

СТО 083-004-2010 Молниезащита зданий, сооружений, открытых площадок и промышленных коммуникаций системами с упреждающей стримерной эмиссией. Технические требования. Проектирование, технология устройства и техническая эксплуатация

СТО 083-004-2010

**СТАНДАРТ НП СРО "СОЮЗ СТРОЙИНДУСТРИИ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ"**

**МОЛНИЕЗАЩИТА ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ОТКРЫТЫХ
ПЛОЩАДОК И ПРОМЫШЛЕННЫХ КОММУНИКАЦИЙ
СИСТЕМАМИ С УПРЕЖДАЮЩЕЙ СТРИМЕРНОЙ ЭМИССИЕЙ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА И ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

Дата введения 2011-01-15

Предисловие

Настоящий Стандарт организации (СТО) разработан в соответствии с целями и принципами стандартизации в Российской Федерации, установленными [Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании"](#) в редакции [Федерального закона от 01 мая 2007 г. N 65-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О техническом регулировании"](#), а также правилами применения национальных стандартов Российской Федерации - [ГОСТ Р 1.0-2004*](#) "Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения" и [ГОСТ Р 1.4-2004](#) "Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения", [Федеральным законом от 22 июля 2008 г. N 148-ФЗ "О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации"](#).

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует [ГОСТ Р 1.0-2012](#). - Примечание изготовителя базы данных.

В настоящем Стандарте реализованы положения статей [11-13](#), [17](#) [Федерального закона "О техническом регулировании"](#), статьи 55 п.2 [Федерального закона "О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации"](#).

Сведения о Стандарте

1. РАЗРАБОТАН Уральским государственным лесотехническим университетом (г.Екатеринбург), ООО "Компания "КровТрейд" (к.т.н., доцент В.В.Побединский), ООО ТД "Электроизделия" (А.В.Алимов), Управлением Государственного Строительного надзора по Свердловской области (гл.специалист отдела пожарного надзора С.К.Гигин). Под общей редакцией Побединского В.В.
2. ВНЕСЕН НП СРО "Союз стройиндустрии Свердловской области".
3. УТВЕРЖДЕН решением общего собрания НП СРО "Союз стройиндустрии Свердловской области", протокол N 9 от 17 декабря 2010 г.
4. ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом директора N 6 от 22 декабря 2010 г.
5. СОГЛАСОВАН "УралНИИпроект РААСН", ОАО "Уралгражданпроект", Уральское управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, Координационный Совет по саморегулированию регионов УРФО.
6. ВЗАМЕН [ТГН 34.21-301-2008](#).

Введение

Настоящий Стандарт содержит две части - технические требования и правила по применению и эксплуатации. Таким образом, требования, подлежащие обязательному соблюдению при проектировании и устройстве молниезащиты, а также требования пожарной безопасности изложены в разделе технических требований. В разделе правил приведены методы проектирования и реализации обязательных требований для устройства молниезащиты системами активного типа.

Основным отличием настоящих норм является максимально возможное сокращение описательных требований к средствам и способам молниезащиты зданий, при этом в документе конкретизировано подразделение норм на рекомендуемые и обязательные, определены требования к молниезащите активного типа и основным конструкционным элементам. С учетом европейских стандартов в настоящих нормах повышены требования к коррозионной защите элементов конструкции, а также внутренней молниезащите, что обеспечивает более высокий уровень безопасности объектов и надежности систем.

Оснащение системами молниезащиты различных объектов является обязательной процедурой при строительстве, которая по основным пунктам

регламентирована [ПУЭ](#) (Правилами устройства электроустановок) и стандартами. В ходе развития систем молниезащиты появляются новые, более эффективные технологии и оборудование. В мировой науке разработаны методы и средства нового поколения защиты от последствий атмосферных разрядов, показавшие на практике высокую эффективность. Одним из таких направлений является использование систем молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией или активной молниезащиты, которые обеспечены соответствующей нормативной базой (стандарты IEC 61024*, IEC 62305*, IEC 61312*) Международной электротехнической комиссии (МЭК) и применяются во всем мире более 30 лет.

* Доступ к международным и зарубежным документам, упомянутым в тексте, можно получить, обратившись в [Службу поддержки пользователей](#). - Примечание изготовителя базы данных.

Опыт использования систем активной молниезащиты появился за последние годы в российской строительной отрасли. Преимущества их очевидны, но отсутствие соответствующей нормативной базы долгое время не позволяло реализовать возможности более прогрессивной технологии защиты. Но повышение этажности застройки, ответственности объектов, увеличение оснащённости практически всех зданий компьютерными, информационными системами, микропроцессорными средствами управления, чувствительными к импульсным перенапряжениям и помехам в электрических сетях, сделали задачу совершенствования молниезащиты чрезвычайно актуальной.

В целом применение активной системы не противоречит общепринятой, так как теоретические основы защиты зданий и промышленных коммуникаций остаются неизменными. Различие заключается в конструкции молниеприемника, которая делает систему значительно эффективнее, надежнее, менее трудоемкой при монтаже и эксплуатации.

Надёжная работа системы молниезащиты зависит от правильного проектирования, объективного назначения проектных решений, строгого соблюдения технологии устройства, применения качественных материалов и комплектующих, а также соблюдения режимов ТООР конструкции. С этой целью в настоящих нормах и разработан раздел правил, в котором изложены методические рекомендации по проектированию, устройству и эксплуатации систем активной молниезащиты.

1 Область применения

1.1 Настоящие нормы разработаны с учётом стандартов, действующих в Российской Федерации, и устанавливают требования к системам молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией (активной молниезащиты), рекомендованные для всех организаций, осуществляющих деятельность на территории Свердловской области, независимо от форм собственности и государственной принадлежности.

1.2 Настоящий Стандарт разработан на основе стандартов Европейского союза, рекомендаций Международной электротехнической комиссии и гармонизированы с ними по основным положениям.

1.3 Нормы действуют в районах строительства Свердловской области для зданий, сооружений различного назначения, открытых площадок и промышленных коммуникаций.

1.4 Разработанные в развитие раздела технических требований правила (разделы 4, 5, 6) распространяются на проектирование и устройство молниезащиты системами с упреждающей стримерной эмиссией для зданий, сооружений, открытых площадок и промышленных коммуникаций.

1.5 В разделе правил изложены рекомендации по проектированию и конструктивным решениям устройств молниезащиты, рассмотрены основные узлы и опробованные на практике средства и способы устройства конструкций молниезащиты системами с упреждающей стримерной эмиссией, а также способы технической эксплуатации, выполнение которых обеспечивает соблюдение обязательных технических требований.

1.6 При проектировании и устройстве молниезащиты, кроме положений настоящих Территориальных градостроительных норм, должны выполняться требования действующих норм проектирования, правил по охране труда и пожарной безопасности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем Стандарте приведены ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

[СО 153-34.21.122-2003](#). Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций

[РД 34.21.122-87](#). Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений

NF C 17-102. Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre a' dispositif d'amorçage. (Молниезащита системами с упреждающей стримерной эмиссией).

NF C 17-100. Protection contre la foudre, Installations de paratonnerres. (Молниезащита зданий, сооружений и открытых площадок)

CEI 61643-11 (IEC 61643-11 Ed.1.0): Surge Protective Devices connected to Low-Voltage Power Distribution Systems - Part 11: Performance Requirements and Testing Methods

NF EN 61643-11/A11. Parafoudres basse-tension Partie 11: parafoudres connectés aux systemes de distribution basse tension - Prescriptions et essais

DIN V VDE V 0185. Стандарт Германии. Молниезащита.

Vds 2010. Директива союза немецких страховых обществ (GDV). Молниезащита и защита от перенапряжений с повышенным фактором риска.

PN-IEC-61024. Польский стандарт. Молниезащита зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.

3 Термины и определения

В настоящих нормах применены основные понятия, термины и определения в соответствии с приложением А.

4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1 Общие требования

4.1.1 При проектировании и устройстве молниезащиты системами с упреждающей стримерной эмиссией, кроме настоящих норм следует руководствоваться требованиями [СО 153-34.21.122](#), [РД 34.21.122](#), а также действующими в строительстве другими нормативными документами, нормами пожарной безопасности и требованиями охраны труда.

4.1.2 Категория молниезащиты объекта определяется на основании оценки факторов риска и степени опасности удара молнии для самого объекта и объектов, расположенных в непосредственной близости.

