

Министерство энергетики и электрофикации СССР

ИНСТРУКЦИЯ
ПО УСТРОЙСТВУ МОЛНИЕЗАЩИТЫ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

РД 34.21.122–87

Москва 1987

Инструкция ПО УСТРОЙСТВУ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
(РД 34.21.122–87)

РАЗРАБОТАНА Государственным научно-исследовательским энергетическим институтом им. Г.М. Кржижановского Минэнерго СССР

СОГЛАСОВАНА с Госстроем СССР (письмо № АЧ-3945-8 от 30 июля 1987 г.)

УТВЕРЖДЕНА Главтехуправлением Минэнерго СССР.

С введением в действие настоящей Инструкции утрачивает силу «Инструкция по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений» СН 305—77.

Требования настоящей Инструкции обязательны для выполнения всеми министерствами и ведомствами.

Инструкция устанавливает необходимый комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей (сельскохозяйственных животных), предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, пожаров и разрушений, возможных при воздействиях молнии.

Инструкция должна соблюдаться при разработке проектов зданий и сооружений.

Инструкция не распространяется на проектирование и устройство молниезащиты линий электропередачи, электрической части электростанций и подстанций, контактных сетей, радио- и телевизионных антенн, телеграфных, телефонных и радиотрансляционных линий, а также зданий и сооружений, эксплуатация которых связана с применением, производством или хранением пороха и взрывчатых веществ.

Настоящая Инструкция регламентирует мероприятия по молниезащите, выполняемые при строительстве, и не исключает использования дополнительных средств молниезащиты внутри здания и сооружения при проведении реконструкции или установке дополнительного технологического или электрического оборудования.

При разработке проектов зданий и сооружений помимо требований Инструкции должны быть учтены требования к выполнению молниезащиты других действующих норм, правил, инструкций и государственных стандартов.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В соответствии с назначением зданий и сооружений необходимость выполнения молниезащиты и ее категория, а при использовании стержневых и тросовых молниеотводов тип зоны защиты определяются по табл. 1 в зависимости от среднегодовой продолжительности гроз в месте нахождения здания или сооружения, а также от ожидаемого количества поражений его молнией в год. Устройство молниезащиты обязательно при одновременном выполнении условий, записанных в графах 3 и 4 табл. 1.

Оценка среднегодовой продолжительности гроз и ожидаемого количества поражений молнией зданий или сооружений производится согласно приложению

2; построение зон защиты различных типов — согласно приложению 3.

Таблица 1

№ п/п	Здания и сооружения	Местоположение	Тип зоны защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов	Категория молние-защиты
1	2	3	4	5
1	Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов В-I и В-II	На всей территории СССР	А	I
2	То же классов В-Ia, В-Iб, В-IIa	В местностях со средней продолжительностью гроз 10ч в год и более	При ожидаемом количестве поражений молнией в год здания или сооружения $N > 1$ — А; при $N \leq 1$ — Б	II
3	Наружные установки, создающие согласно ПУЭ зону класса В-1г	На всей территории СССР	Б	II
4	Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов П-I, П-II, П-IIa		Для здания и сооружений I и II степеней огнестойкости при $0,1 < N \leq 2$ и для III—V степеней огнестойкости при $0,02 < N \leq 2$ — Б, при $N > 2$ — А	III
5	Расположенные в сельской местности небольшие строения III—V степеней огнестойкости, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов П-I, П-II, П-IIa	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более $N < 0,02$	—	III (п. 2.30)
6	Наружные установки и открытые склады, создающие согласно ПУЭ зону классов П-III	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более	При $0,1 < N \leq 2$ — Б, при $N > 2$ — А	III
7	Здания и сооружения III, IIIa, IIIб, IV, V степеней огнестойкости, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	То же	При $0,1 < N \leq 2$ — Б, при $N > 2$ — А	III

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
8	Здания и сооружения из легких металлических конструкций со сгораемым утеплителем (IVa степени огнестойкости), в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более	При $0,02 \leq 2$ — Б, при $N > 2$ — А	III
9	Небольшие строения III—V степеней огнестойкости, расположенные в сельской местности, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более для III, IIIa, IIIб, IV, V степеней огнестойкости при $N < 0,1$, для IVa степени огнестойкости при $N < 0,02$	—	III (п. 2.30)
10	Здания вычислительных центров, в том числе расположенные в городской застройке	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более	Б	II
11	Животноводческие и птицеводческие здания и сооружения III—V степеней огнестойкости: для крупного рогатого скота и свиней на 100 голов и более, для овец на 500 голов и более, для птицы на 1000 голов и более, для лошадей на 40 голов и более	В местностях со средней продолжительностью гроз 40 ч в год и более	Б	III
12	Дымовые и прочие трубы предприятий и котельных, башни и вышки всех назначений высотой 15 м и более	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более	Б	III (п. 2.31)

1	2	3	4	5
13	Жилые и общественные здания, высота которых более чем на 25 м больше средней высоты окружающих зданий в радиусе 400 м, а также отдельно стоящие здания высотой более 30 м, удаленные от других зданий более чем на 400 м	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более	Б	III
14	Отдельно стоящие жилые и общественные здания в сельской местности высотой более 30 м	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более	Б	III
15	Общественные здания III—V степеней огнестойкости следующего назначения: детские дошкольные учреждения, школы и школы-интернаты, стационары лечебных учреждений, спальные корпуса и столовые учреждений здравоохранения и отдыха, культурно-просветительные и зрелищные учреждения, административные здания, вокзалы, гостиницы, мотели и кемпинги	То же	Б	III
16	Открытые зрелищные учреждения (зрительные залы открытых кинотеатров, трибуны открытых стадионов и т.п.)	» »	Б	III
17	Здания и сооружения, являющиеся памятниками истории, архитектуры и культуры (скульптуры, обелиски и т. п.)	» »	Б	III

1.2. Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к I и II категориям, должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных ее проявлений и заноса высокого потенциала через наземные (надземные) и подземные металлические коммуникации.

Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к III категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высокого

потенциала через наземные (надземные) металлические коммуникации.

Наружные установки, отнесенные по устройству молниезащиты ко II категории, должны быть защищены от прямых ударов и вторичных проявлений молнии.

Наружные установки, отнесенные по устройству молниезащиты к III категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии.

Внутри зданий большой площади (шириной более 100 м) необходимо выполнять мероприятия по выравниванию потенциала.

1.3. Для зданий и сооружений с помещениями, требующими устройства молниезащиты I и II или I и III категорий, молниезащиту всего здания или сооружения следует выполнять по I категории.

Если площадь помещений I категории молниезащиты составляет менее 30 % площади всех помещений здания, молниезащиту всего здания допускается выполнять по II категории независимо от категории остальных помещений. При этом на вводе в помещения I категории должна быть предусмотрена защита от заноса высокого потенциала по подземным и наземным (надземным) коммуникациям, выполняемая согласно пп. 2.8 и 2.9.

1.4. Для зданий и сооружений с помещениями, требующими устройства молниезащиты II и III категорий, молниезащиту всего здания или сооружения следует выполнять по II категории.

Если площадь помещений II категории молниезащиты составляет менее 30 % площади всех помещений здания, молниезащиту всего здания допускается выполнять по II категории независимо от категории остальных помещений. При этом на вводе в помещения II категории должна быть предусмотрена защиты от заноса высокого потенциала по подземным и наземным (надземным) коммуникациям, выполняемая согласно пп. 2.22 и 2.23.

1.5. Для зданий и сооружений, не менее 30 % площади которых приходится на помещения, требующие устройства молниезащиты по I, II или III категории, молниезащита этой части зданий и сооружений должна быть выполнена в соответствии с п. 1.2.

Для зданий и сооружений, более 70 % площади которых составляют помещения, не подлежащие молниезащите в соответствии с табл. 1, а остальную часть здания составляют помещения I, II и III категории молниезащиты, должна быть предусмотрена только защита от заноса высоких потенциалов по коммуникациям, вводимым в помещения, подлежащие молниезащите: по I категории – согласно пп. 2.8, 2.9; по II и III категориям – путем присоединения коммуникаций к заземляющему устройству электроустановок, соответствующему указаниям п. 1.7, или к арматуре железобетонного фундамента здания (с учетом требований п. 1.8). Такое же присоединение должно быть предусмотрено для внутренних коммуникаций (не вводимых извне).

