

УДК 621.316.9/614.8

Оценка риска в проектировании систем молниезащиты зданий и сооружений

© А.С. Харламенков ✉

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена возможность применения оценки риска при молниезащите для целей обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Показаны примеры ограниченной гибкости применения существующих нормативных требований к молниезащите объектов. Отмечена необходимость внедрения современных методов оценки риска при проектировании систем молниезащиты. Выполнены анализ и описание методики определения отдельных компонентов риска гибели людей при непосредственном ударе молнии в объект и/или возникновении пожара (взрыва). Приведены основные достоинства и недостатки существующей методики оценки риска и пути ее совершенствования.

Ключевые слова: удар молнии; пожар; взрыв; гибель человека; опасное событие; расчет вероятности

Для цитирования: Харламенков А.С. Оценка риска в проектировании систем молниезащиты зданий и сооружений // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2020. Т. 29. № 5. С. 100–104.

✉ Харламенков Александр Сергеевич, e-mail: h_a_s@live.ru

Risk assessment in the design of lightning protection systems of buildings and structures

© Aleksandr S. Kharlamenkov ✉

State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)

ABSTRACT

The possibility of using risk assessment in lightning protection for the purposes of ensuring fire safety of buildings and structures is considered. Examples of limited flexibility of application of existing regulatory requirements for lightning protection of facilities are shown. The need to introduce modern methods of risk assessment in the design of lightning protection systems is noted. Analysis and description of the methodology for determining the individual components of the risk of death of people with a direct lightning strike into an object and/or the occurrence of a fire (explosion) is performed. The main advantages and disadvantages of the existing risk assessment method and ways of its improvement are given.

Keywords: lightning strike; fire; explosion; death of a person; dangerous event; calculating the probability

For citation: Kharlamenkov A.S. Risk assessment in the design of lightning protection systems of buildings and structures. *Pozharovzryvobezопасnost/Fire and Explosion Safety*. 2020; 29(5):100-104. (rus.).

✉ Aleksandr Sergeevich Kharlamenkov, e-mail: h_a_s@live.ru



ВОПРОС:

В рубрике «Вопрос – Ответ» № 6 журнала за 2019 г. [1] и № 1, 2 за 2020 г. [2, 3] были рассмотрены существующие технические решения молниезащиты зданий и сооружений от прямых ударов молнии и ее вторичных воздействий (внешняя и внутренняя молниезащита). Представленное многообразие способов защиты объектов с применением активных молниеприемников и устройств нейтрализации прямого удара молнии (зеленая молниезащита), а также организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности производственных про-

цессов в условиях грозовой активности (превентивная молниезащита) указывает на тесную связь системы молниезащиты с системой обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Применение обеих систем преследует одну цель — защиту людей и имущества от опасных и негативных воздействий природного и техногенного характера в повседневной жизни и при возникновении чрезвычайных ситуаций. Очевидно, что отсутствие молниезащиты на объекте ведет к повышению его пожарной опасности. Это утверждение особенно актуально как для объектов индивидуального жилищного

строительства (ИЖС), так и для промышленных зданий и сооружений, расположенных в местах с низкой плотностью застройки и имеющих пожар- и взрывоопасные производства.

Отдельного рассмотрения требуют случаи размещения объектов защиты в пределах городской черты. Многие специалисты соглашаются с тем, что принятые меры по защите от ударов молнии отдельных зданий и сооружений могут являться избыточными при наличии вблизи них более высоких строений, имеющих свою систему молниезащиты. Но такой вариант не рассматривается в действующих нормативных документах по молниезащите, а значит, требует более детального изучения с последующим ответом на вопрос: как можно обосновать отсутствие или необходимость наличия конкретного вида молниезащиты на объекте, а также определить ее влияние на состояние системы пожарной безопасности?

ОТВЕТ:

На сегодняшний день в действующих нормативных документах по пожарной безопасности термин «молниезащита» практически не встречается. Исключением является ст. 50 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности (далее — № 123-ФЗ)¹, где устройство молниезащиты является одним из способов исключения условий образования в горючей среде источников зажигания. Это означает, что технические решения и мероприятия по защите объектов от опасных проявлений молнии входят в систему предотвращения пожара и являются ее неотъемлемой частью согласно гл. 13 № 123-ФЗ (рис. 1).

