2
	Сведения о документе _____	2
	Введение _____	4
1	Область применения _____	8
2	Нормативные ссылки _____	9
3	Термины и определения _____	10
4	Системы молниезащиты _____	15
4.1	Необходимость защиты от удара молнии _____	15
4.2	Общие требования _____	16
5	Система молниезащиты с опережающей эмиссией стримера _____	17
5.1	Элементы системы молниезащиты _____	17
5.2	Проектирование СМОЭС _____	19
5.3	Молниеприемники с опережающей эмиссией стримера _____	19
5.3.1	Общие положения _____	19
5.3.2	Время опережения МОЭС _____	19
5.3.3	Расположение МОЭС _____	20
5.3.3.1	Зона защиты МОЭС _____	20
5.3.3.2	Радиус защиты МОЭС _____	21
5.3.3.3	Выбор и расположение МОЭС _____	22
5.3.3.4	Защита зданий большой высоты (свыше 60 метров) _____	23
5.3.3.5	Надежность защиты 0,999 _____	23
5.3.4	Требования к конструкции _____	24
5.3.5	Монтаж _____	24
5.4	Токоотводы _____	25
5.4.1	Общие положения _____	25
5.4.2	Количество токоотводов _____	25
5.4.3	Места прокладки токоотводов _____	26
5.4.4	Прокладка токоотводов внутри защищаемого объекта _____	27
5.4.5	Наружная облицовка _____	28
5.4.6	Материалы и размеры _____	28
5.4.7	Естественные элементы _____	29
5.4.7.1	Естественные элементы, заменяющие токоотвод _____	29
5.4.7.2	Естественные элементы, дополняющие токоотводы _____	30
5.5	Испытательный зажим _____	30

5.6	Электрическая изоляция СМОЭС _____	31
6	Заземление _____	33
6.1	Общие положения _____	33
6.2	Типы систем заземления _____	34
6.3	Дополнительные требования _____	36
6.4	Близко расположенные коммуникации и сооружения _____	36
6.5	Материалы и размеры _____	36
7	Счетчик ударов молнии _____	36
8	Тестер молниеприемника _____	37
9	Специальные требования _____	37
9.1	Антенны _____	37
9.2	Места хранения взрывоопасных и огнеопасных веществ _____	37
9.3	Здания религиозно-культурного назначения _____	38
10	Техническая, исполнительная и эксплуатационная документация, контроль и обслуживание _____	39
10.1	Исполнительная документация _____	39
10.2	Порядок проверки _____	39
10.3	Отчет о проведенной проверке _____	40
10.4	Первоначальная проверка _____	40
10.5	Визуальный контроль _____	41
10.6	Полная проверка _____	41
10.7	Эксплуатация и техническое обслуживание _____	42
	Приложение А (обязательное) Требования к МОЭС и его испытания _____	42
	Приложение Б (обязательное) Защита персонала от поражения электрическим током в результате удара молнии _____	55
	Приложение В (справочное) Примеры расчета коэффициента распределения тока кс и разделительных промежутков _____	56
	Приложение Г (обязательное) Образцы эксплуатационной и технической документации _____	59
	Библиография _____	63

## **Введение**

Наиболее эффективным способом борьбы с прямым ударом молнии и её вторичными проявлениями в настоящее время является применение систем молниезащиты различных видов.

Назначение системы молниезащиты:

- переориентирование (перехват) от защищаемого объекта (зоны) на молниеприёмник и приём прямого удара молнии;
- отвод, распределение и рассеяние тока молнии в земле с учётом требований минимизации электромагнитных помех;
- предупреждение прорыва тока молнии внутрь структуры объекта и защита от импульсных перенапряжений.

При этом надёжность переориентирования молнии от объекта к молниеприемнику (перехвата) должна быть не ниже определённого (заданного) уровня.

Настоящая Инструкция определяет порядок проектирования, монтажа, эксплуатации и технического обслуживания систем защиты от прямого удара молнии с использованием молниеприемников с опережающей эмиссией стримера (далее - МОЭС, английский вариант названия – ESEAT (Early Streamer Emission Air Terminal, другое распространенное название – «Активный молниеприемник»). На международном (IEC) и европейском (CENELEC) уровне данная система молниезащиты с опережающей эмиссией стримера (далее – СМОЭС) в настоящее время не стандартизована. Тем не менее, СМОЭС уже длительное время применяются в ряде стран, где с этой целью приняты государственные (национальные) стандарты, стандарты организаций или иные документы, устанавливающие порядок проектирования, монтажа, эксплуатации и технического обслуживания МОЭС, например, стандарты NF C 17-102 (Франция), IMRA 2426 (Аргентина), MKS N.B4 810 (Македония), NP 4426 (Португалия), I-20 (Румыния), JUS N.B4.810 (Сербия), STN 34 1391 (Словакия), UNE 21186 (Испания), ТКП В 230-2009 (Республика Беларусь), а также Российские нормативы ТГН 34.210-301-2008 (Территориальные градостроительные нормы Свердловской области), СТО 083-004-2010 (Стандарт НП СРО «Союз Стройиндустрии Свердловской области») и СТО Газпром 2-1.11-170-2007 (ОАО «ГАЗПРОМ»).

В России, не стандартизовавшей порядок проектирования и эксплуатации МОЭС на общенациональном уровне, тем не менее, допускается применение данной системы молниезащиты строительными организациями, иными хозяйствующими субъектами и органами государственного управления, особенно если ввиду обстоятельств или по эстетическим соображениям на защищаемом здании, сооружении или открытой площадке затруднительно либо невозможно установить классическую («пассивную») систему молниезащиты. Применение МОЭС соответствует современному уровню развития науки, техники и технологий, передовому зарубежному опыту.

#### Краткое описание принципа действия устройства

Основой СМОЭС является молниеприемник с опережающей эмиссией стримера. Такое устройство монтируется на здании, сооружении или отдельно стоящей мачте и создает зону защиты от прямого удара молнии для

всех объектов, в том числе антенн и архитектурно-ландшафтных объектов кровли.

В целом, применение систем с использованием молниеприемников с опережающей эмиссией стримера не противоречит действующим нормативам, так как теоретические основы защиты зданий и открытых территорий остаются неизменными. Различие заключается в конструкции молниеприемника, которая делает всю систему молниезащиты значительно эффективнее, надежнее, менее трудоемкой при монтаже и эксплуатации и, как следствие, экономичнее.

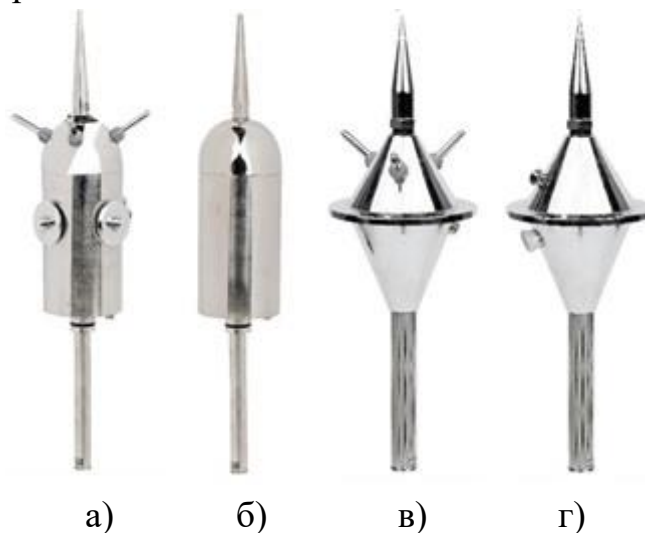
Грозное облако создает между областью грозы и землей электрическое поле, напряженность которого может превысить 5 киловольт на 1 метр. Разряд молнии начинается с развития лидера, - ионизированного канала с током в несколько сотен ампер, распространяющегося от облака вниз или от наземного сооружения вверх, – соответственно нисходящий и восходящий лидеры. Первый вариант, - самый распространенный тип зарождения молнии, - возникает под действием процессов в грозном облаке, и его появление не зависит от наличия на поверхности земли каких-либо сооружений. По мере продвижения нисходящего лидера, с наземных объектов могут возбуждаться направленные к облаку встречные лидеры. Соприкосновение одного из них с нисходящим лидером (или касание последнего поверхности земли) определяет место удара молнии в землю или какой-либо объект.

Чтобы обеспечить защиту объекта от удара молнии, удар молнии необходимо сориентировать в заранее выбранную точку вне объекта, из которой ток молнии отводится в землю по токоотводу, обладающему минимальным сопротивлением. Устройство, ориентирующее и принимающее на себя прямой удар молнии, и есть молниеприемник, который может быть, как классическим «пассивным» (стержневой, тросовый, сетка), так и «активным» (МОЭС). Принцип работы последнего основывается на использовании опережающей эмиссии стримера. Встроенный в корпус такого молниеприемника электронный блок при возникновении определенных условий, за счет разницы потенциалов между грозным облаком и поверхностью земли, начинает вырабатывать высокочастотные импульсы. Как следствие, за доли секунды до разряда молнии на острие молниеприемника начинается эмиссия заряженных частиц и возникает стримерная вспышка, образующая встречный восходящий разряд - лидер с зарядом, противоположным заряду грозного облака. При встрече нисходящего и восходящего лидеров образуется ионизированный канал, по которому происходит разряд молнии.

Роль системы защиты от прямого удара молнии, с точки зрения развития восходящего лидера, заключается в формировании устойчивого восходящего лидера с вершины молниеприёмника раньше, чем с любых элементов наземного объекта.

За счет принудительной генерации опережающей стримерной вспышки и формирования восходящего лидера, увеличивается эффективная высота молниеприемника по сравнению с «пассивным» молниеприемником, в результате чего перехват нисходящего лидера молнии осуществляется раньше. Как следствие, увеличивается размер зоны защиты наземных объектов. Кроме того, опережающее появление устойчивого восходящего лидера от МОЭС подавляет возможность образования восходящих лидеров от элементов защищаемого объекта. В результате, при прочих равных, с классическими «пассивными» системами, условиях, удастся обойтись меньшим количеством молниеприемников и токоотводов и/или меньшей высотой установки МОЭС.

МОЭС состоит из острия (наконечника), корпуса со встроенным генератором импульсов, элемента крепления к мачте и устройства подключения токоотводов. Работа генератора импульсов не требует внешнего источника питания и обеспечивается благодаря разнице потенциалов между точкой нахождения молниеприемника и землей. В ряде моделей МОЭС использованы поддерживающие ионизацию «активные» и «пассивные» электроды.



а)  $\Delta T = 60$  мкс, б)  $\Delta T = 45$  мкс, в)  $\Delta T = 45/60$  мкс, г)  $\Delta T = 30$  мкс

**Рисунок 1 - Примеры форм молниеприемников СМОЭС**

Основной характеристикой молниеприемника с опережающей стримерной эмиссией является «время опережения» – измеряемая в микросекундах (мкс) разница во времени, инициирования устойчивого восходящего лидера от МОЭС ранее, чем от «пассивного» молниеприемника аналогичной высоты. Этот параметр определяется экспериментально для каждого типа молниеприемника при моделировании реальных условий грозовой деятельности в лаборатории высокого напряжения. Результаты испытаний сравниваются со значением времени создания разряда от стандартизованного стержневого молниеприемника в одинаковых условиях.

На практике выбор модели МОЭС зависит от характеристик защищаемого объекта (требуемой надежности защиты, размера объекта и необходимого размера зоны защиты) и высоты установки молниеприемника.

### Ожидаемая экономическая эффективность

Экономическая эффективность применения настоящей Инструкции обеспечивается за счет выполнения единых требований к системам молниезащиты зданий (сооружений) и открытых территорий с использованием молниеприемников с опережающей эмиссией стримера (МОЭС) всеми организациями, осуществляющими проектирование, монтаж, эксплуатацию и техническое обслуживание данных систем, что существенно повысит безопасность и надежность функционирования предприятий и организаций, административных и жилых зданий и сооружений в грозовой сезон.

Размеры зоны защиты СМОЭС позволяют уменьшить, по сравнению с классическими системами молниезащиты, общее количество молниеприемников на протяженных территориях крупных предприятий и снизить объем и общую стоимость материалов и работ при их установке и ежегодном техническом обслуживании.

Широкомасштабное внедрение СМОЭС на территории России будет способствовать развитию здоровой конкуренции и снижению себестоимости систем молниезащиты за счет простоты и высокой скорости монтажа. Как следствие, системами молниезащиты будет оснащено большее количество зданий и сооружений, от индивидуальных жилых строений до крупных предприятий и территорий.

## **1. Область применения**

Настоящая Инструкция разработана с учетом требований действующих в Российской Федерации нормативов и устанавливает общие требования к проектированию, монтажу, эксплуатации и техническому



обслуживанию систем молниезащиты с использованием молниеприемников с опережающей эмиссией стримера (МОЭС), предназначенных для защиты сооружений, зданий, участков открытой местности и иных объектов от прямых ударов молнии.

Требования настоящей Инструкции подлежат исполнению всеми организациями, предприятиями и частными лицами, осуществляющих деятельность по проектированию, монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию указанных систем молниезащиты, независимо от ведомственной принадлежности и формы собственности.

При проектировании и устройстве систем СМОЭС, кроме положений настоящей Инструкции, должны выполняться требования действующих норм проектирования, правил по охране труда и пожарной безопасности.

## **2. Нормативные ссылки**

Использование положений настоящей Инструкции предусматривает применение совместно со стандартами:

1. ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы»,
2. ГОСТ Р МЭК 62305-2-2020 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска»,
3. ГОСТ Р МЭК 62305-3-2020 «Молниезащита Часть 3. Защита зданий и сооружений от повреждений, людей и животных от электротравматизма»,

Примечание – Проект ГОСТ Р – в стадии публичного обсуждения до 31.08.2020

4. ГОСТ Р МЭК 62305-4-2016 «Защита от молнии. Часть 4. Защита электрических и электронных систем внутри зданий и сооружений»,
5. ГОСТ Р МЭК 62561.1-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 1. Требования к соединительным компонентам»,
6. ГОСТ Р МЭК 62561.2-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 2. Требования к проводникам и заземляющим электродам»,
7. ГОСТ Р МЭК 62561.3-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 3. Требования к разделительным искровым разрядникам»,
8. ГОСТ Р МЭК 62561.4-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 4. Требования к устройствам крепления проводников»,
9. ГОСТ Р МЭК 62561.5-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 5. Требования к смотровым колодцам и уплотнителям заземляющих электродов»,
10. ГОСТ Р МЭК 62561.6-2015 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 6. Требования к счетчикам ударов молнии»,

11. ГОСТ Р МЭК 62561.7-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 7. Требования к смесям, нормализующим заземление»,
12. РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»,
13. СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»,
14. ПУЭ «Правила устройства электроустановок» редакция 7,
15. ГОСТ Р 50571-4-44-2019 «Электроустановки низковольтные. Часть 4.44. Защита для обеспечения безопасности. Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных возмущений».

Примечание — При пользовании настоящей Инструкцией целесообразно проверить действие вышеуказанных стандартов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей Инструкцией, следует руководствоваться действующей версией стандарта. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3. Термины и определения**

В настоящей Инструкции применяются нижеследующие термины и определения:

**3.1 безопасное расстояние (разделительный промежуток) (separation distance):** Расстояние между двумя проводящими элементами, при котором между ними не может произойти опасное искрение

**3.2 время опережения,  $\Delta T$  (ESEAT efficiency,  $\Delta T$ ):** Выраженная в микросекундах разница между моментом появления эмиссии МОЭС и эмиссии стандартизованного стержневого молниеприемника, измеренная лабораторным методом в соответствии с приложением А к настоящей Инструкции

**3.2 внешняя СМОЭС, изолированная от защищаемого объекта (external ESESystem isolated from the structure to be protected):** Молниеприемная часть и система токоотводов СМОЭС, расположенная таким образом, чтобы ток молнии не мог проходить по защищаемому объекту

Примечание — Для изолированной СМОЭС возникновение опасного искрения между ней и защищаемым объектом исключено.

**3.4 внешняя СМОЭС, неизолированная от защищаемого объекта (external ESESystem not isolated from the structure to be protected):** Молниеприемная часть и система токоотводов СМОЭС, расположенная таким образом, что ток молнии может проходить по защищаемому объекту

**3.5 внутренние системы (internal systems):** Электрические и электронные системы, расположенные внутри здания (сооружения)

**3.6 главная шина уравнивания потенциалов (equipotential bonding main bar):** Шина, используемая для соединения естественных компонентов, заземляющих проводников, заземлителей, экранов кабельных линий и т.п., к системе молниезащиты

**3.7 здание (сооружение), опасное для окружающей среды (structures dangerous for the environment):** Здание (сооружение), воздействие молнии на которое может вызвать распространение биологических, химических и радиоактивных веществ (химическое, нефтехимическое производство, ядерная установка и т.д.)

**3.8 здание (сооружение) с опасностью взрыва (structures with risk of explosion):** Здание (сооружение), содержащее твердые взрывоопасные материалы, взрывчатые вещества или опасные зоны

Примечание — С целью оценки риска в настоящей Инструкции рассматриваются лишь объекты, содержащие опасные зоны типа «0», либо содержащие твердые взрывоопасные вещества.

**3.9 защищаемый объект (object to be protected):** Здания, сооружения и/или их части, открытое пространство и/или коммуникации, подлежащие защите от удара молнии.

Примечание — Защищаемый объект может входить в состав другого более крупного объекта.

**3.10 зона молниезащиты, ЗМЗ (lightning protection zone, LPZ):** Пространство, для которого определены параметры электромагнитной среды

Примечание — Границы ЗМЗ не обязательно определены физически (например, стены, перегородки, пол, потолок).

**3.11 естественный элемент молниезащиты (natural component):** Проводящий элемент, расположенный снаружи или встроенный в стены сооружения (объекта), который может быть использован как токоотвод СМОЭС

Примечание — В случае СМОЭС естественные элементы могут служить дополнением, но не единственным применяемым видом токоотвода.

**3.12 импульсное перенапряжение (surge):** Резкий подъем напряжения, вызванный электромагнитным импульсом молнии до значений, представляющих опасность для изоляции, оборудования или потребителя

Примечание — Перенапряжения, вызванные электромагнитным импульсом удара молнии, могут быть вызваны токами молнии (частично) или эффектом индукции в проложенных контурах, или за счет остаточного перенапряжения за пределами зоны защиты УЗИП.

**3.13 искусственный токоотвод (specific down-conductor):** Токоотвод, не входящий в состав естественных элементов объекта и установленный специально в целях молниезащиты

**3.14 испытательный зажим (test joint):** Зажим, предназначенный для удобства выполнения электрических измерений при испытаниях компонентов молниезащиты

**3.15 меры защиты (protection measures):** Меры, предпринимаемые по отношению к защищаемому зданию (сооружению) с целью снижения риска

**3.16 металлическая арматура, соединенная между собой (interconnected reinforcing steel):** Стальная арматура железобетонных конструкций здания, которая обеспечивает электрическую непрерывность.