1.6. В целях защиты зданий и сооружений любой категории от прямых ударов молнии следует максимально использовать в качестве естественных молниеотводов существующие высокие сооружения (дымовые трубы, водонапорные башни, прожекторные мачты, воздушные линии электропередачи и т. п.), а также молниеотводы других близрасположенных сооружений.

Если здание или сооружение частично вписывается в зону защиты естественных молниеотводов или соседних объектов, защита от прямых ударов

молнии должна предусматриваться только для остальной, незащищенной его части. Если в ходе эксплуатации здания или сооружения реконструкция или демонтаж соседних объектов приведет к увеличению незащищенной их части, соответствующие изменения защиты от прямых ударов молнии должны быть выполнены до начала ближайшего грозового сезона; если демонтаж или реконструкция соседних объектов проводятся в течение грозового сезона, на это время должны быть предусмотрены временные мероприятия, обеспечивающие защиту от прямых ударов молнии незащищенной части здания или сооружения.

1.7. В качестве заземлителей молниезащиты допускается использовать все рекомендуемые «Правилами устройства электроустановок» заземлители электроустановки, за исключением нулевых проводов воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ.

1.8. Железобетонные фундаменты зданий, сооружений, наружных установок, опор молниеотводов следует, как правило, использовать в качестве заземлителей молниезащиты при условии обеспечения непрерывной электрической связи по их арматуре и присоединения ее к закладным деталям с помощью сварки.

Битумные и битумно-латексные покрытия не являются препятствием для такого использования фундаментов. В средне- и сильноагрессивных грунтах, где защита железобетона от коррозии выполняется эпоксидными и другими полимерными покрытиями, а также при влажности грунта менее 3 % использовать железобетонные фундаменты в качестве заземлителей не допускается.

Искусственные заземлители следует располагать под асфальтовым покрытием или в редко посещаемых местах (на газонах, в удалении на 5 м и более от грунтовых проезжих и пешеходных дорог и т. п.).

1.9. Выравнивание потенциала внутри зданий и сооружений шириной более 100 м должно происходить за счет непрерывной электрической связи между несущими внутрицевыми конструкциями и железобетонными фундаментами, если последние могут быть использованы в качестве заземлителей согласно п. 1.8.

В противном случае должна быть обеспечена прокладка внутри здания в земле на глубине не менее 0,5 м протяженных горизонтальных электродов сечением не менее 100 мм². Электроды следует прокладывать не реже чем через 60 м по ширине здания и присоединять по его торцам с двух сторон к наружному контуру заземления.

1.10. На часто посещаемых открытых площадках с повышенной опасностью поражения молнией (вблизи монументов, телебашен и подобных сооружений высотой более 100 м) выравнивание потенциала выполняется присоединением токоотводов или арматуры сооружения к его железобетонному фундаменту не реже чем через 25 м по периметру основания сооружения;

При невозможности использования железобетонных фундаментов в качестве заземлителей под асфальтовым покрытием площадки на глубине не менее 0,5 м через каждые 25 м должны быть проложены радиально расходящиеся горизонтальные электроды сечением не менее 100 мм², присоединенные к заземлителям защиты сооружения от прямых ударов молнии.

1.11. При возведении в грозовой период высоких зданий и сооружений на них в ходе строительства, начиная с высоты 20 м, необходимо предусматривать

следующие временные мероприятия по молниезащите. На верхней отметке строящегося объекта должны быть закреплены молниеприемники, которые через металлические конструкции или свободно спускающиеся вдоль стен токоотводы следует присоединять к заземлителям, указанным в пп. 3.7 и 3.8. В зону защиты типа Б молниеотводов должны входить все наружные площадки, где в ходе строительства могут находиться люди. Соединения элементов молниезащиты бывают сварными и болтовыми. По мере увеличения высоты строящегося объекта молниеприемники следует переносить выше.

При возведении высоких металлических сооружений их основания в начале строительства должны быть присоединены к заземлителям, указанным в пп. 3.7 и 3.8.

1.12. Устройства и мероприятия по молниезащите, отвечающие требованиям настоящих норм, должны быть заложены в проект и график строительства или реконструкции здания или сооружения с таким образом, чтобы выполнение молниезащиты происходило одновременно с основными строительными-монтажными работами.

1.13. Устройства молниезащиты зданий и сооружений должны быть приняты и введены в эксплуатацию к началу отделочных работ, а при наличии взрывоопасных зон до начала комплексного опробования технологического оборудования.

При этом оформляется и передается заказчику скорректированная при строительстве и монтаже проектная документация по устройству молниезащиты (чертежи и пояснительная записка) и акты приемки устройств молниезащиты, в том числе акты на скрытые работы по присоединению заземлителей к токоотводам и токоотводов к молниеприемникам, за исключением случаев использования стального каркаса здания в качестве токоотводов и молниеприемников, а также результаты замеров сопротивлений току промышленной частоты заземлителей отдельно стоящих молниеотводов.

1.14. Проверка состояния устройств молниезащиты должна производиться для зданий и сооружений I и II категорий 1 раз в год перед началом грозового сезона, для зданий и сооружений III категории — не реже 1 раза в 3 года.

Проверке подлежат целостность и защищенность от коррозии доступных обзору частей молниеприемников и токоотводов и контактов между ними, а также значение сопротивления току промышленной частоты заземлителей отдельно стоящих молниеотводов. Это значение не должно превышать результаты соответствующих замеров на стадии приемки более чем в 5 раз (п. 1.13). В противном случае следует проводить ревизию заземлителя.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Молниезащита I категории

2.1. Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений, относимых по устройству молниезащиты к I категории, должна выполняться отдельно стоящими стержневыми (рис. 1) или тросовыми (рис. 2) молниеотводами.

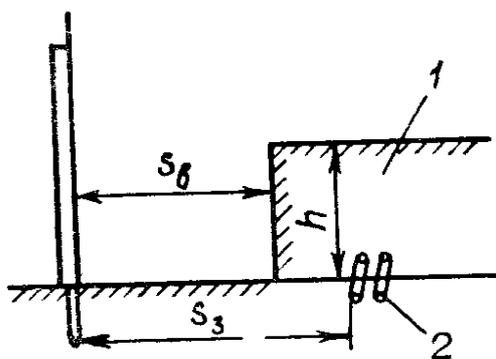


Рис. 1 – Отдельно стоящий стержневой молниеотвод:
1 – защищаемый объект; 2 – металлические коммуникации

Указанные молниеотводы должны обеспечивать зону защиты типа А в соответствии с требованиями приложения 3. При этом обеспечивается удаление элементов молниеотводов от защищаемого объекта и подземных металлических коммуникаций, в соответствии с пп. 2.3, 2.4, 2.5.

2.2. Выбор заземлителя защиты от прямых ударов молнии (естественного или искусственного) определяется требованиями п. 1.8.

При этом для отдельно стоящих молниеотводов приемлемыми являются следующие конструкции заземлителей (табл. 2):

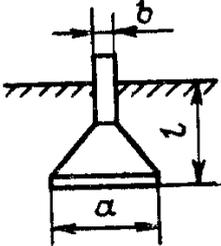
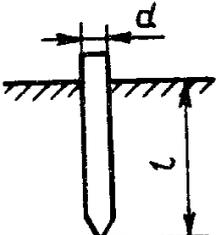
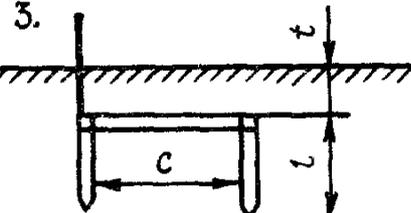
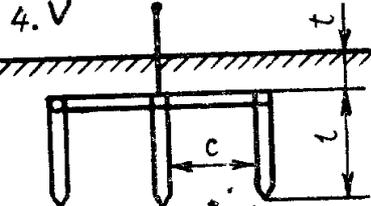
а) один (и более) железобетонный подожник длиной не менее 2 м или одна (и более) железобетонная свая длиной не менее 5 м;

б) заглубленная в землю не менее чем на 5 м стойка железобетонной опоры диаметром не менее 0,20 м;

в) железобетонный фундамент произвольной формы с площадью поверхности контакта с землей не менее 10 м²;

г) искусственный заземлитель, состоящий из трех вертикальных электродов и более длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом, при расстоянии между вертикальными электродами не менее 5 м. Минимальные сечения (диаметры) электродов определяются по табл. 3.