¹ Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: принят Государственной Думой 4 июля 2008 г.: одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 г.

Существующие инструкции по молниезащите^{2,3} не включены в Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований №123-ФЗ⁴, но используются в отдельных «добровольных» ГОСТах из Перечня к Техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений (№ 384-ФЗ)⁵. Например, по требованиям ч. 14 СП 423.1325800.2018⁶ для взрывоопасных объектов и п. 9.21 СП 451.1325800.2019⁷ для общественных зданий с деревянными конструкциями молниезащита должна предусматриваться в любом случае. Указанные выше примеры стандартов относятся

² РД 34.21.122–87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений: утверждена Главтехуправлением Минэнерго СССР, введена в действие 12 октября 1987 г.

³ СО 153-34.21.122–2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций: утверждена и введена в действие приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 280.

⁴ Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: введен в действие 14 июля 2020 г.

⁵ Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: введен в действие 2 апреля 2020 г.

⁶ Электроустановки низковольтные зданий и сооружений. Правила проектирования во взрывоопасных зонах: (СП 423.1325800.2018): утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2018 г. № 845/пр и введен в действие с 25 июня 2019 г.

⁷ Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования: (СП 451.1325800.2019): утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 22 октября 2019 г. № 643/пр и введен в действие с 23 апреля 2020 г.

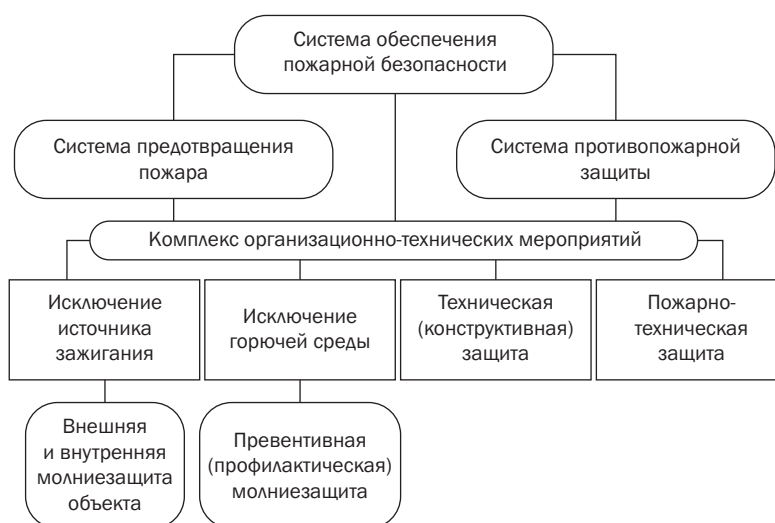


Рис. 1. Место молниезащиты в структуре системы обеспечения пожарной безопасности

к добровольным, а значит, у собственника имеется возможность не выполнять данные требования по молниезащите. В таком случае у него должно быть обоснование отсутствия системы молниезащиты на объекте, которое можно предоставить в виде оценки риска.

Когда речь идет о невыполнении отдельных требований норм пожарной безопасности на объекте защиты, на помощь собственнику приходит расчет рисков, определяющий минимальный перечень технических решений и организационных мер, позволяющих снизить индивидуальный пожарный риск до нормативных значений (ст. 93 № 123-ФЗ). Аналогичным образом можно поступить и при проектировании молниезащиты объекта. Для этих целей существует действующий ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010⁸, который усердно стараются не включать в ссылочную литературу других нормативных документов.

В ст. 50 № 123-ФЗ указывается, что соответствие проектных значений параметров и других проектных характеристик здания, а также проектируемых мероприятий по обеспечению его безопасности при отсутствии к ним требований в нормативной литературе должны быть обоснованы одним или несколькими способами, например:

- моделированием сценариев возникновения *опасных природных процессов и явлений* и(или) техногенных воздействий;
- оценкой риска возникновения *опасных природных процессов и явлений* и(или) техногенных воздействий.

Следовательно, при рассмотрении различных пожаро- и взрывоопасных сценариев и выполнении оценки риска можно учитывать опасность проявления разрядов молний.

