

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ РД 34.21.122-87 И СО-153-34.21.122-2003 ПО МОЛНИЕЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**С.В. Воронин, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматриваются основные положения двух инструкций по устройству молниезащиты зданий и сооружений: категории (классы), зоны защиты (уровни). Приводится сравнительный аналитический расчет, анализ полученных результатов для одиночного тросового и стержневого молниеотводов.

Ключевые слова: инструкция, молниезащита, вероятность, надежность, зона защиты, молниеотвод, категория

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE REGULATORY REQUIREMENTS OF RD 34.21.122-87 AND WITH-153-34.21.122-2003 THE LIGHTNING PROTECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

S.V. Voronin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article discusses the main provisions of the two instructions on the device of lightning protection of buildings and structures: categories (classes), protection zones (levels). A comparative analytical calculation and analysis of the results obtained for a single cable and rod lightning rods are presented.

Keywords: instruction, lightning protection, probability, reliability, protection zone, lightning rod, category

Для создания работоспособных, эффективных и оптимальных для каждого объекта систем разработаны общепризнанные нормативы проектирования и организации молниезащиты. Существуют международные и отечественные стандарты и правила. Кроме того, в России различают отраслевые и корпоративные стандарты (например Газпрома, МОЭК и т.п.). В основу всех норм, регламентирующих проектирование молниезащиты, положен многолетний опыт человечества по организации электробезопасности жилых домов и промышленных предприятий, а также особенности современных построек.

Современные специалисты, занимающиеся вопросами проектирования и создания молниезащиты современных построек любого назначения, отмечают, что требования Международной электротехнической комиссии (МЭК) гораздо строже в сравнении с инструкцией советских времен и даже более поздними российскими изданиями ГОСТов. Как правило, если российские инструкции не дают полный объем необходимой информации для правильного и эффективного создания защиты от молний, профессионалы используют признанные в мире стандарты МЭК.

Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 (РД) [1] и инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО-153-34.21.122-2003 (СО) [2] действуют в Российской Федерации одновременно, хотя между ними существуют некоторые различия. Также кроме перечисленных инструкций рекомендуется следовать положениям следующих документов:

- Правила устройства электроустановок 7-е издание, главы 2.4, 2.5, 4.2;
- Стандарт МЭК 61024-1 «Молниезащита зданий и сооружений. Общие положения»;
- Стандарт МЭК 61312-1 «Защита от импульсного перенапряжения. Общие положения»;

– Стандарт МЭК 62305-1-2010 «Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы»;

– Стандарт МЭК 62305-2-2010 «Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска».

В инструкции СО из-за отсутствия справочных материалов возникают определенные трудности в ее применении. Поэтому в настоящее время целесообразно использовать сотрудникам Государственной противопожарной службы МЧС России инструкцию РД, поскольку она не входит в структуру РАО «ЕЭС России», а инструкцию СО – как справочную.

Инструкция РД устанавливает три категории молниезащиты зданий и сооружений, обозначаемых римскими цифрами I, II, III, и два типа зон защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов, обозначаемых буквами А и Б. При этом зонам защиты А и Б установлена ориентировочная степень надежности молниезащиты соответственно 0,995 и 0,95.

Инструкция СО подразделяет объекты молниезащиты на четыре класса. Для обычных объектов предусматривается четыре уровня защиты от прямого удара молнии: 0,8; 0,90; 0,95; 0,98. Для специальных объектов уровень защиты устанавливается в пределах $0,9 \div 0,999$.

Сравнительный анализ двух инструкций показал, что [3]:

1. В инструкции РД более формализована процедура определения категории и зоны защиты, в зависимости от классов пожаро- и взрывоопасных зон. В инструкции СО она выражена более субъективно.

2. Инструкция РД предназначена для работы пользователей, в то же время СО содержит информацию, которая им не так нужна, а в большей степени подходит разработчику: пиковое значение тока, полный заряд, заряд в импульсе, удельная энергия, средняя крутизна. При том, что нет указаний, откуда брать эти параметры для расчета молниезащиты конкретного объекта.

3. В инструкции РД четко прописаны организационно-технические мероприятия, что необходимо делать для трех категорий, какие можно использовать молниеотводы. В инструкции СО формулы пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При более высоких молниеотводах рекомендуется пользоваться специальной методикой, без ссылки на нее.

4. Приведенные в РД формулы позволяют определять высоту молниеотводов и зону их защиты в зависимости от габаритов объекта и типа зоны защиты. При этом они даются дополнительно для двух стержневых и двух тросовых молниеотводов разной высоты, а также для многократного стержневого молниеотвода. Формулы в СО для расчета зон защиты пяти простейших молниеотводов даны для обеспечения надежности 0,9; 0,99 и 0,999.

