

# **МОЛНИЕЗАЩИТА**

**зданий, сооружений, открытых площадок  
и промышленных коммуникаций системами  
с упреждающей стримерной эмиссией.**

**Технические требования.**

**Проектирование, технология устройства  
и техническая эксплуатация**

**ТГН34.21-301-2008**

**Издание официальное**

## **Сведения о документе**

1 РАЗРАБОТАНЫ Уральским государственным лесотехническим университетом, 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 ВНЕСЕНЫ Министерством строительства и архитектуры Свердловской области.

3 ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Правительства Свердловской области от 14 апреля 2008 г. № 336-ПП.

4 ВВОДЯТСЯ ВПЕРВЫЕ.

## **Предисловие**

Настоящие градостроительные нормы разработаны в ходе создания нормативной базы строительства, проводимого Министерством строительства и архитектуры и Союзом предприятий строительной индустрии Свердловской области (договор № 07-002/Н от 01.08.2007 г.). В документе реализованы положения закона о техническом регулировании 183-ФЗ и постановления Правительства Свердловской области от 27.12.2005 г. № 1138-ПП.

## Содержание

Введение.....	IV
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	1
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	1
4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	2
4.1 Общие требования.....	2
4.2 Требования к конструкциям.....	2
4.3 Требования к материалам.....	2
5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ С УПРЕЖДАЮЩЕЙ СТРИМЕРНОЙ ЭМИССИЕЙ.....	4
5.1 Общие положения и принципы проектирования.....	4
5.2 Уровни молниезащиты зданий и сооружений.....	6
5.3 Средства молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией.....	6
5.3.1 Назначение и область применения.....	7
5.3.2 Принцип действия.....	7
5.3.3 Конструкция.....	9
5.3.4 Молниеприемники.....	11
5.3.5 Счетчик молний.....	12
5.3.6 Токоотводы.....	12
5.3.7 Эквипотенциальные соединения для обеспечения молниезащиты.....	14
5.3.8 Заземление.....	15
5.3.9 Дополнительные мероприятия при устройстве заземления.....	16
5.4 Внешняя система молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией.....	16
5.4.1 Зона защиты молниеприемника.....	16
5.4.2 Конструктивные параметры и расположение активных молниеприемников.....	18
5.4.3 Молниезащита сооружений из металлических конструкций.....	18
5.4.4 Молниезащита объектов высотой более 60 м.....	21
5.4.5 Молниезащита нефтяных и газовых резервуаров.....	21
5.4.6 Молниезащита специальных объектов.....	22
5.4.7 Молниезащита энергоподстанций.....	23
5.5 Защита от вторичных воздействий молний.....	25
6 ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ.....	26
6.1 Общие положения.....	26
6.2 Установка молниеприемников.....	26
6.3 Монтаж токоотводов на крыше.....	27
6.4 Монтаж токоотводов на стенах.....	28
6.5 Монтаж заземления.....	29
6.6 Монтаж счетчика разрядов молний.....	30
6.7 Антикоррозионная защита.....	30
7 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ С УПРЕЖДАЮЩЕЙ СТРИМЕРНОЙ ЭМИССИЕЙ.....	30
Приложение А (обязательное) Термины и определения.....	33
Приложение Б (справочное) Элементы конструкций молниезащиты.....	35
Приложение В (справочное) Устройство молниезащиты различных объектов.....	37
Приложение Г (справочное) Нормативные данные для проектирования.....	39
Приложение Д (справочное) Крепежные элементы.....	40
Библиографический список.....	41

## Введение

В соответствии с законом 184-ФЗ «О техническом регулировании» структура нормативной базы включает регламенты с обязательными требованиями и документы, имеющие статус рекомендуемых. В переходный период до 2010 г. в разрабатываемых нормативных документах следует придерживаться принятой структуры, которая в общем виде может подразделяться следующим образом:

- обеспечивающие безопасность для человека и окружающей среды;
- обязательные конструктивные решения и требования;
- рекомендуемые.

Действующие законодательные требования и определили структуру настоящих Территориальных градостроительных норм, которые содержат 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.

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 оснащенности 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.

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

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

Дата введения 2008-04-14

## **1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

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

1.2 Настоящие Территориальные градостроительные нормы разработаны 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 настоящих Территориальных градостроительных нормах приведены ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений

СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий,

сооружений и промышленных коммуникаций

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 connectes aux systemes de distribution basse tension - Prescriptions et essais

DIN VDE V 0185:2006-10. Blitzschutz. (Стандарт Германии. Молниезащита)

VdS 2010 (2005.07) DE N. Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz. Richtlinien zur Schadenverhütung. (Директива союза немецких страховых обществ. Оценка риска для молниезащиты и защиты от перенапряжений. Директива для возмещения ущерба).

PN-IEC-61024. Ochrona odgromowa obiektow budowlanych oraz wybor poziomow ochrony dla urzadzen piorunochronnych (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.

# 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 другими действующими в строительстве 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 98 %;
- II - эффективность 95 %;
- III - эффективность 90 %;
- IV - эффективность 80 %.

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 м от мачты молниеприемника обе опоры на высоте крыши должны быть связаны между собой одножильным медным проводом площадью сечения не менее, чем площадь сечения 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 NF C 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 [2,3], стандарта NF C 17-102 (таблицы 4-6),.

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

4.2.11 При расположении точек заземления молниеотводов рядом с подземными кабелями электрооборудования 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.

Т а б л и ц а 1- Безопасные расстояния до заземлителя

Подземные коммуникации	Минимальные расстояния до заземлителя, м	
	Сопротивление грунта $\leq 500 \text{ ом/м}$	Сопротивление грунта $>500 \text{ ом/м}$
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.

Т а б л и ц а 2 - Параметры проводников системы молниезащиты

Категория защиты	Материал	Сечение провода токоотвода, мм <sup>2</sup>	Сечение заземлителя, мм <sup>2</sup>
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 естественного проводника 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 [2,3], в польском стандарте 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.

Т а б л и ц а 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 составляет содержание отдельного раздела проекта и закладывается 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 50571.26-2002.

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;
- принятие концепции защиты в зависимости от факторов риска и категории 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.

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 (одинокий 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 конфигурация 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).

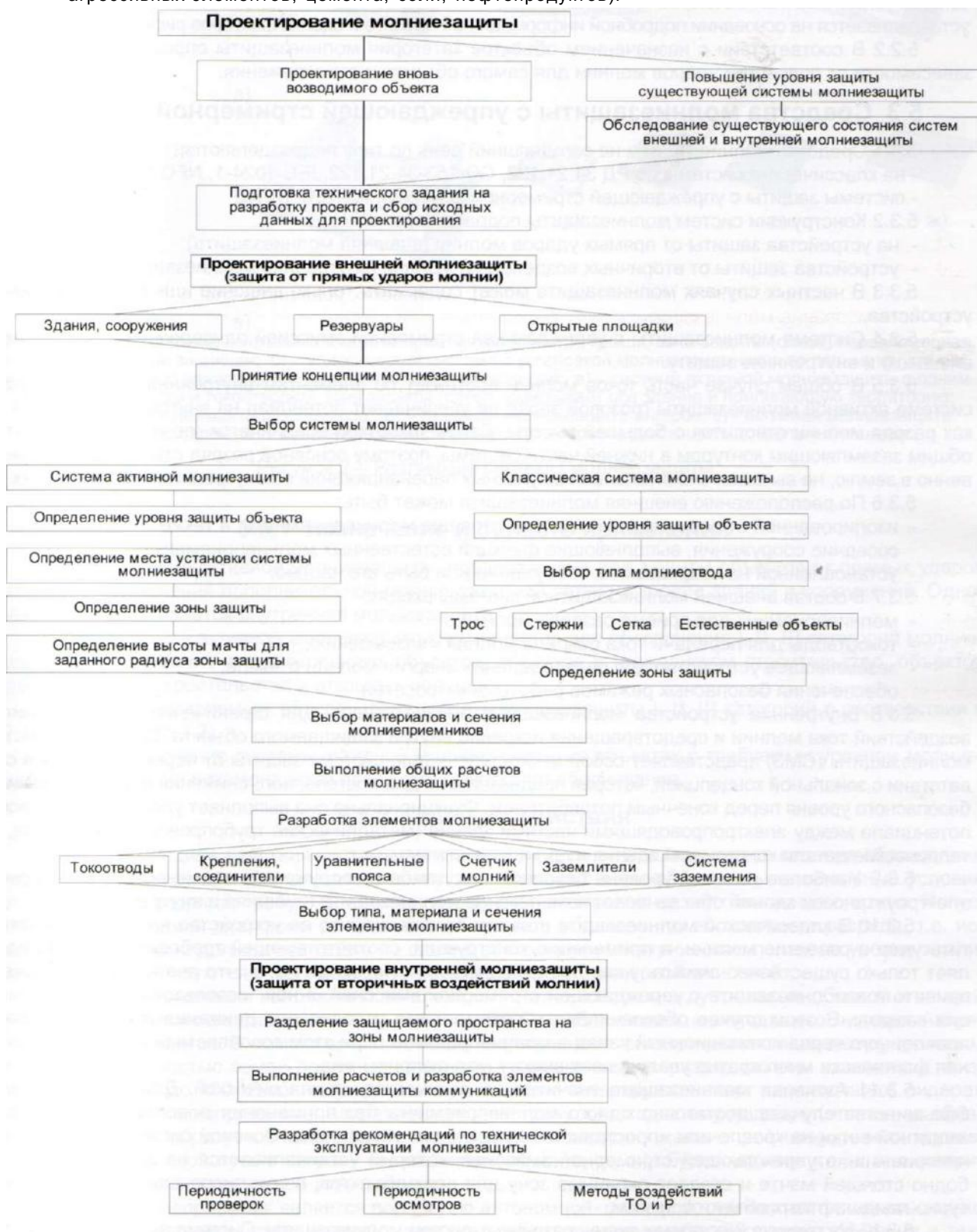


Рисунок 1 - Алгоритм процесса проектирования молниезащиты

## **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- и 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 оценки 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, так как 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 система молниезащиты (СМЗ) представляет собой 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.

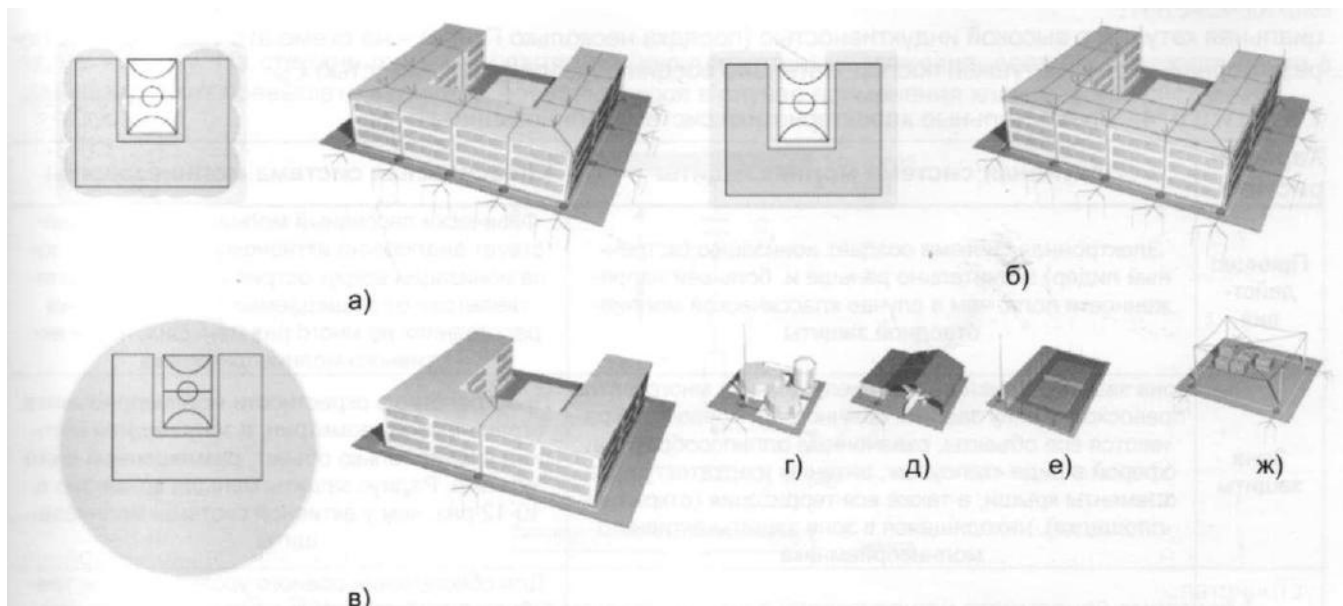
5.3.9 Наиболее высокий уровень безопасности домов и сооружений, надежность и безопасность электроустановок зданий обеспечивает комплексная молниезащита (внешняя и внутренняя).

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 клетки» на зданиях. Основой системы является молниеприемник с упреждающей стримерной эмиссией, который устанавливается на здании или на свободно стоящей мачте и создает охранную зону для всех объектов, в том числе для антенн и архитектурно-ландшафтных объектов крыши.

5.3.12 На рисунке 2 показаны схемы различных систем молниезащиты. Система активного типа в соответствии с требованиями стандарта NFC17-102 изображена на рисунке 2,в, классическая система по стандарту\* IEC 1024-1, NF C 17-100 и отечественным нормативным документам СО 153.34.21.122, РД 34.21.122 приведены на рисунке 2,а,б,ж.

5.3.13 Сравнительные характеристики систем молниезащиты различного типа приведены в таблице 4



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

### 5.3.1 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 молниеприемника 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 молниеприемнику, и если молния будет продолжать свой путь в сторону защищаемого объекта, то она будет «притянута» к молниеприемнику (в пределах его расчетной зоны защиты).

5.3.2.3 Молниеприемник 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  $U$  грозовой тучи (или нисходящего лидера), - в приведенной схеме это конденсатор  $C$ . Внутри корпуса находится спе-

циальная катушка с высокой индуктивностью (порядка несколько Генри) - на схеме это узел индуктивно-резисторный  $L-R$ . С катушкой последовательно соединен разрядник с емкостью  $C_p$ .

Т а б л и ц а 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 молниевотводной 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 стержней, соединенных горизонтальным электродом	Из-за множества токоотводов предусматривается система заземлителей
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	Необходимы ТОиР (осмотры, проверки, ремонты) 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 неоправданно 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

5.3.2.5 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  $C_p$  до максимального напряжения  $U_p$  (порядка 10-30 кВ). Разряд разрядника приводит к переключению тока

через катушку. На стержне головки появляется (индуцируется) напряжение, величина которого почти в два раза может превышать величину, появляющуюся в случае применения классической системы.