4.1.3 По уровню молниезащиты объекты классифицируются на четыре категории эффективности:

I - эффективность 99%;

II - эффективность 97%;

III - эффективность 91%;

IV - эффективность 84%.

4.1.4 Категория молниезащиты объекта принимается в соответствии с требованиями [РД 34.21.122](#) или [СО 153-34.21.122](#).

4.1.5 Все элементы конструкций, находящихся на крыше здания (антенны, мачты и т.п.) должны быть расположены внутри защищаемого пространства.

4.2 Требования к конструкциям

4.2.1 Молниеприемник с упреждающей стримерной эмиссией должен быть закреплен наверху металлической мачты таким образом, чтобы его верхняя точка была не менее чем на 2 м выше поверхности или наиболее высокой точки объекта, включая антенны, крыши, резервуары и другие выступающие части.

4.2.2 Высота молниеприемника над поверхностью крыши определяется в соответствии с требуемой категорией и радиусом молниезащиты.

4.2.3 Мачты антенн, находящиеся на крыше, должны быть соединены через искровой разрядник с токоотводной проводкой.

4.2.4 При расположении мачты телевизионной или другой антенны на расстоянии менее 10 метров от мачты молниеприемника, обе опоры на высоте крыши должны быть связаны между собой одножильным медным проводом площадью сечения не менее, чем проводников токоотвода. В этом случае также необходима установка молниеприемника на антенной мачте.

4.2.5 Расстояние молниеприемников до линий электропередачи должно быть не менее 3 м.

4.2.6 Каждый молниеприемник должен иметь не менее одного соединения с заземлением.

4.2.7 Токоотводная проводка должна быть соединена с заземляющим контуром здания.

4.2.8 Токоотводы должны быть закреплены к поверхности покрытий и к стенам. В зависимости от места проводки токоотводов расстояние между элементами крепления предусматривается следующим образом:

- для токоотводов на стенах, малоуклонной и скатной кровле:

по DIN V VDE V 0185 через каждые 0,5 м;

по NFC 17-102, NFC 17-100 не менее 3 держателей на каждый метр длины, т.е. с шагом 0,33 м;

по Российским нормам [1, 2] с шагом 1,5-2 м.

4.2.9 Каждый вертикальный токоотвод должен быть соединен с отдельной точкой заземления в соответствии с требованиями NF C 17-102 (таблицы 4-6), [2, 3].

4.2.10 В соответствии со стандартами DIN V VDE V 0185 (ч.3, п.4.4.1), [2, 3] сопротивление заземления должно быть не более 10 Ом.

4.2.11 При расположении точек заземления молниеотводов рядом с подземными кабелями электроснабжения или металлическими газопроводами должны соблюдаться меры предосторожности согласно требованиям NFC 17-102 (таблицы 4, 5). При этом заземление должно быть расположено на безопасном расстоянии от находящихся в земле инженерных коммуникаций (металлических трубопроводов, силовых кабелей, кабелей связи, газопроводов). Значения безопасных расстояний приведены в таблице 1. Эти расстояния должны соблюдаться и для трубопроводов, не соединенных с заземляющим контуром здания.

4.2.12 Для неметаллических трубопроводов безопасные расстояния не нормируются.

4.2.13 Для всех объектов, оборудованных молниезащитой в соответствии с требованиями международного стандарта CEI 61643-11, французского стандарта NF EN 61643-11 для защиты от перенапряжения обязательна установка разрядников типа 1 (DDS по NF EN 61643-11).

4.3 Требования к материалам

4.3.1 Используемые материалы и изделия должны быть сертифицированы или иметь соответствующие Технические свидетельства.

Таблица 1 - Безопасные расстояния до заземлителя

Подземные коммуникации	Минимальные расстояния до заземлителя, м	
	Сопротивление грунта 500 /м	Сопротивление грунта >500 /м
Заземленные предохранительные трубы электрического кабеля	0,5	0,5
Незаземленные предохранительные трубы электрического кабеля	2	5
Система заземления линий электроснабжения	10	20
Металлические трубы газопровода	2	5

4.3.2 Параметры проводников системы молниезащиты в зависимости от материалов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Параметры проводников системы молниезащиты

Категория защиты	Материал	Сечение провода токоотвода, мм	Сечение заземлителя, мм
I-IV	Медь	16	50
	Алюминий	25	-
	Сталь	50	80

4.3.3 В местах соединений материалы проводников должны быть электрохимически совместимы или иметь нейтральную токопроводящую прокладку, например, латунь между медью и оцинкованной сталью.

4.3.4 Все элементы конструкции молниезащиты, подверженные воздействиям агрессивных факторов, должны иметь антикоррозионное покрытие. Заземлители должны иметь токопроводящее антикоррозионное покрытие, а места соединений в грунте дополнительно должны иметь гидроизоляцию, например, специальные клеящиеся ленты, мастики и т.п.

4.3.5 Кровельное покрытие в случае использования в качестве естественных проводников должно иметь следующие значения толщины:

- не менее 0,5 мм, если ее необязательно защищать от повреждений (прожога) и нет опасности воспламенения расположенных под кровлей горючих материалов;

- не менее значений указанных в таблице 3 ([2, 3], польский стандарт PN-IEC-61024), когда необходимо предохранять кровлю (трубы, корпуса резервуаров) от тепловых деформаций или прожога;

4.3.6 Расположенные на кровле технологические трубы и резервуары при использовании их в качестве естественных проводников должны иметь следующую толщину стенок:

- не менее 2,5 мм, если прожог этих стенок не приведет к опасным последствиям;

- в случаях, когда тепловые деформации или прожог могут привести к опасным последствиям, не менее значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 - Толщина естественных проводников

Категория защиты	Материал	Толщина, мм
------------------	----------	-------------

I-IV	Медь	4
	Алюминий	5
	Сталь	7

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ С УПРЕЖДАЮЩЕЙ СТРИМЕРНОЙ ЭМИССИЕЙ

5.1 Общие положения и принципы проектирования

5.1.1 Устройство молниезащиты для зданий и промышленных коммуникаций является обязательным мероприятием для обеспечения условий безопасности, поэтому составляют содержание отдельного раздела проекта и закладываются в график строительства или реконструкции здания или сооружения таким образом, чтобы выполнение молниезащиты происходило одновременно с основными строительными-монтажными работами.

5.1.2 Кроме настоящих Градостроительных норм при проектировании и устройстве молниезащиты используются [РД 34.21.122](#), [СО 153-34.21.122](#), [ПУЭ](#)-редакция 7, ГОСТ Р **50571.19-000**.

5.1.3 Настоящие нормы содержат основные положения по комплексной молниезащите, которая обеспечивает как защиту от прямого удара молнии (внешняя молниезащита), так и защиту от импульсных перенапряжений и помех в электрических сетях с номинальным напряжением до 1000 В, информационных сетях, системах передачи данных, управления, контроля и измерения, сигнализации (т.е. внутренняя молниезащита от вторичных проявлений молнии).

5.1.4 Под молниезащитой понимается комплекс технических решений и специальных приспособлений. Проектирование молниезащиты может выполняться для строящегося объекта и для реконструируемого, который был первоначально оборудован классической системой в соответствии с [2, 3].

5.1.5 Для вновь возводимого здания процесс проектирования включает следующие этапы:

- определение категории защиты, необходимой, согласно оценке факторов риска, для данного здания;
- в зависимости от факторов риска и категории защиты принимается концепция защиты;
- определение метода расчета защиты;
- определение конструктивных особенностей здания, сооружения и системы коммуникаций;

- выполнение общих расчетов конструктивных параметров системы защиты;
- выполнение расчетов и разработка отдельных элементов системы защиты здания;
- выполнение расчетов и разработка отдельных элементов системы защиты коммуникаций;

5.1.6 Для реконструируемого объекта, первоначально оснащенного классической системой защиты, такой процесс включает обследование существующего состояния внешней и внутренней молниезащиты.

5.1.7 В общем виде процесс проектирования представлен на рисунке 1.