**3.17 молниеприемник с опережающей эмиссией стримера (МОЭС) (early streamer emission air terminal, ESEAT):** Молниеприемник, вызывающий опережающее (более раннее) возникновение восходящего стримера по сравнению с обыкновенным стержневым молниеприемником при их работе в одинаковых условиях

**3.18 номинальное выдерживаемое импульсное напряжение (rated impulse withstand voltage level):** Импульсное напряжение, установленное изготовителем для оборудования или его отдельных частей, характеризующее способность изоляции выдерживать временные перегрузки по напряжению

Примечание — Для целей настоящей Инструкции рассматривается общий случай импульсного выдерживаемого напряжения между токоведущими проводниками и землей.

**3.19 опасное искрение (dangerous sparking):** Электрический разряд, возникший внутри защищаемого объекта при ударе молнии, способный вызвать повреждение оборудования и создать опасность для людей

**3.20 опасное событие (dangerous event):** Удар молнии в защищаемое здание (сооружение) или проектную прилегающую территорию

**3.21 отказ электрических и электронных систем (failure of electrical and electronic systems):** Повреждение электрических и электронных систем вследствие электромагнитного импульса удара молнии.

**3.22 плотность ударов молнии,  $N_g$  (lightning ground flash density):** Среднее число ударов молний в год на  $1 \text{ км}^2$  поверхности определенной местности, получаемое на основе наблюдений метеорологических служб и иных сетей регистрации ударов молний в поверхность земли

**3.23 потери,  $L_x$  (loss):** Отношение среднего количества погибших и травмированных людей или животных, разрушенной и поврежденной продукции, оборудования и т.д. (соответствующие указанному типу

повреждений) к среднему их количеству, находящемуся в защищаемом здании (сооружении) на момент опасного события.

**3.24 приемлемый риск,  $R_T$  (tolerable risk):** Максимально допустимый уровень риска для защищаемого здания (сооружения) [3].

**3.25 прямой удар молнии, ПУМ (lightning flash to an object):** Удар молнии в защищаемый объект, сопровождающийся протеканием через объект тока молнии

**3.26 разделительный искровой разрядник, РИР (isolating spark gap, ISG):** Компонент с разрядным расстоянием, позволяющим изолировать электропроводные секции конструкции

Примечание — В случае удара молнии, части установки являются временно связанными электрически в результате воздействия разряда.

**3.27 разделительный промежуток: см. 3.1**

**3.28 разряд молнии в землю (lightning flash to earth):** Электрический разряд между грозовым облаком и землей, состоящий из одного или нескольких ударов молнии

**3.29 риск,  $R$  (risk):** Отношение вероятных средних ежегодных потерь людей и продукции, возникающих из-за воздействия молнии, к общему количеству людей и продукции, находящихся в защищаемом здании (сооружении)

**3.30 система заземления, СЗ (earth termination system):** Часть внешней СМОЭС, предназначенная для рассеивания тока молнии в землю

**3.31 система мер защиты от электромагнитных импульсов, вызванных разрядами молнии (lightning electromagnetic impulse protection measures system, LPMS):** Комплекс мер защиты внутренних систем от электромагнитных импульсов, возникающих при разрядах молнии

**3.32 система молниезащиты, СМЗ (lightning protection system, LPS):** Система защиты от молнии, предназначенная для уменьшения физических повреждений зданий (сооружений) и травмирования людей при ударе молнии в здание (сооружение)

Примечание — СМЗ состоит из внешних и внутренних систем защиты от молнии.

**3.33 система молниезащиты с опережающей эмиссией стримера, СМОЭС (early streamer emission lightning protection system (ESES) system, другое название – система активной молниезащиты):** Система в комплекте, включающая один или несколько МОЭС и другие дополнительные элементы, предназначенная для безопасного отвода и рассеивания в земле тока молнии, с целью защиты объектов, сооружений, зданий или открытых территорий от прямого удара молнии

**3.34 система защиты от импульсных перенапряжений** (coordinated SPD system): Набор устройств защиты от импульсных перенапряжений, должным образом подобранных, согласованных и установленных, формирующий систему защиты, обеспечивающую снижение количества отказов электрических и электронных систем

**3.35 стандартизованный стержневой молниеприемник, ССМ** (reference simple rod air terminal, SRAT): Металлический стержень определенной в настоящей Инструкции формы и размера, используемый в качестве эталона

**3.36 телекоммуникационная линия** (telecommunication line): Линия коммуникаций, обеспечивающая связь с оборудованием, расположенным в здании (сооружении), в том числе линии телефонной связи или линии передачи данных

**3.37 токоотвод** (down-conductor): Часть внешней системы молниезащиты, предназначенная для отведения тока молнии от молниеприемника в заземляющее устройство

**3.38 точка поражения молнией** (point of strike): Место на поверхности земли или выступающий объект (например, здание, СМЗ, линии коммуникаций, дерево и т. п.), в которое ударяет молния

**3.39 трубы** (pipes): Трубопроводы, предназначенные для транспортировки жидкости или газа к защищаемому объекту или от него, например, газопровод, водопровод, маслопровод, канализация

**3.40 удар молнии** (lightning stroke): Единичный электрический разряд молнии между облаком и землей

**3.41 удар молнии вблизи здания (сооружения)** (lightning flash near an object): Удар молнии в точку поражения, расположенную достаточно близко от защищаемого здания (сооружения), который может вызвать перенапряжение в сети

**3.42 узел** (node): Точка на линиях коммуникаций, в которой в соответствии с предположениями распространением импульсного перенапряжения можно пренебречь

Примечание — Примерами узла являются точки на отводе распределения линий электропередач на высоковольтном/низковольтном трансформаторе, канальном уплотнителе на линии связи или устройстве для защиты от перенапряжения (ограничителе перенапряжения), установленном вдоль линии.

**3.43 уравнивание потенциалов (эквипотенциальное соединение)** (equipotential bonding): Соединение наикратчайшим путем отдельных металлических элементов объекта непосредственно или с помощью

устройств защиты от импульсных перенапряжений с целью снижения разности потенциалов между ними, вызванных током молнии

**3.44 уровень защиты от молнии (lightning protection level, LPL):** Число, соответствующее ряду значений параметров тока молнии, характеризующее вероятность того, что соответствующие максимальные и минимальные значения параметров, принятые при проектировании, не будут превышены при воздействии прямого удара молнии

Примечание — Уровень защиты от молнии используется при выборе мер защиты от тока молнии с определенными параметрами.

**3.45 устройство защиты от импульсных напряжений, УЗИП (surge protective device, SPD):** Устройство, предназначенное для ограничения переходных напряжений и отвода сверхтоков, содержащее, как минимум, один нелинейный компонент

**3.46 физическое повреждение (physical damage):** Повреждение здания (сооружения) и его содержимого или линий коммуникаций, полученное вследствие воздействия молнии, повлекшее механическое, термическое, химическое повреждение или взрыв

**3.47 эквипотенциальное соединение:** см. **3.43**

**3.48 электрическая система (electrical system):** Система, включающая в себя элементы, работающие от низковольтных источников напряжения

**3.49 электромагнитный импульс молнии (lightning electromagnetic impulse, LEMP):** Электромагнитные воздействия от протекания тока молнии, посредством резистивных, индуктивных и емкостных связей

Примечание — Данный импульс включает в себя, как кондуктивные скачки напряжения, так и импульсы наведенного электромагнитного поля

**3.50 электронная система (electronic system):** Система, включающая в себя чувствительные к электромагнитному воздействию электронные компоненты, такие, как телекоммуникационное оборудование, компьютеры, системы управления и измерительные системы, системы радиосвязи и телеметрии, силовые электронные установки и т.п.

## **4. Системы молниезащиты**

### **4.1 Необходимость защиты от удара молнии**

Потребность в соответствующей молниезащите определяется исходя из целого ряда параметров, включая плотность ударов молнии в каждой рассматриваемой зоне. С этой целью проводится оценка рисков согласно [3]. Концепция организации и проектирования системы защиты от прямого удара молнии определяется в зависимости от факторов риска и требуемого уровня защиты.

При разработке систем молниезащиты любого типа необходимо провести предварительный анализ временных затрат и финансовых вложений на ее установку и техническое обслуживание. При этом экономическая оценка проекта – важный аргумент для хозяйствующего субъекта, поскольку размер затрат на реализацию выбранного решения зачастую становится определяющим фактором в выборе между различными проектными решениями при прочих равных условиях.

Примечание – В отдельных случаях может быть принято решение о применении мер защиты от молнии без оценки риска. Это делается, например, на основании установленных обязательных требований или иных соображений, поскольку некоторые факторы оценить невозможно, а необходимость минимизировать риск для жизни или обеспечить безопасность людей в здании может потребовать использования защиты, даже если расчетный уровень риска оказывается ниже допустимого значения.

## 4.2 Общие требования

Требуемый уровень молниезащиты объекта определяется на основании оценки факторов риска и степени опасности удара молнии для самого объекта и объектов, расположенных в непосредственной близости. Уровень молниезащиты объекта принимается в соответствии с требованиями [4].

По уровню молниезащиты объекты классифицируются на четыре категории надежности (уровня) защиты от прямого удара молнии, как указано в таблице 1:

**Таблица 1 – Соответствие уровня защиты от ПУМ надежности защиты**

Уровень защиты от ПУМ	Надежность защиты
I	0,99
II	0,97
III	0,91
IV	0,84

В общем виде процесс проектирования системы молниезащиты представлен на рисунке 2.



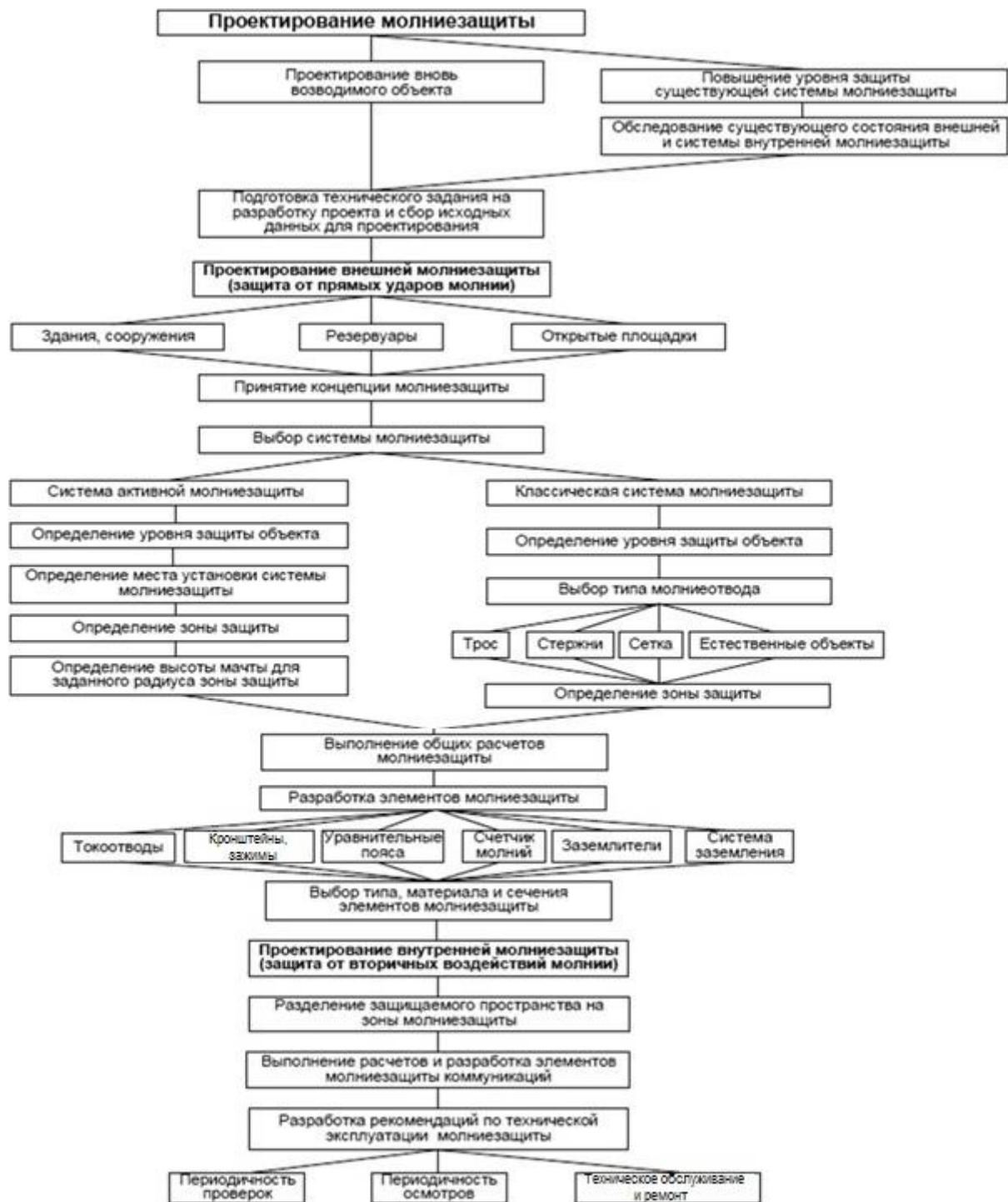
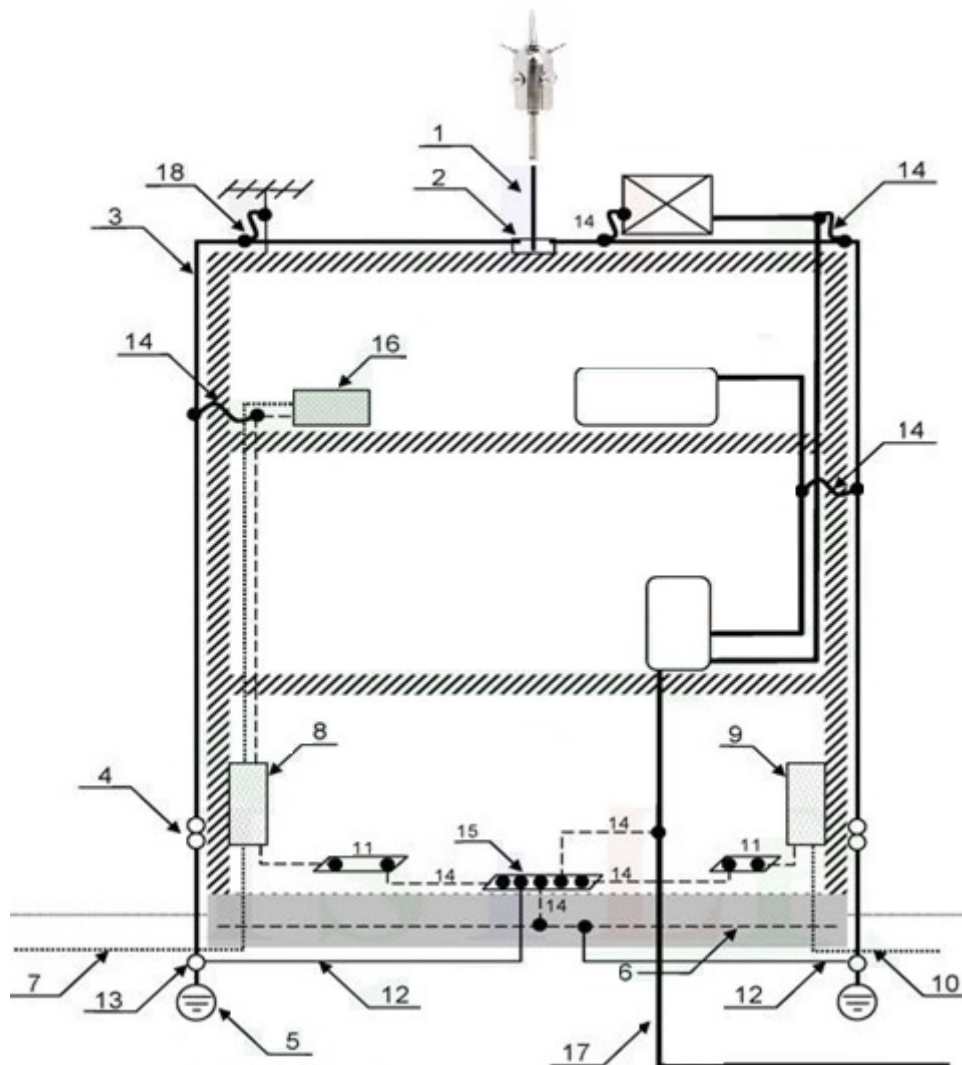


Рисунок 2 - Алгоритм процесса проектирования системы молниезащиты

## 5 Система молниезащиты с опережающей эмиссией стримера (СМОЭС)

### 5.1 Элементы системы молниезащиты

Система молниезащиты с МОЭС включает в себя элементы, указанные на рисунке 3.



где:

1 – один или несколько МОЭС;  
 2 – соединительный элемент;  
 3 – не менее двух искусственных токоотводов;  
 4 – испытательный зажим на каждом токоотводе;  
 5 – заземление каждого искусственного токоотвода;  
 6 – фундаментный заземлитель (заземление здания);  
 7 – электрический силовой кабель;  
 8 – главный распределительный щит (ГРЩ) с УЗИП;  
 9 – главный распределительный щит телекоммуникационного оборудования с УЗИП;  
 10 – телекоммуникационный кабель с УЗИП;

11 – одна или несколько шин уравнивания потенциалов;  
 12 – одно или несколько соединений уравнивания потенциалов с каждым заземлителем;  
 13 – соединение токоотвод-заземлитель;  
 14 – одно или несколько соединений уравнивания потенциалов, присоединенных непосредственно либо проходящих через разделительный искровой разрядник;  
 15 – главная заземляющая шина (ГЗШ);  
 16 – электрическое оборудование (производственное, бытовое и т.д.);  
 17 – металлические коммуникации (трубы, каналы, металлорукава и т.п.);  
 18 – одно или несколько соединений с антенной для уравнивания потенциалов, выполненных через искровой разрядник.

Примечание – соединение токоотвод-заземлитель, а также горизонтального и вертикального заземлителей должно выполняться в смотровом (инспекционном) колодце

**Рисунок 3 – Элементы системы молниезащиты и защищаемого объекта**

## **5.2 Проектирование СМОЭС**

В зависимости от требуемого уровня защиты от ударов молнии, проектом должны быть определены места установки МОЭС, пути прокладки токоотводов, размещение и тип системы заземления.