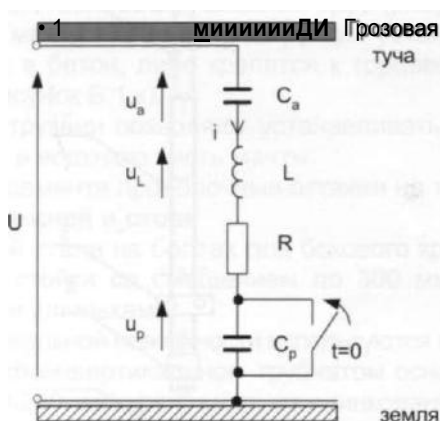


Рисунок 3 - Электрическая схема молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией

#### Вторая фаза - переплыв тока молнии.

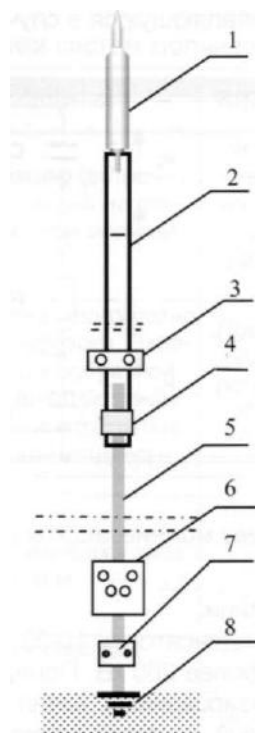
При достижении напряжения на конденсаторах 10-30 кВ происходит пробой разрядников и формирование короткого импульса величиной более 200 кВ. Полярность импульса противоположна полярности грозового фронта. Импульс создает ионизированный канал (обратный разряд) для направления молнии в молниеприемник. Этот 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 равных условиях.

### 5.3.3 Конструкция

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

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



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

#### 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 размещены 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 проволоочных оттяжек.

2) Телескопические секции (рисунок Б.2,л) скрепляются между собой втулками с водонепроницаемыми соединениями и двумя зажимными винтами из нержавеющей стали (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  $1,0 \text{ м}^2$  (см. рисунок Б.2,ж).

#### 5.3.3.5 Башенные опоры с проволоочными оттяжками

1) Башенные опоры из горячеоцинкованной стали, рассчитанные на монтаж с использованием проволоочных 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) Проволоочные 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, скрепляемыми 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 проволоочные 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 (см.рисунок Д.1,ч).

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

5) Хомуты из цинкованной стали для крепления стержней со смещением от стены до 100 мм.

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

#### **5.3.3.8 Проводники**

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:

- луженая 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.

#### **5.3.3.9 Соединения**

1) Для соединения проводников токоотводов используются плоские зажимы универсальные, крестообразные или Т-образные (см.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 выполняется из биметаллических зажимов (см.рисунок Д.1,а7).

3) Предусмотрены конструкции зажимов для соединения плоских, круглых и круглых с плоскими полосами (рисунок Д.1,а7, к).

5.3.3.10 Счетчик молний показан на рисунке Б.2,г. Для соединения токоотводов и поверхностей с большим потенциалом (мачты антенн, металлические конструкции большой массы, возвышающиеся элементы) применяются искровые разрядники.

### **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 стерж-

невым, 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).

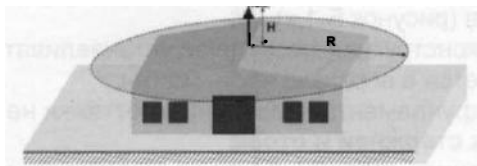


Рисунок 5 - Зона молниезащиты активного молниеприемника

### 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 (см. п.6.6). 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. Считавшим (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) с показаниями 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 несъемаемые ржавые пятна.

5.3.6.6 В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения при расположении токоотводов должно учитываться следующее:

- токоотводы должны быть уложены по кратчайшему пути между точкой поражения и землей;
- в зависимости от конструктивных особенностей или требований к надежности целесообразность отвода тока молнии по нескольким параллельным проводникам.

5.3.6.7 Для соединения каждого активного молниеприемника с системой заземления должно быть предусмотрено не менее одного проводника. Два проводника и более необходимы в следующих случаях (рисунок 6):

- горизонтальная проекция  $B$  проводника больше, чем его вертикальная проекция  $A$ ;
- активный молниеприемник оборудован на зданиях выше 28 м.

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 мм<sup>2</sup>.

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, возникающего из-за распространения тока молнии по проводникам, расположенным внутри здания.



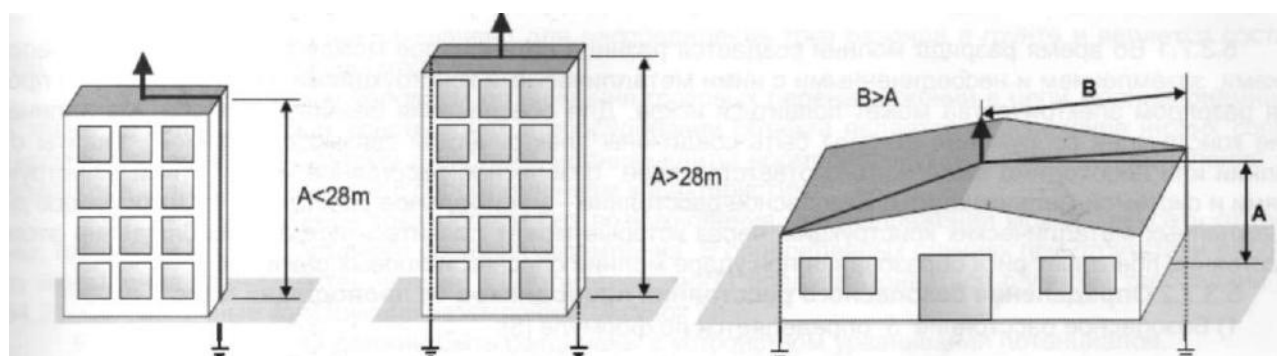


Рисунок 6 - Расчетная схема для выбора количества токоотводов

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) донизу (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 обслуживание 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 мм<sup>2</sup> для стальных, 25 мм<sup>2</sup> алюминиевых и не менее 16 мм<sup>2</sup> медных проводников. Материалы и размеры типовых токоотводов приведены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 - Характеристики токоотводов

Материал	Минимальные размеры	Примечания
Электротехническая медь	Лента 30х2 мм; проволока 0 8 мм Плетеный проводник 30х3,5 мм	Рекомендуется из-за низкого сопротивления и высоких антикоррозионных свойств
Нержавеющая сталь	Лента 30х2 мм; проволока 0 8 мм	Рекомендуется в химически агрессивной среде
Алюминий	Лента 30х3 мм; проволока 0 10 мм	Используется на алюминиевых поверхностях
Оцинкованная сталь	Лента 25х4 мм; проволока 0 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, чтобы имелась возможность отключения заземлителя для замеров его сопротивления. 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 токоотводов при соблюдении следующих требований:

- внешние соединительные конструкции должны иметь переходные сопротивления не более 0,03 Q на каждый контакт;
- длина внешних металлических конструкций должна быть не более высоты объекта;
- внутренние или вмонтированные в стены металлические конструкции должны быть плотно скреплены и иметь 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, могут использоваться в качестве токоотводов при обеспечении следующих условий:

- должна быть гарантирована электропроводность на длительный период эксплуатации между всеми частями;
- металлические листы не должны иметь 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  $S$  определяется по формуле [5]:

$$S = N \cdot K_i / (K_m \cdot U), \quad (1)$$

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

- при количестве вертикальных проводников, равном 1 -  $N = 1$ ;

-----"-----2 -  $N = 0,66$ ;

-----"-----больше 2 -  $N = 0,44$ ;

$K_i$  - коэффициент уровня защиты,

- при I категории защиты -  $K_i = 0,1$ ;

- при II -----"----- -  $K_i = 0,075$ ;

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

$K_m$  - 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 5, рассчитанного по формуле (1).

#### Пример

*Молниеотвод с упреждающей стримерной эмиссией защищает здание высотой 25 м, категория защиты II. Определить необходимость соединения вертикального проводника с металлической массой на крыше, под-соединенной к сетевому заземлению и расположенной в 2 м 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 частях 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 предназначено для распределения тока разряда в грунте и является составной частью внешней системы молниезащиты.

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 подлежат 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).

5.3.8.4 Заземлители должны быть соединены с устройством уравнивания потенциалов.

5.3.8.5 В соответствии с принятой российскими нормативными требованиями [4] концепцией молниезащиты заземления 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 омега;
- 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 от фундамента.

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

$$L = 2p/R,$$

где  $p$  - исходное сопротивление грунта (омга\*м);

$R$  - сопротивление заземлителя (омга);  $R < 10$  омега.

Т а б л и ц а 6 - Исходное сопротивление грунта

Тип грунта	Исходное сопротивление, омега*м
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.

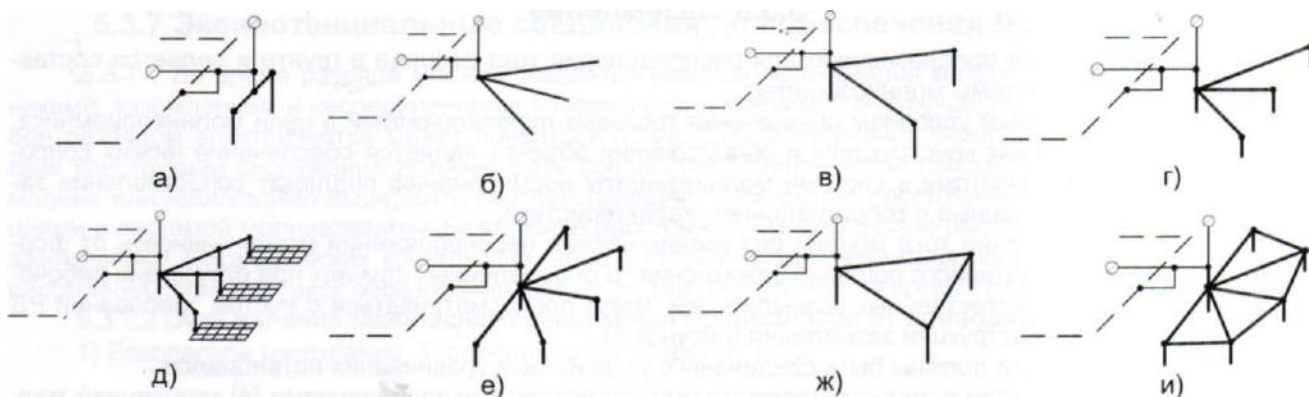
5.3.8.9 Параметры проводников для заземлителей приведены в таблице 7.

5.3.8.10 Заземлители, выполненные из нержавеющей стали и меди, применяется в случае использования в агрессивных грунтах, имеющих значения pH ниже 3 или выше 8.

5.3.8.11 Типичные заземлители изготовлены из круглой стали диаметром 10 - 17 мм, покрытой электролитическим способом медью (чистотой 99,9 %) слоем толщиной от 0,15 до 0,25 мм. Такое покрытие обеспечивает коррозионную стойкость и срок службы электрода в грунте около 30 лет. Медное покрытие электродов обладает прочностью, что позволяет их забивать в грунт без нарушения целостности и отслаивания медного слоя. Заземлители изготавливаются длиной от 1 до 3 м. Заземлители без резьбы между собой соединяются посредством муфт, выполненных из латуни.

5.3.8.12 Проводники заземления должны иметь площадь сечения не менее, чем у соединенных с ними токоотводов.

5.3.8.13 В нормальных условиях типичными решениями для заземления может быть лента из луженой меди шириной, как правило, 25, 30, или 40 мм и толщиной от 3,0 до 3,5 мм вместе с заземляющими стержнями из стали с антикоррозионным покрытием, соединенными по типу «гусиная лапа» (рисунок 7,б) - три примерно 3-7-метровых заземлителя, закопанных на глубину не менее 0,5 м, или по типу треугольника (рисунок 7,ж) - три заземлителя длиной около 2 м, расположенные в треугольной форме, соединенные между собой в траншее на глубине не менее 0,5 м и с вертикальными заземлителями в вершинах (рисунок В1,н).



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; и) - соединение треугольников.

Рисунок 7 - Типичные схемы заземления

Т а б л и ц а 7 - Параметры проводников для заземлителей

Заземлители		
Материалы	Рекомендации	Минимальные размеры
Неизолированная или покрытая оловом электротехническая медь	Рекомендуется из-за высокой электропроводности и антикоррозионных свойств	Полоса 30х2 мм; проволока $\varnothing 8$ мм; сеть из проволоки, минимальная площадь контактов в точках соединения не менее 10 мм <sup>2</sup>
Покрываемая медью сталь (250 мкм)	Рекомендуется в химически неактивном грунте	Стержень $\varnothing 10$ мм
Нержавеющая сталь (марка 18/10-304)	Рекомендуется в химически активном грунте	Полоса 30х2 мм; проволока - $\varnothing 10$ мм; стержень $\varnothing 10$ мм
Оцинкованная горячим способом сталь (50 мкм)	Рекомендуется для временных сооружений и в химически неактивном грунте	Полоса 40х4 мм; проволока - $\varnothing 10$ мм; стержень - $\varnothing 10$ мм

5.3.8.14 Различные точки заземления (например, см. рисунок 1,6) вокруг строения должны соединяться между собой посредством контрольного соединителя.

### 5.3.9 Дополнительные мероприятия при устройстве заземления

При высоком исходном сопротивлении грунта трудно достичь сопротивления заземления менее 10 Q вышеуказанными способами, поэтому могут предусматриваться следующие мероприятия:

- соединение нескольких устройств заземления в одно;
- использование натуральных заземлителей;
- использование добавки к грунту для снижения его исходного сопротивления.

## 5.4 Внешняя система молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией

### 5.4.1 Зона защиты молниеприемника

5.4.1.1 При проектировании на первом этапе на основании оценки факторов риска определяется категория молниезащиты объекта.

5.4.1.2 Пространственная зона действия молниеприемника изображена на рисунке 8.

5.4.1.3 Охраняемая зона очерчена параболой, вертикальная ось которой совпадает с вертикальной осью активного молниеприемника. Радиус охраняемой зоны меняется в зависимости от высоты  $h_i$  (см. рисунок 8).

5.4.1.4 Молниеприемник должен быть выше самой высокой точки здания не менее чем на 2 м. При проектировании системы защиты от молнии учитываются архитектурные, конструктивные особенности, упрощающие монтаж молниеприемников. Обычно для этого используются высокие точки, например, помещение для оборудования лифта на плоской крыше (рисунок 18,6), металлические или каменные трубы (рисунок 15,д) и др.