5. Если в инструкции РД для I категории молниезащиты указывается наименьшее допустимое расстояние по воздуху от защищаемого объекта до опоры молниеотвода, то в СО такого понятия нет.

6. Наиболее ярким отличием, например инструкции РД 34.21.122-87 от норм ИЕС, при создании внешней защиты является отсутствие подробного описания организации молниеприемной сети для сложных рельефных крыш, а также отсутствие рекомендаций по рекомендуемым к использованию материалам для заземлений и т.д. При обустройстве внутренней системы защиты стандарты МЭК детально описывают применение разрядников без искровых промежутков для предотвращения пожаров, выхода из строя бытовой техники, промышленного оборудования и внутренних сетей.

7. Инструкция СО не дает расчетных формул при проектировании молниезащиты для обычных объектов, в ней отсутствуют требования к грозозащите на взрывоопасных зданиях и сооружениях, а также не описывается защита электроники и электрооборудования от перенапряжений.

Положительным в инструкции СО является учет новых технических решений: защита оптических кабельных линий; от вторичных воздействий молнии; экранирование; соединения внутри защищаемого объекта; заземление; устройства защиты от перенапряжений и т.д.

Для сравнения двух инструкций произведем расчет.

Определить соответствие молниезащиты прямоугольного здания длиной $L=10$ м, шириной $S=6$ м и высотой $h_x=4$ м требованиям пожарной безопасности. Для защиты от прямых ударов молнии используются одиночный тросовый молниеотвод (рис. 1) высотой 5 м (с учетом провеса) над поверхностью крыши, расположенный вдоль центральной линии крыши здания, с расстоянием между точками подвеса тросов на крыше $a=10$ м. Для инструкции СО предусмотренная надежность защиты равна 0,99. Для инструкции РД используются аналитические выражения для зон защиты А и Б.

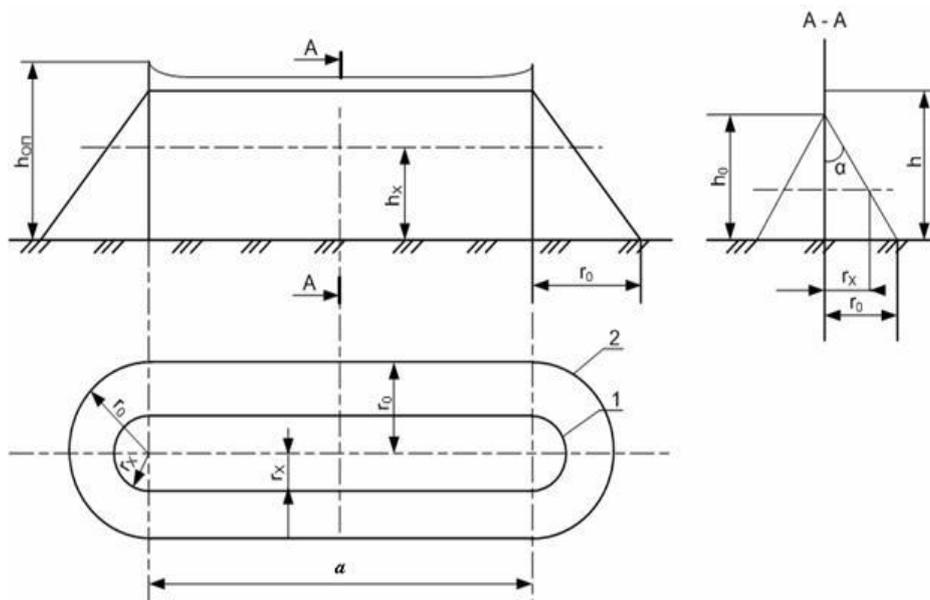


Рис. 1. Одиночный тросовый молниеотвод

Расчет по инструкции СО.

1) Определим высоту молниеотвода, сложив высоту здания и высоту тросового молниеотвода над поверхностью крыши:

$$h=5+4=9 \text{ м.}$$

2) Исходя из предусмотренной надежности защиты здания, определим высоту защитного конуса и его радиус:

а) высота конуса $h_0 = 0,8 \cdot h = 0,8 \cdot 9 = 7,2 \text{ м}$;

б) радиус конуса $r_0 = 0,95 \cdot h = 0,95 \cdot 9 = 8,55 \text{ м}$.

3) Определим полуширину r_x зоны защиты требуемой надежности на высоте h_x от поверхности земли:

$$r_x = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{8,55 \cdot (7,2 - 4)}{7,2} = \frac{10,82}{2} = 3,8 \text{ м} .$$

Поскольку полуширина здания, равная 3 м, меньше полуширины зоны защиты 3,8 м, то здание полностью вписывается в зону защиты одиночного тросового молниеотвода и, следовательно, принятый вариант молниезащиты соответствует требованиям пожарной безопасности.