Рисунок 1 - Алгоритм процесса проектирования молниезащиты

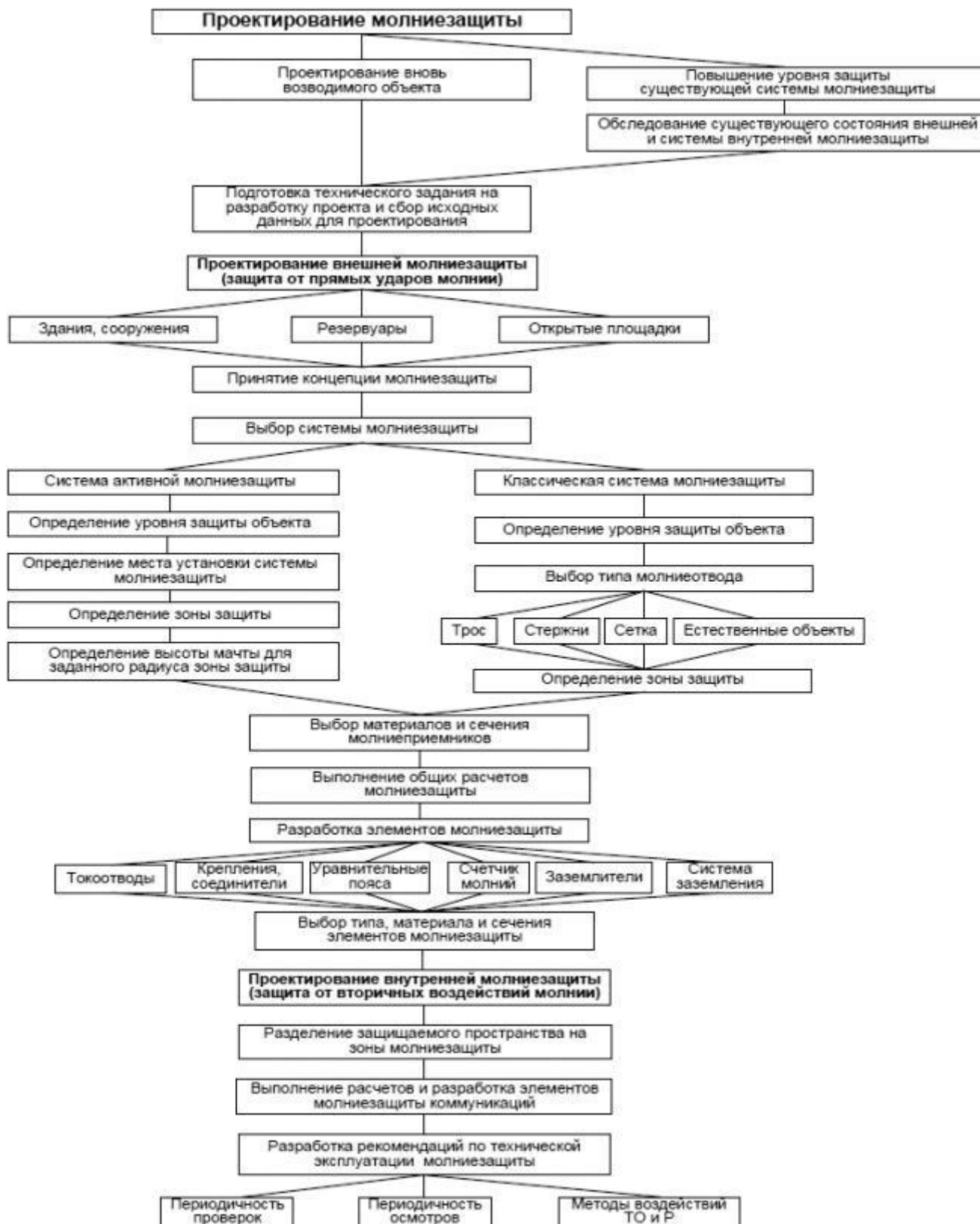


Рисунок 1 - Алгоритм процесса проектирования молниезащиты

5.1.8 Перед проектированием внешней защиты от молнии необходимо установить категорию защиты, которая необходима для объекта данного типа, место установки молниеприемника, место и тип проводников заземления и устройства заземления. Следует принимать во внимание архитектурные ограничения. Учет ограничений может вносить

корректировки в конструкцию системы молниезащиты, снижающие ее эффективность.

5.1.9 В настоящих правилах рассматривается устройство защиты от молнии объектов любой высоты над поверхностью земли, при этом для объектов свыше 60 м учитываются дополнительные требования.

5.1.10 Принцип подбора активного молниеприемника делится на две части:

- возможность попадания молнии и установление категории защиты от молнии;
- подбор места установки системы молниезащиты и ее элементов.

5.1.11 При проектировании учитываются следующие факторы:

- размеры объекта;
- характеристики окружающей среды здания (одиноким объект, на возвышенности, окруженный другими зданиями, деревьями, высота которых может быть больше, равна или меньше высоты здания);
- количество людей в здании, условия эвакуации и др.;
- возможность паники при эвакуации;
- наличие свободных проездов (проходов);
- уровень контроля технологических процессов объекта;
- наличие в здании чувствительной электронной аппаратуры и устройств;
- наличие в здании горючих материалов;
- уклоны и конфигурацию крыши;
- тип кровли, стен и несущих конструкций;
- наличие металлических частей крыши и крупногабаритных конструкций (газовые обогреватели, подъезды, антенны, водные резервуары);
- тип водостока крыши и наличие водосточных труб;
- типы материалов основных конструкций здания (металлические или изолирующие материалы);
- наличие наиболее незащищенных точек объекта (архитектурно-ландшафтные объекты, выступающие части здания, башни, трубы и дымоходы, стоки, подъезды, инженерное

оборудование на плоской крыше, элементы вентиляции, системы по чистке стен, перила и др.;

- металлические трубопроводы инженерных коммуникаций объекта (водопроводные, газовые, электрические и проч.);

- наличие дополнительных преград, которые могут преградить путь молнии (наземные электрические линии, металлические заборы, деревья и т.д.);

- состояние окружающей среды, вызывающее повышенную коррозию металлов (наличие промышленных выбросов с содержанием химически агрессивных элементов, цемента, соли, нефтепродуктов).

5.2 Уровни молниезащиты зданий и сооружений

5.2.1 Требуемая степень защиты зданий, сооружений и открытых установок от воздействия атмосферного электричества зависит от взрыво-пожароопасности объектов и обеспечивается правильным выбором категории устройства молниезащиты и типа зоны защиты объекта от прямых ударов молнии. Категория защиты устанавливается на основании подробной информации об объекте и оценке факторов риска.

5.2.2 В соответствии с назначением объектов категория молниезащиты определяется по п.4.1 в зависимости от опасности ударов молнии для самого объекта и его окружения.

5.3 Средства молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией

5.3.1 Средства молниезащиты на сегодняшний день по типу подразделяются на:

- классические системы по [РД 34.21.122](#), [СО 153-34.21.122](#), IEC 1024-1, NFC 17-100;

- системы защиты с упреждающей стримерной эмиссией по NFC 17-102.

5.3.2 Конструкции систем молниезащиты подразделяются на:

- устройства защиты от прямых ударов молнии (внешняя молниезащита);

- устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя молниезащита).

5.3.3 В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства.

5.3.4 Система молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией одновременно обеспечивает внешнюю и внутреннюю защиту.

5.3.5 В общем случае часть токов молнии протекает по элементам внутренней молниезащиты. В системе активной молниезащиты грозовой заряд не увеличивает потенциал на внутренних системах т.к. разряд молнии отводится с большей высоты. Далее токоотвод соединяется (по кратчайшему пути) с общим заземляющим контуром в нижней части системы, поэтому основной разряд отводится непосредственно в землю, не вызывая значительных импульсных перенапряжений во внутренних коммуникациях.

5.3.6 По расположению внешняя молниезащита может быть:

- изолированной от сооружения (отдельно стоящие молниеприемники, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеприемников);
- установленной на защищаемом сооружении или быть его частью.

5.3.7 В состав внешней молниезащитной системы входят:

- молниеприемник для приема разряда молнии;
- токоотводы для передачи тока разряда молнии к заземлению;
- заземляющее устройство для распределения энергии молнии в земле, обеспечения безопасных режимов работы электросетей.

5.3.8 Внутренние устройства молниезащиты предназначены для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрений внутри защищаемого объекта. Внутренняя МЗС представляет из себя многоступенчатую систему защиты от перенапряжения в соответствии с зональной концепцией, которая предназначена для постепенного снижения перенапряжения до безопасного уровня перед конечным потребителем. Функционально она выполняет уравнивание грозового потенциала между электропроводящими частями здания (металлические трубопроводы воды и газа, металлические детали конструкций здания и др.) и заземлением.