Таблица 2 – Конструкции заземлителей для отдельно стоящих молниеотводов

Заземлитель	Эскиз	Размеры, м
Железобетонный подножник	1. 	
Железобетонная свая	2. 	
Стальной двухстержневой: полоса размером 40×4 мм; стержни диаметром d=10÷20 мм	3. 	
Стальной трехстержневой: полоса размером 40×4 мм; стержни диаметром d=10÷20 мм	4. V 	

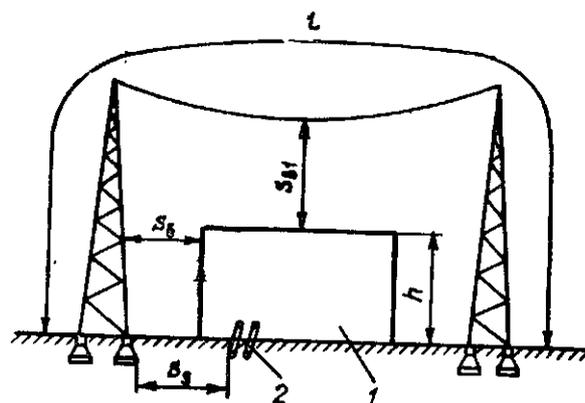


Рис. 2. Отдельно стоящий тросовый молниеотвод.
Обозначения те же, что и на рис. 1

Таблица 3 – Минимальные сечения (диаметры) электродов

Форма токоотвода и заземлителя	Сечение (диаметр) токоотвода и заземлителя, проложенных	
	снаружи здания на воздухе	в земле
Круглые токоотводы и перемычки диаметром, мм	6	–
Круглые вертикальные электроды диаметром, мм	–	10
Круглые горизонтальные* электроды диаметром, мм	–	10
Прямоугольные электроды: сечением, мм ²	48	160
толщиной, мм	4	4

* Только для выравнивания потенциала внутри зданий и для прокладки наружных контуров на дне котлована по периметру здания.

2.3. Наименьшее допустимое расстояние S_B по воздуху от защищаемого объекта до опоры (токоотвода) стержневого или тросового молниеотвода (см. рис. 1 и 2) определяется в зависимости от высоты здания, конструкции заземлителя и эквивалентного удельного электрического сопротивления грунта ρ , Ом·м.

Для зданий и сооружений высотой не более 30 м наименьшее допустимое расстояние S_B , м, равно:

– при $\rho \leq 100$ Ом·м для заземлителя любой конструкции, приведенной в п. 2.2, $S_B = 3$ м;

– при $100 < \rho \leq 1000$ Ом·м:

– для заземлителей, состоящих из одной железобетонной сваи, одного железобетонного подножника или заглубленной стойки железобетонной опоры, длина которых указана в п. 2.2а, б, $S_B = 3 + 10^{-2}(\rho - 100)$;

– для заземлителей, состоящих из четырех железобетонных свай либо подножников, расположенных в углах прямоугольника на расстоянии 3–8 м один от другого, или железобетонного фундамента произвольной формы с площадью поверхности контакта с землей не менее 70 м², или искусственных заземлителей указанных п. 2.2г, $S_B = 4$ м.

Для зданий и сооружений большей высоты определенное выше значение S_B должно быть увеличено на 1 м в расчете на каждые 10 м высоты объекта сверх 30 м.

2.4. Наименьшее допустимое расстояние S_{B_i} от защищаемого объекта до троса в середине пролета (рис. 2) определяется в зависимости от конструкции заземлителя, эквивалентного удельного сопротивления грунта ρ , Ом·м; и суммарной длины l молниеприемников и токоотводов.

При длине $l < 200$ м наименьшее допустимое расстояние S_{B_i} , м, равно:

– при $\rho \leq 100$ Ом·м для заземлителя любой конструкции, приведенной в п.

2.2, $S_{Вi}=3,5$ м;

– при $100 < \rho \leq 1000$ Ом·м:

- для заземлителей, состоящих из одной железобетонной сваи, одного железобетонного подножника или заглубленной стойки железобетонной опоры, длина которых указана в п. 2.2а, б, $S_{Вi}=3,5+3 \cdot 10^{-3} (\rho - 100)$;
- для заземлителей, состоящих из четырех железобетонных свай или подножников, расположенных на расстоянии 3–8 м один от другого или искусственных заземлителей, указанных в п. 2.2г, $S_{Вi}=4$ м.

При суммарной длине молниеприемников и токоотводов 200–300 м наименьшее допустимое расстояние $S_{Вi}$ должно быть увеличено на 2 м по сравнению с определенными выше значениями.

2.5. Для исключения заноса высокого потенциала в защищаемое здание или сооружение по подземным металлическим коммуникациям (в том числе по электрическим кабелям любого назначения) заземлители защиты от прямых ударов молнии должны быть по возможности удалены от этих коммуникаций на максимальные расстояния, допустимые по технологическим требованиям. Наименьшие допустимые расстояния S_3 (см. рис. 1, 2) в земле между заземлителями защиты от прямых ударов молнии и коммуникациями, вводимыми в здания и сооружения I категории, должны составлять $S_3=5В+2$ (м), при $S_{В}$ по п. 2.3.

2.6. При наличии на зданиях и сооружениях прямых газоотводных и дыхательных труб для свободного отвода в атмосферу газов, паров и взвесей взрывоопасной концентрации в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное полушарием радиусом 5 м.

Для газоотводных и дыхательных труб, оборудованных колпаками или «гусаками», в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное цилиндром высотой H и радиусом R :

– для газов тяжелее воздуха при избыточном давлении внутри установки менее 5,05 кПа (0,05 ат) $H=1$ м, $R=2$ м; 5,05–26,25 кПа (0,05–0,25 ат) $H=2,5$ м, $R=5$ м;

– для газов легче воздуха при избыточном давлении внутри установки:

- до 25,25 кПа $H=2,5$ м, $R=5$ м;
- свыше 25,25 кПа $H=5$ м, $R=5$ м.

Не требуется включать в зону защиты молниеотводов пространство над обрезом труб: при выбросе газов невзрывоопасной концентрации; наличии азотного дыхания; при постоянно горящих факелах и факелах, поджигаемых в момент выброса газов; для вытяжных вентиляционных шахт, предохранительных и аварийных клапанов, выброс газов взрывоопасной концентрации из которых осуществляется только в аварийных случаях.

2.7. Для защиты от вторичных проявлений молнии должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

а) металлические конструкции и корпуса всего оборудования и аппаратов, находящиеся в защищаемом здании, должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок, указанному в п. 1.7, или к

железобетонному фундаменту здания (с учетом требований п. 1.8). Наименьшие допустимые расстояния в земле между этим заземлителем и заземлителями защиты от прямых ударов молнии должны быть в соответствии с п. 2.5;

б) внутри зданий и сооружений между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их взаимного сближения на расстояние менее 10 см через каждые 20 м следует приваривать или припаивать перемычки из стальной проволоки диаметром не менее 5 мм или стальной ленты сечением не менее 24 мм²; для кабелей с металлическими оболочками или броней перемычки должны выполняться из гибкого медного проводника в соответствии с указаниями СНиП 3.05.06–85;

в) в соединениях элементов трубопроводов или других протяженных металлических предметов должны быть обеспечены переходные сопротивления не более 0,03 Ом на каждый контакт. При невозможности обеспечения контакта с указанным переходным сопротивлением с помощью болтовых соединений необходимо устройство стальных перемычек, размеры которых указаны в подпункте «б».

2.8. Защита от заноса высокого потенциала по подземным металлическим коммуникациям (трубопроводам, кабелям в наружных металлических оболочках или трубах) должна осуществляться путем их присоединения на вводе в здание или сооружение к арматуре его железобетонного фундамента, а при невозможности использования последнего в качестве заземлителя — к искусственному заземлителю, указанному в п. 2.2.г.

2.9. Защита от заноса высокого потенциала по внешним наземным (надземным) металлическим коммуникациям должна осуществляться путем их заземления на вводе в здание или сооружение и на двух ближайших к этому вводу опорах коммуникации. В качестве заземлителей следует использовать железобетонные фундаменты здания или сооружения и каждой из опор, а при невозможности такого использования (см. п. 1.8) — искусственные заземлители, согласно п. 2.2.г.