Проект должен учитывать и включать в себя следующие данные:

- форму и уклон крыши;
- материал кровли, наружных стен и обшивки, перегородок и внутренних конструкций;
- металлические части кровли и внешние металлические элементы, такие, как газопровод, оборудование для кондиционирования воздуха, лестницы, антенны, водные резервуары и т.д.;
- водосточные трубы и элементы ливневых стоков;
- выступающие части каркаса здания и материалы, из которых они выполнены (проводящие или диэлектрические);
- наиболее уязвимые части здания (выступающие элементы, такие как, антенны, пилоны, флюгеры, заостренные элементы конструкции, камин, желоба, ребра, металлические предметы – вентиляционные выходы, ограждения очистных систем, перила, поручни, рампы, лестницы, солнечные батареи и др.), технические помещения на крышах и т.д.;
- места прокладки коммуникаций (вода, газ, электроснабжение, канализация и т.д.);
- ближайшие объекты, которые могут влиять на траекторию прохождения молнии, например, воздушные линии электропередач, мачты и опоры освещения, металлические изгороди, деревья и т. д.;
- характеристики окружающей среды, вызывающей повышенную опасность коррозии (солевая среда, пылевые загрязнения, нефтехимические предприятия, цементные заводы и т.д.);
- наличие огнеопасных материалов, чувствительного к воздействию электромагнитных помех оборудования (компьютерное оборудование или иная электронная техника), особо ценного имущества или невозполнимых ценностей и т.д.

## **5.3 Молниеприемники с опережающей эмиссией стримера (МОЭС)**

### **5.3.1 Общие положения**

МОЭС должен быть установлен на самой высокой части здания (сооружения). Место установки должно быть самой высокой точкой в пределах защищаемой зоны. Размеры зоны, защищаемой с помощью МОЭС, определяются по его расположению относительно объекта и времени опережения, как указано в п. 5.3.3.

### **5.3.2 Время опережения МОЭС**

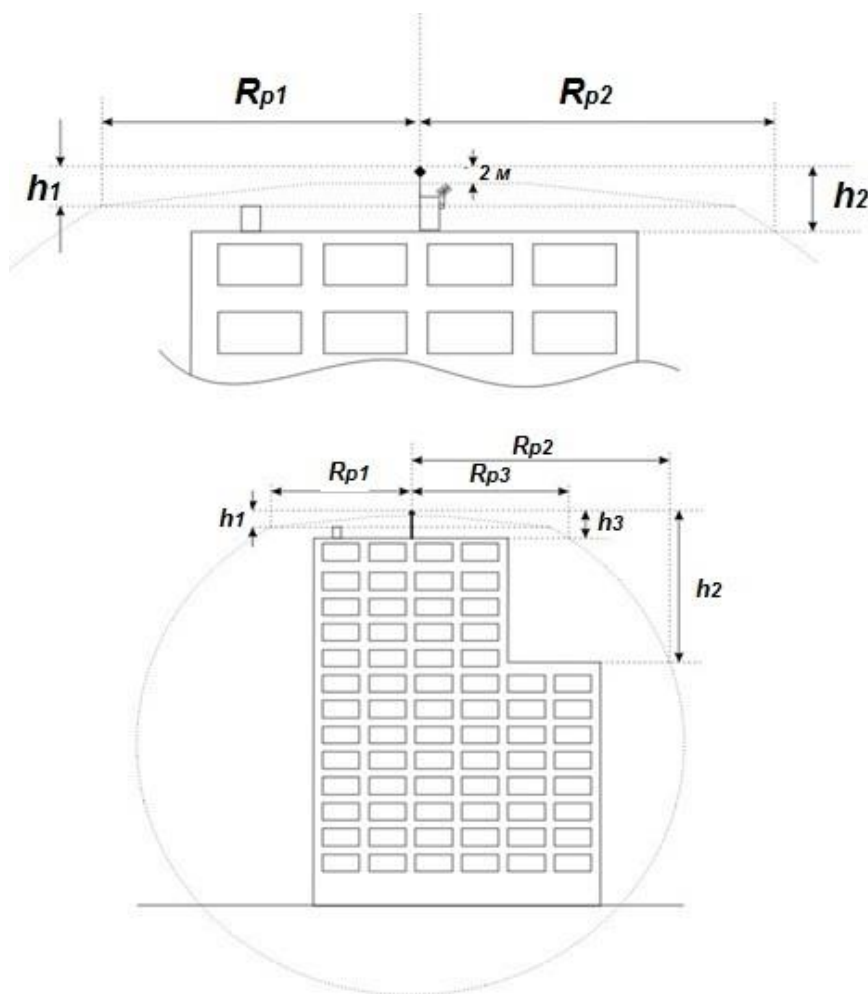
МОЭС характеризуется своим временем опережения  $\Delta T$ , определяемой в ходе проведения специальных испытаний (см. приложение А).

В качестве максимального значения для  $\Delta T$  принимается 60 мкс, даже если в результате проведенных испытаний будут получены значения, превышающие эту величину.

### 5.3.3 Расположение МОЭС

#### 5.3.3.1 Зона защиты МОЭС

Зона защиты МОЭС представляет собой пространство, охватываемое поверхностью вокруг вертикальной оси МОЭС с радиусами защиты на различных высотах  $h_n$ , начало которых совпадает с вертикальной осью молниеприемника (см. рисунок 4).



где

$h_n$  — высота острия МОЭС над горизонтальной плоскостью, совпадающей с наиболее удаленной точкой защищаемого объекта ( $n$  в данном примере 1 или 2);

$R_{pn}$  — радиус защиты МОЭС на высоте  $h_n$

Рисунок 4 — Радиус защиты (в данном примере, для  $h_1 = 5$  м)

### 5.3.3.2 Радиус защиты МОЭС

Радиус защиты МОЭС определяется высотой расположения самого молниеприемника ( $h$ ) над защищаемым объектом, временем опережения молниеприемника и выбранным уровнем защиты от молнии согласно [4].

МОЭС монтируется на высоте не менее 2-х метров от верхней точки острия МОЭС до самой высокой точки защищаемого объекта (включая вышки, антенны, трубы, крыши, ограждения цистерн и т.п.).

Радиус защиты одного МОЭС, при высоте монтажа МОЭС до 60 метров, рассчитывается по формулам 1 и 2:

$$R_p = \sqrt{h \cdot (2 \cdot r - h) + L(2 \cdot r + L)}, \quad \text{при } h \geq 5 \text{ м} \quad (1)$$

$$R_p = h \cdot \frac{R_p(5)}{5}, \quad \text{при } 2 \leq h \leq 5 \text{ м} \quad (2)$$

где:

$R_p$  - радиус защиты МОЭС на высоте  $h$ , м;

$R_p(5)$  – радиус защиты МОЭС на высоте 5 метров;

$h$  - высота монтажа - расстояние между верхней точкой острия МОЭС и горизонтальной плоскостью, проходящей через самую дальнюю точку защищаемого объекта, м;

$r$  - параметр, определяемый в зависимости от требуемого уровня защиты от молнии, м:

$r = 20$  м, уровень 1 защиты от молнии;

$r = 30$  м, уровень 2 защиты от молнии;

$r = 45$  м, уровень 3 защиты от молнии;

$r = 60$  м, уровень 4 защиты от молнии;

$L$  – параметр, определяемый по формуле 3, м:

$$L = \Delta T \times 10^6 \quad (3)$$

где,  $\Delta T$  - время опережения, мкс.

Примечание: Время опережения  $\Delta T$  указывается производителем для конкретной модели МОЭС и находится в диапазоне от 10 до 60 мкс.

В таблице 2 приведен пример радиуса защиты для МОЭС «FOREND», в зависимости от модели и высоты расположения над защищаемым объектом.

**Таблица 2 – радиусы защиты молниеприемника МОЭС**

$R_p, м$	FOREND PETEX-S				FOREND EU-M и FOREND PETEX-M				FOREND EU, FOREND PETEX-L			
	$\Delta T = 30$ мкс				$\Delta T = 45$ мкс				$\Delta T = 60$ мкс			
$h, м$	степень 1	степень 2	степень 3	степень 4	степень 1	степень 2	степень 3	степень 4	степень 1	степень 2	степень 3	степень 4
2	19	22	25	28	25	28	32	36	31	35	39	43
4	38	44	51	57	51	57	64	72	63	69	78	85
5	48	55	63	71	63	71	81	89	79	86	97	107
6	48	55	64	72	63	71	81	90	79	87	97	107
8	49	56	65	73	64	72	82	91	79	87	98	108
10	49	57	66	75	64	72	83	92	79	88	99	109
20	50	59	71	81	65	74	86	97	80	89	102	113
30	50	60	73	85	65	75	89	101	80	90	104	116
60	50	60	75	90	65	75	90	105	80	90	105	120

Площадь и объем защиты одного МОЭС FOREND рассчитываются по формулам 4 и 5:

$$S_p = \pi \cdot R_p^2, \quad (4)$$

$$V_p = 4 \cdot \pi \cdot \frac{R_p^3}{6}, \quad (5)$$

В случае необходимости защиты территории большей площади применяется соответствующее количество молниеприемников, при этом зоны защиты МОЭС могут перекрываться.

### 5.3.3.3 Выбор и расположение МОЭС

Для создания любой системы молниезащиты необходимо провести анализ рисков с целью определения минимального требуемого уровня молниезащиты согласно [3].

Место установки молниеприемника выбирается исходя из требований, изложенных в п. 5.3.1 и п. 5.3.5.

Необходимый радиус защиты  $R_p$ , для обеспечения покрытия объекта зоной молниезащиты, определяется в зависимости от характеристик и конфигурации здания.

Высота установки МОЭС и его время опережения (конкретная модель) определяются в зависимости от результатов расчетов, полученных согласно п. 5.3.3.1 и п. 5.3.3.2 для каждого отдельного типа МОЭС.

#### 5.3.3.4 Защита зданий большой высоты (свыше 60 м)

Для зданий, высота которых более 60 м, должна быть обеспечена защита не только верхней части (крыши), но и боковых поверхностей, в особенности, верхних 20% общей высоты здания (см. рисунок 5), а также установленного в этих местах оборудования. Как правило, должно быть установлено не менее четырех токоотводов, связанных между собой кольцевым поясом, которые должны располагаться на каждом наружном углу здания или распределяться вдоль его периметра.

Примечание — Вероятность боковых ударов молнии относительно невелика по сравнению с общим числом ударов молнии, которые могут попасть в сооружения, к тому же боковые удары по своим параметрам гораздо слабее, чем удары, приходящиеся на кровлю здания.

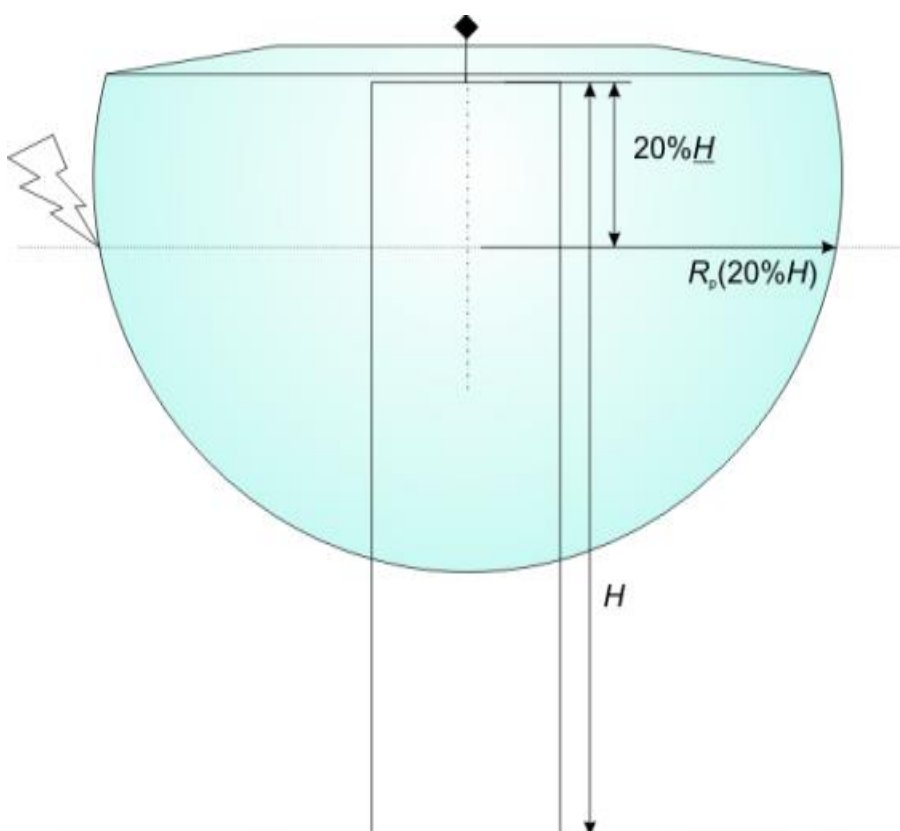


Рисунок 5 — Дополнительная защита от прямых ударов молнии для 20% верхней части здания высотой более 60 м

#### 5.3.3.5 Надежность защиты 0,999

В ряде случаев, для специальных объектов, может быть определена требуемая надежность защиты 0,999, для обеспечения которой принимаются дополнительные меры: СМОЭС с уровнем защиты I (надежность защиты - 0,99) дополнительно соединяется с металлическим каркасом здания либо со стальной арматурой его железобетонных конструкций, обеспечивающей электрическую непрерывность и используемой как естественный токоотвод помимо искусственных токоотводов, входящих в СМОЭС согласно п. 5.4.

Подсоединение к естественным токоотводам должно выполняться на уровне кровли и земли. Если токоотводы не соединены между собой на уровне кровли, то для выполнения данного требования может быть использован кольцевой пояс, расположенный над кровлей. Токоотводы должны быть соединены между собой на уровне земли заземляющим контуром или специальным проводником.

При этом, расчетный радиус защиты МОЭС должен быть уменьшен на 40% относительно значений, приведенных в п. 5.3.3.2, для обеспечения полной защиты находящегося на крыше оборудования.

### 5.3.4 Требования к конструкции МОЭС

Требования к конструкции МОЭС установлены в таблице 3.

Таблица 3 – требования к конструкции МОЭС

Наименование показателя	Значения
Диапазон температур, не нарушающих работоспособность, °С	от - 40 до + 60
Материалы	Нержавеющая сталь, медь, сталь с гальваническим покрытием*, позолота
Габаритные размеры МОЭС, мм, не более:	
- диаметр	200
- высота	650
Масса молниеприемника, кг, не более	7
Стойкость к коррозии, лет, не менее	25
Степень защиты	IP65

Примечание – цвет покрытия – от белого до позолоты.

### 5.3.5 Монтаж

Верхняя часть острия смонтированного на объекте МОЭС должна располагаться как минимум на 2 м выше самой высокой точки защищаемого здания (сооружения) или открытой площадки, включая антенны, градирни, кровли зданий, печные и вентиляционные трубы, резервуары и т.д.

При проектировании СМОЭС необходимо принимать в расчет архитектурные элементы здания (сооружения), которые могут быть использованы для установки молниеприемника, например, такие высокорасположенные элементы как:

- помещения на плоской крыше;
- коньки двускатной крыши;
- каминные и печные трубы, выполненные из металла или кирпичной кладки.

Молниеприемники систем, защищающих открытые участки местности (спортивные площадки, поля для гольфа, бассейны, кемпинги, временные и постоянные палаточные лагеря, открытые парковки и т.д.), должны устанавливаться на специальных опорах, например, на мачтах освещения,



столбах, пилонах или тому подобных объектах, расположенных поблизости и высота которых позволяет МОЭС обеспечить требуемую зону защиты.

МОЭС может также устанавливаться на отдельно стоящей мачте. В случае использования токопроводящих проволочных оттяжек, они должны быть подключены в анкерной точке на земле к токоотводам с помощью проводников, отвечающих требованиям [5].

## **5.4 Токоотводы**

### **5.4.1 Общие положения**

Назначение токоотводов состоит в том, чтобы проводить ток молнии от МОЭС к системе заземления. Предпочтительнее размещать токоотводы снаружи защищаемого объекта.

Каждый из токоотводов надлежит подключать к МОЭС с помощью специальных зажимов, обеспечивающих надежный электрический контакт.

Если токоотводы размещены на стене из горючего материала, то во избежание опасного повышения температуры должно быть выполнено, как минимум, одно из следующих условий:

- расстояние от стены не менее 0,1 м;
- площадь поперечного сечения проводника не менее 100 мм<sup>2</sup>.

В стесненных условиях допускается проводить параллельно не более 5% токоотводов от полной длины наиболее короткого токоотвода.

### **5.4.2 Количество токоотводов**

В неизолированной СМОЭС каждый молниеприемник должен быть подключен как минимум к двум токоотводам. Для лучшего распределения тока и снижения электромагнитных помех внутри здания, эти токоотводы должны проходить по противоположным внешним стенам здания за исключением случая, когда осуществить данную меру технически невозможно.

Как минимум один из токоотводов должен быть искусственным (не являться естественным элементом защищаемого объекта), ввиду того, что естественные токоотводы могут быть удалены, разорваны (рассоединены составные части) или модифицированы без учета их принадлежности к системе молниезащиты. Если на одном здании установлены несколько МОЭС, то токоотводы для них могут быть использованы совместно при условии, что безопасное расстояние, рассчитанное для всего комплекса системы молниезащиты, позволяет подобное использование токоотводов. Необходимо, чтобы количество искусственных токоотводов было не менее числа МОЭС, установленных на здании. Так, если на крыше размещено  $n$  молниеотводов МОЭС, то нет необходимости иметь  $2n$  токоотводов, но их обязательно должно быть не менее  $n$ .

Соблюдение безопасного расстояния позволяет определить количество необходимых токоотводов, а также возможность их совместного

использования. Увеличение количества искусственных токоотводов позволяет уменьшить безопасное расстояние.

Методы и примеры расчета величины безопасного расстояния в зависимости от количества токоотводов содержатся в п 5.9 и приложении В.

Для изолированной СМОЭС необходимо не менее двух токоотводов для каждого МОЭС.

При наличии пилонов, мачт, печных и каминных труб или других металлических элементов здания (сооружения):

- металлическая конструкция может быть использована в качестве первого токоотвода, если она удовлетворяет требованиям п. 5.4.7 к естественному токоотводу;

- если металлоконструкция изолирована, то она может быть использована как единственный необходимый токоотвод, а дополнительный искусственный токоотвод в этом случае не требуется;

- не изолированная металлическая конструкция может рассматриваться как два необходимых токоотвода, если площадь ее сечения не менее  $100 \text{ мм}^2$ . Если площадь сечения металлоконструкции находится в пределах от  $50 \text{ мм}^2$  до  $100 \text{ мм}^2$ , то необходим второй искусственный токоотвод. Конструкция, не удовлетворяющая требованиям к естественным токоотводам, требует наличие одного или двух искусственных токоотводов.