5.3.9 Наиболее высокий уровень безопасности домов и сооружений, надежность и безопасность электроустановок зданий обеспечивает комплексная молниезащита (внешняя и внутренняя).

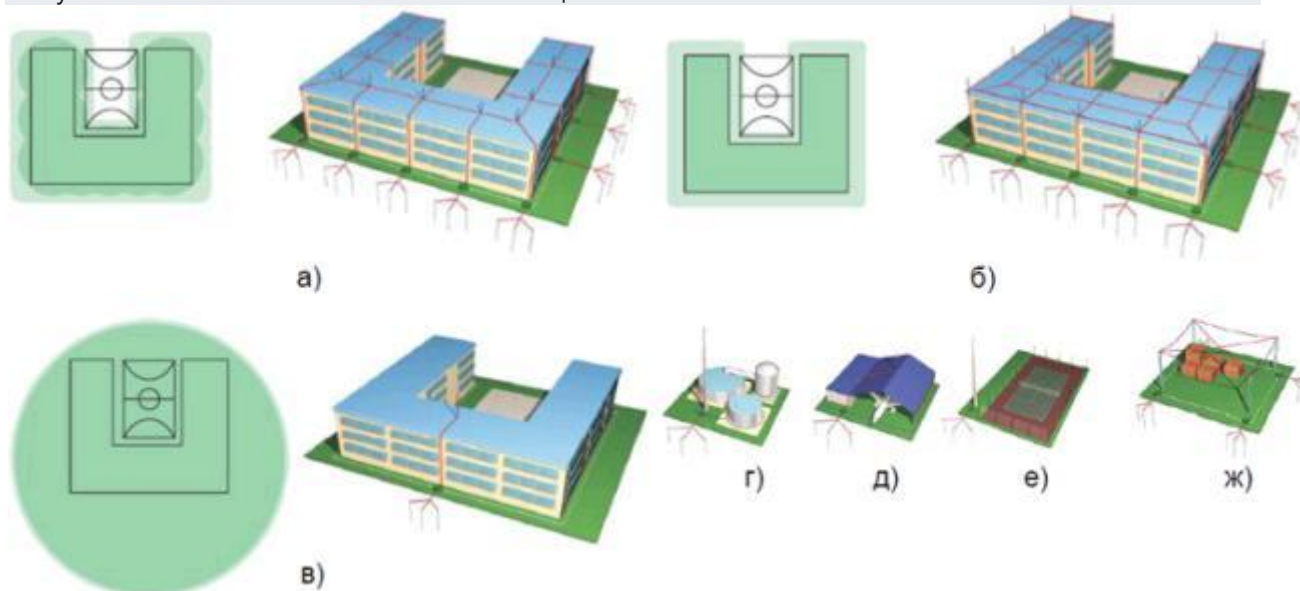
5.3.10 В классической молниезащите принято положение, что ее устройство не может предотвратить удар и развитие молнии, а применение конструкции, соответствующей требованиям норм, позволяет только существенно снизить ущерб от удара молнии. Несмотря на то, что аналогичное положение принято и в молниезащите с упреждающей стримерной эмиссией, в ней использована другая концепция защиты. В этом случае обеспечиваются оптимальные условия для движения молнии, всегда направленного через ионизационный канал в молниеприемник. При этом создаваемый ионизационный канал

фактически многократно увеличивает высоту молниеприемника.

5.3.11 Активная молниезащита значительно отличается от классической. Для такой системы в большинстве случаев достаточно одного молниеприемника без применения дополнительной молниезащитной сетки на кровле или "пространственной клетке" на зданиях. Основой системы является молниеприемник с упреждающей стримерной эмиссией, который устанавливается на здании или на свободностоящей мачте и создает охранную зону для всех объектов, в том числе для антенн и архитектурно-ландшафтных объектов крыши.

5.3.12 На рисунке 2 приведены схемы различных систем молниезащиты. Система активного типа (рисунок 2, в), в соответствии с требованиями стандарта NFC 17-102, и классической системы (рисунок 2, а, б, ж) в соответствии с последней разработкой в области молниезащиты международным стандартом по молниезащите IEC 1024-1, NF C 17-100 и отечественных нормативных документов [СО 153-34.21.122](#), [РД 34.21.122](#).

Рисунок 2 - Различные системы молниезащиты



- а) - классическая система с установкой молниеприемников в центре крыши, зона защиты (слева) неравномерная, внутренний двор не защищен; б) - классическая система с установкой молниеприемников по периметру крыши, зона защиты (слева) равномерная, внутренний двор не защищен; в) - система активной молниезащиты с одним молниеприемником и токоотводом, зона защиты (слева) охватывает все здание и прилегающую территорию; г) - активная молниезащита резервуаров; д) - активная молниезащита ангаров; е) - активная молниезащита открытых площадок; ж) - классическая система натянутых тросов для защиты открытых площадок.

Рисунок 2 - Различные системы молниезащиты

5.3.13 Сравнительные характеристики систем молниезащиты различного типа приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Сравнительные характеристики систем молниезащиты

Характеристики	Активная система молниезащиты	Классическая система молниезащиты
Принцип действия	Электронная система создаёт ионизацию (встречный лидер) значительно раньше и большей напряженности поля, чем в случае классической молниеотводной защиты	Физически пассивный молниеприемник действует аналогично активному - создается зона ионизации вокруг острия и молния "притягивается" от защищаемых объектов, но на расстояниях во много раз меньших, чем у активного молниеприемника
Зона защиты	Зона защиты активного молниеприемника многократно превосходит зону защиты обычного штыревого. Охраняются все объекты, охваченные эллипсообразной сферой в виде "капсулы", антенны и архитектурные элементы крыши, а также вся территория (открытые площадки), находящаяся в зоне защиты активного молниеприемника	Пространство в окрестности молниеприемника ограниченной геометрии, в зону защиты которого входит только объект, размещенный в его объеме. Радиус защиты меньше примерно в 10-12 раз, чем у активной системы молниезащиты
Молниеприемники	Достаточно одного молниеприемника активного типа при радиусе защиты около 100 м	Для обеспечения равного уровня защиты требуется выстраивать систему штыревых или горизонтальных молниеприемников, "пространственных клеток" с шагом в зависимости от категории молниезащиты
Токоотводы	Достаточно одного (в некоторых случаях два) токоотвода	Система токоотводов при усложненной архитектуре, "пространственные клетки"
Горизонтальные пояса	Горизонтальные пояса применяются через каждые 30 м только для объектов высотой более 60 м	Искусственные токоотводы соединяются горизонтальными поясами вблизи поверхности земли и через каждые 20 м по высоте объекта
Заземлители	На каждый токоотвод должен быть предусмотрен искусственный заземлитель не менее двух	Из-за множества токоотводов предусматривается система заземлителей

	стержней, соединенных горизонтальным электродом	
Проектирование	Определяется высота мачты, на которую устанавливается головка (по инструкции), исходя из уровня защиты и радиуса защищаемой площади	Выполняется обоснование выбора средств защиты, типов молниеприемников и методов расчетов, выбора материалов молниеприемников, токоотводов, их сечений и общего количества
Монтаж	Наименьшая трудоемкость монтажа	Сложность и трудоемкость монтажа множества молниеприемников, сеток и молниеприемников классической молниезащиты
Эксплуатация	Трудозатраты на ТОиР пропорциональны количеству элементов системы	Необходимо ТОиР (осмотров, проверок, ремонтов) большого количества соединений, крепежных элементов
Эстетика	Не ухудшается эстетический вид объекта. Активная головка занимает минимальное место при установке	При установке молниеотводных сеток или многочисленных стержней портится архитектурный облик объекта
Электромагнитное воздействие	Минимальное негативное воздействие электромагнитного поля из-за ограниченного количества токоотводов	Большое количество токоотводов подвергает почти весь объект воздействию электромагнитного поля
Экономический эффект	Дает завышенный уровень защиты для малоэтажного индивидуального домостроения, что не оправданно экономически. С увеличением габаритов, сложности и требуемого уровня защиты объекта эффект возрастает. Экономия средств достигает 50% от затрат на устройство классической системы за счет снижения стоимости материалов, уменьшения трудозатрат и затрат на эксплуатацию	Экономически более эффективна для малоэтажного индивидуального домостроения с невысокими требованиями к защите (IV категории), без комплексной системы молниезащиты

5.3.1 Назначение и область применения

5.3.1.1 Система активной молниезащиты предназначена для защиты объектов от прямых ударов молнии без применения дополнительной молниезащитной сетки на кровле зданий и сооружений. Одновременно обеспечивается внутренняя молниезащита.