2.10. Ввод в здания воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ, сетей телефона, радио, сигнализации должен осуществляться только кабелями длиной не менее 50 м с металлической броней или оболочкой или кабелями, приложенными в металлических трубах.

На вводе в здание металлические трубы, броня и оболочки кабелей, в том числе с изоляционным покрытием металлической оболочки (например, ААШв, ААШп), должны быть присоединены к железобетонному фундаменту здания или (см. п. 1.8) к искусственному заземлителю, указанному в п. 2.2.г.

В месте перехода воздушной линии электропередачи в кабель металлические броня и оболочка кабеля, а также штыри или крючья изоляторов воздушной линии должны быть присоединены к заземлителю, указанному в п. 2.2.г. К такому же заземлителю должны быть присоединены штыри или крючья изоляторов на опоре воздушной линии электропередачи, ближайшей к месту перехода в кабель.

Кроме того, в месте перехода воздушной линии электропередачи в кабель между каждой жилой кабеля и заземленными элементами должны быть обеспечены закрытые воздушные искро-вые промежутки длиной 2–3 мм или установлен вентильный разрядник низкого напряжения, например РВН-0,5.

Защита от заноса высоких потенциалов по воздушным линиям электропередачи напряжением выше 1 кВ, вводимым в подстанции, размещенные в защищаемом здании (внутрицеховые или пристроенные), должна выполняться в соответствии с ПУЭ.

Молниезащита II категории

2.11. Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений II категории с неметаллической кровлей должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими зону защиты в соответствии с требованиями табл. 1, п. 2.6 и приложения 3. При установке молниеотводов на объекте от каждого стержневого молниеприемника или каждой стойки тросового молниеприемника должно быть обеспечено не менее двух токоотводов. При уклоне кровли не более 1:8 может быть использована также молниеприемная сетка при обязательном выполнении требований п. 2.6.

Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм и уложена на кровлю сверху или под несгораемые или трудносгораемые утеплитель или гидроизоляцию. Шаг ячеек сетки должен быть не более 6 м. Узлы сетки должны быть соединены сваркой. Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) должны быть присоединены к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы — оборудованы дополнительными молниеприемниками, также присоединенными к молниеприемной сетке.

Установка молниеприемников или наложение молниеприемной сетки не требуется для зданий и сооружений с металлическими фермами при условии, что в их кровлях используются несгораемые или трудносгораемые утеплители и гидроизоляция.

На зданиях и сооружениях с металлической кровлей в качестве молниеприемника должна использоваться сама кровля. При этом все выступающие неметаллические элементы должны быть оборудованы молниеприемниками, присоединенными к металлу кровли, а также соблюдены требования п. 2.6.

Токоотводы от металлической кровли или молниеприемной сетки должны быть проложены к заземлителям не реже чем через 25 м по периметру здания.

2.12. При прокладке молниеприемной сетки и установке молниеотводов на защищаемом объекте всюду, где это возможно, в качестве токоотводов следует использовать металлические конструкции зданий и сооружений (колонны, фермы, рамы, пожарные лестницы и т. п., а также арматуру железобетонных конструкций) при условии обеспечения непрерывной электрической связи в соединениях конструкций и арматуры с молниеприемниками и заземлителями, выполняемых, как правило, сваркой.

Токоотводы, прокладываемые по наружным стенам зданий, следует располагать не ближе чем в 3 м от входов или в местах, не доступных для прикосновения людей.

2.13. В качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии во всех возможных случаях (см. п. 1.8) следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.

При невозможности использования фундаментов предусматриваются искусственные заземлители:

- при наличии стержневых и тросовых молниеотводов каждый токоотвод присоединяется к заземлителю, отвечающему требованиям п. 2.2г;
- при наличии молниеприемной сетки или металлической кровли по периметру здания или сооружения прокладывается наружный контур следующей конструкции:
 - в грунтах с эквивалентным удельным сопротивлением $\rho \leq 500$ Ом·м при площади здания более 250 м^2 выполняется контур из горизонтальных электродов, уложенных в земле на глубине не менее $0,5 \text{ м}$, а при площади здания менее 250 м^2 к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной $2\text{--}3 \text{ м}$;
 - в грунтах с удельным сопротивлением $500 < \rho \leq 1000$ Ом·м при площади здания более 900 м^2 достаточно выполнить контур только из горизонтальных электродов, а при площади здания менее 900 м^2 к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается не менее двух вертикальных или горизонтальных лучевых электродов длиной $2\text{--}3 \text{ м}$ на расстоянии $3\text{--}5 \text{ м}$ один от другого.

Минимально допустимые сечения (диаметры) электродов искусственных заземлителей определяются по табл. 3.

В зданиях большой площади наружный контур заземления может также использоваться для выравнивания потенциала внутри здания в соответствии с требованиями п. 1.9.

Во всех возможных случаях заземлитель защиты от прямых ударов молнии должен быть объединен с заземлителем электроустановок в соответствии с указаниями п. 1.7.

2.14. При установке отдельно стоящих молниеотводов расстояние от них по воздуху и в земле до защищаемого объекта и вводимых в него подземных коммуникаций не нормируется.

2.15. Наружные установки, содержащие горючие и сжиженные газы и легковоспламеняющиеся жидкости, следует защищать от прямых ударов молнии следующим образом:

а) корпуса установок из железобетона, металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом объекте или отдельно стоящими;

б) металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары вместимостью менее 200 м^3 независимо от толщины металла крыши, а также металлические кожухи теплоизолированных установок достаточно присоединить к заземлителю.

2.16. Для резервуарных парков, содержащих сжиженные газы, общей вместимостью более 8000 м^3 , а также для резервуарных парков с корпусами из металла и железобетона, содержащих горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости, при общей вместимости группы резервуаров более 100 тыс. м^3 защиту от прямых ударов молнии следует, как правило, выполнять отдельно стоящими молниеотводами.

2.17. Очистные сооружения подлежат защите от прямых ударов молнии, если температура вспышки содержащегося в сточных водах продукта превышает его рабочую температуру менее чем на 10 °С. В зону защиты молниеотводов должно входить пространство, основание которого выходит за пределы очистного сооружения на 5 м в каждую сторону от его стенок, а высота равна высоте сооружения плюс 3 м.

2.18. Если на наружных установках или в резервуарах (наземных или подземных), содержащих горючие газы или легковоспламеняющиеся жидкости, имеются газоотводные или дыхательные трубы, то они и пространство над ними (см. п. 2.6) должны быть защищены от прямых ударов молнии. Такое же пространство защищается над срезом горловины цистерн, в которые происходит открытый налив продукта на сливноналивной эстакаде. защите от прямых ударов молнии подлежат также дыхательные клапаны и пространство над ними, ограниченное цилиндром высотой 2,5 м с радиусом основания 5 м.

Для резервуаров с плавающими крышами или понтонами в зону защиты молниеотводов должно входить пространство, ограниченное поверхностью, любая точка которой отстоит на 5 м от легковоспламеняющейся жидкости в кольцевом зазоре.

2.19. Для наружных установок, перечисленных в пп. 2.15–2.18, в качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии следует по возможности использовать железобетонные фундаменты этих установок или опор отдельно стоящих молниеотводов либо выполнять искусственные заземлители, состоящие из одного вертикального или горизонтального электрода длиной не менее 5 м.

К этим заземлителям, размещенным не реже чем через 50 м по периметру основания установки, должны быть присоединены корпуса наружных установок или токоотводы установленных на них молниеотводов, число заземлителей — не менее двух.

2.20. Для защиты зданий и сооружений от вторичных проявлений молнии должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

а) металлические корпуса всего оборудования и аппаратов, установленных в защищаемом здании (сооружении), должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок, соответствующему указаниям п. 1.7, или к железобетонному фундаменту здания (с учетом требований п. 1.8);

б) внутри здания между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их сближения на расстояние менее 10 см через каждые 30 м должны быть выполнены перемычки в соответствии с указаниями п. 2.76;

в) во фланцевых соединениях трубопроводов внутри здания следует обеспечить нормальную затяжку не менее четырех болтов на каждый фланец.

2.21. Для защиты наружных установок от вторичных проявлений молнии металлические корпуса установленных на них аппаратов должны быть присоединены к заземляющему устройству электрооборудования или к заземлителю защиты от прямых ударов молнии.