#### 5.4.1.5 Расчет радиуса зоны защиты активного молниеприемника

1) Радиус охраняемой зоны молниеприемника с упреждающей стримерной эмиссией зависит от высоты установки, категории защиты от молнии и длины обратного разряда активного молниеприемника.

2) При высоте от самой высокой точки молниеприемника до верха защищаемого элемента  $h_i \geq 5$  м радиус охраняемой зоны  $R_p$  рассчитывается в соответствии с требованиями стандарта NFC 17-102 по формуле

$$R_p = \sqrt{h_x(2D - h_x) + \Delta L(2D + \Delta L)}, \quad (2)$$

где  $D$  - луч сферы молнии, определяется следующим образом:

$D = 20$  м для I категории защиты от молнии;

$D = 45$  м для II категории защиты от молнии;

$D = 60$  м для III категории защиты от молнии;

$\Delta L$  - длина обратного разряда (искры) молниеприемника, м, рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = v \Delta T,$$

где  $v$  - средняя измеренная скорость разряда, равная 1 м/мкс;

$\Delta T$  - разница времени, определяется по формуле

$$\Delta T = T_{sr} - T_{ese},$$

где  $T_{sr}$  - среднее время создания разряда стержневого молниеприемника, установленное экспериментально и равное 63 мкс;

$T_{ese}$  - время создания разряда активного молниеприемника согласно данным, предоставленным производителем конкретно для каждого типа активного молниеприемника.

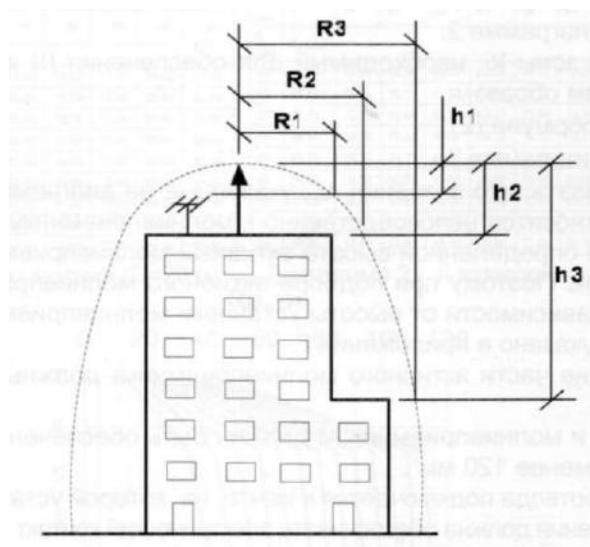
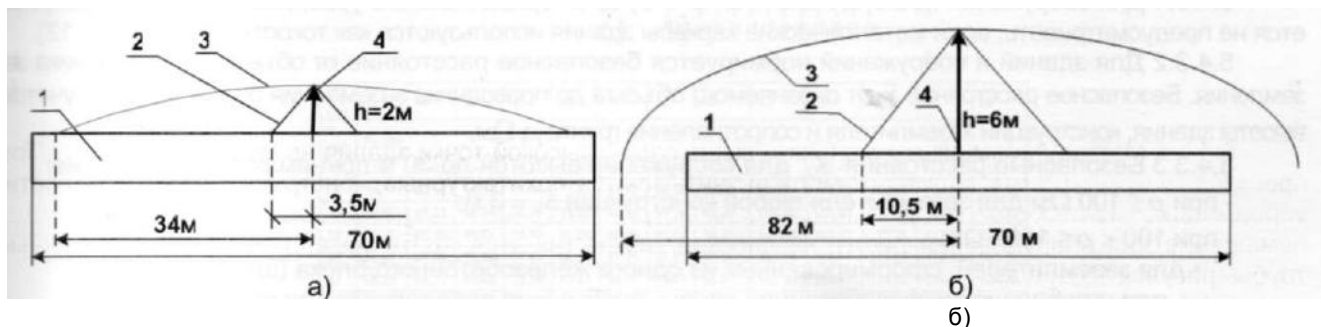


Рисунок 8 - Параметры охраняемой зоны

При проектировании расчетное значение  $\Delta L$  принимается по данным испытаний независимой аккредитованной лаборатории.

#### 5.4.1.6 Учет высоты расположения молниеприемной головки

Радиус зоны защиты активной системы имеет нелинейную зависимость от высоты установки молниеприемника (рисунок 9). Наибольшее расширение зоны защиты обеспечивается при увеличении высоты установки молниеприемника от 2 до 6 м (таблица 8). Расчетные данные принимаются по техническим характеристикам производителя конкретной марки молниеприемника, например, по приложению Г.



а) - классическая система молниезащиты; б) - система молниезащиты активного типа;

1- объект; 2 - граница зоны защиты классической системы; 3 - граница зоны молниезащиты активного типа; 4 - молниеприемник на мачте.

Рисунок 9 - Схема зависимости зоны молниезащиты от высоты расположения молниеприемной головки

Т а б л и ц а 8 - Зона защиты в зависимости от высоты установки молниеприемника

Высота установки молниеприемника, м	Радиус зоны защиты классической системы, м	Радиус зоны защиты активной системы («IONOSTAR XX2»), м
2	3,5	34
4	7,0	67
6	10,5	82
8	14	82
10	17,5	83
20	34	84

#### 5.4.2 Конструктивные параметры и расположение активных молниеприемников

1) Радиус охраняемой зоны  $R_p$ , необходимый для обеспечения I категории защиты от молнии, рассчитывается по формуле (2) или рисунку 10 следующим образом:

при  $h_p \geq 5$  м - по формуле (2);

при  $h_p < 5$  м - по диаграмме 1.

Радиус охранной зоны  $R_o$ , необходимый для обеспечения II категории защиты от молнии, устанавливается следующим образом:

при  $h_p \geq 5$  м - по формуле (2);

при  $h_p < 5$  м - по диаграмме 2.

Радиус охранной зоны  $R_o$ , необходимый для обеспечения III категории защиты от молнии, устанавливается следующим образом:

при  $h_p \geq 5$  м - по формуле (2);

при  $h_p < 5$  м - по диаграмме 3.

2) Следует учитывать, что значения  $\Delta L$ , указанные на диаграммах 1-3, зависят от типа активного молниеприемника и относятся непосредственно к молниеприемнику с упреждающей стримерной эмиссией. Возможно, что на определенной высоте активный молниеприемник будет действовать как классический молниеприемник. Поэтому при подборе активного молниеприемника следует учитывать увеличение зоны защиты в зависимости от высоты установки молниеприемника по характеристикам производителя, например, как указано в приложении Г.

3) Токопроводящие части активного молниеприемника должны быть из сплава меди или нержавеющей стали.

4) Между мачтой и молниеприемником должен быть обеспечен надежный контакт. Площадь контакта должна быть не менее 120 мм<sup>2</sup>.

5) Проводник токоотвода подключается к мачте, на которой установлен активный молниеприемник.

6) Система соединения должна обеспечивать электрический контакт на длительный период эксплуатации.

7) Если активный молниеприемник защищает открытую площадку (спортивные поля, площадки, водоемы, кемпинги и т.п.), он должен быть установлен в местах наибольшей вероятности удара молнии - на опорах, башнях или в других возвышенных местах - для гарантии защиты всей зоны от молнии.

8) Высота установки активного молниеприемника регулируется путем использования мачт различной длины. Если мачта молниеприемника закрепляется с помощью растяжек, то у основания они должны быть соединены с проводниками заземления.

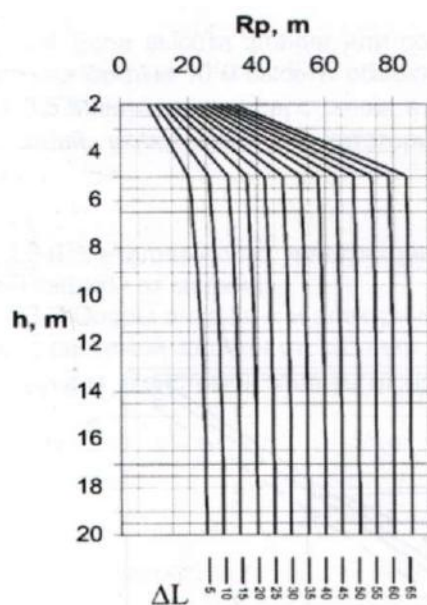
9) Основные конструктивные параметры систем молниезащиты активного типа приведены на рисунке 11.

#### 5.4.3 Молниезащита сооружений из металлических конструкций

5.4.3.1 Для сооружений из металлических конструкций горизонтальные уравнивающие пояса допускаются не предусматривать, если металлические каркасы здания используются как токоотводы (рисунок 12).

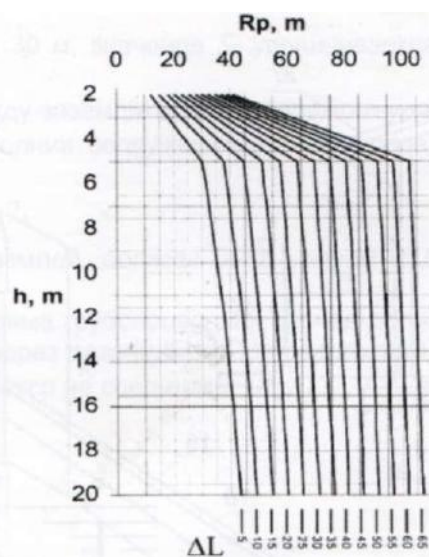
5.4.3.2 Для зданий и сооружений нормируется безопасное расстояние от объекта до проводника заземления. Безопасное расстояние  $S_z$  от охраняемого объекта до проводника заземления определяется с учетом высоты здания, конструкции заземлителя и сопротивления фунта  $p$ ,  $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\Omega$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Lambda$   $\Sigma$   $\Pi$   $\Theta$   $\Upsilon$   $\Phi$   $\Psi$   $\Xi$   $\O$   $\P$   $\Q$   $\R$   $\S$   $\T$   $\U$   $\V$   $\W$   $\X$   $\Y$   $\Z$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma</$





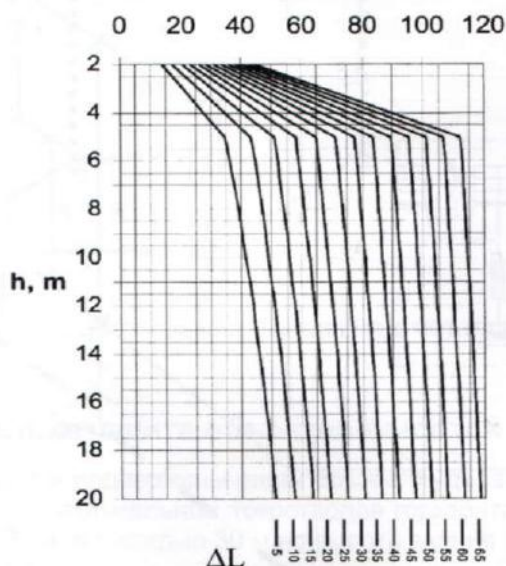
$\Delta L$ (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$h$ (m)	$R_p$ (m)												
20	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
25	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
30	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
35	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
40	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
45	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
50	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
55	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00
60	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00

Диаграмма 1 - I категория защиты от молнии ( $D=20$  м)



$\Delta L$ (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$h$ (m)	$R_p$ (m)												
20	43.20	48.99	54.54	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.46	91.65	96.82	101.98	107.12
25	45.83	51.23	56.57	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87	97.98	103.08	108.17
30	47.70	52.92	58.09	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81	98.87	103.92	108.97
35	48.99	54.08	59.16	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47	99.50	104.52	109.54
40	49.75	54.77	59.79	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.86	94.87	99.87	104.88	109.89
45	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00
50	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00
55	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00
60	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00

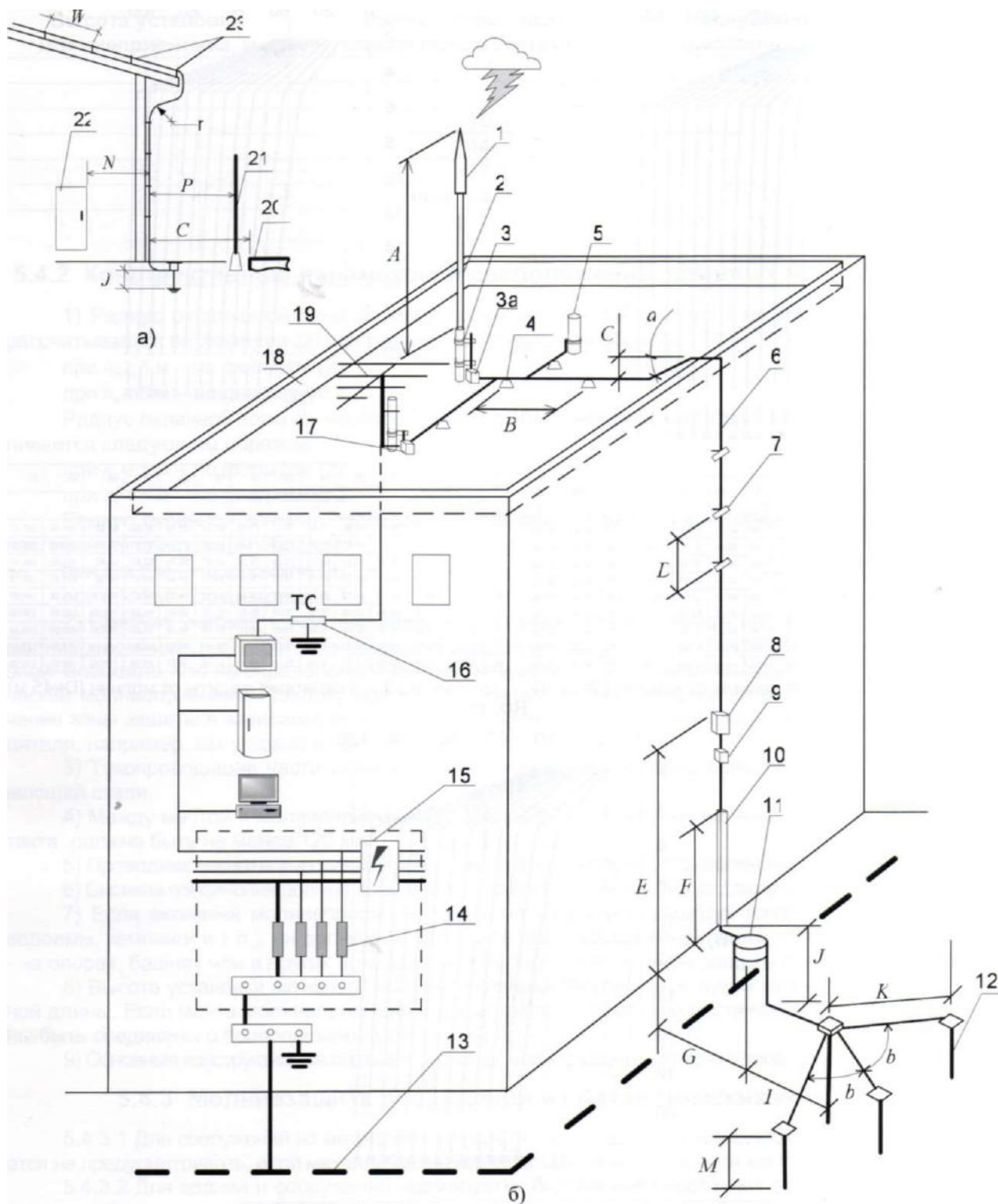
Диаграмма 2 - II категория защиты от молнии ( $D=45$  м)