5.3.1.2 Система активной молниезащиты применяется для обеспечения I, II, III категорий молниезащиты промышленных и стратегических объектов, объектов в гражданском строительстве, объектов индивидуального строительства и открытых площадок.

5.3.1.3 Молниеприемник обеспечивает уровень молниезащиты I, II, III категорий в соответствии с [СО 153-34.21.122](#) (п.2.2).

5.3.1.4 Применение системы активной молниезащиты на объектах с требуемым уровнем молниезащиты IV категории рекомендуется после экономического обоснования.

5.3.2 Принцип действия

5.3.2.1 В принципе действия системы активной молниезащиты используется явление образования во время грозы вокруг молниеприёмника области ионизации. Чтобы обеспечить оптимальные условия для восходящего разряда, требуется наличие первичных электронов на верхнем конце стержня. Испускаемые в виде плазмы электроны должны способствовать образованию восходящего разряда, т.е. ионизированная плазма должна совпадать по фазе с восходящим электрическим полем на уровне земли. Такие условия реализуются в молниезащите с упреждающей стримерной эмиссией.

5.3.2.2 При появлении напряженности электромагнитного поля между грозовым облаком и землей ионизатор под действием градиента поля заряжается. С приближением нисходящего лидера напряженность увеличивается. В момент времени, когда напряженность электрического поля между грозовым облаком и поверхностью земли достигнет критического значения (т.е. разряд молнии становится неизбежным или от 50 до 100 кВ/м) индукционным усилителем генерируется старт "восходящего лидера" (импульсов высокого напряжения), направленного навстречу "нисходящему лидеру" (молния от облака). В этом случае образуется канал для прохода грозового заряда к молниеприёмнику и, если молния будет продолжать свой путь в стороны защищаемого объекта, то она будет "притянута" к молниеприемнику (в пределах его расчетной зоны защиты).

5.3.2.3 Молниеприёмник является полностью автономной системой, становится активным только когда возникает реальная угроза удара молнии, не требует внешнего источника электропитания и технического обслуживания.

5.3.2.4 Принципиальная электрическая схема молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией приведена на рисунке 3. Головка молниеприемника состоит из корпуса и стержня, которые являются одновременно электродом, собирающим электрический заряд из электрического поля грозовой тучи (или исходящего лидера) - в приведенной схеме это конденсатор C . Внутри корпуса находится специальная катушка с высокой индуктивностью (порядка несколько Генри) - на схеме это узел индуктивно-резисторный $L - R$. С катушкой последовательно соединен разрядник с емкостью C_1 .

Рисунок 3 - Электрическая схема молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией

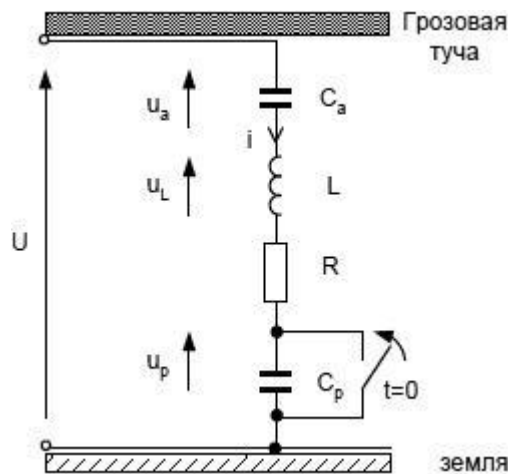


Рисунок 3 - Электрическая схема молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией

5.3.2.5 Высоковольтные резисторы и конденсаторы соединены по схеме Маркса. Заряд конденсаторов от внешнего поля происходит через резисторы, а разряд через разрядники, настроенные на напряжение порядка 12-14 кВ. При разряде конденсаторов напряжения складываются и формируется импульс амплитудой более 200 кВ.

5.3.2.6 Процесс срабатывания молниезащиты складывается из двух фаз.

Первая фаза - зарождение (появление) нижнего лидера.

При приближении грозового фронта возрастает напряженность поля у поверхности земли, что приводит к наведению на антеннах молниеприемника напряжения, которым заряжается конденсатор до максимального напряжения (порядка 10-30 кВ). Разряд разрядника приводит к переплыву тока через катушку. На стержне головки появляется (индуцируется) напряжение, величина которого почти в два раза может превышать величину, появляющуюся в случае применения классической системы.

Вторая фаза - переплыв тока молнии.

При достижении напряжения на конденсаторах 10-30 кВ происходит пробой разрядников и формирование короткого импульса величиной более 200 кВ. Полярность импульса противоположна полярности грозового фронта. Импульс создает ионизированный канал (обратный разряд) для направления молнии в молниеприемник. Этот ионизированный канал условно увеличивает действующую высоту молниеприемника, не зависящую от полярности грозового разряда и многократно расширяет зону его защиты.

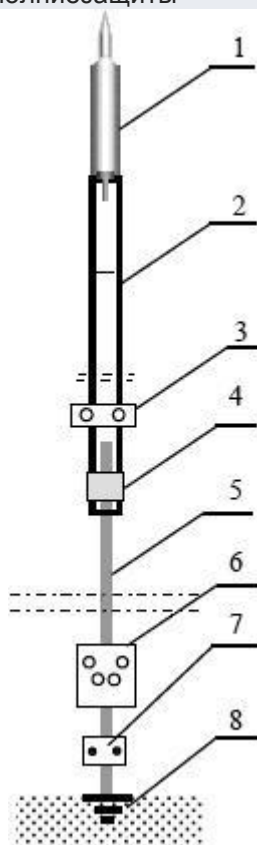
5.3.2.7 Как следует из принципа действия, основной характеристикой молниеприемника с упреждающей стримерной эмиссией является период времени создания обратного разряда. Этот параметр определяется экспериментально для каждого типа молниеприемника. Реальные условия моделируются в лаборатории высокого напряжения по принципу суперпозиции путем складывания напряженности постоянного поля, которое создается во время грозы, и направленного вниз импульсного поля разряда молнии. Результаты

испытаний сравниваются со значением времени создания разряда от стержневого молниеприемника классического типа в одинаковых условиях.

5.3.3 Конструкция

5.3.3.1 Конструкция молниезащиты активного типа (рисунок 4) состоит из следующих элементов:

Рисунок 4 - Схема системы внешней молниезащиты



1 - головка молниеприемная; 2 - трубчатая мачта из нержавеющей стали; 3 - держатель мачты; 4 - соединитель мачты и токоотвода; 5 - токоотвод; 6 - счетчик молний; 7 - соединитель контрольный; 8 - заземление.

Рисунок 4 - Схема системы внешней молниезащиты

1. Молниеприемник

1.1. Головка молниеприемная

1.2. Мачта

1.3. Держатели (крепления) мачты

1.4. Опора башенная

2. Токоотводы

2.1. Проводники

2.2. Держатели

2.2.1. Универсальные

2.2.2. Коньковые

2.2.3. Для мягкой кровли

2.2.3. Черепичные

2.2.4. Дистанционные

2.2.5. Кронштейны, анкеры, хомуты

2.3. Соединители

2.3.1. Контрольные

2.3.2. Крестообразные

2.3.3. Т-образные

2.3.4. Универсальные плоские

2.3.5. С заземлителем

3. Счетчик разрядов молний

4. Устройства защиты коммуникаций от импульсов

4.1. Искровые разрядники или варисторы для ограничения импульсов тока

4.2. Варисторные ограничители импульсов напряжений

4.3. Специальные ограничители импульсов для информационных и управляющих систем

5. Заземлители

5.3.3.2 **Головка молниеприемная**

1) Элементы схемы молниеприемной головки размещены внутри герметичной трубы, изготовленной из нержавеющей стали или меди, на внутренней поверхности которой размещена изолирующая конструкция, предохраняющая от развития поверхностного электрического разряда, и система защитных разрядников, предохраняющая молниеприемник от разрушения в момент разряда молнии.