Примечание — Естественные элементы могут иметь высокое сопротивление. Может понадобиться дополнительный искусственный токоотвод для обеспечения достаточно низкого сопротивления. Величина переходного контактного сопротивления должна быть не более  $0,05 \text{ Ом}$ .

### 5.4.3 Места прокладки токоотводов

Места прокладки токоотводов должны быть выбраны таким образом, чтобы токоотвод проходил по кратчайшему максимально прямому пути, избегая подъемов и изгибов под острым углом. Необходимо, чтобы радиусы изгибов были не менее  $200 \text{ мм}$  (см. рисунок 6). При прокладке токоотводов предпочтительно использовать боковые изгибы, расположенные в основной плоскости прокладки.

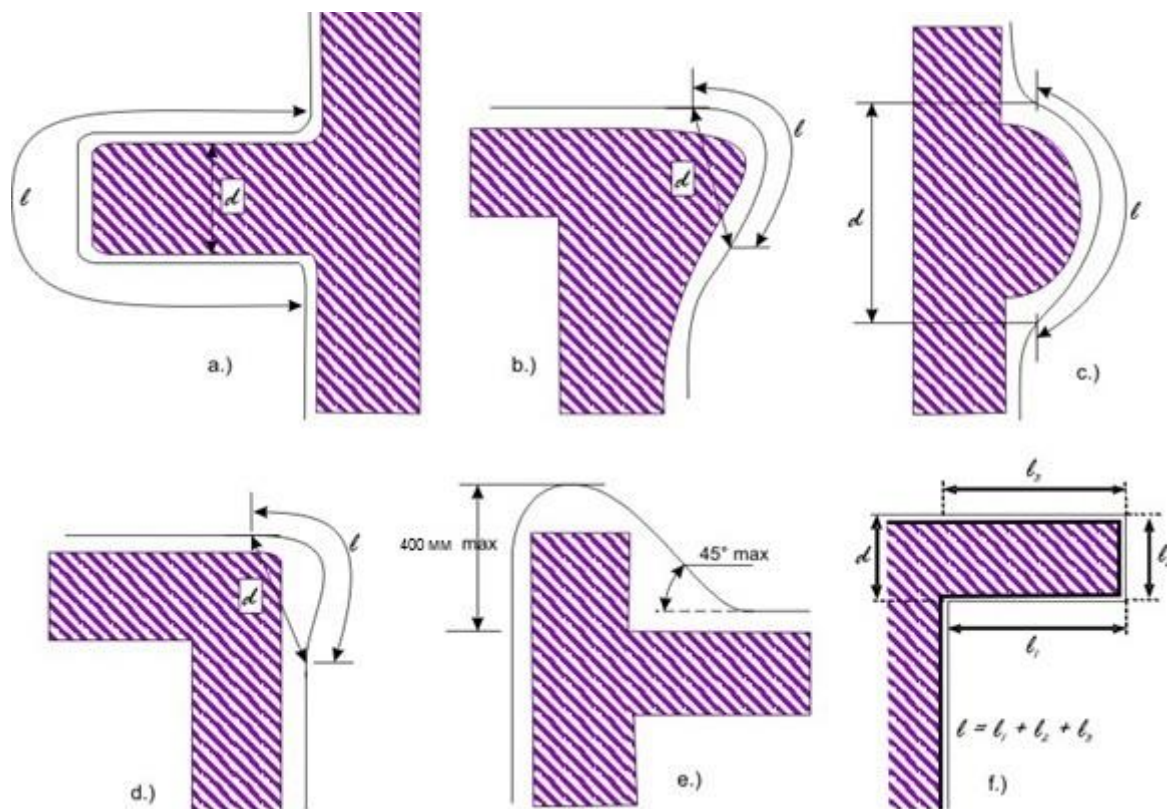
Необходимо избегать прокладки токоотводов вокруг стен парапета, карнизов и аналогичных препятствий. В то же время допускается подъем вверх для обхода препятствия при условии, что суммарная высота препятствия не более  $400 \text{ мм}$ , а уклон не превышает  $45^\circ$  (см. рисунок 6, вариант «d»). В противном случае необходимо провести расчеты по п. 5.7, приняв  $l = l_1 + l_2 + l_3$  для варианта «e» для определения минимального радиуса изгиба (см. рисунок 6).

На рисунке 6, вариант «с», при условии  $\alpha > l/20$  удовлетворяет данному условию, учитывая, что для любой длины  $l$ ,  $\alpha = l/\sqrt{2}$ .

Фиксация токоотводов осуществляется из расчета не менее трех точек крепления на  $1 \text{ м}$  (примерно на каждые  $333 \text{ мм}$  длины). Необходимо, чтобы все типы креплений соответствовали типу кронштейнов, а установка

кронштейнов не нарушала герметичность кровли. Также должно быть учтено возможное температурное расширение токоотводов.

Все проводники должны быть соединены между собой с помощью сварки или соединительных зажимов, изготовленных или с покрытием из того же материала, что и проводники.



где:

$l$  — длина петли изгиба, м;

$\alpha$  — ширина петли изгиба, м.

Риск электрического пробоя отсутствует при соблюдении условия:  $\alpha > l/20$ .

**Рисунок 6 – Форма изгиба токоотвода**

Токоотводы должны быть защищены от механических повреждений и возможности прикосновения людей при помощи защитных кожухов (труб) до высоты не менее 2 м над поверхностью земли.

Примечание — Способы защиты персонала от риска контактного или шагового напряжения изложены в приложении Б.

#### **5.4.4 Прокладка токоотводов внутри защищаемого объекта**

Если токоотвод невозможно проложить снаружи здания (сооружения), то он может быть установлен внутри него частично или по всей высоте этого объекта. В таком случае токоотвод прокладывается в специальном изолированном канале, выполненном из негорючих материалов.

Необходимый уровень изоляции данного канала определяется расчетом безопасного расстояния.

При размещении токоотводов внутри здания необходимо строгое соблюдение безопасного расстояния от токопроводящих частей здания по п. 5.7 или использовать высоковольтный изолированный проводник типа LICON для организации разделительного промежутка. Проводник типа LICON представляет собой токоотвод с экранирующей полупроводниковой оболочкой, обеспечивающей необходимую электрическую прочность, соответствующую безопасному расстоянию  $s \leq 900$  мм (в воздухе) или  $s \leq 1500$  мм (в твердом материале).

Эксплуатирующий персонал здания должен быть проинформирован о трудностях, связанных с выполнением проверок и обслуживанием токоотводов, а также о соответствующем риске перенапряжения внутри здания.

Доступ людей к специальному изолированному каналу в грозовой период должен быть запрещен. В противном случае необходимо принять такие же защитные меры, как и для наружных токоотводов (см. приложение Б), включая эквипотенциальные соединения этажей с проложенными токоотводами.

#### **5.4.5 Наружная облицовка**

При наличии у здания наружной металлической, каменной или стеклянной облицовки, либо фасадного покрытия, токоотвод может быть проложен по бетонной наружной стене либо по основному каркасу под покрытием.

В этом случае токопроводящие части покрытия должны быть подключены к токоотводу в их верхней и нижней части.

Токоотвод, выполненный не из меди, должен располагаться на расстоянии не менее 100 мм от возгораемого материала наружной обшивки, если площадь его поперечного сечения менее 100 мм<sup>2</sup>. Для токоотводов с поперечным сечением 100 мм<sup>2</sup> и более, расстояние между токоотводом и изолирующим материалом не регламентируется.

Примечание — Аналогичные требования применяются к любому огнеопасному материалу, даже если это касается кровли (например, кровля из соломы).

#### **5.4.6 Материалы и размеры**

Характеристики токоотводов должны соответствовать требованиям [5].

Используемые материалы, конфигурация и минимальные размеры токоотводов приведены в таблице 4.

**Таблица 4 – Материал, конфигурация и минимальная площадь поперечного сечения токоотводов <sup>а</sup>**

Материал	Профиль сечения	Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup>	Примечание
Медь, луженая медь <sup>б</sup>	Сплошная полоса	50	Толщина 2 мм
	Сплошной круглый <sup>в</sup>	50	Диаметр 8 мм
	Многопроволочный <sup>в</sup>	50	Диаметр каждой жилы 1,7 мм
Алюминий	Сплошная полоса	70	Толщина 3 мм
	Сплошной круглый	50	Диаметр 8 мм
	Многопроволочный	50	Диаметр каждой жилы 1,63 мм
Алюминиевый сплав омедненный <sup>г</sup>	Сплошной круглый	50	Диаметр 8 мм
Алюминиевый сплав	Сплошная полоса	50	Толщина 2,5 мм
	Сплошной круглый	50	Диаметр 8 мм
	Многопроволочный	50	Диаметр каждой жилы 1,7 мм
Сталь горячего цинкования	Сплошная полоса	50	Толщина 2,5 мм
	Сплошной круглый	50	Диаметр 8 мм
	Многопроволочный	50	Диаметр каждой жилы 1,7 мм
Сталь омедненная <sup>г</sup>	Сплошная полоса	50	Толщина 2,5 мм
	Сплошной круглый	50	Диаметр 8 мм
Нержавеющая сталь <sup>д</sup>	Сплошная полоса	50	Толщина 2 мм
	Сплошной круглый	50	Диаметр 8 мм
	Многопроволочный	50	Диаметр каждой жилы 1,7 мм

Примечания:

а – Допуск изготовления: минус 3 %

б – Покрытие методом горячего оцинкования или электролитическое покрытие — минимальная толщина покрытия 10 мкм. Лужение оловом применяют только в эстетических целях

в - В определенных случаях применения, когда механическая прочность не является важным требованием, площадь 50 мм<sup>2</sup> (диаметр 8 мм) может быть уменьшена до 25 мм<sup>2</sup> (диаметр 6 мм)

г - Минимум 70 мкм радиального покрытия медью с содержанием меди 99,9 %

д – Хром >16 %; никель > 8 %; углерод < 0,08 %.

#### **5.4.7 Естественные элементы**

Отдельные токопроводящие элементы объекта могут заменять полностью или частично токоотвод либо дополнять его.

##### **5.4.7.1 Естественные элементы, заменяющие токоотвод**

Внешние, соединенные между собой и обеспечивающие электрическую непрерывность, металлические конструкции объекта, могут быть использованы как токоотвод. В этом случае СМОЭС непосредственно

подсоединяется к металлическому элементу такого каркаса, нижняя часть которого должна быть подключена к заземлению.

Примечание - величина переходного контактного сопротивления должна быть не более 0,05 Ом.

#### **5.4.7.2 Естественные элементы, дополняющие токоотводы**

Естественными элементами, которые могут использоваться с целью дополнения комплекса искусственных токоотводов, являются:

а) железобетонная и иная металлическая арматура, состоящая из соединенных элементов и представляющая собою электрически непрерывную цепь:

- внутренние металлические конструкции, стальная арматура железобетонных конструкций и металлоконструкции внутри перегородок при условии, что для этого имеются специальные соединительные зажимы (клеммы) в верхней и нижней части;

- внешние металлоконструкции, не проходящие по всей высоте сооружения.

Примечание — При использовании предварительно напряженного бетона следует обратить особое внимание на риск механического воздействия, вызванного прохождением тока молнии по системе защиты и разрушением бетона.

б) металлические листы, покрывающие защищаемый объект, при условии, что:

- обеспечена надежная электрически непрерывная цепь между листами;
- толщина листа не менее 4 мм;
- листы не покрыты изолирующим материалом.

Примечание — Тонкий слой защитной краски (до 0,5 мм), 1 мм бетона или слой ПВХ до 0,5 мм не могут рассматриваться как слой изоляции.

в) металлические трубопроводы, если толщина их стенок не менее 2 мм.

### **5.5 Испытательный зажим**

Необходимо, чтобы каждый токоотвод имел испытательный зажим, позволяющий отсоединить заземление для выполнения необходимых измерений.

Испытательные зажимы обычно монтируются в нижней части искусственных токоотводов, для доступности и простоты обслуживания. Для токоотводов, установленных на металлических стенах, или в случае, если система молниезащиты не оборудована искусственным токоотводом, испытательные зажимы должны быть установлены между каждой системой заземления и металлическим элементом, к которому присоединено заземление. В этом случае испытательные зажимы устанавливаются внутри смотрового (инспекционного) колодца с опознавательным символом «заземление»  $\perp$ .

## 5.6 Электрическая изоляция СМОЭС

Система молниезащиты должна быть спроектирована таким образом, чтобы максимально снизить воздействие удара молнии на электромагнитную обстановку внутри защищаемого объекта, а также предотвратить возможность появления опасного искрения как снаружи, так и внутри защищаемого объекта в результате протекания тока молнии по внешним частям системы молниезащиты или по другим токопроводящим элементам конструкции.

Снижение воздействия удара молнии на электромагнитную обстановку внутри защищаемого объекта достигается, как правило, распределением тока молнии по максимально большому количеству токоотводов и грамотной организацией системы заземления по п. 6.

Опасное искрение может возникнуть, с одной стороны, между элементами внешней СМОЭС, а с другой стороны, между:

- металлическими конструкциями;
- внутренними инженерными системами (сетями);
- наружными токопроводящими элементами и линиями коммуникаций, подключенными к защищаемому объекту.

Возникновения опасного искрения можно избежать при помощи электрической изоляции между молниеприемниками или токоотводами и металлическими элементами объекта, металлическими установками и внутренними системами. Электрическая изоляция может выполняться посредством обеспечения безопасного расстояния (разделительного промежутка) между указанными элементами.

Величина безопасного расстояния рассчитывается по следующей формуле:

$$s = k_i * \frac{k_c}{k_m} * l \quad (6)$$

где:

$s$  - величина безопасного расстояния, в метрах;

$k_i$  - коэффициент выбранного уровня защиты (см. таблицу 5);

$k_m$  - коэффициент электрической изоляции материала, заполняющего разделительный промежуток (см. таблицу 6);

$k_c$  - коэффициент распределения тока, протекающего по молниеприемникам и токоотводам (см. приложение В);

$l$  - длина участка, в метрах, вдоль токоотводов от точки, для которой рассчитывается безопасное расстояние, до ближайшей точки эквипотенциального соединения.

Примечание - Длина  $l$  вдоль молниеприемника может не приниматься в расчет для конструкций со сплошной металлической кровлей, выполняющей роль естественного молниеприемника.

Таблица 5 – Изоляция внешней системы СМОЭС – значения коэффициента  $k_i$

Выбранный уровень защиты	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III и IV	0,04

Таблица 6 – Изоляция внешней системы СМОЭС – значения коэффициента  $k_m$

Материал	$k_m$
Воздух	1
Бетон, кирпич, древесина	0,5

Примечание 1 — При последовательном использовании нескольких изоляционных материалов для расчета используется наименьшее значение  $k_m$ .

Примечание 2 — При использовании других изоляционных материалов в соответствии со строительными нормами и правилами, значение  $k_m$  должен указывать изготовитель материалов.

На рисунке 7 графически поясняется прямая зависимость величины безопасного расстояния от удаления вдоль токоотвода от ближайшей точки эквипотенциального соединения Р.

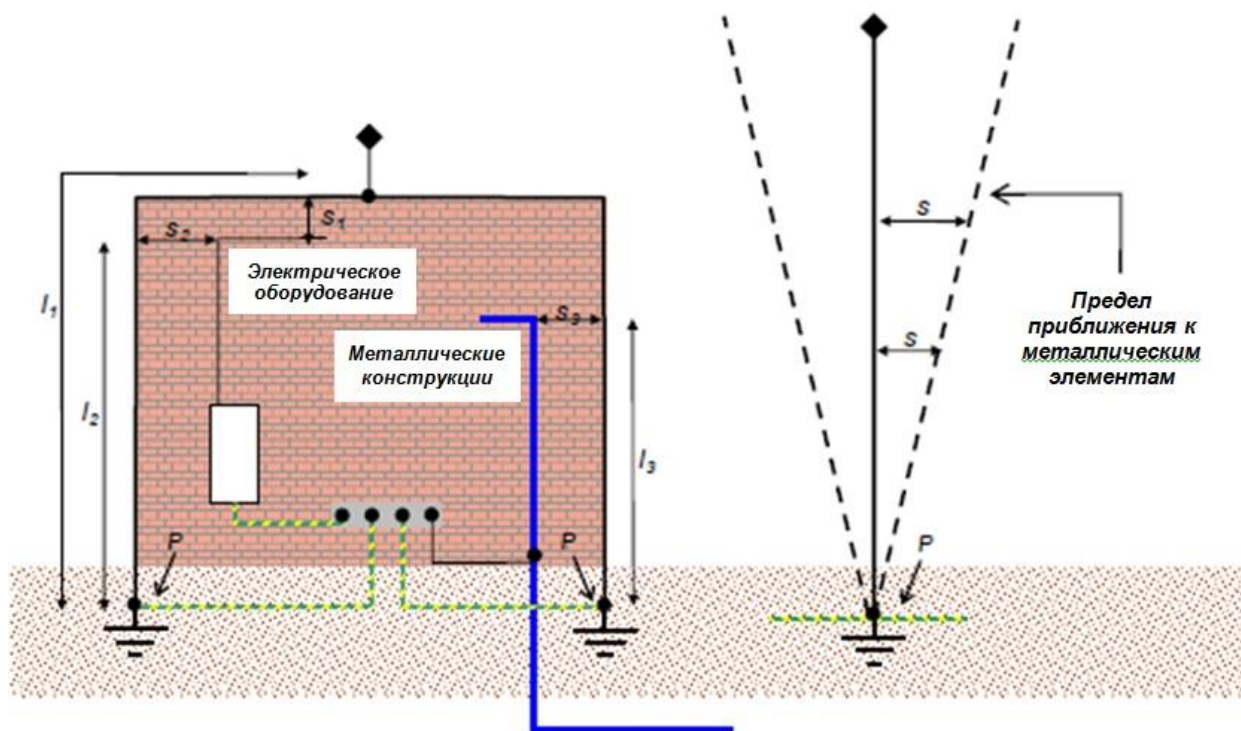


Рисунок 7 – Иллюстрация прямой зависимости величины безопасного расстояния и нарастающей разницы потенциалов в зависимости от расстояния до ближайшей точки эквипотенциального соединения (Р)

Для цельнометаллических или железобетонных конструкций, стальная арматура которых обеспечивает непрерывную электрическую связь, обеспечение безопасного расстояния не требуется.