На резервуарах с плавающими крышами или понтонами необходимо устанавливать не менее двух гибких стальных перемычек между плавающими крышами или понтонами и металлическим корпусом резервуара или тоководами установленных на резервуаре молниеотводов.

2.22. Защита от заноса высокого потенциала по подземным коммуникациям осуществляется присоединением их на вводе в здание или сооружение к заземлителю защиты от прямых ударов молнии.

2.23. Защита от заноса высокого потенциала по внешним наземным (надземным) коммуникациям выполняется путем их присоединения на вводе в здание или сооружение к заземлителю защиты от прямых ударов молнии, а на ближайшей к вводу опоре коммуникации — к ее железобетонному фундаменту. При невозможности использования фундамента (см. п. 1.8) должен быть установлен искусственный заземлитель, состоящий из одного вертикального или горизонтального электрода длиной не менее 5 м.

2.24. Защита от заноса высокого потенциала по воздушным линиям электропередачи, сетям телефона, радио и сигнализации должна быть выполнена в соответствии с п. 2.10.

Молниезащита III категории

2.25. Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений, относимых по устройству молниезащиты к III категории, должна выполняться одним из способом, указанных в п. 2.11, с соблюдением требований пп. 2.12 и 2.14.

При этом в случае использования молниеприемной сетки шаг ее ячеек должен быть не более 12×12 м.

2.26. Во всех возможных случаях (см. п. 1.7) в качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.

При невозможности их использования выполняют искусственные заземлители:

- каждый токоотвод от стержневых и тросовых молниеприемников должен быть присоединен к заземлителю, состоящему из двухвертикальных электродов (и более) длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом длиной не менее 5 м;

- при использовании в качестве молниеприемников сетки или металлической кровли по периметру здания в земле на глубине не менее 0,5 м должен быть проложен наружный контур, состоящий из горизонтальных электродов. В грунтах с эквивалентным удельным сопротивлением $500 < \rho \leq 1000$ Ом·м и при площади здания менее 900 м² к этому контуру в местах присоединения токоотводов следует приваривать по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной 2–3 м.

Минимально допустимые сечения (диаметры) электродов искусственных заземлителей определяются по табл. 3.

В зданиях большой площади (шириной более 100 м) наружный контур заземления может также использоваться для выравнивания потенциала внутри здания в соответствии с требованиями п. 1.9.

Во всех возможных случаях заземлитель защиты от прямых ударов молнии должен быть объединен с заземлителем электроустановки, указанным в гл. 1.7 ПУЭ.

2.27. При защите строений для крупного рогатого скота и конюшен

отдельно стоящими молниеотводами их опоры и заземлители следует располагать не ближе чем в 5 м от входа в строения.

При установке молниеприемников или укладке сетки на защищаемом строении в качестве заземлителей следует использовать железобетонный фундамент (см. п. 1.8) или наружный контур, проложенный по периметру строения под асфальтовой или бетонной отмосткой в соответствии с указаниями п. 2.26.

К заземлителям защиты от прямых ударов молнии должны быть присоединены находящиеся внутри строения металлические конструкции, оборудование и трубопроводы, а также устройства выравнивания электрических потенциалов.

2.28. Защита от прямых ударов молнии металлических скульптур и обелисков, указанных в п. 17 табл. 1, обеспечивается присоединением их к заземлителю любой конструкции, приведенной в п. 2.26.

При наличии часто посещаемых площадок вблизи таких сооружений большой высоты должно быть выполнено выравнивание потенциала в соответствии с п. 1.10.

2.29. Молниезащита наружных установок, содержащих горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С и соответствующих п. 6 табл. 1, должна быть выполнена следующим образом:

а) корпуса установок из железобетона и корпуса установок и резервуаров из металла при толщине крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом сооружении или отдельно стоящими;

б) металлические корпуса установок и резервуаров при толщине крыши 4 мм и более следует присоединять к заземлителю.

Конструкции заземлителей должны отвечать требованиям п. 2.19.

2.30. Расположенные в сельской местности небольшие строения с неметаллической кровлей, соответствующие указанным в пп. 5 и 9 табл. 1, подлежат защите от прямых ударов молнии одним из упрощенных способов:

а) при наличии на расстоянии 3–10 м от строения деревьев, в 2 раза и более превышающих его высоту с учетом всех выступающих на кровле предметов (дымовые трубы, антенны и т. д.), по стволу ближайшего из деревьев должен быть проложен токоотвод, верхний конец которого выступает над кроной дерева не менее чем на 200 мм. У основания дерева токоотвод должен быть присоединен к заземлителю;

б) если конец кровли соответствует наибольшей высоте строения, над ним должен быть подвешен тросовый молниеприемник, возвышающийся над коньком не менее чем на 250 мм. Опорами для молниеприемника могут служить закрепленные на стенах строения деревянные планки. Токоотводы прокладывают с двух сторон по торцевым стенам строения и присоединяют к заземлителям. При длине строения менее 10 м токоотвод и заземлитель могут быть выполнены только с одной стороны;

в) при наличии возвышающейся над всеми элементами кровли дымовой трубы над ней следует установить стержневой молниеприемник высотой не менее 200 мм, проложить по кровле и стене строения токоотвод и присоединить его к заземлителю;

г) при наличии металлической кровли ее следует хотя бы в одной точке присоединить к заземлителю; при этом токоотводами могут служить наружные металлические лестницы, водостоки и т. п. К кровле должны быть присоединены все выступающие на ней металлические предметы.

Во всех случаях следует применять молниеприемники и токоотводы минимальным диаметром 6 мм, а в качестве заземлителя — один вертикальный высотой 2–3 м или горизонтальный электрод длиной 2–3 м минимальным диаметром 10 мм, уложенный на глубине не менее 0,5 м.

Соединения элементов молниеотводов допускаются сварные и болтовые.

2.31. Защита от прямых ударов молнии неметаллических труб башен, вышек высотой более 15 м должна быть выполнена путем установки на этих сооружениях при их высоте:

- до 50 м — одного стержневого молниеприемника высотой не менее 1 м;
- от 50 до 150 м — двух стержневых молниеприемников высотой не менее 1 м, соединенных на верхнем торце трубы;
- более 150 м — не менее трех стержневых молниеприемников высотой 0,2–0,5 м или по верхнему торцу трубы должно быть уложено стальное кольцо сечением не менее 160 мм².

В качестве молниеприемника может также использоваться защитный колпак, устанавливаемый на дымовой трубе, или металлические конструкции типа антенн, устанавливаемые на телебашнях.

При высоте сооружения до 50 м от молниеприемников должна быть предусмотрена прокладка одного токоотвода; при высоте сооружения более 50 м токоотводы должны быть проложены не реже чем через 25 м по периметру основания сооружения, их минимальное количество два.

Сечения (диаметры) токоотводов должны удовлетворять требованиям табл. 3, а в зонах с высокой загазованностью или агрессивными выбросами в атмосферу диаметры токоотводов должны быть не менее 12 мм.

В качестве токоотводов могут использоваться ходовые металлические лестницы, в том числе с болтовыми соединениями звеньев, и прочие вертикальные металлические конструкции.

На железобетонных трубах в качестве токоотводов следует использовать арматурные стержни, соединенные по высоте трубы сваркой, скруткой или внахлест; при этом прокладка наружных токоотводов не требуется. Соединение молниеприемника с арматурой должно выполняться минимум в двух точках.

Все соединения молниеприемников с токоотводами должны быть выполнены сваркой.

Для металлических труб, башен, вышек установка молниеприемников и прокладка токоотводов не требуется.

В качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии металлических и неметаллических труб, башен, вышек следует использовать их железобетонные фундаменты согласно п. 1.8. При невозможности использования фундаментов на каждый токоотвод должен быть предусмотрен искусственный заземлитель из двух стержней, соединенных горизонтальным электродом (см. п. 3 табл. 2); при периметре основания сооружения не более 25 м искусственный заземлитель может быть выполнен в виде горизонтального контура, проложенного на глубине не менее 0,5 м и выполненного из электрода круглого сечения (см. табл. 3). При

использовании в качестве токоотводов арматурных стержней сооружения их соединения с искусственными заземлителями должны выполняться не реже чем через 25 м при минимальном количестве присоединений, равном двум.