Согласно ежегодной статистике пожаров и взрывов от прямых ударов молнии и ее вторичных проявлений, в среднем 500 случаев приводят к гибели порядка 10 человек и экономическому ущербу 100 тыс. руб. [4]. Эти показатели справедливы только для случаев непосредственного воздействия разрядов на человека или здание, которые также могут являться источниками зажигания. В обобщенной статистике для грозовых разрядов нет отдельных сведений о последствиях от прямых ударов молнии и ее вторичных воздействий. Такое положение вещей объясняется сложностью определения источника зажигания, особенно при значительной площади пожара. Удары молнии — явление, которое может быть подтверждено в основном очевидцами при проведении расследования причин пожара. Тем не менее, используя информацию о метеорологической обстановке в зоне ЧС, представляется возможным оценить вероятность появления и пожарную опасность грозовых разрядов.

⁸ ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010. Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. № 795-ст.

На этапе сбора данных для последующего определения частоты реализации пожароопасных ситуаций на объекте по Методике⁹ предлагается учитывать окружающую гидрометеорологическую обстановку. Полученные данные следует использовать не только для оценки возможного развития пожара по территории или за пределами объекта, но и для получения данных о грозовой активности в рассматриваемом районе.

Среднее количество опасных событий в год N_D в виде прямых ударов молнии в объект можно оценить аналитически по формуле ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010:

$$N_D = N_g A_D C_D \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где N_g — плотность ударов молнии в землю, 1/км в год;

A_D — площадь стягивания ударов молнии в области защиты здания, м;

C_D — коэффициент, характеризующий рельеф местности и окружение объекта другими строениями.

Величина $N_g \approx 0,1 T_D$. По картам грозовой активности в данном регионе или по статистическим данным ближайших метеостанций¹⁰ определяется количество грозовых дней в году T_D .

Площадь стягивания молний A_D получают графическим способом или путем расчетов при известных габаритных размерах здания (сооружения). В общем случае, для любого возвышающегося над поверхностью земли объекта высотой H значение $A_D = 3H$ (рис. 2, а), т.е. для прямоугольного здания длиной L , шириной W и высотой H площадь защиты можно рассчитать по формуле:

$$A_D = LW + 2(3H)(L + W) + \pi(3H)^2. \quad (2)$$

Для более сложной формы здания с разной высотой отдельных элементов площадь области защиты определяется путем объединения полученных графическим методом площадей, рассчитанных по формуле (2) (рис. 2, б).

В зависимости от рельефа местности и наличия вокруг здания других более высоких или низких объектов можно определить повышающий или понижающий коэффициент. В случае присутствия вблизи объекта строений большей высоты в уравнение (1) вносится понижающий коэффициент C_D . Список возможных значений коэффициента C_D представлен в табл. А.1 ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010. Как видно, уже на этапе оценки опасных событий N_D стандарт ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 учитывает особенности расположения объекта защиты, чего нет в действующих инструкциях РД 34.21.122-87 и СО 153-34.21.122-2003.

⁹ Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : утверждена приказом МЧС РФ от 10 мая 2009 г. № 404 (в ред. Приказа МЧС РФ от 14 декабря 2010 г. № 649), введена в действие 4 марта 2011 г.

¹⁰ Онлайн-сводка грозовых очагов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meteocenter.asia/ts.php?f=hour> (дата обращения 02.10.2020 г.).