$\Delta L$ (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$h$ (m)	$R_p$ (m)												
20	51.23	57.45	63.44	69.28	75.00	80.62	86.17	91.65	97.08	102.47	107.82	113.14	118.43
25	54.77	60.62	66.33	71.94	77.46	82.92	88.32	93.67	98.99	104.28	109.54	114.78	120.00
30	57.66	63.25	68.74	74.16	79.53	84.85	90.14	95.39	100.62	105.83	111.02	116.19	121.35
35	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.46	91.65	96.82	101.98	107.12	112.25	117.37	122.47
40	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87	97.98	103.08	108.17	113.25	118.32	123.39
45	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81	98.87	103.92	108.97	114.02	119.06	124.10
50	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47	99.50	104.52	109.54	114.56	119.58	124.60
55	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.86	94.87	99.87	104.88	109.89	114.89	119.90	124.90
60	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00	120.00	125.00

Диаграмма 3 - III категория защиты от молнии ( $D=60$  м)

Рисунок 10 – Диаграммы для расчета зоны молниезащиты



Параметры и минимальные значения, м												(град)							
A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	M	N	P	V	W	r	a	b		
2,0	0,5-1,0	2,0	0,33	2,0	1,4	1,0	2,0	0,5	2,0	2,0	3	2,0	2,0	0,5	0,2	45°	60°		

а) - токоотвод со скатной кровли; б) - комплексная система молниезащиты здания с плоской крышей;  
 1 - молниеприемная головка; 2 - мачта; 3,3а - соединение с мачтой; 4 - держатели на плоской кровле; 5 - металлические элементы на крыше; 6 - токоотвод; 7 - держатели на стене; 8 - счетчик молний; 9 - контрольный соединитель;  
 10 - короб защитный; 11 - соединительный колодец с крышкой; 12 - заземлитель вертикальный; 13 - заземляющий контур вокруг здания; 14 - защита от импульсных перенапряжений; 15 - щит распределительный; 16 - разрядник искровой; 17 - разрядник искровой для соединения с антенной (магнето); 18 - парапет; 19 - антенна; 20 - тротуар; 21 - железный забор; 22- вход в здание; 23 - держатели на скатной кровле.

Рисунок 11 - Конструктивные параметры системы молниезащиты активного типа



5.4.3.4 Если высота здания или сооружения более 30 м, значение  $S_0$  увеличивается из расчета один метр на каждые 10 м высоты объекта.

5.4.3.5 Минимальные расстояния в земле  $S_0$ , м, между заземлителями от прямого удара молнии и коммуникаций, включенных в I категорию защиты от молнии сооружений, должны определяться по формуле

$$S_0 = S_0 + 2.$$

5.4.3.6 Металлические конструкции, связанные с землей, должны быть напрямую соединены с системой защиты от молнии.

5.4.3.7 Опоры антенных и электрических линий, газовые трубопроводы и прочее должны быть соединены с системой защиты от молнии напрямую или через разрядники. При расстоянии до этих устройств  $S_0 > 3$  м с системой защиты от молнии их допускается не соединять.

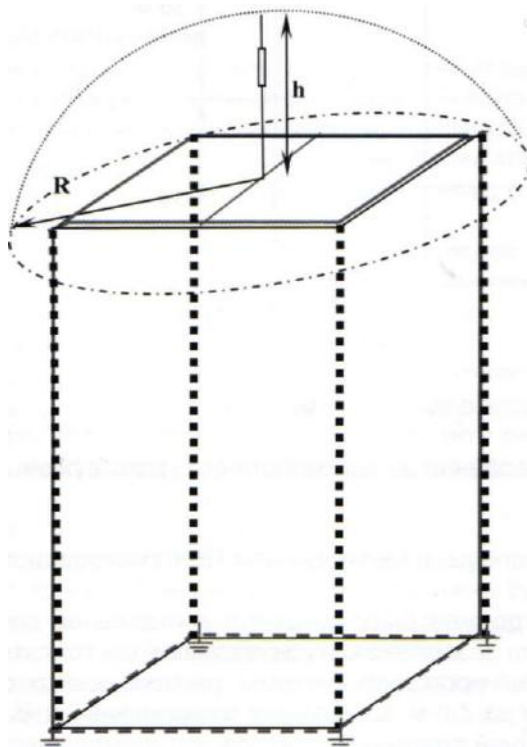


Рисунок 12 - Схема молниезащиты здания с металлическими элементами

#### 5.4.4 Молниезащита объектов высотой более 60 м

Объекты высотой более 60 м подвержены риску бокового удара молнии, поэтому для них должно быть предусмотрено соединение вертикальных токоотводов горизонтальными поясами такого же сечения вблизи поверхности земли и через каждые 30 м по высоте здания (рисунок 13).

#### 5.4.5 Молниезащита нефтяных и газовых резервуаров

5.4.5.1 Молниеприемник должен быть закреплен наверху отдельно стоящей на земле башенной опоры в пределах защищаемой зоны (рисунки 14, В1, и). Высота опоры зависит от требуемых уровня и радиуса защиты. Применение проволочных оттяжек не допускается.

5.4.5.2 Опора должна быть установлена в зоне защиты и на расстоянии не менее 8 м от резервуара. Одна конструкция молниеприемника может обеспечивать защиту нескольких резервуаров.

5.4.5.3 Вертикальный токоотвод должен представлять собой проводник круглого или прямоугольного сечения с параметрами, соответствующим п.4.3. Токоотвод должен крепиться к конструкции башенной опоры тремя элементами крепления на каждый метр.

5.4.5.4 Вертикальный проводник должен быть соединен с молниеприемником при помощи металлического переходника, расположенного на мачте молниеприемника. Далее его прокладывают по башенной опоре вниз к системе заземления по самому короткому прямому маршруту, избегая острых углов.

5.4.5.5 Установка счетчика разрядов возможна на башенной опоре.

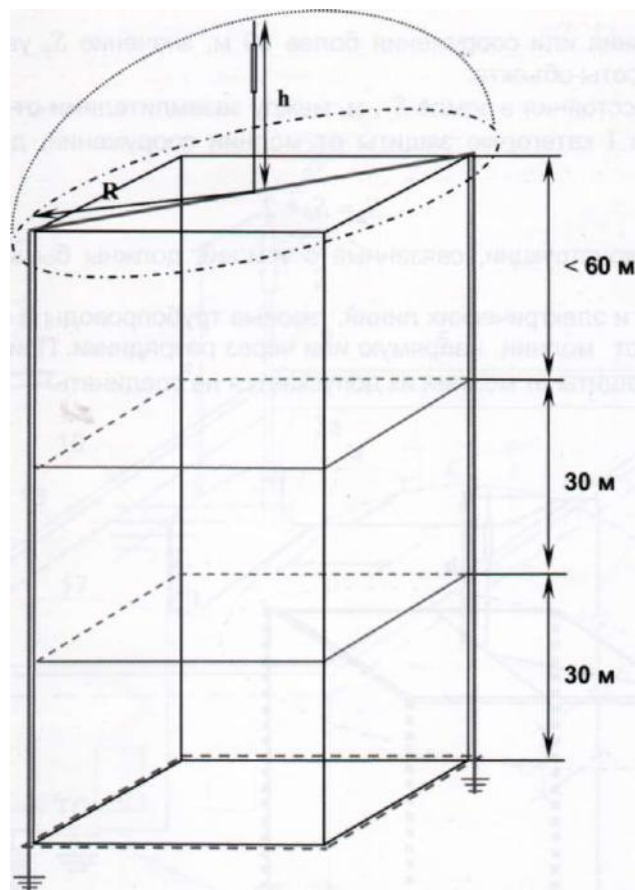


Рисунок 13 - Молниезащита здания из железобетонных конструкций выше 60 м

5.4.5.6 В нижней части башенной опоры, в бетонном или ПВХ смотровом лючке, должен быть установлен крестообразный соединитель.

5.4.5.7 Вертикальный проводник должен быть соединен с отдельной системой заземления по схеме, например, «гусиная лапа». Схема заземления «гусиная лапа» состоит из трех проводников той же площади сечения, что и вертикальный проводник системы, расположенных согласно конфигурации «гусиная лапа» (три проводника длиной до 7-8 м, закопанных горизонтально). В конце каждого проводника должен устанавливаться заземляющий стержень.

5.4.5.8 Конструкция заземления должна быть сориентирована в противоположную сторону от резервуаров.

5.4.5.9 Для облегчения осмотра каждое соединение проводников и стержней заземления должно находиться в смотровом лючке. Лючок должен иметь крышку, расположенную заподлицо с уровнем земли.

5.4.5.10 Система заземления молниеприемника должна быть соединена с общей системой заземления объекта для обеспечения эквипотенциальной сети. Такое соединение должно быть оборудовано крестообразным соединителем, установленным в бетонном или ПВХ смотровом лючке.

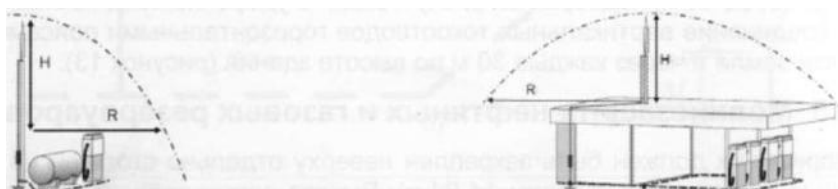


Рисунок 14 - Схема молниезащиты резервуаров с нефтепродуктами

## 5.4.6 Молниезащита специальных объектов

### 5.4.6.1 Промышленные дымоходы

1) Промышленные дымоходы большой высоты имеют высокую вероятность поражения молнией. При оборудовании активного молниеприемника на таких дымоходах необходимо использовать устойчивые к коррозии и температурным воздействиям материалы.

2) Активный молниеприемник устанавливается со стороны доминирующих ветров.

3) Не менее двух токоотводов следует предусмотреть на дымоходах, высота которых 40 м и более. Они располагаются на противоположных сторонах дымохода и должны быть соединены горизонтальным проводником в верхней и нижней точках. Каждый токоотвод соединяется с заземлителем. Как внутренние, так и внешние металлические конструкции дымохода должны быть соединены с ближайшим токоотводом.

4) При высоте более 40 м для защиты от бокового удара молнии должны быть предусмотрены горизонтальные пояса вокруг объекта через каждые 30 м высоты, соединенные с вертикальными токоотводами.

#### **5.4.6.2 Взрыво- и пожароопасные объекты**

1) Активная система защиты от молнии оборудуется на стержнях, опорах или прочих конструкциях во взрывобезопасной зоне. Активный молниеприемник должен быть поднят выше охраняемых устройств в соответствии с необходимым радиусом зоны защиты.

2) Устройство заземлителя активной молниезащиты располагают как можно дальше от хранилищ, учитывая, что оно должно быть соединено с общим устройством заземления для обеспечения одинакового потенциала.

#### **5.4.6.3 Башенные сооружения**

1) Башни, колокольни, водонапорные башни, гравитационные маяки, телевизионные и прочие башни связи, другие подобные конструкции (рисунок 15) подвержены большой вероятности поражения молнией. Для этих сооружений на верхней части предусматривается дополнительная защита от молнии по п.5.4.6.1, если высота башенного сооружения более 40 м.

2) Установленные на башне декоративные элементы, статуи, флюгеры, кресты должны быть защищены молниеприемником.

3) На стадионах, в кемпингах, местах скопления людей, плавательных бассейнах, парках аттракционов и т.п. активный молниеприемник оборудуется на стержнях, опорах, прожекторных башнях или других имеющихся сооружениях. Количество и место оборудования молниеприемника зависит от категории охраняемого объекта и защищаемой территории.

4) Часто деревья становятся точками разряда молнии. Они повреждаются из-за своей высоты, формы и особенностей рельефа. Если рядом нет более высокого сооружения, активный (молниеприемник можно оборудовать над деревом. Чтобы не повредить дерево и не мешать его развитию, для заземления может быть использован изолированный проводник, а в качестве держателей - хомуты вокруг ствола.

#### **5.4.6.4 Антенны**

1) Самое высокое место объекта имеет наибольшую вероятность поражения молнией. Обычно это оборудованные на здании антенны, поэтому они должны быть соединены с системой молниезащиты через разрядник. Опора антенны может быть использована для установки активного молниеприемника. В этом случае следует соблюдать следующие условия:

- используемая опора должна быть механически прочной конструкцией;
- активный молниеприемник крепится на самой высокой точке опоры (рисунок 15,д);
- активный молниеприемник должен быть выше антенны не менее чем на два метра;
- токоотвод должен быть прикреплен к опоре и соединен электрическим контактом (см.рисунок Д.1,ч);
- коаксиальный телевизионный кабель должен быть протянут внутри металлической опоры или в экранированной кожухе.

2) Если крыша имеет специальное декоративное покрытие (соломенная, камышовая кровля), рекомендуется крепить активный молниеприемник к трубе (см.рисунок 15,д ).

3) Если нет возможности крепить активный молниеприемник к трубе, его можно крепить к стенам здания, используя дистанционный держатель опоры (см.рисунок Д.1,д). Токоотвод проводится по коньку и боковому свесу (скату) крыши. В данном случае используются держатели, которые устанавливают проводник тока на расстоянии не менее 25 см от поверхности крыши.

### **5.4.7 Молниезащита энергоподстанций**

5.4.7.1 Молниезащита энергоподстанций имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при проектировании.

5.4.7.2 Схема защиты энергоподстанций предусматривает применение не менее четырех мачт, устанавливаемых на равном расстоянии по периметру защищаемого объекта (рисунок 16).