Примеры расчета  $k_c$  приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Изоляция внешней системы СМОЭС – значения коэффициента  $k_c$

Количество токоотводов	$k_c$	
	Система заземления типа А1 или А2	Система заземления типа В
1	1	1
2	0,75 <sup>б)</sup>	1...0,5 <sup>а)</sup>
3	0,60 <sup>б, в)</sup>	1...1/n (см. рисунки В.1 и В.2) <sup>а, б)</sup>
4 и более	0,41 <sup>б, в)</sup>	1...1/n (см. рисунки В.1 и В.2) <sup>а, б)</sup>
<p><sup>а)</sup> См. приложение В.</p> <p><sup>б)</sup> Если токоотводы соединены горизонтальным поясом, то распределение тока более однородно в нижней части, а <math>k_c</math> снижен. Это особенно актуально для высотных сооружений.</p> <p><sup>в)</sup> Указанные значения применимы для одиночных заземляющих электродов, имеющих сопоставимые значения сопротивления заземления. Если данные значения сопротивления заземления отличаются, то принимается значение <math>k_c = 1</math></p>		
Примечание — В случае более подробных расчетов могут использоваться иные значения $k_c$		

## 6 Заземление

### 6.1 Общие положения

Все системы заземления (далее – СЗ) одного защищаемого здания (сооружения) должны быть соединены между собой.

Заземление выполняется для каждого токоотвода с использованием как минимум двух заземляющих электродов (заземлителей).

Ввиду импульсного характера разряда молнии и с целью улучшения распределения тока молнии в земле, для минимизации риска опасных перенапряжений внутри защищаемого объекта, важно принимать во внимание форму и размеры СЗ, а также величину ее сопротивления.

Для рассеивания тока молнии в земле в течение минимального периода времени надлежит обеспечить максимальную площадь контакта электродов с землей.

Системы заземления (СЗ) должны удовлетворять следующим требованиям:

- величина сопротивления должна быть минимальной (менее 10 Ом). Замеры должны проводиться на СЗ, изолированной от других токопроводящих элементов;

- для минимизации индуктивного сопротивления и, как следствие, связанного с ним падения напряжения надлежит избегать установки СЗ, состоящих из длинных (более 20 м) вертикальных или горизонтальных электродов. В этом случае следует увеличить количество горизонтальных проводников или вертикальных электродов, надежно соединенных между собой.

За исключением случаев, когда такое расположение невозможно, системы заземления следует ориентировать таким образом, чтобы они были направлены наружу от зданий или иных защищаемых объектов.

Примечание — Во избежание риска поражения шаговым напряжением следует выполнять требования, изложенные в приложении Б.

## 6.2 Типы систем заземления

Тип и габаритные размеры систем заземления зависят от удельного сопротивления грунта, в котором они установлены. Удельное сопротивление, в свою очередь, варьируется в значительных пределах, зависящих от состава грунта (глина, песок, скальные породы и т.д.).

Удельное сопротивление может быть оценено по данным таблицы 8 либо измерено с использованием соответствующих методов и измерительного оборудования согласно [6, 7].

Таблица 8 - Стандартные значения удельного сопротивления грунтов

Тип грунта	Удельное сопротивление, Ом*м
Болотистая местность	менее 30
Ил	20 - 100
Чернозем	10 - 150
Торф	5 - 100
Глина вязкая	50
Известковая глина и глина плотная	100 - 200
Мергель юрский	30 - 40
Песок глинистый	50 - 500
Песок кремниевый	200 - 3000
Обнаженный каменистый грунт (гравий)	1 500- 3000
Каменистый грунт с травянистым покровом	300 - 500
Известняк мягкий	100 - 300
Известняк плотный	1000 - 5000
Известняк в трещинах	500 - 1000
Кварц	50 - 300
Сланец слюдяной	800
Гранит и песчаник	1500 - 10000
Сильно выветренный гранит и песчаник	100 - 600

Применяют два основных типа заземлителей:

Тип А: включает в себя типы А1 и А2 (см. рисунок 8):

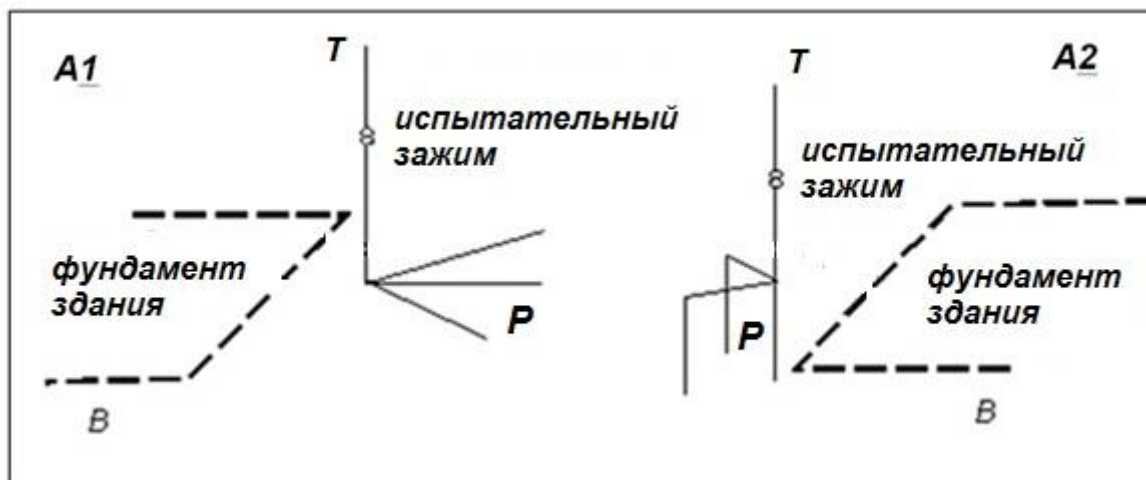
А1 – горизонтально расположенные (радиальные) проводники из одного и того же материала, и одинакового сечения, что и токоотводы, за исключением алюминия, сформированные в виде «гусиной лапки» большого размера и заглубленные в землю не менее, чем на 0,5 м (по верхнему краю) (например, три проводника длиной от 7 до 8 м, расположенные горизонтально на глубине 0,5 м);

А2 – комплект из нескольких вертикальных электродов общей длиной не менее 6 м, заглубленных как минимум на 0,5 м (по верхнему краю):

- расположенных в одну линию или треугольником и отделенные друг от друга расстоянием, равным одной глубине;

- соединенных между собой заглубленным проводником, имеющим идентичные или подобные характеристики, как и сам токоотвод.

Примечание — Рекомендуется расположение электродов в виде треугольника.



где:

- Т: токоотводы;
- В: петля на уровне фундамента здания;
- Р: заземление системы СМОЭС.

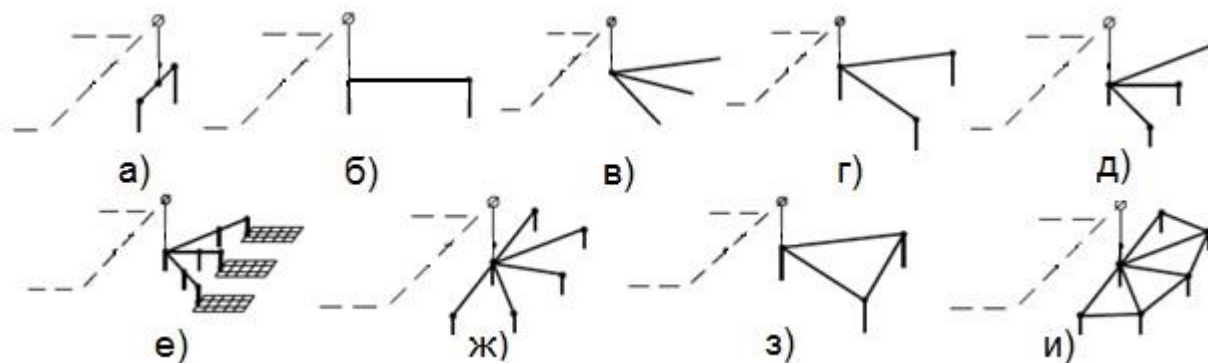
**Рисунок 8 - Схема заземления типов А1 и А2**

Тип В: кольцевой заземлитель

Этот тип заземлителя представляет либо собой кольцевой проводник, расположенный снаружи от защищаемого объекта и находящейся в контакте с грунтом не менее, чем 80 % его общей длины, либо фундаментный заземлитель, при условии, что сечение его токопроводящей стальной арматуры не менее, чем 50 мм<sup>2</sup>.

Для снижения сопротивления заземления, данный заземлитель может быть дополнительно подключен к горизонтальному электроду длиной более 4 м либо к вертикальному электроду длиной более 2 м.

Примеры систем заземления приведены на рисунке 9.



где:

а) - два вертикальных заземлителя; б) – «луч», два вертикальных заземлителя; в) - три горизонтальных заземлителя ("гусиная лапа"); г, д, ж, з, и) – комбинации горизонтальных и вертикальных заземлителей; е) - "гусиная лапа" с медными сетками

Примечание – вариант (б) «луч» – оптимален при заземлении временной (мобильной) системы молниезащиты

**Рисунок 9 – примеры систем заземления**

### **6.3 Дополнительные требования**

Если сопротивление грунта не позволяет обеспечить сопротивление всей системы заземления на уровне менее 10 Ом с помощью ранее изложенных стандартных мер, то могут быть применены следующие дополнительные меры:

- добавление, вокруг заземляющих проводников и стержней материала типа порошка ТАМ (Technical Additive Material), не вызывающего коррозии и повышающего проводимость почвы в соответствии с [8];

- установка дополнительных заземляющих электродов, пластин и сеток и подсоединение к уже существующим заземлителям;

### **6.4 Близко расположенные коммуникации и сооружения**

Компоненты системы заземления СМОЭС должны располагаться на расстоянии не менее 2 м от любых проложенных в земле металлических труб или электрических кабелей, если для указанных коммуникаций не выполнено электрическое соединение с главной шиной уравнивания потенциала защищаемого объекта.

Для грунтов, удельное сопротивление которых более 500 Ом/м, минимальное расстояние составляет 5 м.

### **6.5 Материалы и размеры**

Характеристики заземляющих электродов должны соответствовать [5].

### **7 Счетчик ударов молнии**

Счетчик ударов молнии – устройство с механическим или электронным индикатором, предназначенное для регистрации ударов молнии в молниеприемник, на основе фиксации факта прохождения тока молнии по токоотводу, присоединенного к молниеприемнику. Может быть интегрирован непосредственно в корпус МОЭС.

СМОЭС должна быть оснащена счетчиком ударов молнии. Счетчик следует установить на токоотводе над испытательным зажимом или на мачте, если на мачте есть дополнительный токоотвод.

Характеристики счетчика ударов молнии должны соответствовать требованиям [9].

## **8 Тестер молниеприемника**

Тестер молниеприемника МОЭС – электронное устройство, предназначенное для проведения проверки работоспособности МОЭС при периодическом техническом обслуживании или после попадания молнии. Может быть интегрирован непосредственно в корпус МОЭС.

Тестер подключается к МОЭС непосредственно посредством специального разъема или дистанционно (например, по радиоканалу).

Алгоритм проведения тестирования определяется изготовителем.

Примечание – проведение тестирования МОЭС во время грозы запрещено.

## **9 Дополнительные требования**

### **9.1 Антенны**

Антенна на крыше здания увеличивает вероятность попадания молнии и является первым элементом, подверженным прямому удару молнии.

Мачта антенны должна быть подключена соответствующим проводником непосредственно, через УЗИП или через разделительный искровой разрядник (согласно [10]) к СМОЭС. Коаксиальный кабель антенны должен быть защищен от перенапряжения посредством УЗИП.

Мачта для совместной установки МОЭС и антенн может быть использована при следующих условиях:

- МОЭС установлен на верхушке мачты;
- верхняя точка острия МОЭС размещена как минимум на 2 м выше верхней точки ближайшей антенны;
- токоотвод присоединен непосредственно к МОЭС с помощью специального зажима;
- коаксиальный кабель антенны проходит внутри антенной мачты.

Если мачта имеет решетчатую структуру, то предпочтительнее, чтобы коаксиальный кабель проходил внутри металлической трубы.

### **9.2 Места хранения взрывоопасных и огнеопасных веществ**

Необходимо, чтобы резервуары, содержащие огнеопасные жидкости, были заземлены. Тем не менее, обычное заземление может не обеспечить надежной защиты от атмосферных разрядов. В данном случае требуется предусмотреть СМОЭС повышенного уровня защиты.

МОЭС должны располагаться снаружи взрывоопасных зон на уровне, превышающем высоту защищаемых объектов. Насколько возможно, токоотводы следует также прокладывать снаружи защищаемых взрывоопасных зон. В случае невозможности выполнения такого требования необходимо обратить особое внимание на принятие мер по исключению риска образования опасного искрения. Использование во взрывоопасных зонах высоковольтного изолированного проводника типа LICON по п. 5.4.4 также оправдано в связи с тем, что при протекании тока молнии по токоотводу LICON отсутствует опасное искрение, что удовлетворяет условиям применения во взрывоопасных зонах.

Заземления в рассматриваемых случаях прокладывают, ориентируя заземлители в сторону, противоположную зоне хранения взрывоопасных материалов.

Примечание — Установка счетчика ударов молнии обязательна.

### 9.3 Здания религиозно-культурного назначения

Шпили, башни, минареты и колокольни подвержены максимальному риску удара молнии в силу их возвышения над остальными сооружениями.

Наиболее высокие элементы зданий должны быть защищены МОЭС, соединенным с системой заземления токоотводом, проходящим по основной башне (см. рисунок 10а).

Если наивысшая точка сооружения находится на высоте более 40 м, то рекомендуется, чтобы второй искусственный токоотвод проходил по коньку основного каркаса здания (см. рисунок 10а).

Если на вершине основного каркаса здания расположен выступающий неметаллический элемент (крест, скульптурные элементы и т.д.), то подобные элементы оснащаются молниеприемником.

При большой протяженности здания (например, длинной галерее), целесообразно на башне здания устанавливать классический «пассивный» стержневой молниеприемник, обеспечивающий защиту высокой части, и на наиболее удаленной точке здания устанавливать МОЭС, защищающий протяженную галерею (см. рисунок 10б).

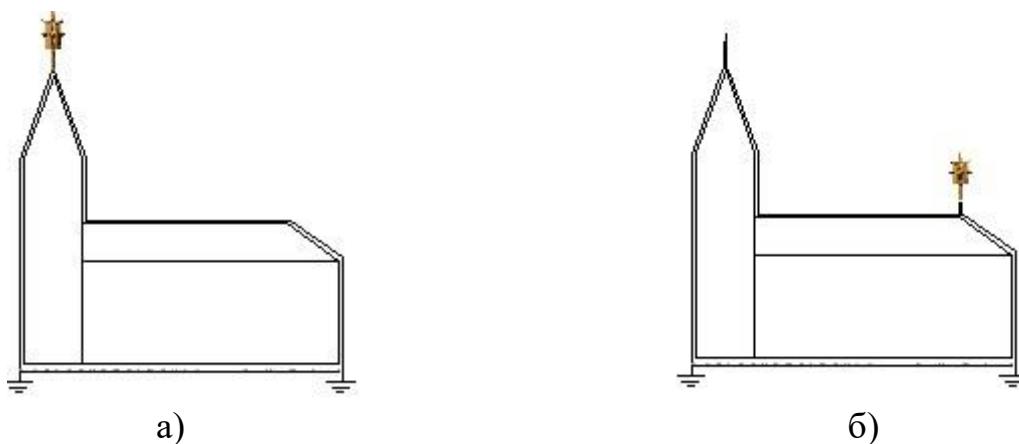


Рисунок 10 – Здание религиозно-культурного назначения

Некоторые здания и сооружения религиозно-культурного назначения оснащены колоколами с электроприводом и иным электрооборудованием, которое должно быть защищено от перенапряжений с помощью УЗИП в соответствии с требованиями [11, 12].

## **10 Техническая, исполнительная и эксплуатационная документация, контроль и обслуживание**

Состав, расположение и элементы установленной СМОЭС проверяются на соответствие настоящей Инструкции, конструкторской и проектной документации.

Исправное состояние СМОЭС должно регулярно проверяться в соответствии с п. 10.2, техническое обслуживание должно проводиться своевременно в течение всего периода эксплуатации (ежегодно, перед началом грозового периода).

Образцы технической и эксплуатационной документации приведены в приложении Г.

### **10.1 Исполнительная документация**

По окончании работ по установке СМОЭС на объекте исполнитель составляет акт или паспорт, который включает в себя следующее (при отсутствии указанных сведений в проекте на СМОЭС):

- дата и место составления документа;
- название и адрес объекта;
- требуемый уровень защиты;
- обоснование выбора установленной молниезащиты;
- тип и характеристики МОЭС;
- результат испытаний МОЭС;
- количество и месторасположение МОЭС;
- наличие и расположение токоотводов;
- наличие и места расположения счетчиков ударов молнии;
- обоснование и расчет разделительного промежутка;
- обоснование и расчет системы уравнивания потенциалов, включая УЗИП (при наличии системы внутренней молниезащиты);
- тип и параметры системы заземления;
- обоснование и расчет системы заземления;
- эскиз взаимного расположения элементов СМОЭС и объекта;
- контактные данные (е-мейл и телефон) исполнителя, ФИО и должность ответственного лица.

Данный комплект исполнительной документации хранится совместно с проектом на СМОЭС.

### **10.2 Порядок проверки**

СМОЭС подвергается проверке в следующих случаях:

- перед монтажом – осуществляется проверка МОЭС с помощью тестера по п. 8;
- первоначально при завершении монтажа СМОЭС;
- периодически в соответствии с таблицей 9;
- в случае внесения изменений в конструкцию защищаемого объекта, его ремонте;

- после попадания молнии в объект.

Примечание — Для уровней защиты I и II полная проверка выполняется после каждого случая попадания молнии.

**Таблица 9 – Периодичность проверки СМОЭС**

<b>Уровень защиты</b>	<b>Визуальный контроль (1/годы)</b>	<b>Полная проверка (1/годы)</b>
<b>I и II</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>III и IV</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Для взрывоопасных сооружений визуальная проверка проводится каждые три месяца. Полная проверка с замером электрических параметров проводится два раза в год. Допустимым исключением из графика годового испытания может быть цикл в 14-15 месяцев, когда считается целесообразным проведение измерений в различные времена года для получения информации о сезонных колебаниях.

Если государственными, региональными или отраслевыми нормами определена необходимость периодической проверки электрической системы объекта, то рекомендуется одновременно проверять функционирование внутренней СМОЭС, включая систему уравнивания потенциалов.

Уровни молниезащиты и периодичность проверок СМОЭС старых объектов должны быть определены, исходя из имеющихся спецификаций, результатов проведенных испытаний, требований промышленной безопасности и охраны труда.

### **10.3 Отчет о проведенной проверке**

Результаты каждой проверки должны отражаться в подробном отчете (акте), содержащем все результаты и данные измерений, а также обязательные для исполнения меры по устранению выявленных недостатков.