2) На верхнем фланце головки находится молниеприемный стержень, обеспечивающий работу элементов схемы. Крепление на мачту выполняется, как правило, с помощью винта. Внешний вид головки различных марок приведен на рисунке Б.1, устройство показано на рисунке Б.1, д.

5.3.3.3 Стойки и мачты

1) Изготовленные из специальной высокопрочной стали и оцинкованные внутри и снаружи, стойки обеспечивают возможность установки молниеприемников на высоту до 8 м без использования проволочных оттяжек.

2) Телескопические секции (рисунок Б.2, л) скрепляются между собой двумя зажимными винтами из нержавеющей стали с водонепроницаемыми втулками (рисунок Д.1, в).

3) Молниеприемник ввинчивается в верхнюю часть первой секции. Стойки могут быть в исполнении из нержавеющей стали высотой до 5 м или из меди высотой до 2 м.

5.3.3.4 Легкие башенные опоры

1) Легкие башенные опоры несущей конструкции (рисунок Б.2, ж) изготавливаются из высокопрочной стали и подвергаются горячему цинкованию методом погружения. Они позволяют устанавливать молниеприемники на высоту до 40 м, например, для защиты открытых площадок.

2) Башенные опоры поставляются в виде комплектов секций длиной 3 или 6 м. В комплект могут входить металлические кронштейны крепления, которые заделываются в бетонный фундаментный блок. Стойка для крепления молниеприемника может быть установлена наверху башенной опоры (рисунок А.2, ж).

3) Максимальная занимаемая площадь на поверхности земли не более 1,0 м (рисунок Б.2, ж).

5.3.3.5 Башенные опоры с проволочными оттяжками

1) Башенные опоры из горячеоцинкованной стали и рассчитанные на монтаж с использованием проволочных оттяжек, изготавливаются секциями длиной 3 м и шириной 0,25 м. Секции крепятся друг к другу болтами, а основания могут поставляться либо с шипом, либо в виде плоского основания для крепления на земле.

2) Проволочные оттяжки необходимо крепить через каждые 6 м (через каждые 2 секции) к трем отдельным анкерам, расположенным на уровне земли на расстоянии от основания, равном половине высоты башенной опоры.

3) Стойка для крепления молниеприемника может быть установлена наверху башенной опоры (рисунок Б.2, и).

5.3.3.6 Легкие мачты несущей конструкции

1) Изготовленные из легковесных горячеоцинкованных труб (рисунок Б.2, в, л), секциями по 3 или 6 м, скрепляемых болтами, легкие мачты несущей конструкции устанавливаются либо на земле с помощью кронштейнов, заделываемых в бетон, либо крепятся к торцевой стене здания с помощью консольных монтажных кронштейнов (рисунок Б.1, к).

2) Легкие мачты несущей конструкции позволяют устанавливать молниеприемники на высоту до 15 м. Молниеприемник ввинчивается в верхнюю часть мачты.

3) При наличии надежного фундамента проволочные оттяжки не требуются (рисунок В.1, и).

5.3.3.7 Крепеж одиночных стержней и стоек

1) Кронштейны из оцинкованной стали на болтах для бокового крепления (рисунок Д.1, д). Используются для консольного крепления стойки со смещением до 300 мм на вертикальной поверхности. Кронштейн крепится двумя чугунными шпильками.

2) Для крепления стойки на вертикальной поверхности используются винтовые кронштейны крепления.

3) Для крепления стойки на любом вертикальном трубчатом основании используются монтажные кронштейны для смещенного (на 150-240 мм) крепления из оцинкованной стали или кольцевые хомуты крепления (рисунок Д.1, ч).

4) Для бокового крепления стойки используются стеновые анкеры (держатели) из оцинкованной стали, которые при монтаже заделываются в стену (рисунок Д.1, ш-ю).

5) Хомуты из цинкованной стали для крепления с небольшим смещением до 100 мм.

6) Универсальные кронштейны используются для крепления стойки на вертикальном или горизонтальном трубчатом основании.

5.3.3.2* Проводники

* Нумерация соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

1) Плоские проводники из металлической полосы, наиболее часто шириной 25, 30, 40 и толщиной до от 3,0 до 3,5 мм. Лента может быть в следующем исполнении:

- лужёная медная;
- алюминиевая;
- из нержавеющей стали;
- из оцинкованной стали.

2) Круглые неизолированные проводники диаметром 8 или 10 мм, в прутках по 3 м или в бухтах могут быть следующие:

- медный без покрытия;
- медный луженый;
- стальной оцинкованный;
- алюминиевый.

5.3.3.2* Соединения

* Нумерация соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

1) Для соединения проводников токоотводов используются плоские зажимы универсальные, крестообразные или Т-образные (рисунок Д.1, ж, м, п, р).

2) Для медных токоотводов рекомендуются зажимы латунные, для стальных токоотводов следует использовать зажимы из оцинкованной стали. Соединение проводников из различных металлов выполняются из биметаллических зажимов (рисунок Д.1, аж).

3) Предусмотрены конструкции зажимов для соединения плоских, круглых и круглых с плоскими полосами (рисунок Д.1, аж, к). 9) Счетчик молний (рисунок Б.2, г), искровые разрядники для соединения с токоотводом поверхностей с большим потенциалом (мачты антенн, металлические конструкции большой массы, возвышающиеся элементы).

5.3.4 Молниеприемники

5.3.4.1 Молниеприемник является составной частью внешней системы молниезащиты, предназначенной для улавливания разряда молний.

5.3.4.2 При реконструкции молниезащиты система с упреждающей стримерной эмиссией может применяться без демонтажа классических молниеприемников.

5.3.4.3 Молниеприемники классической системы конструктивно разделяются на следующие типы:

- | | |
|--------------------------|---|
| - стержневые | - с вертикальным расположением молниеприемника; |
| - тросовые (протяженные) | - с горизонтальным расположением молниеприемника, закрепленного на двух заземленных опорах; |
| - сетки | - параллельные и пересекающиеся под прямым углом проводники на защищаемых объектах. |

5.3.4.4 Конструкция и способы монтажа классической системы должны соответствовать требованиям [СО 153-34.21.122](#) (п.3.2.4) или [РД 34.21.122](#) (п.3).

5.3.4.5 Если защита объекта обеспечивается простейшими молниеприемниками (одиночным стержневым, одиночным тросовым, двойным стержневым, двойным тросовым, замкнутым тросовым), размеры молниеприемников можно определять, пользуясь заданными в [СО 153-34.21.122](#) зонами защиты.

5.3.4.6 Для системы с упреждающей стримерной эмиссией при расчетах определяется зона защиты одного молниеприемника (рисунок 5).

Рисунок 5 - Зона молниезащиты активного молниеприемника

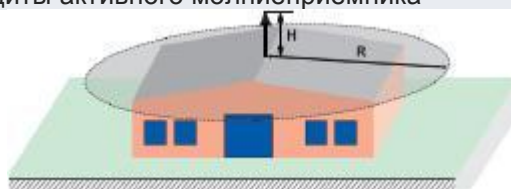


Рисунок 5 - Зона молниезащиты активного молниеприемника

5.3.5 Счетчик молний

5.3.5.1 Регистрация количества разрядов молнии в активный молниеприемник выполняется с помощью счетчика молний (счетчика атмосферных разрядов), который закрепляется на одном, как правило, на самом коротком из токоотводных проводов (рисунок 24). Счетчик может устанавливаться над контрольным соединением и на высоте не менее двух метров над поверхностью земли.

5.3.5.2 Принцип действия счетчика основан на том, что импульс протекающего в молниеотводной проволоке тока величиной от 1 до 100 кА, создает вокруг молниеотводной проволоки электромагнитное поле, которое пропорционально напряжению тока в проводнике. Эта зависимость позволяет косвенно, т.е. через измерение напряжения электромагнитного поля измерить ток молнии.

5.3.5.3 Измерительным элементом счетчика является так называемая антенна в виде катушки с ферритовым стержнем. Считаемым (регистрирующим) элементом разряда молнии является импульсный электромеханический счетчик, который при регистрации каждого импульса изменяет показание - увеличивает цифровое показание табло на "1". Такой счетчик разрядов имеет микропроцессор, который анализирует индуктивное напряжение в антенне и управляет электромеханическим счетчиком. Микропроцессор питается от батарейки, которая обеспечивает работу счетчика не менее 3 лет. Распространены счетчики двух исполнений (приложение Б) в виде показаний табло от 0 до 9 и от 0 до 99. Тестирование работы, считывание и удаление показаний счетчика реализуется с помощью магнитного ключа.