При возведении неметаллических труб, башен, вышек металлоконструкции монтажного оборудования (грузопассажирские и шахтные подъемники, кран-укосина и др.) должны быть присоединены к заземлителям. В этом случае временные мероприятия по молниезащите на период строительства могут не выполняться. 2.32. Для защиты от заноса высокого потенциала по внешним наземным (надземным) металлическим коммуникациям их необходимо на вводе в здание или сооружение присоединить к заземлению защиты от прямых ударов молнии.

2.33. Защита от заноса высокого потенциала по воздушным линиям электропередачи напряжением до 1 кВ и линиям связи и сигнализации должна выполняться в соответствии с ПУЭ и ведомственными нормативными документами.

3. КОНСТРУКЦИИ МОЛНИЕОТВОДОВ

3.1. Опоры стержневых молниеотводов должны быть рассчитаны на механическую прочность как свободно стоящие конструкции, а опоры тросовых молниеотводов — с учетом натяжения троса и действия на него ветровой и гололедной нагрузок.

3.2. Опоры отдельно стоящих молниеотводов могут выполняться из стали любой марки, железобетона или дерева.

3.3. Стержневые молниеприемники должны быть изготовлены из стали любой марки сечением не менее 100 мм² и длиной не менее 200 мм и защищены от коррозии оцинкованием, лужением или окраской.

Тросовые молниеприемники должны быть выполнены из стальных многопроволочных канатов сечением не менее 35 мм².

3.4. Соединения молниеприемников с токоотводами и токоотводов с заземлителями должны выполняться, как правило, сваркой, а при недопустимости огневых работ разрешается выполнение болтовых соединений с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом при обязательном ежегодном контроле последнего перед началом грозового сезона.

3.5. Токоотводы, соединяющие молниеприемники всех видов с заземлителями, следует выполнять из стали размерами не менее указанных в табл. 3.

3.6. При установке молниеотводов на защищаемом объекте и невозможности использования в качестве токоотводов металлических конструкций здания (см. п. 2.12) токоотводы должны быть проложены к заземлителям по наружным стенам здания кратчайшими путями.

3.7. Допускается использование любых конструкций железобетонных фундаментов зданий и сооружений (свайных, ленточных и т. п.) в качестве естественных заземлителей молниезащиты (с учетом требований п. 1.8).

Допустимые размеры одиночных конструкций железобетонных фундаментов, используемых в качестве заземлителей, приведены в табл. 2.

3.8. Рекомендуемые конструкции и размеры сосредоточенных искусственных заземлителей приведены в табл. 2. Минимально допустимые сечения (диаметры) электродов искусственных заземлителей нормированы в табл. 3.

Приложение 1

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

1. Прямой удар молнии (поражение молнией) – непосредственный контакт канала молнии с зданием или сооружением, сопровождающийся протеканием через него тока молнии.

2. 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.

3. Занос высокого потенциала – перенесение в защищаемое здание или сооружение по протяженным металлическим коммуникациям (подземным и наземным (надземным) трубопроводам, кабелям и т. п.) электрических потенциалов, возникающих при прямых и близких ударах молнии и создающих опасность искрения внутри защищаемого объекта.

4. Молниеотвод – 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.

5. Зона защиты молниеотвода – 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.

6. Конструктивно молниеотводы разделяются на следующие виды:
стержневые — с вертикальным расположением молниеприемника;
тросовые (протяженные) — с горизонтальным расположением молниеприемника, закрепленного на двух заземленных опорах;
сетки — многократные горизонтальные молниеприемники, пересекающиеся под прямым углом и укладываемые сверху на защищаемое здание.

7. Отдельно стоящие молниеотводы – это те, опоры которых установлены на земле на некотором удалении от защищаемого объекта.

8. Одиночный молниеотвод – это единичная конструкция стержневого или тросового молниеотвода.

9. Двойной (многократный) молниеотвод – это два (или более) стержневых и тросовых молниеотвода, образующих общую зону защиты.

10. Заземлитель молниезащиты – один или несколько проводников, находящихся в соприкосновении с землей и 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.

11. Естественные заземлители – заглубленные в землю металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений.

12. Искусственные заземлители – специально проложенные в земле контуры из полосовой или круглой стали; сосредоточенные конструкции, состоящие из вертикальных и горизонтальных проводников.

Приложение 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ГРОЗОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ГРОЗОПОРАЖАЕМОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Среднегодовая продолжительность гроз в произвольном пункте на территории СССР определяется по карте (рис. 3), или по утвержденным для некоторых областей СССР региональным картам продолжительности гроз, или по средним многолетним (порядка 10 лет) данным метеостанции, ближайшей от места нахождения здания или сооружения.

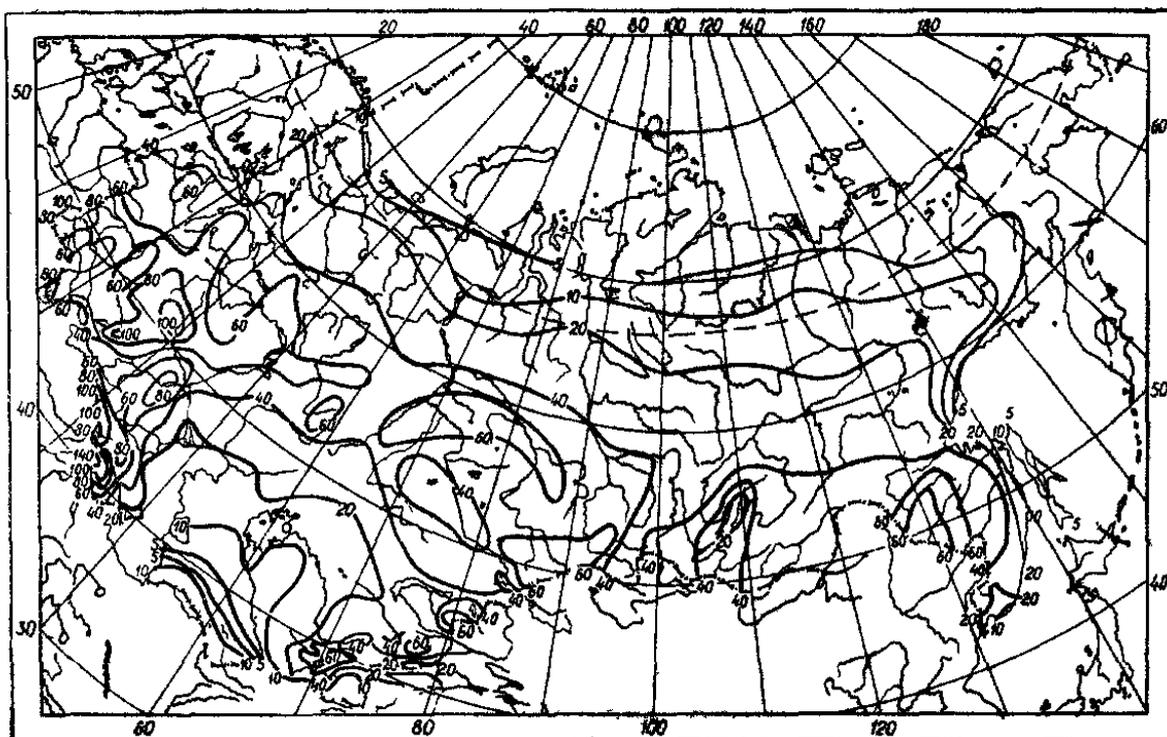


Рис. 3 – Карта средней за год продолжительности гроз в часах для территории СССР

Подсчет ожидаемого количества N поражений молнией в год производится по формулам:

для сосредоточенных зданий и сооружений (дымовые трубы, вышки, башни)

$$N = 9\pi h^2 n \cdot 10^{-6},$$

для зданий и сооружений прямоугольной формы

$$N = \left[(S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2 \right] \cdot n \cdot 10^{-6},$$

где h – наибольшая высота здания или сооружения, м;

S, L – соответственно ширина и длина здания или сооружения, м;

n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности

(удельная плотность ударов молнии в землю) в месте нахождения здания или сооружения.

Для зданий и сооружений сложной конфигурации в качестве S и L рассматриваются ширина и длина наименьшего прямоугольника, в который может быть вписано здание или сооружение в плане.