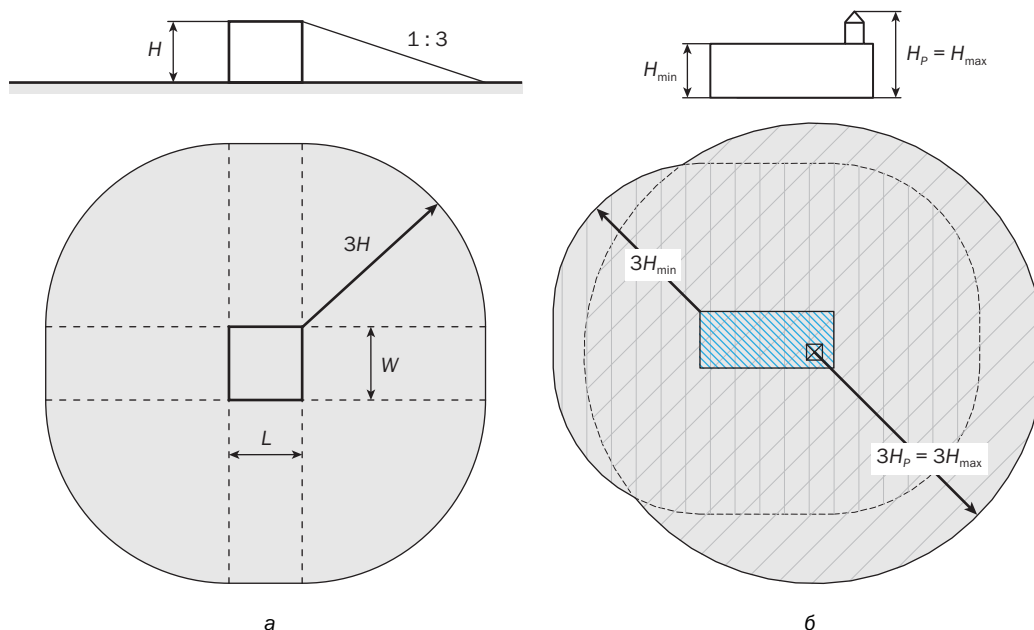


Рис. 2. Площадь области защиты здания (серый цвет): а — для прямоугольного здания высотой H ; б — для здания различной высоты

На основании полученного значения опасных событий N_D в стандарте предусмотрена возможность определить вероятность гибели или травмирования людей R_A от поражения электрическим током на объекте защиты при ударе молнии. Значение R_A определяется по формуле:

$$R_A = N_D P_A L_A, \quad (3)$$

где P_A — вероятность того, что удар молнии в объект защиты может привести к гибели или травме человека;

L_A — косвенные потери, связанные с опасным событием и ведущие к гибели людей (пожар, взрыв, обрушение и т.п. при ударе молнии в объект защиты).

Вероятность P_A учитывает наличие внешних и внутренних систем молниезащиты и защиты от вторичных проявлений молнии. При отсутствии систем молниезащиты вероятность P_A принимается равной 1.

Косвенный ущерб L_A для жизни и здоровья человека учитывает: среднее количество людей, подвергающихся опасности при ударе молнии в здание; вид грунта (пола); количество и длительность присутствия людей на объекте и вблизи его опасной зоны (площадь стягивания).

По ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 полученное значение R_A не должно превышать предельно допустимого $R_T = 10^{-5}$ в год (приемлемый риск). Значения приемлемого риска по стандарту носят рекомендательный характер и могут быть изменены с учетом особенностей функционирования различных объектов и их пожаровзрывоопасности.

Помимо оценки вероятности R_A , методика, изложенная в стандарте, позволяет оценить вероятность R_B возникновения пожара или взрыва от удара молнии в объект защиты. Ее оценка представляет наибольший интерес с позиции обеспечения пожарной безопасности объекта. На значение R_B влияют габаритные размеры здания,

наличие в нем горючих веществ и материалов, систем молниезащиты и противопожарной защиты. Вероятность R_B определяется аналогично формуле (3) с учетом данных, полученных из формулы (1):

$$R_B = N_D P_B L_B, \quad (4)$$

где P_B — вероятность того, что удар молнии в объект защиты может привести к повреждению здания;

L_B — косвенные потери, связанные с опасным событием и ведущие к повреждению здания (пожар, взрыв, обрушение и т.п. при ударе молнии в объект защиты).

Вероятность P_B выбирается по табл. В.2 ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 и зависит от вида применяемой молниезащиты, материалов кровли и стен объекта защиты. При отсутствии молниезащиты вероятность P_B равна 1.

Потери L_B включают в себя те же компоненты, что и L_A , а также два важных коэффициента снижения потерь: r_p — за счет использования противопожарного оборудования; r_f — в зависимости от опасности возникновения пожара в здании (наличие взрывоопасных зон или количества пожарной нагрузки) и повышающий коэффициент h_z , определяющий уровень паники (функциональная пожарная опасность здания и количество человек в нем).

Обе вероятности R_A и R_B являются компонентами одного из видов риска R_1 — риска гибели и травмирования людей.

Конечно, это не все компоненты оценки риска R_1 , представленные в стандарте, но возможность его применения в целях обеспечения пожарной безопасности объекта и защиты людей является вполне реальной и в некотором смысле необходимой мерой.