Мероприятия для устранения выявленных недостатков должны быть проведены безотлагательно.

### **10.4 Первоначальная проверка**

Первоначальная проверка выполняется сразу после завершения работ по монтажу СМОЭС.

Цель данной проверки – убедиться в том, что весь комплекс установленного оборудования соответствует требованиям настоящей Инструкции и технической документации.

При проверке должно быть установлено следующее:

- МОЭС расположен не менее чем на 2 м выше любого элемента, находящегося в зоне молниезащиты;
- характеристики МОЭС соответствуют технической документации;



- количество токоотводов, места их прокладки, расположение и целостность электрической цепи соответствуют требованиям настоящей Инструкции;
- все установленные элементы СМОЭС соответствуют требованиям настоящей Инструкции;
- надежность крепления различных компонентов обеспечена;
- обеспечены надлежащая величина безопасных расстояний и/или наличие устройств уравнивания потенциалов;
- описание и параметры системы заземления;
- выполнено подсоединение системы заземления СМОЭС к главной шине уравнивания потенциалов самого здания (сооружения).

### **10.5 Визуальный контроль**

Визуальный контроль состояния СМОЭС проводится перед началом и по окончании грозового периода. При этом проверяется:

- отсутствие любых повреждений, способных помешать прохождению тока молнии;
- отсутствие любых механических и иных повреждений МОЭС;
- отсутствие реконструкции или модификации защищаемого объекта, требующее применения дополнительных мер молниезащиты;
- механическая целостность проводников и токоотводов не нарушена;
- исправность всех элементов крепления отдельных частей;
- отсутствие коррозии;
- имеются необходимые разделительные промежутки и достаточное количество эквипотенциальных соединений, их повреждений не наблюдается;
- установленный производителем срок службы установленных устройств не истек;
- операции по техническому обслуживанию зафиксированы в документации на СМОЭС (см. п. 8.1 и п. 8.7).

### **10.6 Полная проверка**

Полная проверка оборудования проводится перед началом и по окончании грозового периода, и включает в себя визуальные осмотры и следующие операции:

- проверка целостности электрической цепи встроенных проводников и токоотводов;
- проверка значений сопротивления заземления (необходимо проанализировать все результаты, значения которых превышают 50% по отношению к начальному значению);
- проверка функционирования МОЭС по методике, указанной в инструкции изготовителя (тестирование работоспособности).

Примечание — Допускается проведение высокочастотной проверки системы заземления во время монтажа всей СМОЭС либо на этапе ее обслуживания с целью

проверки соответствия между фактически полученными данными и результатов расчетов при проектировании.

### **10.7 Эксплуатация и техническое обслуживание**

Для обеспечения надежного функционирования СМОЭС изготовитель должен указать в руководстве по эксплуатации и техническому обслуживанию соответствующие требования.

Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию должно содержать:

- операцию или операции, выполняемые при полной проверке системы молниезащиты;
- процедуры или операции по визуальной проверке системы молниезащиты;
- способ тестирования и критерии исправной работы МОЭС;
- оборудование, которое может понадобиться для полной проверки СМОЭС;
- мероприятия в случае обнаружения неисправностей в работе СМОЭС;
- если МОЭС требует специального периодического обслуживания (например, замены аккумулятора), то эксплуатационная документация должна содержать описание периодичности порядка такого обслуживания.

Для обеспечения максимальной эффективности работы СМОЭС необходимо безотлагательно устранять выявленные все недостатки и дефекты.

Техническое обслуживание отдельных компонентов системы должно проводиться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на эти изделия.

## **Приложение А**

(обязательное)

### **Требования к МОЭС и его испытания**

#### **А.1 Условия эксплуатации**

##### **А.1.1 Нормальные условия эксплуатации**

Нормальными условиями эксплуатации являются следующие:

- температура воздуха в пределах от минус 40 °С до плюс 60 °С;
- скорость ветра менее 122 км/час;

##### **А.1.2 Ненормальные условия**

Ненормальными условиями являются следующие:

- температура воздуха ниже минус 40 °С либо выше плюс 60 °С;
- скорость ветра свыше 122 км/час;
- снег или обледенение;
- чрезмерно высокая загрязненность атмосферного воздуха в месте установки МОЭС.

#### **А.2 Требования**

### **А.2.1 Общие требования**

МОЭС идентифицируется по следующей информации, указанной на самом изделии (в маркировке) и/или в эксплуатационной документации:

- название, наименование, логотип или товарный знак изготовителя;
- код (артикул) изделия;
- время опережения  $\Delta T$  (в мкс);
- серийный номер изделия.

Маркировка должна выполняться таким образом, чтобы она была хорошо читаемой и нанесенной несмываемым способом. Маркировка должна указывать как минимум название, логотип или товарный знак изготовителя, код (артикул) изделия и серийный номер. Маркировка должна проверяться согласно п. А.3.1.2.

### **А.2.2 Требования к времени опережения МОЭС**

Время опережения МОЭС должно определяться в соответствии с процедурой по п. А.3.5 и находится в пределах диапазона от 10 до 60 мкс.

Если полученное значение  $\Delta T$  ниже 10 мкс, то молниеприемник не может считаться МОЭС.

Если полученное значение  $\Delta T$  превышает 60 мкс, то все расчеты для систем молниезащиты с применением данного МОЭС выполняются исходя из того, что  $\Delta T$  принимается равным 60 мкс.

### **А.2.3 Требования по стойкости к удару молнии**

МОЭС должен выдерживать без потери работоспособности прямой удар молнии 100 кА (форма волны импульса тока 10/350). Проверка производится в ходе испытаний по п. А.3.5.

### **А.2.4 Механические требования**

Части МОЭС, через которые протекает ток молнии, должны иметь сечение в соответствии с требованиями [5] (обычно разрядники, используемые для изготовления МОЭС, подвергаются испытаниям на амперостойкость и не требуют специальных механических испытаний).

Острие МОЭС, подвергаемое прямому удару молнии, должно соответствовать требованиям таблицы А.1:

**Таблица А.1 - Материал, форма и минимальное сечение острия МОЭС**

<b>Материал</b>	<b>Форма</b>	<b>Минимальное сечение</b>	<b>Диаметр</b>
Медь, алюминий, алюминиевый сплав, Сталь горячей гальванизации, позолота <sup>1)</sup> Сталь нержавеющая <sup>2)</sup>	Монолитный стержень	200 мм <sup>2</sup>	16 мм

<sup>1)</sup> –Покрытие должно быть сплошным и гладким, без следов напыла. Толщина покрытия не менее 50 мкм

<sup>2)</sup> - В составе нержавеющей стали хрома 16%, никеля 8%, углерода 0,07%.

### **А.2.5 Воздействие окружающей среды**

МОЭС должен выдерживать такие неблагоприятные условия, как соляной туман и атмосфера с парами серы, что характерно для морской прибрежной зоны и промышленных загрязнений. Проверка проводится согласно п. А.3.3.

### **А.2.6 Электромагнитная совместимость**

#### **А.2.6.1 Помехоустойчивость**

В части помехоустойчивости МОЭС должны соответствовать требованиям [13].

Данное требование не применяется к МОЭС, все электронные компоненты которых являются пассивными в электромагнитном отношении (например, диоды, конденсаторы, катушки индуктивности и прочие защитные компоненты) и устойчивы к воздействию электромагнитных полей окружающей промышленной среды.

#### **А.2.6.2 Электромагнитное излучение**

В части создаваемого электромагнитного излучения МОЭС должны соответствовать требованиям [14].

Данное требование не применяется к МОЭС, все электронные компоненты которых являются пассивными в электромагнитном отношении (например, диоды, конденсаторы, катушки индуктивности и прочие защитные компоненты) и не создают электромагнитных полей при отсутствии грозовых условий.

МОЭС, содержащие в своем составе радиомодули, должны соответствовать национальному законодательству, устанавливающему требования в области использования радиочастотного спектра.

### **А.3 Последовательность испытаний и требования к ним**

Испытания должны проводиться на образце МОЭС в соответствии с блок-схемой алгоритма испытаний, представленной на рисунке А.1.

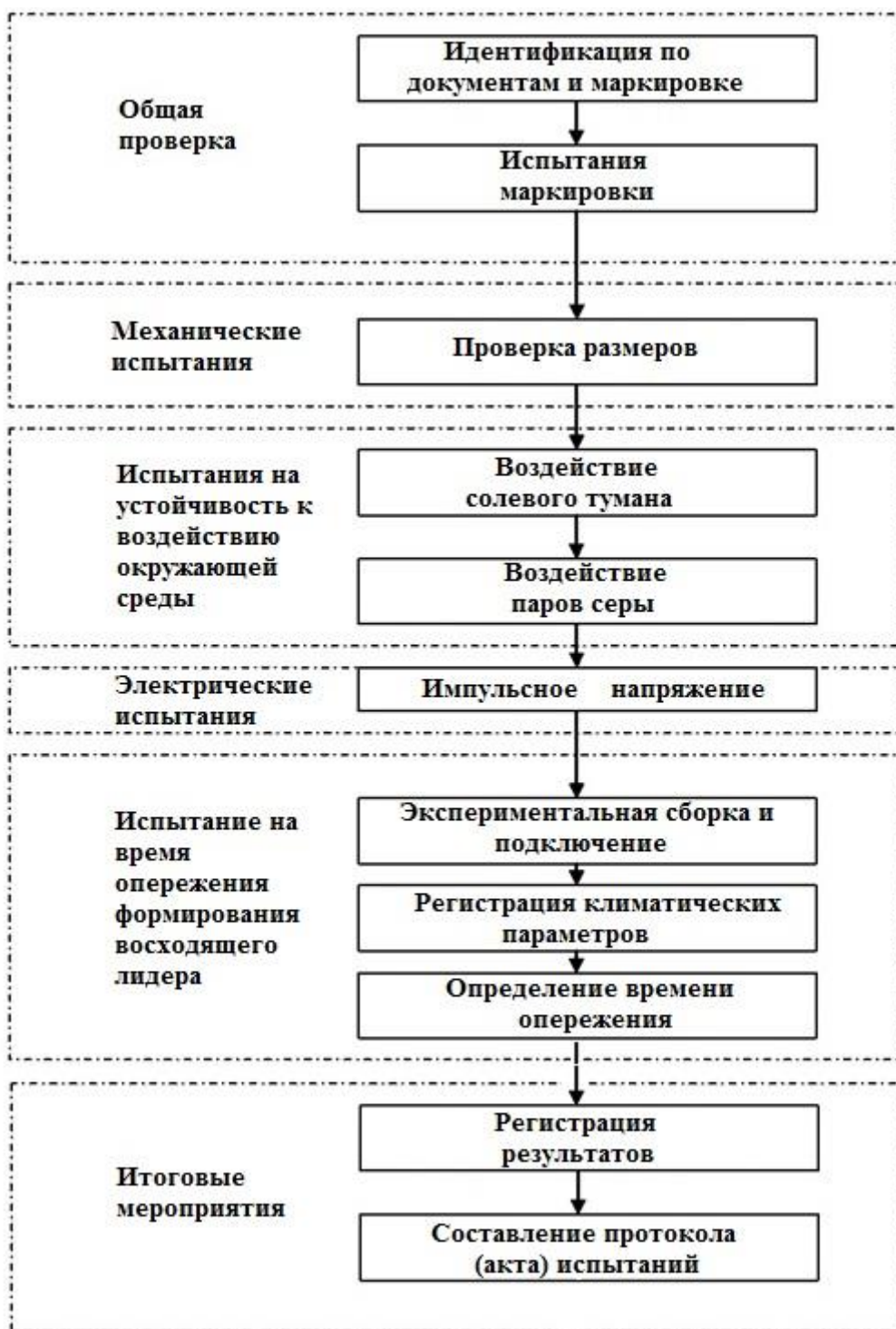


Рисунок А.1- Блок-схема алгоритма испытаний

### А.3.1 Общая проверка

#### А.3.1.1 Идентификация МОЭС

Проверка осуществляется путем визуального осмотра маркировки и сверки с эксплуатационной документацией согласно п. А.2.1.

### **А.3.1.2 Испытания маркировки**

Маркировка должна быть легко различима и долговечна. Соответствие проверяют осмотром и смыванием маркировки вручную в течение 15 с куском хлопчатобумажной ткани, смоченным в воде, а затем в течение 15 с тканью, смоченной в растворителе.

После проведения всех испытаний маркировка должна быть легко различима и читаема.

### **А.3.2 Проверка габаритных размеров**

Проверка габаритных размеров МОЭС осуществляется с помощью измерительного инструмента, обеспечивающего точность измерений не более  $\pm 0,5$  мм.

Габаритные размеры, площади сечения молниеулавливающей части (острия) и токопроводящих частей должны соответствовать требованиям конструкторской документации с учётом установленных в ней допусков.

### **А.3.3 Устойчивость к воздействию окружающей среды**

#### **А.3.3.1 Воздействие соляного тумана**

Испытание на воздействие соляного тумана проводится по [15, 16].

#### **А.3.3.2 Воздействие паров серы**

Испытание на воздействие соединений серы при конденсации влаги на поверхности МОЭС согласно требованиям [17] с выполнением семи циклов.

Каждый цикл продолжается 24 часа и включает в себя: период нагревания в течение 8 ч при температуре  $40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  во влажной насыщенной парами серы среде, после чего следует период остывания в течение 16 ч. Затем цикл возобновляется.

### **А.3.4 Испытания на устойчивость к воздействию импульсного тока**

После проверки соответствия по п. А.3.3 образец МОЭС без очистки подвергается испытаниям импульсным током  $I_{\text{имп}}$ .

Тестовый импульс  $I_{\text{имп}}$  определяется пиковым значением  $I_{\text{пик}}$ , переносимым зарядом  $Q$  и удельной энергией  $W/R$ , указанным в таблице А.2. Однополярный импульс тока должен обеспечить достижение этих параметров в течение 10 мкс при типовой форме волны 10/350.

Численное соотношение между  $I_{\text{пик}}$ ,  $Q$  и  $W/R$  задается следующими формулами (см. также таблицу А.2):

$$Q \text{ (Кл)} = 0,5 * I_{\text{пик}} \text{ (кА)} \quad (\text{А.1})$$

$$W/R \text{ (кДж/Ом)} = Q^2 \text{ (Кл)} \quad (\text{А.2})$$

**Таблица А.2 – Численное соотношение между  $I_{\text{пик}}$ ,  $Q$  и  $W/R$**

$I_{\text{пик}}, A$	$Q (Кл)$	$W/R (кДж/Ом)$
100	50	2 500

Допустимые отклонения значений пикового тока  $I_{\text{пик}}$ , заряда  $Q$  и удельной энергии  $W/R$  следующие:

- $I_{\text{пик}} \pm 10\%$ ;
- $Q \pm 20\%$ ;
- $W/R \pm 35\%$ .

Испытуемый образец должен быть трижды подвергнут воздействию импульсного тока, характеризующегося параметрами, указанными в таблице А.2. Интервал времени между каждым испытанием должен позволить образцу охладиться до температуры окружающей среды.

Образец считается выдержавшим испытания, если напряжение и ток зарегистрированы, параметры, указанные в таблице А.2, были в допустимых пределах, а визуальный осмотр не выявил признаков повреждения, либо сквозного проплавления образца, за исключением мест прохождения тока молнии, где могут присутствовать следы разряда и поверхностного оплавления.

### **А.3.5 Испытание на время опережения**

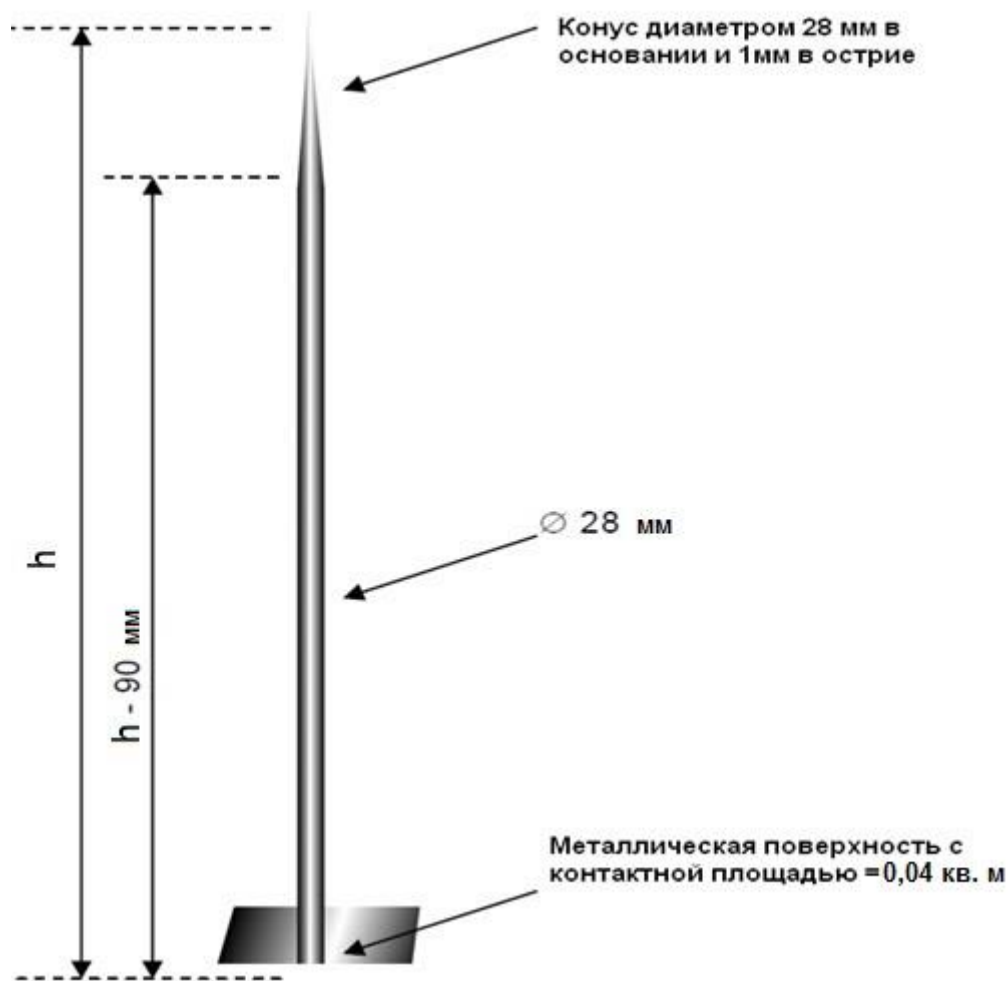
Процедура испытаний определена в соответствии с требованиями [18]. МОЭС должен быть установлен и электрически подключен в соответствии с указаниями изготовителя.