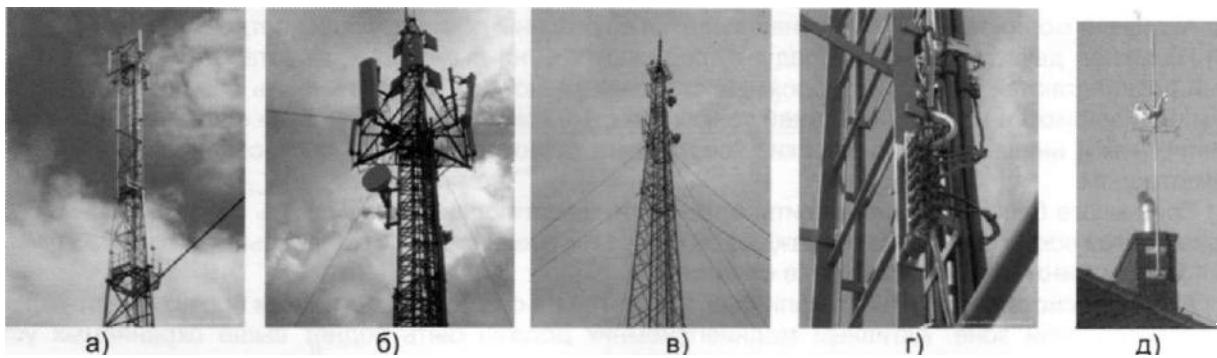
5.4.7.3 Высота мачтовых опор должна обеспечивать расположение молниеприемной головки выше наиболее высокой части защищаемого объекта не менее чем на 5 м.

5.4.7.4 Токоотвод должен находиться непосредственно на мачте, на которой установлена головка.

5.4.7.5 Расстояние между стальными держателями, закрепляющими токоотвод к мачте, должно быть не более 1 м.

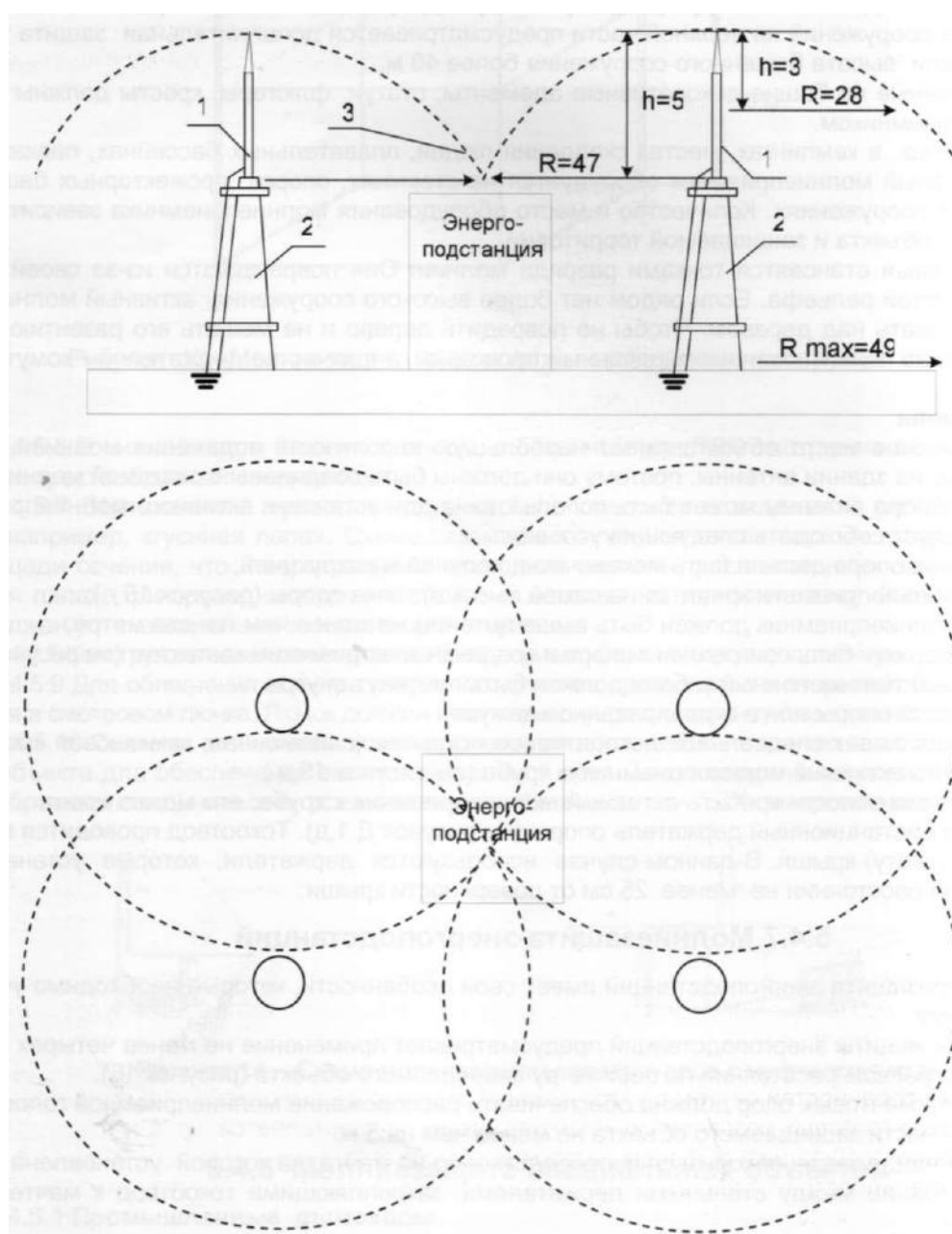
5.4.7.6 Соппротивление заземления должно быть менее 10 Ом, которое необходимо измерять после каждого разряда (принятия) молнии. Такие разряды регистрируются по показаниям счетчика.

5.4.7.7 Для каждого молниеприемника должен быть установлен свой счетчик разрядов.



а) - башенная конструкция с активным молниеприемником; б) - молниеприемник на телебашне  
в) - установка растяжек на башенной конструкции; г) - монтаж токоотводов;  
д) - установка мачты с декоративными элементами на трубе.

Рисунок 15 - Установка молниеприемников на башенных конструкциях



1 - молниеприемник на штанге; 2 - мачтовая опора; 3 - граница зоны защиты молниеприемника.

Рисунок 16 - Схема молниезащиты энергоподстанций системой «Громостар»

5.4.7.8 Счетчик регистрирует количество разрядов, дату разряда и ток в «А». Регистрируются разряды мощностью от 0,8 до 200 кА.

5.4.7.9 Для систем защиты энергоподстанций рекомендуется применять молниеприемные головки с возможностью тестирования.

## 5.5 Защита от вторичных воздействий молний

5.5.1 Основные принципы защиты от вторичных воздействий молнии электрических и электронных систем с учетом рекомендации МЭК (стандарты МЭК 61312) изложены в СО 153-34.21.122. Эти системы имеют массовое применение для объектов, имеющих сложное и дорогостоящее оборудование. Для современных сложных электронных систем, компьютерных информационных технологий, чувствительных к воздействию молний, применяются специальные меры по защите их от импульсных перенапряжений. Наиболее сложная схема системы защиты должна выстраиваться для объектов, которые находятся на открытой местности и имеют в своем составе высоко расположенные элементы конструкции.

5.5.2 Для защиты от вторичных воздействий молний в систему включаются по специальным правилам разрядники, ограничители перенапряжения для защиты различных электрических и телекоммуникационных сетей, электрооборудования и электронных приборов.

5.5.3 Устройства защиты от перенапряжений (УЗП) устанавливаются в месте пересечения линией электроснабжения (рисунок 17), управления, связи, телекоммуникации границы двух зон экранирования. УЗП используют для достижения приемлемого распределения нагрузки между коммуникациями в соответствии с их стойкостью к разрушению, а также для уменьшения вероятности разрушения защищаемого оборудования под воздействием тока молнии.

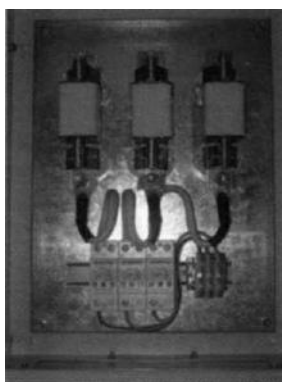


Рисунок 17 - Элементы молниезащиты от перенапряжений в электрораспределительном щитке

5.5.4 Пространство, в котором расположены электрические и электронные системы, разделяется на зоны различной группы защиты. Зоны характеризуются существенным изменением электромагнитных параметров на границах. В общем случае чем выше номер зоны, тем меньше значения параметров электромагнитных полей, токов и напряжений в пространстве зоны (СО153-34.21.122, п.4).

5.5.5 Первая группа представляет собой защиту установленную на входе источника питания в здание с целью исключения импульсов сильных токов. Это ограничители типа 1 (искровые разрядники или варисторы со способностью отвода в землю тока около 100 кА).

5.5.6 **Вторую** группу представляют варисторные ограничители, которые ограничивают электрические импульсы до уровня, не разрушающего электрические устройства (ограничивают амплитуды напряжений до величины ниже 1,5 кВ).

5.5.7 **Третью** группу представляют ограничители специального исполнения, совместимые с линиями передачи данных. Предназначены для предохранения телефонных аппаратов, управляющих автоматов, телевизоров, видеокамер.

5.5.8 Проектирование внутренней молниезащиты выполняется по методике СО153-34.21.122 с учетом следующих особенностей систем с упреждающей стримерной эмиссией:

- защита и отвод грозовых разрядов молниеприемником осуществляется на значительно (в 10-12 раз) большем расстоянии от объекта;
- при отсутствии «пространственной клетки» и увеличенного расстояния от поверхности объекта отвода молнии нет условий для возникновения значительных электромагнитных полей;
- при наличии конструкций классической молниезащиты из размерных сеток, уравнивающих поясов, системы эквипотенциальных соединений отсутствуют значительные электромагнитные излучения.

## **6 ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ**

### **6.1 Общие положения**

6.1.1 Все монтажные работы выполняются в соответствии с проектом.

6.1.2 В общем виде технологический процесс устройства молниезащиты активного типа в зависимости от конструктивных исполнений включает следующие операции:

1 Установка конструкции молниеприемника.

1.1 Боковое крепление.

1.2 На стойках.

1.3 На башенных конструкциях.

1.4 Выполнение эквипотенциальных соединений.

2 Монтаж токоотводов.

2.1 Монтаж на молниеприемниках.

2.2 Монтаж на крыше.

2.3 Монтаж на стенах.

2.4 Монтаж счетчика разрядов.

2.5 Антикоррозионная защита.

3 Выполнение эквипотенциальных соединений с токоотводами.

4 Электромонтаж внутренней системы молниезащиты.

5 Монтаж системы заземления.

5.1 Устройство горизонтальных заземлителей.

5.2 Устройство вертикальных заземлителей.

5.3 Монтаж соединений.

5.4 Мероприятия по обеспечению нормативного сопротивления.

5.4 Антикоррозионная защита.

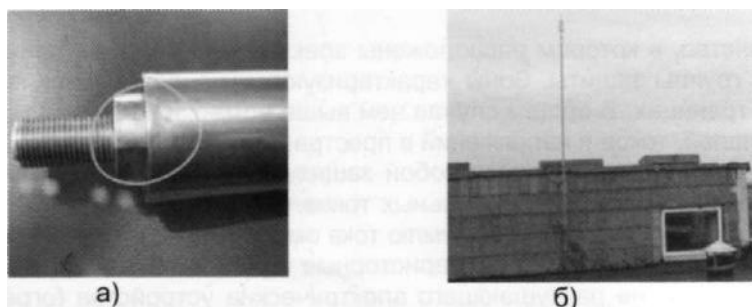
6. Выполнение инструментального контроля параметров системы молниезащиты.

6.1.3 При выполнении работ по установке системы молниезащиты следует выполнять требования действующих строительных норм, правил охраны труда и пожарной безопасности.

### **6.2 Установка молниеприемников**

6.2.1 При устройстве на крыше строения антенной мачты молниеприемник с упреждающей стрелой должен быть установлен на высоту не менее 2 м выше конца мачты.

6.2.2 Головка резьбовым соединением (рисунок 18,а) ввинчивается в трубчатую мачту, изготовленную из нержавеющей стали или меди (см.рисунок Б.1). Стандартная длина мачты, поставляемой для систем активной молниезащиты, как правило, составляет 3,0 или 5,0 м, диаметр - 30 мм. Боковое крепление мачты должно быть не менее чем на два держателя, расстояние между которыми не более 0,5



а) - резьбовое соединение молниеприемной головки; б) - боковое крепление молниеприемника.

Рисунок 18 - Монтаж молниеприемника

6.2.3 Мачта должна быть надежно прикреплена к стене, крыше или любой выступающей части строения. Для обеспечения устойчивости установки допускается использование проволоочных оттяжек. Нижний конец каждой проволоочной оттяжки должен быть соединен с вертикальным проводником.

6.2.4 В случае защиты открытых зон (спортивные площадки, бассейны и т.п.) молниеприемники устанавливаются на фонарях, столбах, кронштейнах или другой расположенной вблизи конструкции (см.рис 15, В.1), обеспечивающей возможность молниеприемнику покрыть данную площадь зоной защиты.

6.2.5 Боковое крепление мачты (см.рисунок 18,б) на жесткой конструкции здания (стены, дым трубы и т.п.) выполняется с помощью дистанционных держателей (рисунок Д.1 ,д).

6.2.6 На ж.б. перекрытиях зданий мачты могут быть установлены на стойках (рисунок 19,а). Делители 8 м мачты не требуют растяжек (при соблюдении требований к устойчивости от ветровых н

зок). Выше 8 м применяются растяжки или легкие башенные конструкции (см. рисунок Б.1). Общие принципы крепления мачты аналогичны креплению телевизионных антенн.

6.2.7 Если молниеприемник помещается на сборной антенной мачте, то острие головки также должно находиться не менее чем на 2 м выше антенны.

6.2.8 Если на защищаемый объект предусмотрено несколько молниеприемников, установленных на разных уровнях или за преградой, то они соединяются между собой с учетом перепадов *дельта h* высот или преград, как изображено на рисунках 20, 21. Соединение выполняется проводниками того же сечения и материала, что и всей токоотводной проводки.

6.2.9 При *дельта h* > 1,50 м молниеприемники допускается не соединять.