Для произвольного пункта на территории СССР удельная плотность ударов молнии в землю n определяется исходя из среднегодовой продолжительности гроз в часах следующим образом:

Среднегодовая продолжительность гроз, ч	Удельная плотность ударов молнии в землю n , 1/(км ² ·год)
10—20	1
20—40	2
40—60	4
60—80	5,5
80—100	7
100 и более	8,5

ЗОНЫ ЗАЩИТЫ МОЛНИЕОТВОДОВ

1. Одиночный стержневой молниеотвод

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус (рис. ПЗ.1), вершина которого находится на высоте $h_0 < h$. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_0 . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения h_x представляет собой круг радиусом r_x .

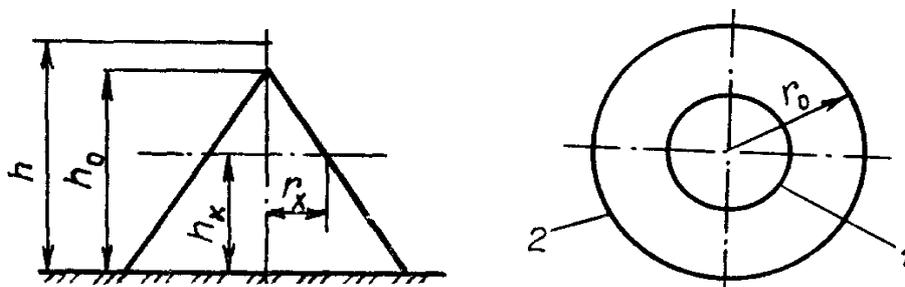


Рис ПЗ.1 Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода:
1 – границы зоны защиты на уровне h_x ; 2 – то же на уровне земли

1.1. Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой $h \leq 150$ м имеют следующие габаритные размеры.

Зона А: $h_0 = 0,85h$; $r_0 = (1,1 - 0,002h)h$; $r_x = (1,1 - 0,002h) \cdot (h - h_x / 0,85)$.

Зона Б: $h_0 = 0,92h$; $r_0 = 1,5A$; $r_x = 1,5 \cdot (h - h_x / 0,92)$.

Для зоны Б высота $h \leq 150$ м одиночного стержневого молниеотвода при известных значениях h_x и r_x и может быть определена по формуле $h = (r_x + 1,63h_x / h_x) / 1,5$.

1.2. Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой $150 < h < 600$ м имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:

$$h_0 = [0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3} (h - 150)]h;$$

$$r_0 = [0,8 - 1,8 \cdot 10^{-3} (h - 150)]h;$$

$$r_x = [0,8 - 1,8 \cdot 10^{-3} (h - 150)] \cdot h \cdot \left\{ 1 - \frac{h_x}{[0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3} (h - 150)] \cdot h} \right\}$$

Зона Б:

$$h_0 = [0,92 - 0,8 \cdot 10^{-3} (h - 150)]h;$$

$$r_0 = 225 \text{ м};$$

$$r_x = 225 - \left[\frac{225h_x}{0,92 - 0,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)} \right] \cdot h$$

2. Двойной стержневой молниеотвод

2.1. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой $h \leq 150$ м представлена на рис. ПЗ.2. Торцевые области зоны защиты определяются как зоны одиночных стержневых молниеотводов, габаритные размеры которых h_0 , r_0 , r_{x1} , r_{x2} определяются по формулам п. 1.1 настоящего приложения для обоих типов зон защиты

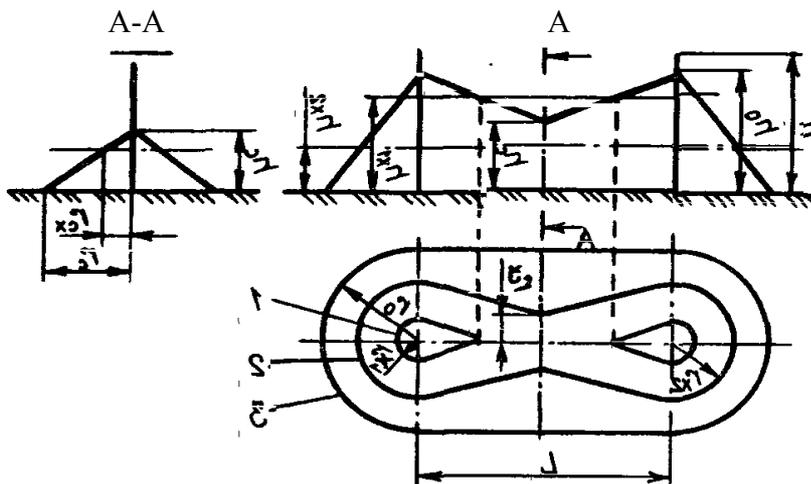


Рис. ПЗ.2. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

Внутренние области зон защиты двойного стержневого молниеотвода имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:

при $L \leq h$

$$h_c = h_0; \quad r_{cx} = r_x; \quad r_c = r_0;$$

при $h < L \leq 2h$

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h) \cdot (L - h);$$

$$r_c = r_0; \quad r_{cx} = r_0(h_c - h_x) / h_c;$$

при $2h < L \leq 4h$

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h) \cdot (L - h);$$

$$r_c = r_0 \left[1 - \frac{0,2(L - 2h)}{h} \right];$$

$$r_{cx} = r_c(h_c - h_x) / h_c.$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами $L > 4h$ для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Зона Б:

при $L \leq h$

$$h_c = h_0; \quad r_{cx} = r_x; \quad r_c = r_0;$$

при $h < L \leq 6h$

$$h_c = h_0 - 0.14(L - h); \quad r_c = r_0; \quad r_{cx} = r_0(h_c - h_x) / h_c.$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами $L > 6h$ для построения зоны Б молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

При известных значениях h_c и L (при $r_{cx} = 0$) высота молниеотвода для зоны Б определяется по формуле $h = (h_c + 0.14L) / 1.06$.

2.2. Зона защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты h_1 и $h_2 \leq 150$ м приведена на рис. ПЗ.3. Габаритные размеры торцевых областей зон защиты h_{01} , h_{02} , r_{01} , r_{02} , r_{x1} , r_{x2} определяются по формулам п. 1.1 как для зон защиты обоих типов одиночного стержневого молниеотвода. Габаритные размеры внутренней области зоны защиты определяются по формулам:

$$r_c = (r_{01} + r_{02}) / 2; \quad h_c = (h_{c1} + h_{c2}) / 2; \quad r_{cx} = r_c(h_c - h_x) / h_c,$$

где значения h_{c1} и h_{c2} вычисляются по формулам для h_c п. 2.1 настоящего приложения.

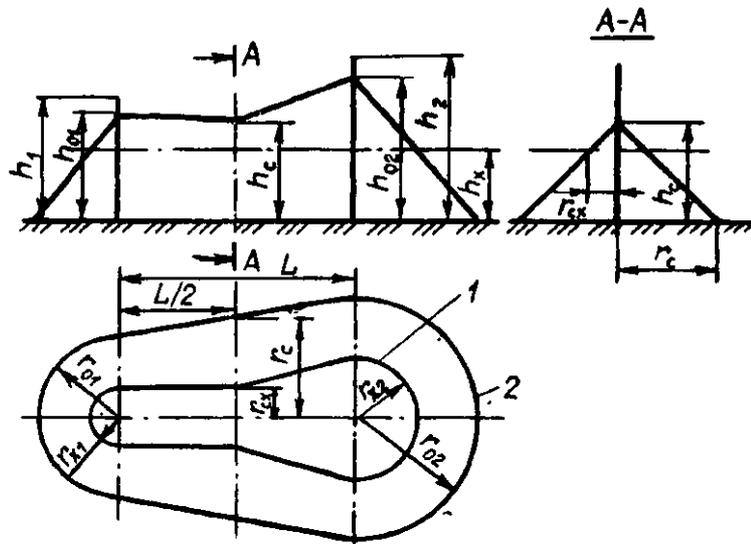


Рис. ПЗ.3. Зона защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты. Обозначения те же, что и на рис. ПЗ.1.

Для двух молниеотводов разной высоты построение зоны А двойного стержневого молниеотвода выполняется при $L \leq 4h_{\min}$, а зоны Б — при $L \leq 6h_{\min}$. При соответствующих больших расстояниях между молниеотводами они рассматриваются как одиночные.

3. Многократный стержневой молниеотвод

Зона защиты многократного стержневого молниеотвода (рис. ПЗ.4) определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых

молниеотводов высотой $h \leq 150$ м (см. пп. 2.1 и 2.2 настоящего приложения).