Во время испытаний не допускается обслуживание МОЭС, либо разборка и последующая сборка узлов испытательной установки, иные подобные действия.

#### **А.3.5.1.1 Характеристика стандартизованного стержневого молниеприемника (ССМ)**

Используемый для испытания ССМ представляет собой закрепленный на металлическом плоском квадратном основании со стороной 0,2 м стержневой молниеприемник длиной не менее 1 м и диаметром 28 мм. Радиус острия 1 мм.

Размеры ССМ должны соответствовать указанным на рисунке А.2.



где  $h \geq 1$  м.

**Рисунок А.2 – Стандартизованный стержневой молниеприемник (ССМ)**

#### **А.3.5.1.2 Размеры испытательной установки**

На рисунках А.3 и А.4 приведены конфигурации испытательной установки соответственно для ССМ и испытуемого МОЭС.

Габаритные размеры испытательной установки должны быть следующими:

- высота молниеприемника ( $h$ ) не менее 1 м;
- разница высоты двух молниеприемников должна быть менее 1%;
- расстояние между верхней пластиной-электродом (полеобразующим электродом) и нижним нулевым электродом должно превышать 2 м;
- отношение  $h/H$  должно находиться в пределах 0,25-0,5;
- горизонтальные размеры верхней пластины (полеобразующего электрода) по всем направлениям должны быть не менее величины  $H$ .



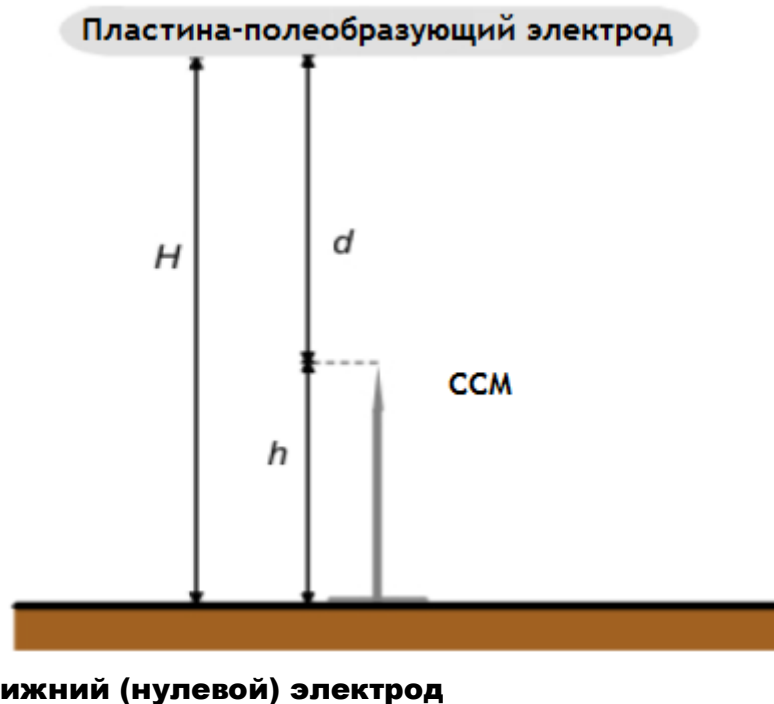


Рисунок А.3 – Установка для испытания ССТМ



Рисунок А.4 – Установка для испытания МОЭС

### А.3.5.2 Условия испытаний

Время опережения МОЭС оценивается путем сравнения моментов появления стримерной вспышки и инициирования восходящего лидера от МОЭС и ССТМ.

Для этого оба молниеприемника оцениваются один за другим в одинаковых условиях, имитирующих начало разряда атмосферного электричества – появление положительного восходящего стримера.

#### **А.3.5.2.1 Имитация электрического поля Земли**

Природное электрическое поле, существующее у поверхности Земли до удара молнии, влияет на условия образования коронного разряда на вершине молниеприемника и пространственных зарядов. В силу этого обстоятельства необходимо имитировать данное поле путем создания постоянного отрицательного тока, формирующего электрическое поле между полеобразующим и нулевым электродами напряженностью от -20 кВ/м до -25 кВ/м.

#### **А.3.5.2.2 Имитация естественного импульсного электромагнитного поля Земли**

Импульсное поле можно имитировать импульсом с фронтом в пределах между 100 мкс и 1000 мкс. При этом необходимо, чтобы крутизна фронта импульса была в пределах от  $2 \cdot 10^8$  до  $2 \cdot 10^9$  В/м/с. Типичной формой такого импульса является волна 250/2500. При данных испытаниях важны параметры только фронта волны.

#### **А.3.5.2.3 Контролируемые величины и выполняемые измерения**

##### **А.3.5.2.3.1 Электрические параметры**

Электрические параметры, подлежащие измерению и регистрации – форма и величина прилагаемых напряжений (калибровка окружающего поля, форма импульса напряжения, сопутствующий ток) для молниеприемников обоих типов (ССМ и МОЭС).

С этой целью необходимо обеспечить следующие условия:

- постоянное напряжение поляризации;
- требуемые параметры импульса, который вызывает разряд на ССМ: подаваемое напряжение определяется упрощенной процедурой «вверх и вниз», чтобы получить значение приложенного напряжения с точностью до 1%.

##### **А.3.5.2.3.2 Геометрические параметры**

Размеры  $d$  и  $h$  должно быть строго одинаковым ( $\pm 1$  мм) для всех испытательных конфигураций. Оно контролируется перед каждым началом работы (см. рисунки А.3 и А.4).

##### **А.3.5.2.3.3 Климатические условия**

Климатические условия (атмосферное давление, температура, относительная влажность) должны регистрироваться в начале, в середине и в конце каждого испытания.

Чтобы условия испытаний для обоих типов молниеотводов ССМ и МОЭС могли считаться идентичными (для одного и того же значения напряжения), изменения климатических параметров должны находиться в

пределах, установленных в таблице А.3. В противном случае рекомендуется заново измерить величину напряжения до следующего испытания.

**Таблица А.3 - Пределы изменения климатических условий во время испытаний**

Параметр	Предел изменения для обеих конфигураций испытательной установки
Давление	+/- 2 %
Температура	+/- 10 °С
Относительная влажность	+/- 20 %

Значения климатических параметров регистрируются в протоколе испытаний.

#### **А.3.5.2.3.4 Количество измерений для каждой конфигурации**

Для каждой конфигурации регистрируются 50 первых рабочих импульсов (нерабочим импульс считается, например, в случае пробоя генератора импульсов). Временной промежуток между импульсами должен составлять 2 мин. Данное требование необходимо соблюдать в течение всего периода проведения испытаний.

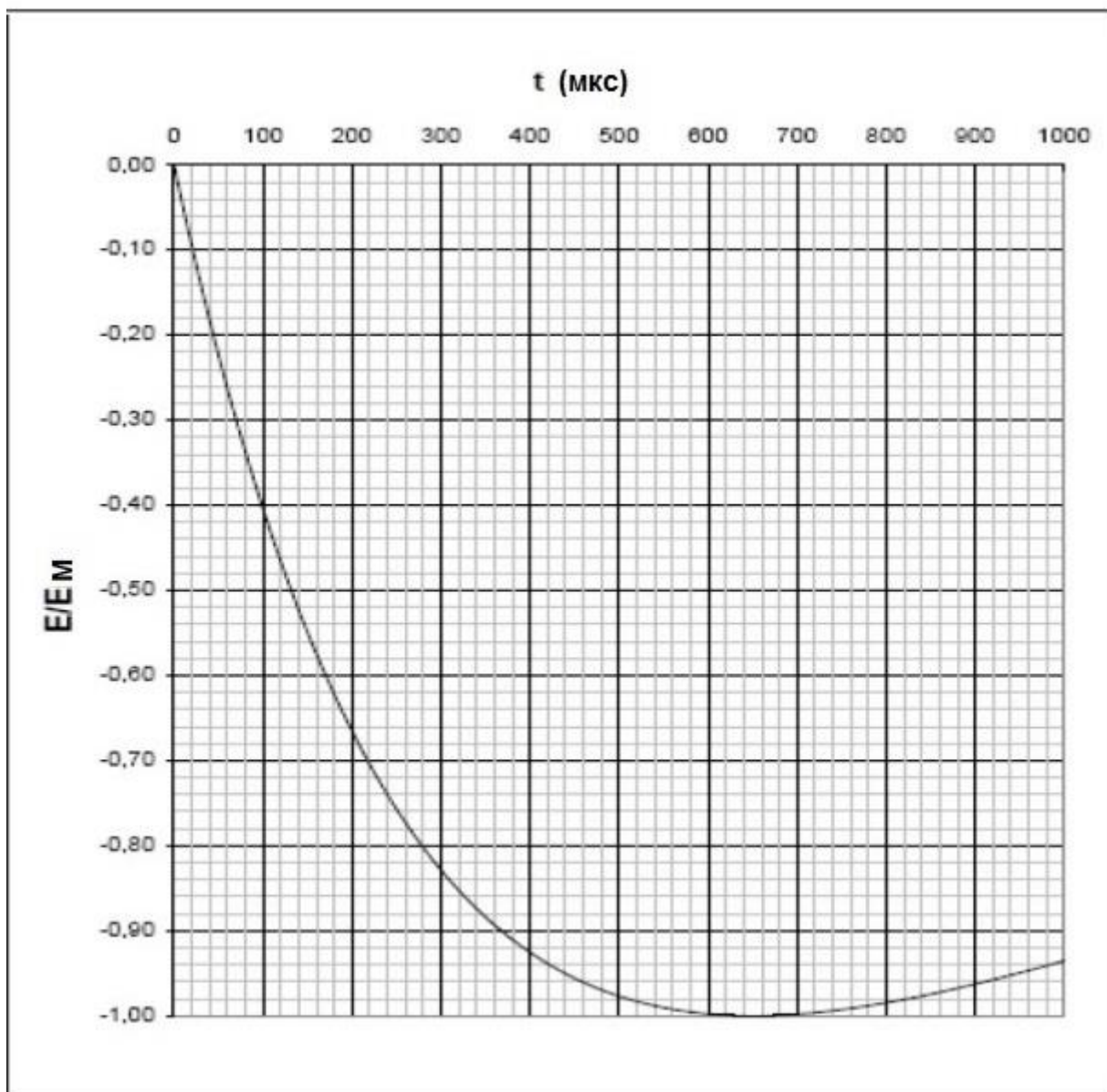
#### **А.3.5.2.3.5 Измерение времени опережения МОЭС**

Критерием оценки работоспособности МОЭС является способность молниеприемника неоднократно формировать восходящий лидер ранее, чем это произойдет у ССМ при тех же условиях. Для каждого рабочего импульса для обоих типов молниеприемников фиксируют время  $T$  – момента образования стримерной вспышки и формирования восходящего лидера. Время  $T$  графически определяется проекцией на ось времени момента резкого изменения наклона кривой приложенного импульсного напряжения, соответствующего разряду.

Исходя из полученных значений времени  $T$  формирования восходящих лидеров от обоих типов молниеприемников рассчитывается среднее значение  $T_{ср.ССМ}$  и  $T_{ср.МОЭС}$  (в данных условиях испытаний). Так же рассчитываются среднеквадратичные отклонения  $\sigma_{ССМ}$  и  $\sigma_{МОЭС}$  обоих распределений.

#### **А.3.5.2.4 Определение времени опережения МОЭС**

Время опережения МОЭС определяется графически относительно эталонной волны, которая, в свою очередь, определяется временем подъема фронта волны  $T_{подъем} = 650$  мкс и формой, показанной на рисунке А.5.



**Рисунок А.5 – Эталонная волна**

С эталонной волной, где значение поля  $E_M$  соответствует максимальному значению экспериментального поля  $E_{M_{\text{эксп}}}$ , сопоставляют экспериментально полученную кривую, как показано на рисунке А.6.

На графике экспериментально полученной кривой, откладываются точки, соответствующие рассчитанным средним значениям  $T_{\text{ср.МОЭС}}$  и  $T_{\text{ср.ССМ}}$ , после чего отложенные точки проецируются (по оси времени) на график эталонной волны. Результат математической разности соответствующих данным точкам (на оси времени) значений  $T_{\text{МОЭС}}$  и  $T_{\text{ССМ}}$ , является расчетным временем опережения  $\Delta T$  (мкс) =  $T_{\text{ССМ}} - T_{\text{МОЭС}}$ .

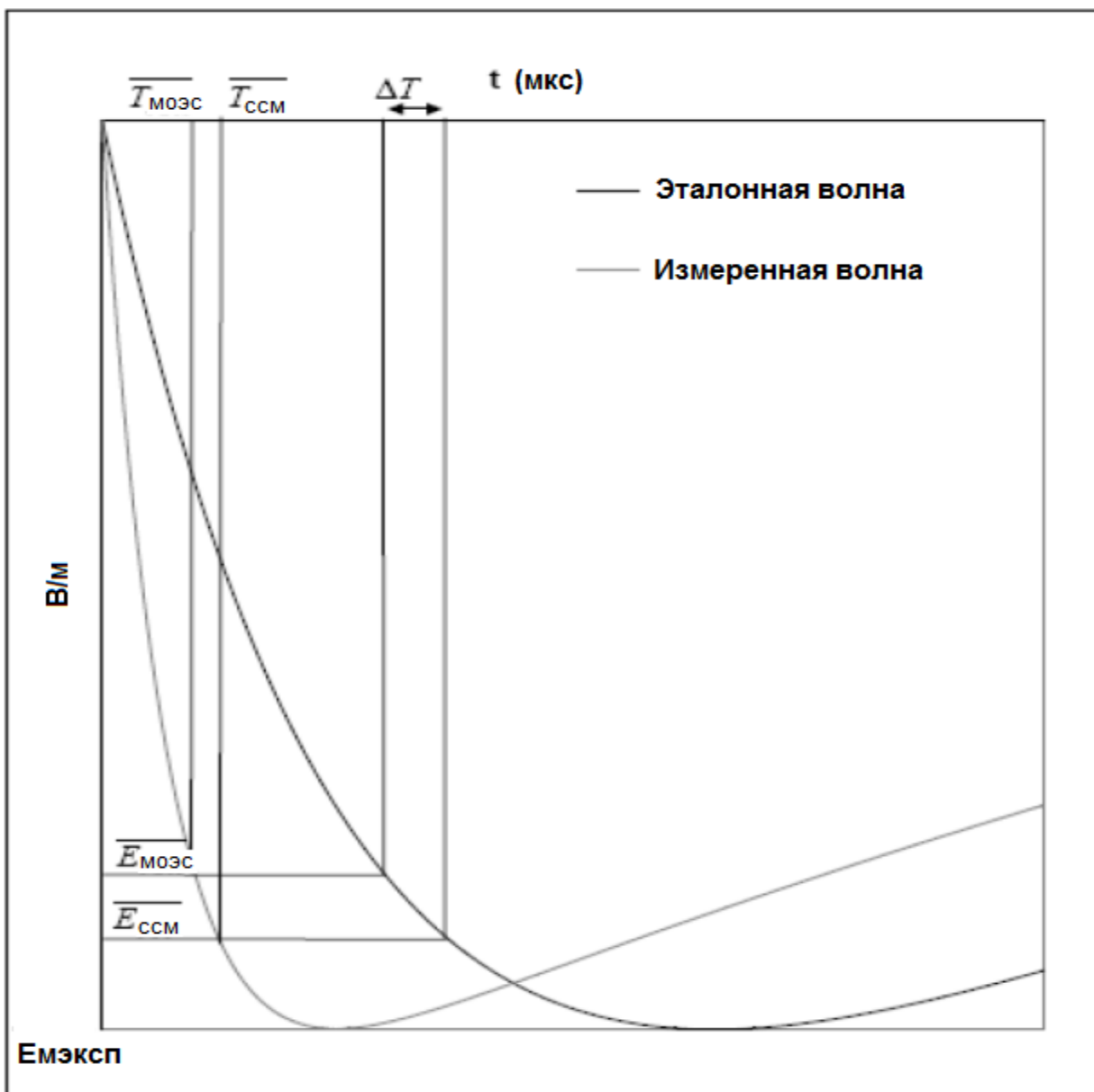


Рисунок А.6 – Графическое определение  $\Delta T$

#### А.3.5.2.5 Подтверждение эффективности МОЭС

Молниеприемник, подвергнутый испытаниям, считается МОЭС при соблюдении следующих условий:

- $T_{\text{МОЭС}} < T_{\text{ССМ}}$
- $\sigma_{\text{МОЭС}} < 0,8 \sigma_{\text{ССМ}}$
- $T_{\text{ССМ}} - T_{\text{МОЭС}} \geq 10 \text{ мкс}$

#### А.4 Структура и содержание протокола испытаний

В настоящем разделе установлены общие требования к протоколам лабораторных испытаний. Протокол должен отражать процедуры испытаний однозначно и в полном объеме.

Результаты каждого успешного испытания, проведенного испытательной лабораторией, должны быть зафиксированы в протоколе точно, четко, недвусмысленно и объективно, в соответствии с инструкциями по методике испытаний. Результаты должны содержать всю информацию, необходимую для интерпретации полученных результатов испытаний и примененной методики.

Пристальное внимание должно быть уделено содержанию и оформлению протокола, особенно в части изложения результатов испытаний и легкости их восприятия. Формы отчета должны быть специально разработаны для каждого вида испытаний, но разделы должны быть типовыми, как это приведено в настоящей Инструкции.

Копии протоколов испытаний подлежат хранению в испытательной лаборатории не менее шести лет.

В протоколе должно быть отражено следующее:

а) идентификационные сведения:

- наименование или тема протокола (отчета об испытаниях);
- наименование, адрес и номер телефона лаборатории, ответственной за проведение испытаний;

- номер и дата аттестата аккредитации высоковольтной лаборатории;

- наименование, адрес и номер телефона вспомогательной лаборатории, где были проведены испытания, если они частично или полностью не выполнялись организацией, которой было поручено проведение испытаний;

- уникальный идентификационный номер (либо серийный номер) протокола испытаний;

- наименование и адрес продавца/изготовителя;

- пронумерованные страницы протокола с указанием общего количества страниц;

- дата составления протокола;

- дата (даты) проведения испытаний;

- подпись и название официальной должности лица (лиц),

уполномоченных утверждать содержание протокола проведенных испытаний от имени лаборатории;

- ФИО и подписи должностных лиц, проводивших испытания;

- печать испытательной лаборатории;

б) описание образца:

- идентификационные сведения об испытанном образце (образцах) согласно п. А.2.1;

- характеристика и состояние образца (образцов):

- фотографии, схемы и прочая наглядная документация (при наличии);

в) стандарты и документация:

- нормативный документ, на соответствие требованиям которого проведены испытания;

- прочая документация с указанием дат;

г) процедура испытаний:

- описание процедуры испытаний;
- обоснование любого отклонения от норм применяемого стандарта, дополнения или исключения его требований;
- любая иная информация, относящаяся к проводимым испытаниям, например, условия окружающей среды;
- конфигурация установки для проведения испытаний;
- размещение молниеприемников, испытательного оборудования и средств измерения в зоне испытаний;
- д) испытательное оборудование и его описание:
  - описание оборудования, использованного при проведении каждого испытания;
  - описание средств измерения;
  - характеристики и даты калибровки всех приборов, использованных для измерения величин, оговоренных в стандарте;
- е) результаты измерений, визуальных наблюдений и проведенных расчетов;

Примечание — Вышеуказанное излагается в виде текста, таблиц, графиков, схем, фотографий и иных документов, отражающих результаты визуальных наблюдений.