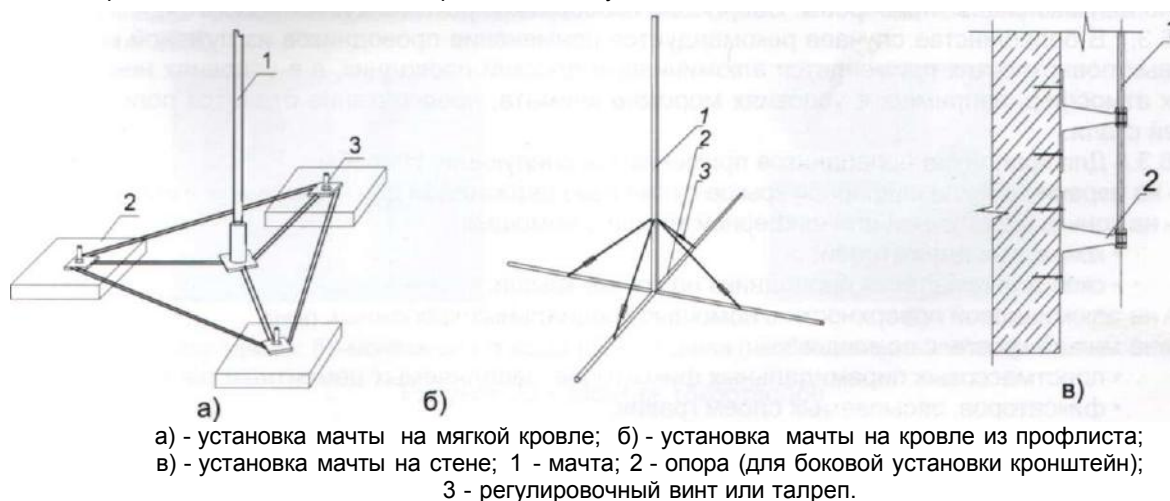


Рисунок 19 - Установка активных молниеприемников на крыше

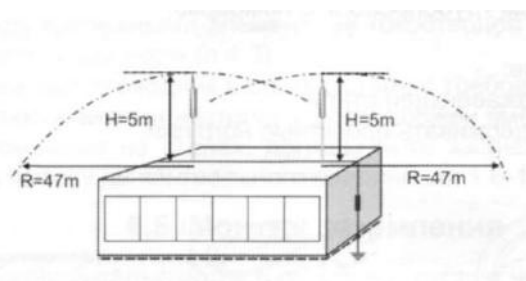


Рисунок 20 - Схема молниезащиты здания двумя молниеприемниками (например, «Громостар») высотой установки 5 м

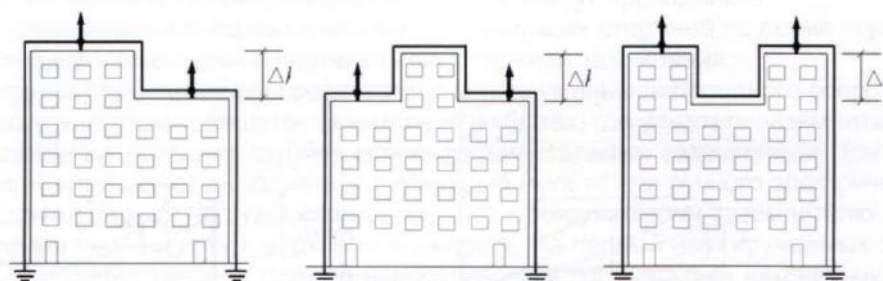


Рисунок 21 - Соединение активных молниеприемников при  $Ah < 1,5$  м

### 6.3 Монтаж токоотводов на крыше

6.3.1 При помощи контрольного соединителя токоотвод (полоса шириной от 25 до 40 мм и толщиной от 2 до 3,5 мм или проволока диаметром 8, 10 мм) соединяется непосредственно с мачтой, на которой закреплена молниеприемная головка. Токоотвод крепится по прямой линии, а при перемене направления радиус изгиба должен быть не менее 20 см. Изгибы токоотводов в форме витков не допускаются. При монтаже токоотвода применяются кронштейны или держатели с шагом установки не более 0,5 м.

6.3.2 Мачты телевизионных, радиоантенн, находящихся в защитной зоне, должны быть соединены с токоотводом через искровой разрядник (магнето).

6.3.3 Запрещается прокладывать проводники в непосредственной близости вдоль или поперек



линий электросетей. Если пересечения избежать невозможно, линии электросетей должны быть защищены металлическим экраном, например расположены в трубе. Экран должен быть размерами не менее одного метра от точки пересечения и соединен с заземлением.

6.3.4 Следует избегать сгибов под острым углом на парапетах или карнизах. При укладке токоотвода поверх препятствия, например, в виде парапета, предпочтительный угол сгиба проводника не более  $45^\circ$ , что обеспечивает наименьшие термические деформации и целостность крепления.

6.3.5 В зоне возможных сгибов (рисунок 22) при соотношении длины  $l$  проводника в зоне сгиба и протяженности  $d$  зоны сгиба, равном  $d > l/20$ , монтажные соединения токоотводов не допускаются.

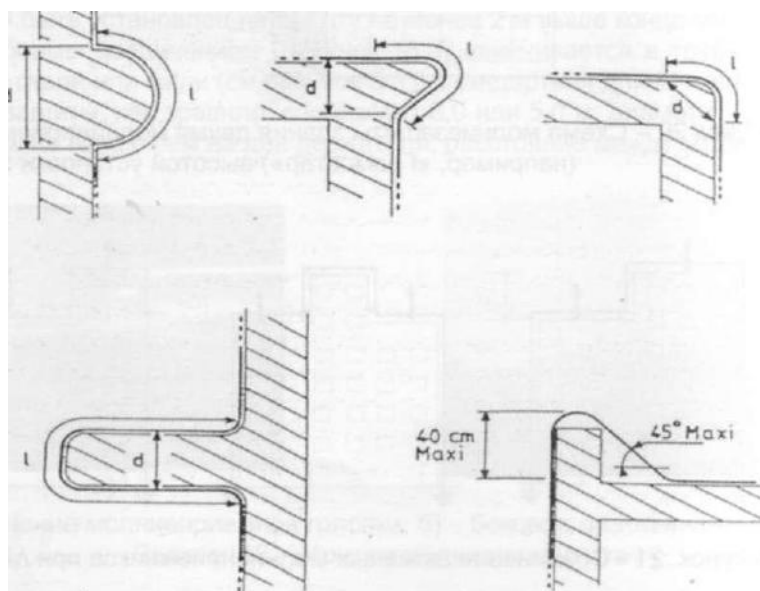
6.3.6 Все проводники тока должны быть соединены между собой зажимами из соответствующего металла или заклепаны, приварены. Сверления проводников рекомендуется избегать.

6.3.7 В большинстве случаев рекомендуется применение проводников из луженой меди. На алюминиевых поверхностях применяется алюминиевый плоский проводник, а в условиях некоторых агрессивных атмосфер, например, в условиях морского климата, предпочтение отдается полосам из нержавеющей стали.

6.3.8 Для крепления проводников применяются следующие способы:

- на черепичной или шиферной крыше с помощью держателей для черепичной и шиферной кровли;
- на коньке черепичной или шиферной крыши с помощью:
  - коньковых держателей;
  - скоб для крепления проводника на коньке крыши;
- на алюминиевой поверхности с помощью специальных крепежных лент;
- на мягкой кровле с помощью:
  - пластмассовых пирамидальных фиксаторов, заполняемых цементным раствором;
  - фиксаторов, засыпаемых слоем гравия;
- на металлической поверхности с помощью:
  - загибающихся кронштейнов и клепки или зажимов;
  - винтов и водонепроницаемых дюбелей;
  - привариваемых зажимов и нажимных фиксаторов из нержавеющей стали;
- на мачте или металлическом трубопроводе с помощью:
  - стяжных хомутов;
  - дистанционных хомутов;
  - бандажных лент из нержавеющей стали.

6.3.9 Держатели должны выдерживать проектные нагрузки.



$l$  - длина проводника в зоне сгиба;  $d$  — протяженность зоны сгиба.

Рисунок 22 - Формы сгиба токоотвода.

## 6.4 Монтаж токоотводов на стенах

6.4.1 Токоотводы прокладываются снаружи зданий (рисунок 23) (кроме предусмотренных случаев).

6.4.2 Если невозможна проводка токоотводов снаружи здания, они укладываются в помещениях под внутренней отделкой или в негорючих изоляционных каналах, трубах специального назначения по всей высоте здания или частично. В соответствии с требованиями PN-IEC-61024 провода токоотводов разрешается располагать:



- на поверхности стенки либо внутри нее в случае, если стена изготовлена из негорючего материала;
- поверхности стенки из горючего материала при условии, что повышенная температура в проводниках не вызывает опасных последствий для материала стенки;
- расстоянии не менее 10 см от стенки из горючего материала, если повышенная температура в проводах может вызвать опасные для материала стенки последствия.

6.4.3 Крепления вертикальных проводников на каменной, бетонной или кирпичной поверхности Заполняется с помощью:

- крюков для кладки из оцинкованной стали и свинцовых дюбелей;
- дистанционных держателей из нержавеющей стали или с коррозиестойким покрытием.

6.4.4 Укладка проводников токоотводов в водосточных сливах, в том числе изолированных, не допускается (рисунок 23,6)



а) -монтаж по фасаду здания; б) -монтаж около водосточного слива (необходимо эквипотенциальное соединение)

Рисунок 23 - Монтаж токоотводов

6.4.5 Проводники следует располагать с учетом безопасных расстояний (см.рисунки 10,23).

6.4.6 Для укладки токоотвода применяются дистанционные держатели с шагом установки 0,5 м. На расстоянии не более 2,0 м от земли токоотвод соединяется с заземляющим проводом с помощью контрольного соединения.

6.4.7 Расстояние между крепежными элементами токоотводов принимается в соответствии с техническими требованиями настоящих норм (п.4.3).

6.4.8 Каждый вертикальный проводник в соответствии с требованиям стандарта NF C 17-100 (таблицы 4-6) и техническими требованиями настоящих норм должен иметь собственную точку заземления.

6.4.9 Проводники, уложенные на стенах, должны быть защищены от механических воздействий металлическим коробом на высоту до контрольного соединения 1,6-1,8 м от поверхности земли.

## 6.5 Монтаж заземления

6.5.1 Провода заземления укладываются в грунте на глубине не менее чем 0,5 м. С помощью вертикальных заземлителей добиваются активного сопротивления заземлителей не более 10 Ом.

6.5.2 В случае трудностей с обеспечением нормативного сопротивления эффективность заземления можно повысить путем:

- засыпки и уплотнения дополнительного слоя почвы вокруг проводников;
- установки дополнительных горизонтальных заземляющих стержней по схеме «гусиная лапа» или в дополнение к имеющимся вертикальным стержням заземления;
- обработки грунта специальными средствами с целью уменьшения полного сопротивления почвы;
- установки горизонтальных решеток заземления в местах, где закопать заземлитель невозможно.

6.5.3 Для укладки на большую глубину используются стальные заземлители (см. п.5.3.8.11). При этом монтаж заземлителей может выполняться с помощью молота или ручного электрического отбойного молотка. Для передачи ударных нагрузок от вибромолота к погружаемому заземлителю используется головка, присоединяемая через муфту к верхнему электроду. На первый из погружаемых электродов с целью улучшения прохождения твердых грунтов наворачивается специальный наконечник. Данный тип заземлителей позволяет монтировать конструкцию заземления в грунте на глубину не менее 4 м.

6.5.4 Каждая точка заземления должна быть соединена клеммой с сетью заземления.

6.5.5 После получения необходимого сопротивления заземляющие провода необходимо прикрыть слоем земли и утрамбовать.

6.5.6 На расстоянии не менее 0,5 м от стены следует поместить контрольный колодец так, чтобы он находился на уровне с поверхностью земли. В колодце находится соединение между заземляющим проводом и заземляющим контуром здания.

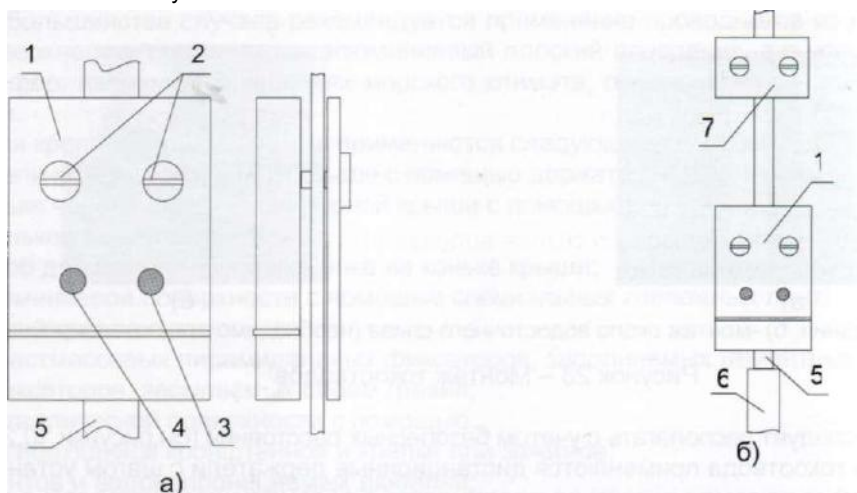
6.5.7 Во время измерения активного сопротивления заземления заземляющий контур здания должен быть отсоединен от заземляющего контура.

6.5.8 Типичная схема заземления: проводка в земле (полоса в подготовленных канавках в виде треугольника со сторонами 1,5 м) с заземлителями (или вершинах треугольника) забиваются вертикальные заземлители и соединяются зажимами горизонтальными проводниками.

## 6.6 Монтаж счетчика разрядов молний

6.6.1 Счетчик разрядов молний монтируется на токоотводе (проволоке или полосе) на высоте 1,5-2 м от земли. Счетчик прикручивается с помощью двух винтов к металлической подкладке (рисунок 24,а). Подкладка прикреплена с помощью винтов к токоотводу.

6.6.2 Контрольный соединитель должен устанавливаться на высоте около двух метров от земли, а счетчик разрядов молний при необходимости непосредственно под контрольным соединителем. От счетчика разрядов (или контрольного соединителя) и до земли вертикальный проводник должен быть защищен кожухом из оцинкованной стали (см. рисунок 24,б). Кожух крепится к поверхности не менее чем на три зажимных хомута.



а) - установка счетчика на токоотвод; б) - монтаж контрольного соединения;  
1 - счетчик разрядов; 2 - крепежные элементы; 3 - светодиод высоких разрядов; 4 - светодиод малых разрядов;  
5 - токоотвод; 6 - защитный короб; 7 - контрольное соединение.