Основным условием защищенности одного или нескольких объектов высотой h_x с надежностью, соответствующей надежности зоны А и зоны Б, является выполнение неравенства $r_{cx} > 0$ для всех попарно взятых молниеотводов. В противном случае построение зон защиты должно быть выполнено для одиночных или двойных стержневых молниеотводов в зависимости от выполнения условий п. 2 настоящего приложения.

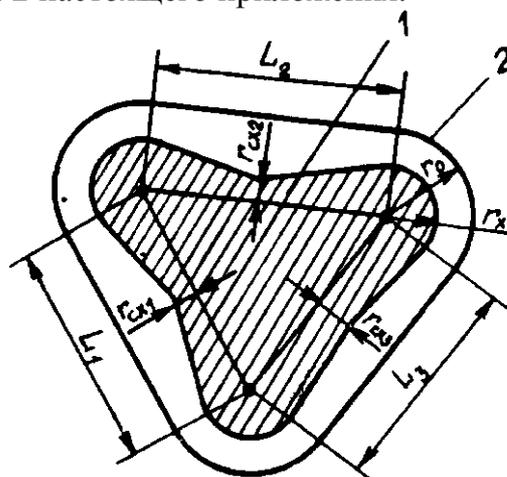


Рис. ПЗ.4. Зона защиты (в плане) многократного стержневого молниеотвода.
Обозначения те же, что и на рис. ПЗ.1

4. Одиночный тросовый молниеотвод

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода высотой $h \leq 150$ м приведена на рис. ПЗ.5, где h - высота троса в середине

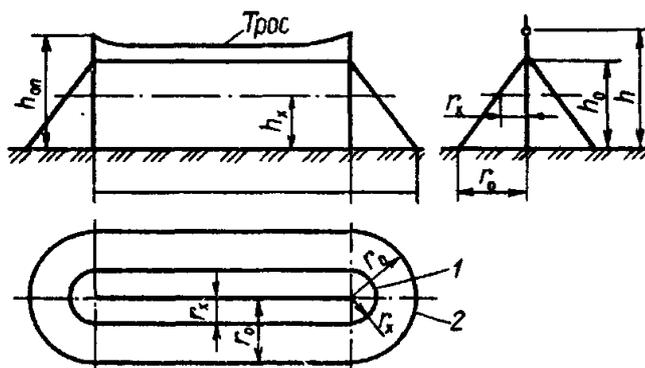


Рис. ПЗ.5. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода.
Обозначения те же, что и на рис. ПЗ.1

пролета. С учетом стрелы провеса троса сечением 35-50 мм² при известной высоте опор $h_{оп}$ и длине пролета "а" высота троса определяется, м:

$$h = h_{оп} - 2 \text{ при } a < 120;$$

$$h = h_{оп} - 3 \text{ при } 120 < a < 150.$$

Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:

$$h_0=0.85h; \quad r_0=(1.35-0.0025h)h; \\ r_x=(1.35-0.0025h) \cdot (h-h_x/0.85).$$

Зона Б: $h_0=0.92h; \quad r_0=1.7h; \quad r_x=1.7(h-h_x/0.92).$

Для зоны типа Б высота одиночного тросового молниеотвода при известных значениях h_x и r_x определяется по формуле $h=(r_x+1.85h_x)/1.7$.

5. Двойной тросовый молниеотвод

5.1. Зона защиты двойного тросового молниеотвода высотой $h \leq 150$ м приведена на рис. ПЗ.6. Размеры r_0, h_0, r_x для зон защиты А и Б определяются по соответствующим формулам п.4 настоящего приложения. Остальные размеры зон определяются следующим образом.

Зона А:

при $L \leq h$

$$h_c=h; \quad r_{cx}=r_x; \quad r_c=r_0;$$

при $h < L \leq 2h$

$$h_c=h_0-(0.14+5 \cdot 10^{-4}h)(L-h);$$

$$r_{x'}=\frac{L(h_0-h_x)}{2(h_0-h_c)};$$

$$r_c=r_0; \quad r_{cx}=r_0(h_c-h_x)/h_c;$$

при $2h < L \leq 4h$

$$h_c=h_0-(0.14+5 \cdot 10^{-4}h)(L-h);$$

$$r_{x'}=\frac{L(h_0-h_x)}{2(h_0-h_c)};$$

$$r_c=r_0 \left[1 - \frac{0.2(L-2h)}{h} \right];$$

$$r_{cx}=r_c(h_c-h_x)/h_c.$$

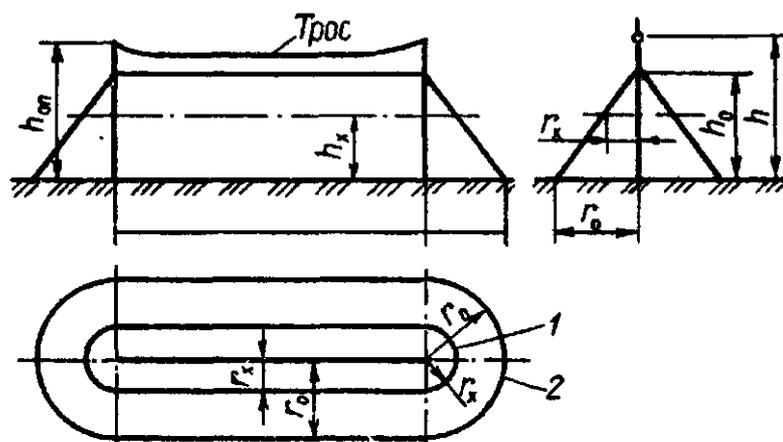


Рис. ПЗ.6. Зона защиты двойного тросового молниеотвода
Обозначения те же, что и на рис. ПЗ.2

При расстоянии между тросовыми молниеотводами для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Зона Б:

при $L \leq h$

$$h_c = h_0; r_{cx} = r_x; r_c = r_0;$$

при $h < L \leq 6h$

$$h_c = h_0 - 0.12(L - h);$$

$$r'_x = \frac{L(h_0 - h_x)}{2(h_0 - h_c)};$$

$$r_c = r_0; r_{cx} = r_0(h_c - h_x)/h_c.$$

При расстоянии между тросовыми молниеотводами $L > 6h$. для построения зоны Б молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

При известных значениях h_c и L (при $r_{cx} = 0$) высота тросового молниеотвода для зоны Б определяется по формуле $h = (h_c + 0.12L)/1.06$.

5.2. Зона защиты двух тросов разной высоты h_1 и h_2 приведена на рис. ПЗ.7.

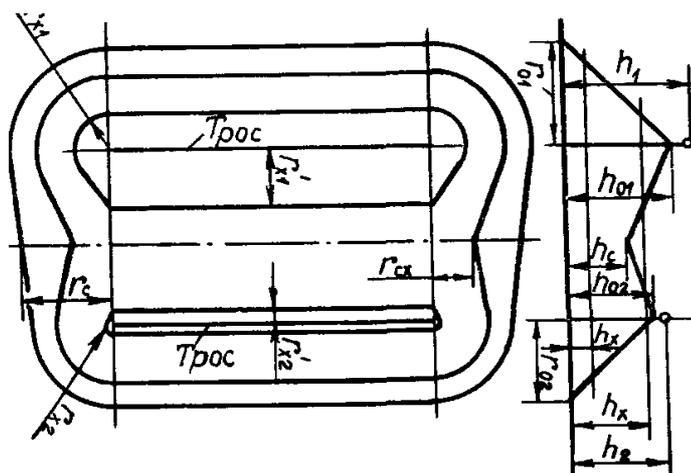


Рис. ПЗ.7. Зона защиты двух тросовых молниеотводов разной высоты

Значения $r_{01}, r_{02}, h_{01}, h_{02}, r_{x1}, r_{x2}$ определяются по формулам п. 4 настоящего приложения как для одиночного тросового молниеотвода. Для определения размеров r_c и h_c используются формулы:

$$r_c = (r_{01} + r_{02}) / 2 ;$$

$$h_c = (h_{c1} + h_{c2}) / 2,$$

где h_{c1} и h_{c2} вычисляются по формулам для h_c п. 5.1 настоящего приложения.

Далее по формулам того же п. 4 вычисляются r'_{x1} , r'_{x2} , r_{cx} .