ж) документальная фиксация части испытания, при котором образец не выдержал испытания, и описание неудовлетворительного результата. Описание должно быть проиллюстрировано схемами, фотографиями либо иными документами, отражающими результаты соответствующего визуального наблюдения.

Примечание - В протоколе испытаний не допускается помещать рекомендации и советы по устранению недостатков или совершенствованию испытаний

## **Приложение Б** (обязательное)

### **Защита персонала от поражения электрическим током в результате удара молнии**

При нахождении людей во время грозы снаружи объекта, вблизи токоотводов, может возникнуть опасность поражения их электрическим током, вследствие возникновения опасного контактного и/или шагового напряжения.

Считается, что опасность риска для человека снижается до допустимого уровня, если выполняется одно из следующих условий:

- а) вероятность появления человека в опасной зоне и длительность его пребывания снаружи опасного объекта и вблизи токоотвода очень незначительна;
- б) естественные токоотводы представляют собой как минимум 10 свай металлического каркаса объекта либо несколько стальных опор, соединенных между собой и обеспечивающих таким образом электрическую непрерывность;

в) контактное сопротивление поверхностного слоя земли в пределах расстояния до 3 м (по горизонтали) от токоотводов составляет не менее 100 кОм.

Примечание — Слой изоляционного материала, например, слой асфальта 5 см (либо слой гравия 15 см) снижает риск до приемлемого уровня.

Если ни одно из вышеуказанных требований не выполнено, то должны быть приняты следующие меры защиты:

- изоляция токоотводов, рассчитанная на напряжение 100 кВ при импульсном токе 1,2/50 мкс, например, с помощью сшитого полиэтилена толщиной 3 мм;

- использовать высоковольтный изолированный токоотвод типа LICON по п. 5.4.4;

- защитные барьеры и/или предупредительные таблички, не ближе 3 м от токоотвода, с целью предупреждения об опасности, позволяющие снизить вероятность касания токоотводов и появления в зоне опасного шагового напряжения.

## Приложение В (справочное)

### Примеры расчета коэффициента распределения тока $k_c$ и разделительных промежутков

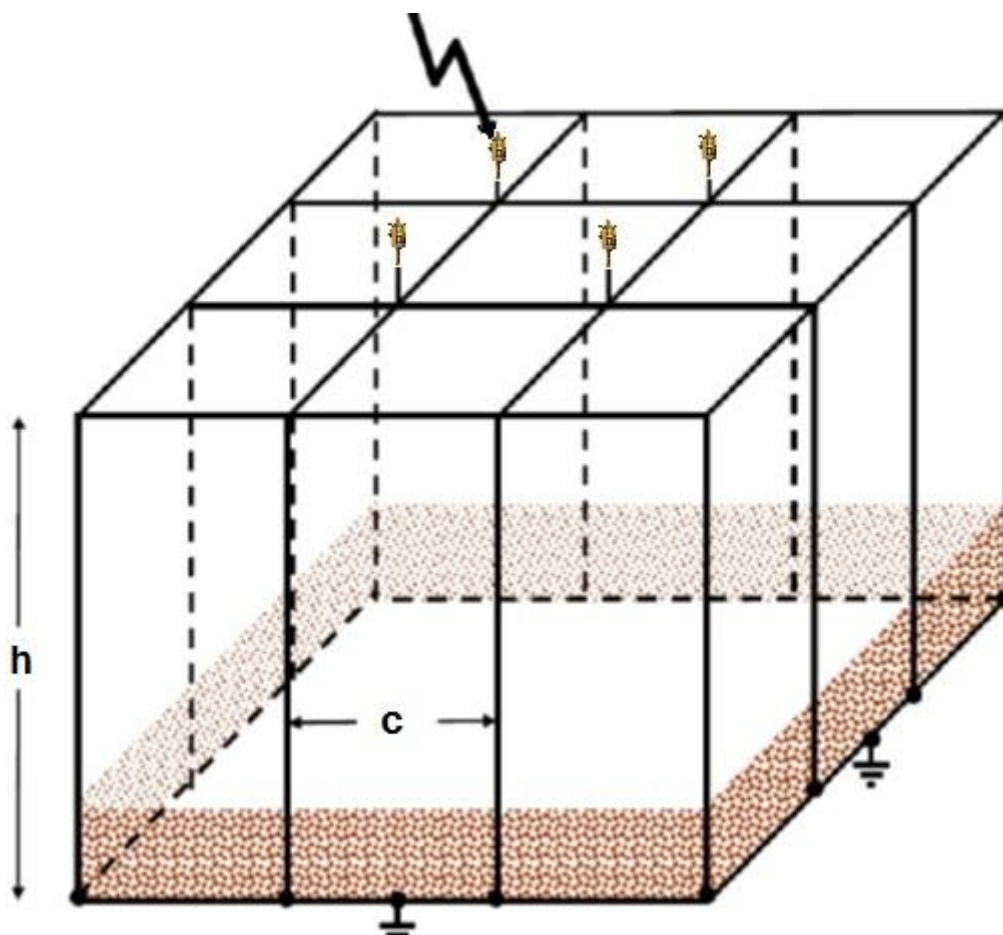
Для системы молниезащиты, включающей в себя заземление типа Б и несколько МОЭС, соединенных на кровле защищаемого объекта, как показано на рисунке В.1, коэффициент распределения тока между молниеприемниками и токоотводами  $k_c$  определяется в соответствии со следующей формулой:

$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h}} \quad (\text{В.1})$$

где:

- $n$  - общее количество токоотводов,
- $c$  - расстояние между двумя токоотводами,
- $h$  - расстояние (высота) между поясами





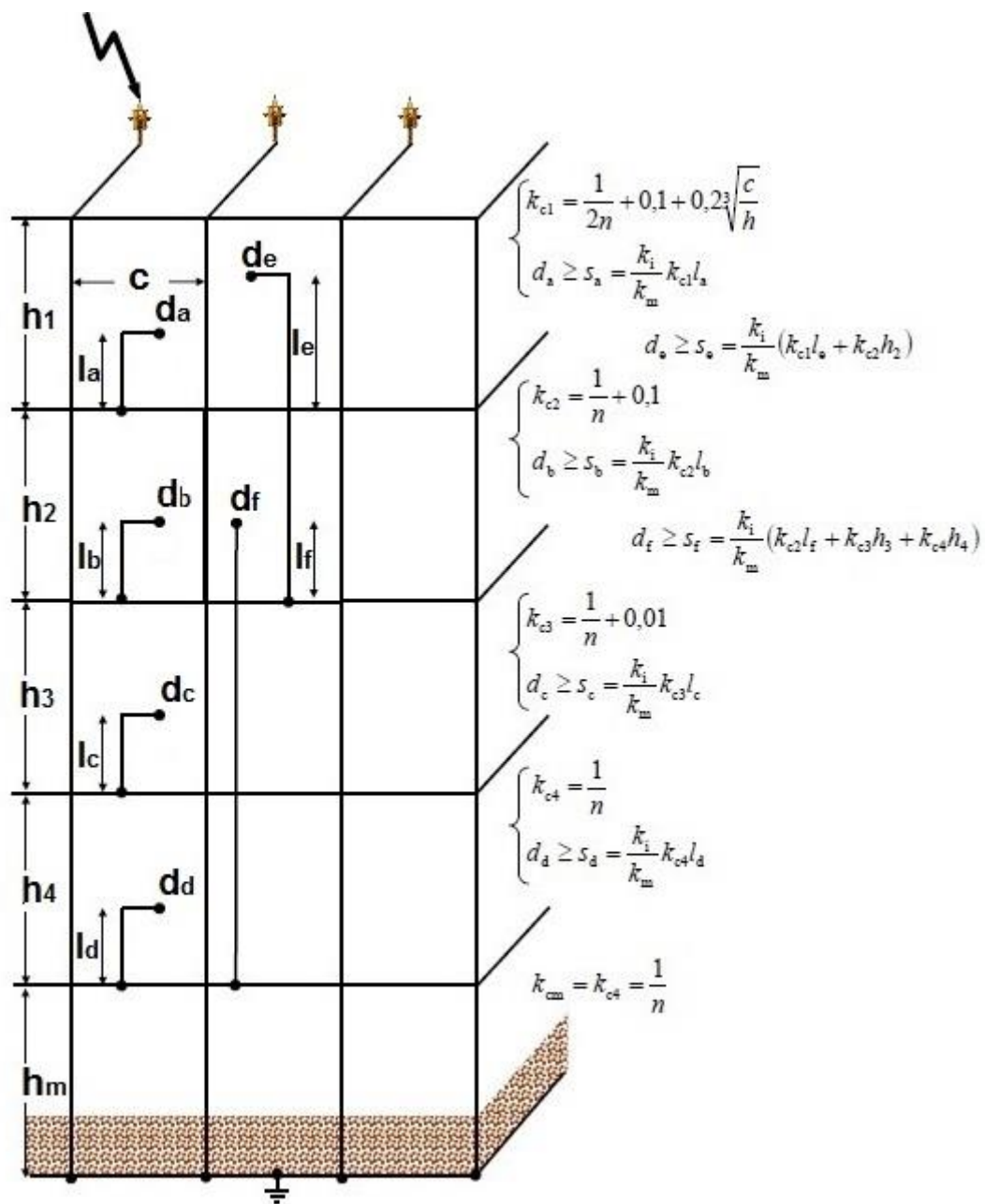
**Рисунок В.1 – Пример системы молниезащиты, состоящей из нескольких МОЭС, соединенных на кровле, и заземления типа В**

Для улучшения распределения тока молнии и в качестве элементов молниезащиты могут применяться дополнительные промежуточные кольцевые пояса уравнивания потенциала, как показано на рисунке В.2. В этом случае разделительные промежутки уменьшаются, т.е. становятся более выгодными для проектирования СМОЭС.

Примеры расчета  $k_c$  для нескольких промежуточных поясов приведены на рисунке В.2.

Можно рассчитать данный коэффициент для уровней от 1 до  $m$ , начиная с крыши.

Из полученных значений  $k_c$  (от  $k_c=1$  до  $k_c=m$ ) можно определить безопасные расстояния для уровней от  $S_a$  до  $S_f$  согласно п. 5.6.



- где
- n - общее количество токоотводов;
  - c - расстояние между двумя смежными токоотводами;
  - h - расстояние (по высоте) между поясами уравнивания потенциала;
  - m - общее число уровней;
  - d - расстояние до ближайшего токоотвода;
  - l - расстояние до точки уравнивания потенциалов

**Рисунок В.2 – Примеры расчета разделительного промежутка в случае сети токоотводов, соединенных поясами**

**Приложение Г  
(обязательное)**

**Образцы эксплуатационной и технической документации**

Приложение Г.1 Акт приемки в эксплуатацию системы молниезащиты

Приложение Г.2 Акт проверки системы молниезащиты

Приложение Г.3 Образец информационной таблички

Приложение Г.1

Дата \_\_\_\_\_

Объект \_\_\_\_\_  
(наименование и адрес объекта)

Заказчик \_\_\_\_\_  
(наименование и ИНН организации)

Исполнитель \_\_\_\_\_  
(наименование и ИНН организации)

**АКТ № \_\_\_\_\_**

**приемки в эксплуатацию системы молниезащиты**

Комиссия в составе:

от Исполнителя \_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, имя, отчество)

от Заказчика \_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, имя, отчество)

1. Система молниезащиты выполнена в соответствии с проектом \_\_\_\_\_, разработанным \_\_\_\_\_.  
(реквизиты и дата проекта) (полное наименование проектной организации)

2. Проведенными обследованиями и выполненными измерениями установлены следующие характеристики системы молниезащиты:

№	Наименование здания, сооружения	Количество молниеприемников	Номера молниеприемников	Количество токоотводов, шт.	Материал токоотводов	Заземление					Примечание	
						Материал заземлителей	Профиль	Размеры, м	Количество, шт	Глубина заложения, м		Сопротивление заземления, Ом Расчетное/измеренное

3. Эскиз взаимного расположения объектов, коммуникаций, молниеприемников, токоотводов и заземлителей

В данном разделе на рисунке схематично указывается взаимное расположение объекта и коммуникаций, молниеприемников, заземлителей, с указанием фактического расстояния между ними и путей прокладки (трассировки) токоотводов.

4. При монтаже системы молниезащиты установлены следующие комплектующие согласно поставке \_\_\_\_\_:  
(номер и дата документа)

№	Наименование	Количество	Единица измерения	Номер (при наличии)

Сдал:  
Исполнитель

Принял:  
Заказчик

\_\_\_\_\_  
(подпись Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись, Ф.И.О.)

Заказчик \_\_\_\_\_

Объект \_\_\_\_\_

Исполнитель \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

**Акт № \_\_\_\_\_  
проверки системы молниезащиты**

Лаборатория: \_\_\_\_\_  
(кем выдана, регистрационный номер, дата регистрации)

Причина проведения проверки: \_\_\_\_\_  
(после монтажа, по графику, аварийная ситуация)

Измерение параметров произведено при температуре окружающей среды \_\_\_\_\_  
°С средствами измерения:

Наименование	Тип	Заводской номер	Предел измерения		Класс точности	Дата последней поверки	Дата последующей поверки
			Диапазон	Единица измерения			

**1. Проверка металловязей, коррозионного состояния, сечения элементов и контактных соединений заземляющих устройств:**

Расположение заземляющего устройства	Конструкция заземляющего устройства					Способ проверки (осмотра) заземляющего устройства		Результат	Вывод
	Основные электроды			Заземляющий контур (конфигурация, материал, размеры, сечение, глубина заложения в грунт)	Заземляющие проводники (материал, длина, сечение)	Внешний осмотр	Частичное вскрытие		
	Тип	Количество	Глубина заложения						

Примечания:

- при осмотре следует проверить сечения, целостность и прочность проводников, их соединений и присоединений, не должно быть обрывов и видимых дефектов в заземляющих проводниках, надежность сварки проверяется ударом молотка (ПУЭ, 7 издание, гл. 1.8.39);
- при описании конструкции заземляющих устройств рекомендуется указывать заземляющие проводники, имеющие наибольшую длину и наименьшее сечение;
- элемент заземляющего устройства должен быть заменен, если разрушено более 50% его сечения (ПТЭЭП, приложение 3, п. 26.3).

## 2. Замер сопротивления системы заземления

Расположение системы заземления	Состояние погоды в дни замеров	Измеренное удельное сопротивление грунта, Ом*м	Измеренное сопротивление заземляющего устройства, R изм, Ом	Нормативное сопротивление повторного заземляющего устройства, Ом	Заключение по результатам испытания

## 3. Проверка электрической связи с заземляющим устройством

Наименование (обозначение на схеме) заземленной установки	Наименование составных элементов заземляющего устройства и заземленной установки	Измеренное сопротивление цепи, Ом	Вывод по результатам проверки

Примечание - переходное сопротивление исправного контактного соединения в составе элементов заземляющего устройства не должно превышать 0,05 Ом (ПТЭЭП, приложение 3, п. 26.1, п. 28.5).

## 4. Проверка работоспособности молниеприемника МОЭС

Обозначение на схеме МОЭС	Марка МОЭС	Показания тестера (OK/FAULT)	Вывод по результатам проверки

Примечание – проверка проводится специализированным тестером, согласно инструкции изготовителя МОЭС

Исполнитель

Заказчик

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., подпись)

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ТАБЛИЧКА**  
с указанием порядкового номера молниеприемника, года его установки  
и с предупреждающей надписью об опасности нахождения вблизи  
молниеприемника и токоотвода во время грозы

МП 3/1	2020
<p><b>Во время грозы не подходить ближе 15 м</b></p>	
<b>Название организации</b>	<b>ФИО должностного лица</b>
	<b>Телефон</b>
	<b>Е-мейл</b>

**Библиография**

1. NF C 17-102 (septembre 2011) «Protection contre la foudre. Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d’amorçage»,
2. NF C 17-102 (september 2011) «Protection against lightning. Early streamer emission lightning protection systems».
3. ГОСТ Р МЭК 62305-2-2020 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска»
4. ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы»
5. ГОСТ Р МЭК 62561.2-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 2. Требования к проводникам и заземляющим электродам»
6. ГОСТ 9.602-2016 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии»
7. ГОСТ IEC 61557-4-2013 «Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 4. Сопротивление заземления и эквипотенциального соединения»
8. ГОСТ Р МЭК 62561.7-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 7. Требования к смесям, нормализующим заземление»
9. ГОСТ Р МЭК 62561.6-2015 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 6. Требования к счетчикам ударов молнии»
10. ГОСТ Р МЭК 62561.3-2014 «Компоненты систем молниезащиты. Часть 3. Требования к разделительным искровым разрядникам»
11. ГОСТ IEC 61643-11-2013 «Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений,

подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний»

12. ГОСТ Р МЭК 61643-12-2011 «Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Принципы выбора и применения»

13. ГОСТ 30804.6.2-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний».

14. ГОСТ 30804.6.3-2013 (IEC 61000-6-3:2006) «Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Нормы и методы испытаний».

15. ГОСТ 28234-89. «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Кв: Соляной туман, циклическое (раствор хлорида натрия)»

16. ГОСТ 30630.2.5-2013 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие соляного тумана» (за исключением 7, 10 и 11) для степени жесткости 2

17. ГОСТ Р 51802-2001 Методы испытаний на стойкость к воздействию агрессивных и других специальных сред машин, приборов и других технических изделий

16. IEC 61180-2016 «High-voltage test techniques for low-voltage equipment - Definitions, test and procedure requirements, test equipment»

---


ОКС 29.020, 91.120.40

Ключевые слова: защита от молнии, зона молниезащиты, молниезащита, молниеприемник, эмиссия стримера, активный молниеприемник, токоотвод, безопасность, повреждение, уравнивание потенциалов, заземление, устройство защиты от перенапряжений

---

Руководитель разработки

Генеральный директор  
ООО «Электра»



И.Ю. Полетаев

Исполнители :

Технический директор



А.В. Ротанов

Ведущий инженер



Л.И. Полетаев