Рисунок 24 - Монтаж счетчика (типа PLW-02 системы «Громостар») разрядов молний

## 6.7 Антикоррозионная защита

6.6.1 Химически загрязненный грунт увеличивает исходное сопротивление грунта и активизирует коррозию используемых металлов. Поэтому при оборудовании заземлителя следует оценивать химический состав грунта и подбирать проводники из устойчивых к коррозии материалов.

6.6.2 Для снижения коррозии используются следующие мероприятия:

- в агрессивной среде избегать использования неустойчивых к коррозии проводников;
- избегать прямого контакта между проводниками, создающими гальванические пары;
- использовать соединения с биметаллическими прокладками;
- незащищенные места наружных конструкций покрывать антикоррозионными средствами;
- алюминиевые проводники не допускается прокладывать в земле или заливать в бетонных конструкциях;
- избегать использования в одной системе алюминиевых и медных проводников, если это невозможно, для соединения необходимо использовать биметаллические соединения;
- для укладки в грунт (кроме грунтов, в которых вступают в контакт кислород и сульфаты) предпочтение следует отдавать медным или покрытым медью проводникам;
- при наличии паров серы или аммиака проводники должны быть с антикоррозийным покрытием. Допускается использование изолированных проводников с изоляционным слоем не менее 0,5 мм;
- в химически активной среде держатели проводников должны быть из нержавеющей стали или химически устойчивых полимерных материалов;
- использовать при монтаже заземления специальные токопроводящие напыляемые антикоррозионные покрытия (спрей цинковый);
- места соединений заземлителей изолировать специальными лентами.

## 7 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ С УПРЕЖДАЮЩЕЙ СТРИМЕРНОЙ ЭМИССИЕЙ

7.1 Комплекс мер по технической эксплуатации устройств молниезащиты объектов направлен на поддержание их в работоспособном и исправном состоянии и обеспечение заданного уровня надежности.

7.2 После строительно-монтажных работ по установке системы молниезащиты выполняются приемо-сдаточные испытания, замеры сопротивления заземлителей, выполняется первичный осмотр, при котором проверяется:

- соответствие конструкции проекту;
- высота острия активного молниеприемника относительно самой высокой точки охраняемого объекта (должна быть выше не менее чем на 2 м);
- соответствие требованиям площади сечения токоотводов;
- правильность выбора места для токоотводов;
- надежность крепления элементов молниезащиты;
- соответствие требованиям безопасных расстояний конструкций от элементов молниезащиты;
- правильность устройства заземления;
- правильность соединения отдельных заземлителей.

7.3 Визуальный осмотр проводится для проверки соответствия требованиям настоящих норм. Если имеются полностью или частично скрытые проводники, их электрическая целостность должна быть несена путем инструментального контроля.

7.4 Устройства защиты от молнии подвержены атмосферным воздействиям, коррозии, разрядам молнии и оплавлению. В результате могут ухудшаться электрические контакты, поэтому устройства необходимо периодически проверять и контролировать их состояние.

7.5 Для обеспечения надежности молниезащиты выполняются проверки и осмотры всей системы следующей периодичностью (таблица 9):

- 1 раз в год перед началом грозового сезона производится проверка и осмотр всех элементов конструкции молниезащиты;
- внеочередные осмотры выполняются после внесения любых изменений в систему молниезащиты, любых повреждений и ремонтов защищаемого объекта.

7.6 Во время осмотров устройств молниезащиты рекомендуется:

- проверять визуальным осмотром (с помощью бинокля) целостность токоотводов, надежность их соединения и крепления к мачтам;
- выявлять элементы устройств молниезащиты, требующие замены или ремонта вследствие нарушения их механической прочности;
- определять степень разрушения коррозией отдельных элементов устройств молниезащиты, принимать меры по антикоррозионной защите и усилению элементов, поврежденных коррозией;
- проверять надежность электрических соединений между токоведущими частями всех элементов устройств молниезащиты;
- проверять соответствие устройств молниезащиты назначению объектов и в случае наличия строительных или технологических изменений за предшествующий период планировать мероприятия по модернизации или реконструкции молниезащиты в соответствии с требованиями настоящих норм;
- проверять исполнительную схему устройств молниезащиты и определять пути растекания тока молнии по элементам методом имитации разряда молнии в молниеприемник с помощью специализированного измерительного комплекса, подключенного между молниеприемником и удаленным токовым электродом;
- измерять значение сопротивления растеканию импульсного тока методом «амперметра-вольтметра» с помощью специализированного измерительного комплекса;
- измерять значения импульсных перенапряжений в сетях электроснабжения при ударе молнии, распределения потенциалов по металлоконструкциям и системе заземления здания методом имитации удара молнии в молниеприемник с помощью специализированного измерительного комплекса;
- измерять значение электромагнитных полей в зоне расположения устройства молниезащиты методом имитации удара молнии в молниеприемник с помощью специальных антенн;
- проверять наличие обязательной документации на устройства молниезащиты.

7.7 Периодическому контролю со вскрытием в течение шести лет (для объектов I категории) подвергаются все искусственные заземлители, токоотводы и места их соединений; при этом ежегодно производится проверка д

7.8 Периодичность контроля определяет уровень самой системы защиты (см. таблицу 5). Сниженная периодичность

7.9 Внеочередные осмотры устройств молниезащиты следует производить после стихийных бедствий (ураганный в дания молнии в молниеприемник.

7.10 Внеочередные проверки системы молниезащиты выполняются после разряда молнии, зафиксированного счетчиком молний, после проведения ремонтных работ, замены некоторых деталей при ремонтах.

Разряды молнии регистрируются в счетчике, оборудованном на токоотводе.

7.11 Порядок проведения проверки. Визуальная проверка проводится, если необходимо определить:

- соответствие первоначально принятой конструкции молниезащиты в случаях реконструкции объекта и изменения его внешних габаритов;

- техническое состояние соединительных проводников;
- техническое состояние крепления;
- наличие коррозии на элементах молниезащиты;
- техническое состояние устройства заземления.

7.12 Внеочередные замеры сопротивления заземления устройств молниезащиты следует производить после выполнения ремонтных работ как на устройствах молниезащиты, так и на самих защищаемых объектах и вблизи них.

Т а б л и ц а 9 - Режимы ТО и Р систем молниезащиты

Категория защиты	Первичный осмотр	Виды и периодичность воздействий по ТО и Р			
		Плановые осмотры		Ежегодные осмотры	Внеочередные осмотры
I	Сразу после установки системы	Нормальная периодичность	Сниженная периодичность		
II		2 года	1 год		
III, IV		3 года	2 года		

7.13 Во время измерений определяются следующие параметры:

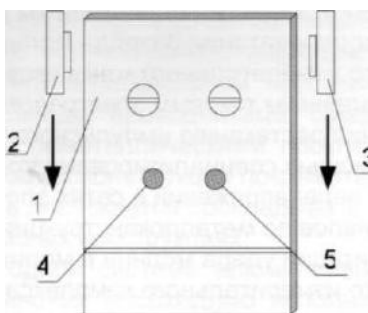
- сопротивление соединяющих контактов между заземлителем, токоотводом и молниеприемником;
- сопротивление заземлителя.

7.14 Результаты каждой проверки оформляются протоколом измерения сопротивлений заземлителя и соединительных элементов. Замены или изменения частей системы молниезащиты должны отражаться в протоколах.

7.15 Обнаруженные дефекты должны быть немедленно устранены.

7.16 Для систем молниезащиты энергоподстанций с периодичностью один раз в год должна выполняться консервация счетчика атмосферных разрядов. При выполнении этой операции запускается процесс обнуления счетчика разрядов.

7.17 Обслуживания счетчика разрядов молний выполняются с помощью магнитного ключа (рисунок 25).



- 1 - счетчик разрядов молний; 2 - место и направление движения ключа для удаления и тестирования;  
3 - место и направление движения ключа для считывания показаний; 4 - светодиод индикации слабых разрядов; 5 - светодиод индикации сильных разрядов;

Рисунок 25 - Схема обслуживания счетчика (например PLW-02 системы «Громостар») разрядов молний

7.18 Подсчет количества разрядов выполняется следующим образом. Факт регистрации разряда молнии представляется в виде коротких световых сигналов светодиода, расположенного с левой стороны счетчика. Процесс подсчета количества разрядов начинаем, приближая и передвигая магнитный ключ с правой стороны корпуса счетчика. Количество зарегистрированных разрядов отражается световым сигналом светодиода. При этом диод с левой стороны счетчика указывает слабые разряды молнии, а диод с правой стороны - сильные разряды молнии. Завершение этого процесса представляется в виде короткого светового сигнала одновременно обоих диодов (с левой и правой сторон).

7.19 Удаление показаний счетчика выполняют, приближая магнитный ключ к левой стороне корпуса счетчика. Начало процедуры удаления зарегистрированных разрядов подтверждается длинным световым сигналом диодов с левой и правой сторон одновременно.

## Приложение А (обязательное)

### Термины и определения

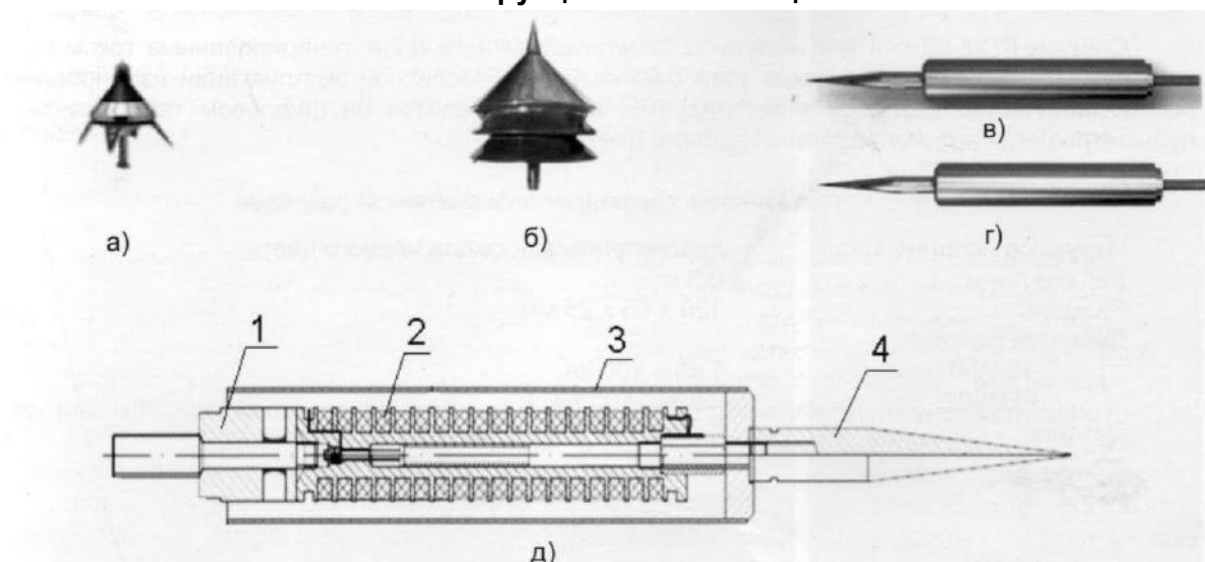
В настоящих Территориальных строительных нормах и Своде правил к ним применены термины по РД 34.21.122-87, СО 153-34.21.122-2003, Европейскому регламенту NF С 17-102, а также следующие термины с соответствующими определениями:

- **безопасное расстояние:** Минимальное расстояние между двумя проводящими элементами вне или внутри защищаемого объекта, при котором между ними не может произойти опасного искрения;
- **вторичное проявление молнии:** Наведение потенциалов на металлических элементах конструкции, оборудования, в незамкнутых металлических контурах, вызванное близкими разрядами молнии и создающее опасность искрения внутри защищаемого объекта;
- **двойной (многократный) молниеотвод:** Два (или более) стержневых или тросовых молниеотвода, образующих общую зону защиты;
- **естественные заземлители:** Заглубленные в землю металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений;
- **заземляющее устройство:** Совокупность заземлителя и заземляющих проводников;
- **заземлитель молниезащиты:** Один или несколько заглубленных в землю проводников, предназначенных для отвода в землю токов молнии или ограничения перенапряжений, возникающих на металлических корпусах, оборудовании, коммуникациях при близких разрядах молнии. Заземлители делятся на естественные и искусственные;
- **заземлитель (электрод заземления):** Находящийся в грунте проводник, через который в случае разряда молнии проходит наибольшая часть потока молнии;
- **заземляющий контур:** Проводник в виде замкнутой петли вокруг здания в земле или на ее поверхности;
- **заземление:** Соединение пассивных частей защиты от молнии и электрического оборудования с устройством заземления;
- **защищаемый объект:** Здание или сооружение, их часть или пространство, для которых выполнена молниезащита, отвечающая требованиям настоящего норматива;
- **зона защиты молниеприемника:** Пространство, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с надежностью не ниже определенного значения. (Наименьшей и постоянной надежностью обладает поверхность зоны защиты, в глубине зоны защиты надежность выше, чем на ее поверхности, зона защиты типа А обладает надежностью 99,5% и выше, а типа Б — 95 % и выше);
- **искусственные заземлители:** Специально проложенные в земле контуры из полосовой или круглой стали; сосредоточенные конструкции, состоящие из вертикальных и горизонтальных проводников;
- **категория защиты от молнии:** Оценка возможных последствий ударов молнии на защищаемом объекте;
- **луч сферы молнии:** Пространство сферической формы, в котором имеется вероятность удара молнии, луч. Размер луча зависит от категории защиты от молнии;
- **мачта:** Металлический вертикальный элемент, предназначенный для крепления активного молниеотвода или его элементов;
- **молниеприемник:** Часть молниеотвода, предназначенная для перехвата молний;
- **молниеприемник с упреждающей стримерной эмиссией (активный молниеприемник):** Устройство с вмонтированным электронным оборудованием, создающим опережающий разряд, предназначенный для защиты объекта или территории от ударов молнии; разрядом создается ионизированный канал (обратный разряд) для направления молнии в активный молниеотвод;
- **естественный заземлитель:** Расположенные в грунте металлические проводники разного назначения, которые могут быть использованы для заземления системы молниезащиты;
- **отдельно стоящие молниеприемники:** Молниеприемники, опоры которых установлены на земле на некотором удалении от защищаемого объекта;
- **одионый молниеприемник:** Единичная конструкция стержневого или тросового молниеприемника;
- **опасное искрение:** Недопустимый электрический разряд внутри защищаемого объекта, вызванный ударом молнии;
- **прямой удар молнии (поражение молнией):** Непосредственный контакт канала молнии со зданием или сооружением, сопровождающийся протеканием через него тока молнии;
- **промышленные коммуникации:** Кабельные линии (силовые, информационные, измерительные, управления, связи и сигнализации), проводящие трубопроводы, непроводящие трубопроводы с внутренней проводящей средой;