5.3.6 Токоотводы

5.3.6.1 Токоотводы в любой системе молниезащиты предназначены для передачи тока молнии от молниеприемника к заземлителю. Отличие устройства токоотводов активной молниезащиты от классической только в их количестве. В остальном технические требования, устройство, монтаж аналогичны и выполняются в соответствии с требованиями [2,3].

5.3.6.2 Подключаемые к молниеприемнику токоотводы должны соответствовать требованиям [СО 153-34.21.122](#) (п.3.2.2, 3.2.3).

5.3.6.3 Установка токоотводов должна соответствовать требованиям [СО 153-34.21.122](#) (п.3.3).

5.3.6.4 Количество токоотводов определяется в зависимости от габаритов и категории защищаемого объекта.

5.3.6.5 При использовании стальных токоотводов предпочтение должно отдаваться оцинкованной стали, так как обычная сталь, корродируя на стенах зданий, где они прокладываются, образует несмываемые ржавые пятна.

5.3.6.6 В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения токоотводы располагаются таким образом, чтобы между точкой поражения и землей:

- токоотводы прокладывались по кратчайшему пути;
- в зависимости от конструктивных особенностей ток проводился по нескольким параллельным проводникам.

5.3.6.7 Для соединения каждого активного молниеприемника с системой заземления должно быть предусмотрено не менее одного проводника. Два и более проводника необходимы в следующих случаях (рисунки б):

- горизонтальная проекция B проводника больше, чем его вертикальная A проекция;

- активный молниеприемник оборудован на зданиях выше 28 метров.

Рисунок 6 - Расчетная схема для выбора количества токоотводов

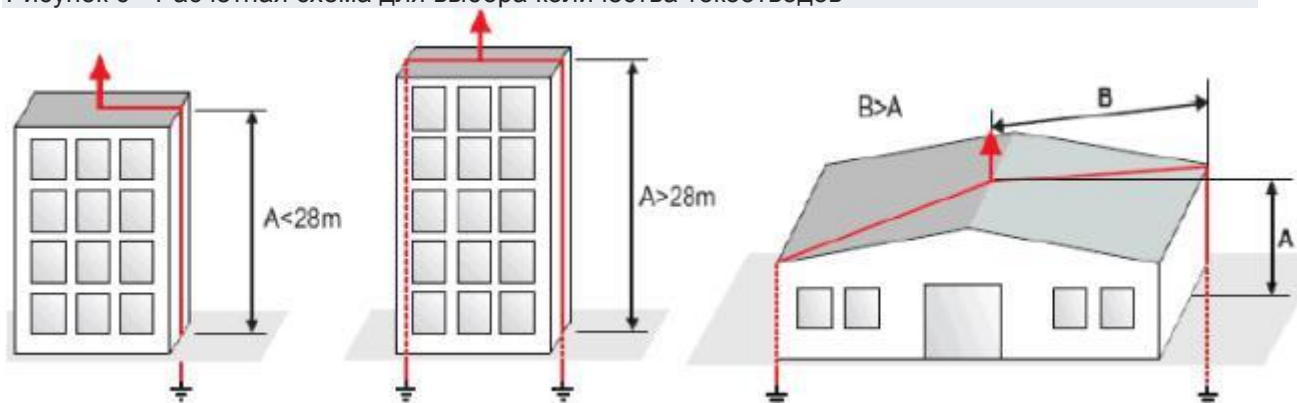


Рисунок 6 - Расчетная схема для выбора количества токоотводов

5.3.6.8 При укладке двух проводников они должны быть расположены на двух противоположных стенах здания.

5.3.6.9 При использовании негорючих изоляционных каналов площадь их внутреннего сечения должна быть не менее 2000 мм².

5.3.6.10 При проектировании следует учитывать меньшую эффективность защиты от молнии при внутреннем монтаже токоотводов, трудность осмотра и обслуживания в этом случае, а также риска, появляющегося из-за распространения разряда молнии внутри здания.

5.3.6.11 Если объект имеет негорючее покрытие (металлическое, бетонное, стяжка и др.), токоотвод может быть уложен под покрытием и при необходимости закреплен к несущим конструкциям. Проводящие элементы покрытия и несущих конструкций должны быть соединены с токоотводом сверху (с начала) до низа (до конца). При этом следует учитывать, что укладка токоотводов под конструктивными слоями и заведение разряда молнии под покрытия являются наименее предпочтительными решениями. В этих случаях исключается возможность обслуживания проводников, термические воздействия могут приводить к разрушениям монолитных покрытий, например, стяжек и возможны другие недостатки.

5.3.6.12 Токоотводы изготавливаются из круглых или плоских проводников. Минимальная площадь их поперечного сечения должна быть не менее 50 мм² стальных, 25 мм²

алюминиевых и не менее 16 мм² медных проводников. Материалы и размеры типовых токоотводов приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Характеристики токоотводов

Материал	Минимальные размеры	Примечания
Электротехническая медь	Лента 30x2 мм; Проволока 8 мм Плетеный проводник 30x3,5 мм	Рекомендуется из-за низкого сопротивления и высоких антикоррозионных свойств
Нержавеющая сталь	Лента 30x2 мм; Проволока 8 мм	Рекомендуется в химически агрессивной среде
Алюминий	Лента 30x3 мм; Проволока 10 мм	Используется на алюминиевых поверхностях
Оцинкованная сталь	Лента 25x4 мм; Проволока 8 мм	Рекомендуется в химически агрессивной среде

5.3.6.13 Использовать коаксиальный кабель для токоотводов не допускается.

5.3.6.14 Рекомендуется использовать медные проводники с антикоррозионным покрытием из-за их физических, механических и электрических свойств (проводимость, технологичность обработки (гибкость), антикоррозионные свойства и др.).

5.3.6.15 Контрольное соединение

Каждый токоотвод подключается к заземлителю контрольным соединением, который должен иметь возможность отключения для замеров сопротивления заземлителя. Как правило, контрольные соединения ставятся на токоотводы на расстоянии не менее двух метров над поверхностью земли. Соединения токоотводов с заземляющим контуром устанавливаются в специальных ящиках для контрольных соединений, которые обозначаются символом заземления.

5.3.6.16 Использование элементов зданий в качестве токоотводов

1) Активный молниеприемник должен быть соединен с металлическими конструкциями здания, электрически связанными с системой заземления объекта. Элементы здания могут быть использованы в качестве проводников заземления при соблюдении следующих требований:

- внешние соединительные конструкции должны иметь переходные сопротивления не более 0,03 на каждый контакт;

- внешние металлические конструкции, длина которых не более высоты объекта;

- плотно соединенные внутренние или вмонтированные в стены металлические конструкции, у которых имеются соединения, гарантирующие надежный электрический контакт между разными секциями.

2) Если в качестве токоотводов используется арматура железобетона предварительного натяжения, следует оценивать риск, который вызывает нагревание от тока разряда молнии.

3) Металлические листы, прикрывающие охраняемую зону при условии, что:

- гарантирована электропроводность на длительный период эксплуатации между всеми частями;

- металлические листы не имеют защитного покрытия изолирующим материалом (тонкий слой краски, слой битуминозного покрытия до 1 мм или слой ПВХ до 0,5 мм не считается изоляцией).

4) Следует учитывать возможную замену элементов данного здания в процессе эксплуатации и в случае реконструкции предусматривать другие проводники.

5.3.7 Эквипотенциальные соединения для обеспечения молниезащиты

5.3.7.1 Во время разряда молнии создается разница потенциалов между токоотводными проводниками, заземлением и несоединенными с ними металлическими конструкциями, поэтому в случае пробоя разрядом электричества может появиться искра. Для обеспечения безопасности все металлические конструкции сооружения должны быть соединены электрической связью с системой защиты от молнии или необходимо выдержать соответствующее безопасное расстояние между этими конструкциями и системой молниезащиты. Безопасное расстояние - минимальное расстояние от токоотводов до заземленных металлических конструкций, через которые может появиться искра. Несоблюдение этого расстояния повышает риск образования при ударе молнии опасных искровых разрядов.