Расчет по инструкции РД с зоной защиты типа Б (0,95):

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 9 = 8,28 \text{ (м)}; r_0 = 1,7 \cdot h = 1,7 \cdot 9 = 15,3 \text{ (м)};$$

$$r_x = 1,7 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right) = 1,7 \cdot \left(9 - \frac{4,0}{0,92} \right) = 7,9 > 3 \text{ (м)}$$

– соответствует (с запасом).

Для зоны защиты типа А (0,995), получаем:

$$h_0 = 0,85 \cdot h = 0,85 \cdot 9 = 7,65 \text{ (м)} ;$$

$$r_0 = (1,35 - 0,0025 \cdot h) \cdot h = (1,35 - 0,0025 \cdot 9) \cdot 9 = 11,95 \text{ (м)}.$$

Определим радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x здания:

$$r_x = (1,35 - 0,0025 \cdot h) \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right) = (1,35 - 0,0025 \cdot 9) \cdot \left(9 - \frac{4}{0,85} \right) = 5,7 > 3 \text{ (м)}$$

– соответствует, но уже с меньшим запасом.

Полученные данные сведены в табл. 1.

Таблица 1. Расчет для одиночного троссового молниеотвода

Тип молниеотвода	Инструкция по молниезащите		
	СО	РД, тип зоны защиты	
Одиночный троссовый	p=0,99	Б(p=0,95)	А(p=0,995)
Радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x , м	3,8>3,0	7,9>3,0	5,7>3,0

Необходимо определить соответствие молниезащиты прямоугольного здания $L=9$ м, $S=6$ м и $h_x=5,5$ м требованиям пожарной безопасности. Для защиты от прямых ударов молнии используется одиночный стержневой молниеотвод (рис. 2), расположенный в центре крыши здания, с молниеприемником типа МП-1 длиной $L_m=5,5$ м. Полученные данные сведены в табл. 2.

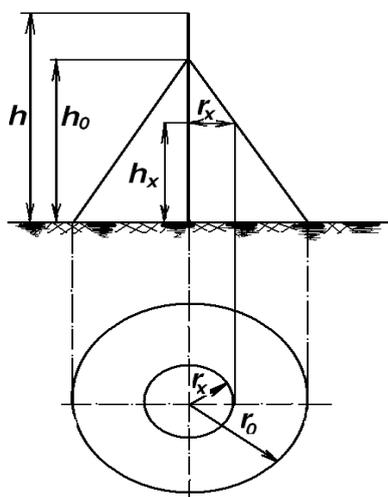


Рис. 2. Одиночный молниеотвод

Таблица 2. Расчет для одиночного стержневого молниеотвода

Тип молниеотвода	Инструкция по молниезащите		
	СО	РД, тип зоны защиты	
Одиночный стержневой	$p=0,9$	Б ($p=0,95$)	А ($p=0,995$)
Радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x , м	$5,44 > 5,41$	$7,54 > 5,41$	$4,88 < 5,41$

На основании проведенного анализа требований нормативных документов по молниезащите РД 34.21.122-87 и СО-153-34.21.122-2003 можно сделать следующие выводы.

Анализ полученных результатов для молниеотводов показывает, что расчеты, выполненные по инструкции СО, получаются более жесткими. Для обеспечения одинаковых значений радиусов горизонтального сечения высоту молниеотводов, рассчитанных по СО, необходимо увеличивать, что обеспечит большую надежность защиты, по сравнению с надежностью защиты, обеспечиваемой при расчете по РД, но будет связано с увеличением материальных и финансовых затрат.

Прежде чем ставить вопрос о переходе от использования инструкции РД 34.21.122-87 к использованию инструкции СО-153-34.21.122-2003 необходимо полностью завершить разработку последней, обеспечив ее необходимыми справочными материалами.

Работа по завершению разработки инструкции СО-153-34.21.122-2003 предстоит еще большая, ее целесообразно заканчивать коллективу МЭИ, который разработал опубликованную часть этой инструкции, а, следовательно, имеет необходимый задел; остается только профинансировать такую работу, например РАО «ЕЭС России».

В конечном итоге необходимо в ближайшее время скорректировать указанные недостатки и подготовить новую инструкцию по молниезащите с учетом последних нормативных и руководящих документов.

Литература

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.03.2018).

2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО-153-34.21.122-2003 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.03.2018).

3. Воронин С.В., Скрипник И.Л. Современное состояние нормативных документов в области молниезащиты // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2018. С. 92–96.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ EXCEL НА ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО»)

И.Л. Данилов, кандидат физико-математических наук, доцент;

Н.И. Егорова, кандидат физико-математических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены вопросы применения интерактивных технологий обучения на основе среды программирования EXCEL при проведении лабораторно-практических занятий