Представленные выше данные по оценке риска требуют на сегодняшний день дальнейшего уточнения. Особенно это касается повышающих и понижающих коэффициентов, которые приняты в стандарте ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010, в общем смысле, из воздуха. По факту, они должны выбираться на основании статистических или иных обоснованных данных с учетом степени влияния на значение конечной величины риска отдельных его составляющих [5, 6]. Некоторые из представленных в ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 параметров получены с помощью математической статистики [7], позволяющей количественно оценить опасность разрядов молнии для объекта защиты. В то же время такая оценка указывает на неоднозначность определения отдельных составляющих риска [8].

Основной целью большинства специалистов, применяющих данную методику, является введение конкретных требований по видам, составу и структуре систем молниезащиты в зависимости от полученных значений риска. Другими словами, следует найти путь для перехода от расчетов к практике. Для этого ведется активная работа по систематизации имеющейся информации в виде экспресс-таблиц [9], которые должны появиться в новых редакциях стандарта ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010. Они должны помочь проектировщикам выбрать конкретные технические решения и мероприятия по защите объекта, обеспечивающие приемлемый риск.

Следует отметить, что методика оценки риска поражения человека и здания прямым ударом молнии и ее вторичными воздействиями применяется в Республике Беларусь в виде ТКП 336-2011¹¹ и является обязательной составляющей при проектировании, реконструкции, ремонте зданий и сооружений различного назначения.

Таким образом, существующая методика оценки риска удара молнии и ее вторичных воздействий в ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 может успешно применяться специалистами в проектной практике для определения наиболее вероятных событий, ведущих к возникновению пожара (взрыва) и возможной гибели людей и выбору обоснованной системы молниезащиты объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харламенков А.С. Современная молниезащита зданий и сооружений. Часть 1 // Пожаровзрывобезопасность/ Fire and Explosion Safety. 2019. Т. 28. № 6. С. 89–91. URL: <https://www.fire-smi.ru/jour/article/view/810>

¹¹ Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций : (ТКП 336-2011 (02230)) : введена в действие 12 августа 2011 г. Минск (Респ. Беларусь): Минэнерго, 2011.

2. Харламенков А.С. Современная молниезащита зданий и сооружений. Часть 2 // Пожаровзрывобезопасность/ Fire and Explosion Safety. 2020. Т. 29. № 1. С. 89–92. URL: <https://www.fire-smi.ru/jour/article/view/826>

3. Харламенков А.С. Современная молниезащита зданий и сооружений. Часть 3 // Пожаровзрывобезопасность/ Fire and Explosion Safety. 2020. Т. 29, № 2. С. 63–67. URL: <https://www.fire-smi.ru/jour/article/view/848>

4. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: Статистический сборник / под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М. : ВНИИПО, 2020. 80 с.

5. Farkas T.D., Szedenik N., Kiss I. Sensitivity analysis in lightning protection risk management: Journal of Electrostatics, 2013. Vol. 71. Pp. 582–585. DOI: 10.1016/j.elstat.2012.12.040

6. Kasza Z., Kovacs K. Risk analysis about lightning protection for buildings focusing on risk of loss of human life // Procedia Manufacturing. 2019. Vol. 32. Pp. 458–465. DOI: 10.1016/j.promfg.2019.02.240

7. Gellén T.B., Szedenik N., Kiss I., Németh B. On the problems regarding the risk calculation used in IEC 62305 // Journal of Physics: Conference Series, Volume 301, 13th International Conference on Electrostatics 10–14 April 2011, Bangor, Wales, UK. 2011. 4 p. DOI: 10.1088/1742-6596/301/1/012065

8. Bouqueneau C. A critical view on lightning protection international standard: Engineering // Journal of Electrostatics. 2007. Vol. 65. Pp. 395–399. DOI: 10.1016/j.elstat.2006.09.009

9. Szedenik N., Bodócs T., Kiss I., Berta I. Developed simplification of the risk assessment // The 33rd International Conference on Lightning Protection (ICLP). IEEE. 2016. 4 p. DOI: 10.1109/ICLP.2016.7791378

Материал поступил в редакцию 15.10.2020

Received October 15, 2020

Информация об авторе

ХАРЛАМЕНКОВ Александр Сергеевич, старший преподаватель кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Российская Федерация; ПИНЦ ID: 763967; e-mail: h_a_s@live.ru

Information about the author

Aleksandr S. KHARLAMENKOV, Senior Lecturer of Department of Special Electrical Engineering, Automation Systems and Communication, State Fire Academy of Emercom of Russia; Moscow, Russian Federation; ID RISC: 763967; e-mail: h_a_s@live.ru