5.3.7.2 Определение безопасного расстояния проводников от проводящих масс

1) Безопасное расстояние определяется по формуле [5]:

$$S = N \times K_i / K_m \times L_e, \quad (1)$$

где N - коэффициент величины тока молнии в токоотводах, зависит от количества вертикальных проводников, соединенных с молниеприемником, и может быть определен в соответствии с DIN V VDE V 0185 (ч.3) следующим образом:

- при количестве вертикальных проводников,	равном	1	- $N = 1$;
- "		2	- $N = 0,66$;
- "	больше	2	- $N = 0,44$;

- коэффициент уровня защиты,

- при I категории защиты $K_i = 0,1$;

- при II " $K_i = 0,075$;
- при III, IV " $K_i = 0,05$.

- коэффициент среды между двумя проводниками (для воздуха $K_m = 1$, для твердого материала, бетона, кирпича и др. $K_m = 0,5$);

- величина вертикального расстояния либо между рассматриваемой металлической массой и ее собственным сетевым заземлением, либо между металлической массой и эквипотенциальным соединением с ближайшим вертикальным токоотводом.

2) Таким образом, эквипотенциальные соединения внешних металлических масс предусматриваются в случаях, когда расстояние, отделяющее металлическую массу от вертикального токоотвода, меньше безопасного расстояния , рассчитанного по формуле (1).

Пример

Молниеотвод с упреждающей стримерной эмиссией защищает здание высотой 25 метров, категория защиты II. Определить необходимость соединения вертикального проводника с металлической массой на крыше, подсоединенной к сетевому заземлению и расположенной в 2 метрах от вертикального проводника.

По формуле (1) рассчитывается безопасное расстояние от проводника:

$$S = 1 \times 0,075 / 1 \times 25 = 1,88 \text{ м.}$$

Фактическое расстояние (2 м) больше безопасного расстояния (1,88 м), поэтому соединение вертикального проводника с металлической массой допускается не выполнять.

3) Расстояние молниеприемников до газовых трубопроводов должно быть не менее 3 м.

4) Дополнительно для эквипотенциальных соединений вертикальных токоотводов должны выполняться следующие условия:

- все внешние металлические объекты, находящиеся на расстоянии до 1 м от вертикального проводника должны присоединяться к токоотводу;

- все протяженные по высоте здания металлические объекты должны соединяться в верхней и нижней части с токоотводами.

- если в стене отсутствует токопроводящий элемент (например, арматура), вертикальные проводники должны располагаться на расстоянии не менее 1 м от металлического токопроводящего элемента (например, кабельных магистралей электросети).

5.3.7.3 Для антенн или мачт, поддерживающих электрические кабели, эквипотенциальные соединения должны выполняться через искровой разрядник.

5.3.7.4 Эквипотенциальные соединения внутренних металлических масс предусматриваются с учетом следующих требований:

- внутри защищаемого строения должны быть предусмотрены одна или несколько шин заземления, соединенных с ближайшей цепью заземления;

- все металлические массы в пределах строения должны быть соединены с шиной заземления;

- все стальные конструкции, водопроводы, металлическое экранирование и проводники системы электроснабжения, телефонной сети и т.п. также должны быть соединены с шиной заземления;

- электрические и телефонные кабели без экранирования должны быть соединены с системой молниезащиты через устройство защиты от перенапряжения.

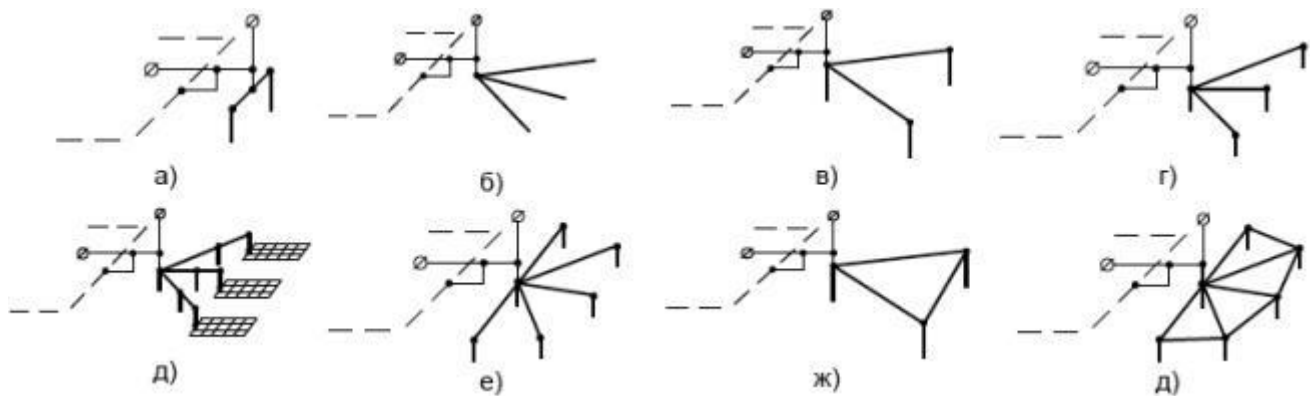
5.3.8 Заземление

5.3.8.1 Заземление является составной частью внешней системы молниезащиты, предназначенное для распределения тока разряда в грунте.

5.3.8.2 Необходимым условием ограничения грозовых перенапряжений в цепи молниеприемника, а также на металлических конструкциях и оборудовании объекта является обеспечение низких сопротивлений заземления. Поэтому в системе молниезащиты нормированию подлежит сопротивление заземлителя и другие, связанные с сопротивлением характеристики.

5.3.8.3 Распределение тока молнии без возникновения перенапряжений может зависеть от формы, габаритов и конструктивного решения заземления. В определенных случаях, при отсутствии рабочего заземления зданий, естественных заземлителей, могут предусматриваться с учетом требований [РД 34.21.122](#) различные конструкции заземления (рисунок 7).

Рисунок 7 - Типичные схемы заземления



а) - два вертикальных заземлителя; б) - три горизонтальных заземлителя ("гусиные лапы");
 в) - три вертикальных заземлителя на концах горизонтальных; г) - три горизонтальных с вертикальными; д) - "гусиные лапы" с сетками из заземлителей; е) - комбинация заземлителей; ж) - соединение в равносторонний треугольник; з) - соединение треугольников.

Рисунок 7 - Типичные схемы заземления

5.3.8.4 Заземлители должны быть соединены с устройством уравнивания потенциалов.

5.3.8.5 В соответствии с принятой концепцией молниезащиты российскими нормативными требованиями [4] заземление электрооборудования объекта и молниезащиты должны быть общими. Каждый токоотвод должен быть соединен с заземлителем. Устройства заземления должны соответствовать следующим требованиям:

- сопротивление заземлителя не должно превышать 10 Ω ;

- для надежного отвода тока молнии конструкция заземления должна состоять не менее чем из двух стержней.

5.3.8.6 Заземлитель должен быть оборудован с внешней стороны здания, горизонтальные проводники должны быть уложены на глубине не менее 0,5 м и на расстоянии не ближе 1 м до фундамента.

5.3.8.7 Сопротивление заземления зависит от исходного сопротивления грунта (таблица 6). С учетом этого сопротивления длина горизонтального или вертикального заземлителя рассчитывается по формуле:

$$L = 2\rho / R,$$

где ρ - исходное сопротивление грунта ($\Omega \cdot \text{м}$);

R - сопротивление заземлителя (Ω); $R \leq 10\Omega$.

Таблица 6 - Исходное сопротивление грунта

Тип грунта	Исходное сопротивление, Ом
Болотистая территория	2-30
Ил	20-100
Чернозем	10-150
Влажный торф	5-100
Пластичная глина	50
Плотная глина	100-200
Глинистая почва	50-500
Гравий	1500-3000
Мягкий известняк	100-300
Плотный известняк	1000-5000
Гранит	1500-10000

5.3.8.8 В месте соединения каждого токоотвода с заземлителем должен быть установлен элемент соединения (контрольный соединитель), таким образом, чтобы, разъединив его, можно было измерить сопротивление заземлителя.

5.3.8.9 Параметры проводников для заземлителей приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Параметры проводников для заземлителей

Заземлители		
Материалы	Рекомендации	Минимальные размеры
Неизолированная или покрытая оловом электротехническая медь		

Доступ к полной версии этого доку