- **посторонние проводящие части:** Проводящие части, не принадлежащие устройству молниезащиты, которые могут получить потенциал при соответствующих условиях;
- **радиус защиты:** Радиус защищаемой молниеотводом зоны;
- **разница полей:** Разница полей до создания разряда (искры) устанавливается между разницей полей во время испытаний простого стержневого и активного молниеотводов;
- **соединенная между собой металлическая арматура:** Арматура железобетонных конструкций здания (сооружения), которая обеспечивает электрическую непрерывность цепи;
- **сопротивление заземляющего устройства:** Отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю;
- **скрытая инсталляция:** Монтаж в стенах, полу, перегородках и внутри других строительных конструкций.
- **сопротивление заземления:** Сопротивление между устройством заземления и землей;
- **соединительные проводники:** Проводники, соединяющие электроды;
- **соединительная арматура:** Арматура металлических конструкций или стен, переходящее сопротивление соединительных контактов которых не более 0,05 омега; используется как токоотвод;
- **токоотвод:** Проводник, соединяющий молниеприемник с устройством заземления;
- **точка поражения:** Точка, в которой молния соприкасается с землей, зданием или устройством молниезащиты. Удар молнии может иметь несколько точек поражения;
- **устройство молниезащиты:** Система, позволяющая защитить здание или сооружение от воздействий молнии. Она включает в себя внешние (снаружи здания или сооружения) и внутренние (внутри здания или сооружения) устройства. В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства;
- **устройство защиты от прямых ударов молнии (молниеприемник):** Устройство, воспринимающее удар молнии и отводящее ее ток в землю. В общем случае молниеотвод состоит из опоры, молниеприемника, непосредственно воспринимающего удар молнии, токоотвода, по которому ток молнии передается в землю, заземлителя, обеспечивающего растекание тока молнии в земле. В некоторых случаях функции опоры, молниеприемника и токоотвода совмещаются, например, при использовании в качестве молниеотвода металлических труб или ферм;
- **устройство защиты от вторичных воздействий молнии:** Устройство, ограничивающее воздействия электрического и магнитного полей молнии;
- **устройства для уравнивания потенциалов:** Элементы устройств защиты, ограничивающие разность потенциалов, обусловленную растеканием тока молнии;
- **устройство защиты от перенапряжений:** Устройство, предназначенное для ограничения перенапряжений на защищаемом объекте (например, разрядник, нелинейный ограничитель перенапряжений или иное защитное устройство).

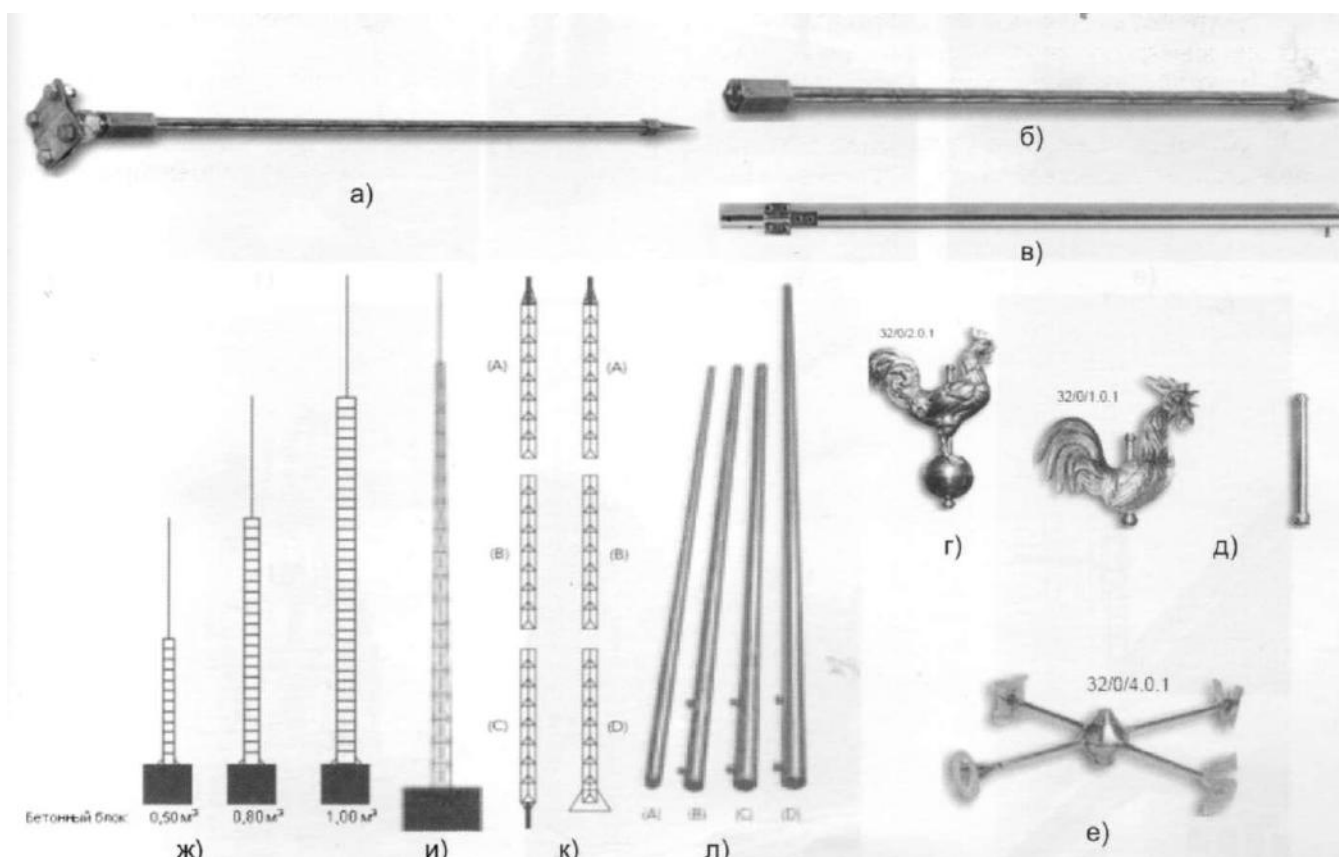
## Приложение Б (справочное)

### Элементы конструкций молниезащиты



а) - Prevector 2 S6.60 (0185 мм, L = 385 мм); б) - Galactive 2 (0180 мм, L = 380 мм); в) - Громостар (050 мм, L = 480 мм, медная); г) - Громостар (050 мм, L = 480 мм, нержавеющая сталь); д) - устройство молниеприемной головки (Громостар); 1 - соединительное гнездо; 2 - блок сеток; 3 - корпус; 4 - острие.

Рисунок Б.1- Молниеприемные головки



а), б), в) - заземлители; г), д), е) - декоративные элементы на молниеприемнике.  
ж) - легкие башенные опоры несущей конструкции; и) - башенная опора с проволочными оттяжками; к) - секции сборной легкой мачты несущей конструкции; л) - секции стойки телескопической.

Рисунок Б.2 - Элементы конструкций

Продолжение приложения Б. Элементы конструкций молниезащиты

### **Счетчики атмосферных разрядов типа PLW-02 и 01**

Счетчик PLW-02 считает импульсы электромагнитного поля, генерированные током разряда молнии. Заземление и электрический узел счетчика для безопасной эксплуатации изолированы диэлектриком. Количество разрядов регистрируется и высвечивается на цифровом табло счетчика в виде пульсирующего светового сигнала красного цвета.

#### **Технические характеристики счетчиков разрядов**

Наружное исполнение	-	диэлектрическая смола черного цвета
Вес счетчика	-	0,3 кг
Размеры	-	120х65х25 мм
Диапазон работы:		
PLW-01	-	1 кА-100 кА
PLW-02	-	50 А-100 кА
Питание	-	батареяка специального исполнения, меняется раз в 3 года.



**Приложение В**  
(справочное)

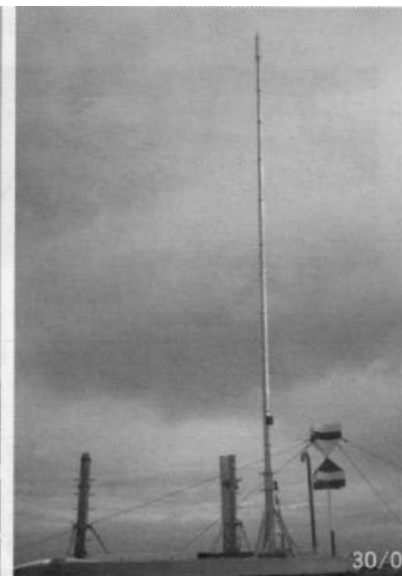
**Устройство молниезащиты различных объектов**



а)



б)



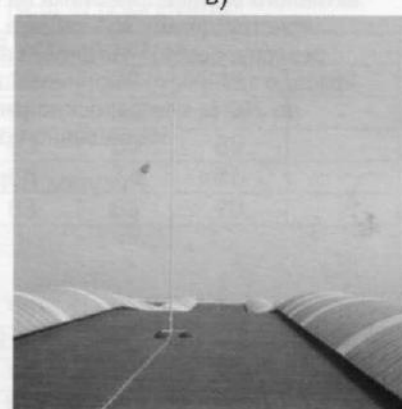
в)



г)



д)



е)



ж)



и)



к)



а), б) - защита зданий большой протяженности и открытых площадок; в) - защита активным молниеприемником всех коммуникаций на кровле; г) - защита здания из металлоконструкций с антенной; д) - установка мачты активного молниеприемника на кровле из профлиста; е) - защита здания большой протяженности со световыми конструкциями; ж) - защита храмов (молниеприемник активного типа установлен на кресте); и) - защита резервуаров; к) - установка антенны с активным молниеприемником на башенной опоре, закрепленной на фасаде здания; л) - молниезащита одним молниеприемником автозаправочной станции; м) - ангар с пролетом до 200 м, классическую систему установить невозможно, активный молниеприемник устанавливается на башенной опоре (внизу); н) - устройство заземления по типу треугольника.

Рисунок В.1 - Принципиальные решения молниезащиты объектов

## Приложение Г (справочное)

### Нормативные данные для проектирования

Т а б л и ц а Г.1 - Основные технические характеристики молниеприемников «Громостар»

Параметры	Значения
Возможная высота установки, м	От 2 до 60
Обеспечиваемые категории защиты	От 1 до 3 (включительно)
Выдерживаемая максимальная сила тока, кА	280

Т а б л и ц а Г.2 - Радиус защиты (для 1-й категории) молниеприемника типа «Громостар»

Марка	Радиус защиты при высоте Н установки, м								
	2	3	4	5	7	10	20	45	60
GROMOSTAR 60	31	47	63	79	79	79	80	-	-
GROMOSTAR 45	26	39	51	63	63	64	65	-	-
GROMOSTAR 35	23	30	36	49	50	51	52	-	-
GROMOSTAR 25	17	25	34	42	43	44	45	-	-

Т а б л и ц а Г.3 - Радиус защиты (для 2-й категории) молниеприемника типа «Громостар»

Марка	Радиус защиты при высоте Н установки, м								
	2	3	4	5	7	10	20	45	60
GROMOSTAR 60	39	58	78	97	98	99	102	105	-
GROMOSTAR 45	33	49	65	80	81	83	86	89	-
GROMOSTAR 35	27	40	52	65	67	68	73	75	-
GROMOSTAR 25	23	34	46	57	58	63	65	70	-

Т а б л и ц а Г.4 - Радиус защиты (для 3-й категории) молниеприемника типа «Громостар»

Марка	Радиус защиты при высоте Н установки, м								
	2	3	4	5	7	10	20	45	60
GROMOSTAR 60	43	64	85	107	108	109	113	120	120
GROMOSTAR 45	36	54	71	89	90	92	97	100	105
GROMOSTAR 35	30	47	64	73	75	77	82	87	92
GROMOSTAR 25	26	39	52	65	66	69	75	84	85

Т а б л и ц а Г.5 - Радиус защиты молниеприемника типа «Громостар»  
для взрыво- и пожароопасных объектов

Марка	Радиус защиты при высоте Н установки, м								
	2	3	4	5	7	10	20	45	60
GROMOSTAR 60	18	28	37	47	47	48	48	-	-
GROMOSTAR 45	15	23	30	38	38	38	39	-	-
GROMOSTAR 35	13	18	21	29	30	30	31	-	-
GROMOSTAR 25	10	15	20	25	25	26	27	-	-

## Приложение Д (справочное)

### Крепежные элементы



- а), б), ф), х) - держатель коньковый; в) - крепление головки молниеприемной; г) - крепление счетчика разрядов;  
 д) - крепление мачты молниеприемника; е), л) - крепление к водосточному сливу; ж) - соединитель крестообразный;  
 и) - держатель токоотводов на поверхности; к) - соединение с заземлителем; м), а7) - соединитель круглого токоотвода с плоским (биметаллический); н), с) - держатель для мягкой кровли; ц) - держатель черепичный;  
 п), а1), а8) - соединитель Т-образный; р), ч), а1), а2), а7), а8), а9) - зажим для круглых токоотводов;  
 т), у) - держатель на мягкой кровле; ш), щ), э), ю) - держатели стеновые; а3), а4) - коробки монтажные;  
 а5) - соединение на парапете; а6) - держатель, наклеиваемый на поверхности.

Рисунок Д.1 - Крепежные элементы для монтажа систем молниезащиты

## **Библиографический список**

1. Российская Федерация. Законы. О техническом регулировании [Текст]: федеральный закон: [принят Госдумой 27 декабря 2003. №184-ФЗ]. - М.: ГУНП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. - 48 с.
2. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Текст]. - М.: Министерство энергетики и электрификации СССР, 1988. - 79 с.
3. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений и промышленных коммуникаций [Текст]. / Базелян Э.М., Берлина Н.С., Борисов Р.К., Колечицкий Е.Г., Максимов Б.К., Портнов Э.Л., Соколов С.А., Хлапов А.В. - М.: Издательство МЭИ, 2003. - 82 с.
4. Карякин, Р.Н. Справочник по молниезащите [Текст] / Р.Н. Карякин. - М.: Энергосервис, 2005. - 879 с.
5. Толмачев, В.Д. Молниезащита. [Текст]: справ, пособие / В.Д.Толмачев, С.В.Соловьев. - М.: МИЭЭ, 2005.-148 с.