



Алексей Федоров, руководитель направления обучения, ООО «ДЕН РУС»

## АНАЛИЗ РИСКА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

В последние годы подход к проектированию систем молниезащиты зданий и сооружений претерпевает существенные изменения, связанные в первую очередь с введением в действие на территории России стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК). Эти документы помогают разработать эффективные меры защиты от молнии с учетом их экономического эффекта и в соответствии с процедурами менеджмента риска.

### СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТОВ

Самый старый из действующих нормативных документов РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» предписывает выбирать категорию молниезащиты, определяющую ее надежность, строго в соответствии с типом и назначением здания или сооружения (определяет степень опасности в результате поражения молнией), его размерами и местоположением (учитывает характеристики интенсивности грозовой деятельности в месте расположения и частоту поражения молнией). Эти предписания сведены в таблицу, согласно которой проектировщик получает однозначный ответ о необходимости применения системы молниезащиты в том или ином случае и ее категории.

Принимая во внимание более чем тридцатилетнюю давность разработки данного нормативного документа, применение такого подхода в современных условиях в ряде случаев может привести к некорректным результатам, не учитывающим

особенности современных зданий и сооружений, а также экономическую составляющую применения защитных мер.

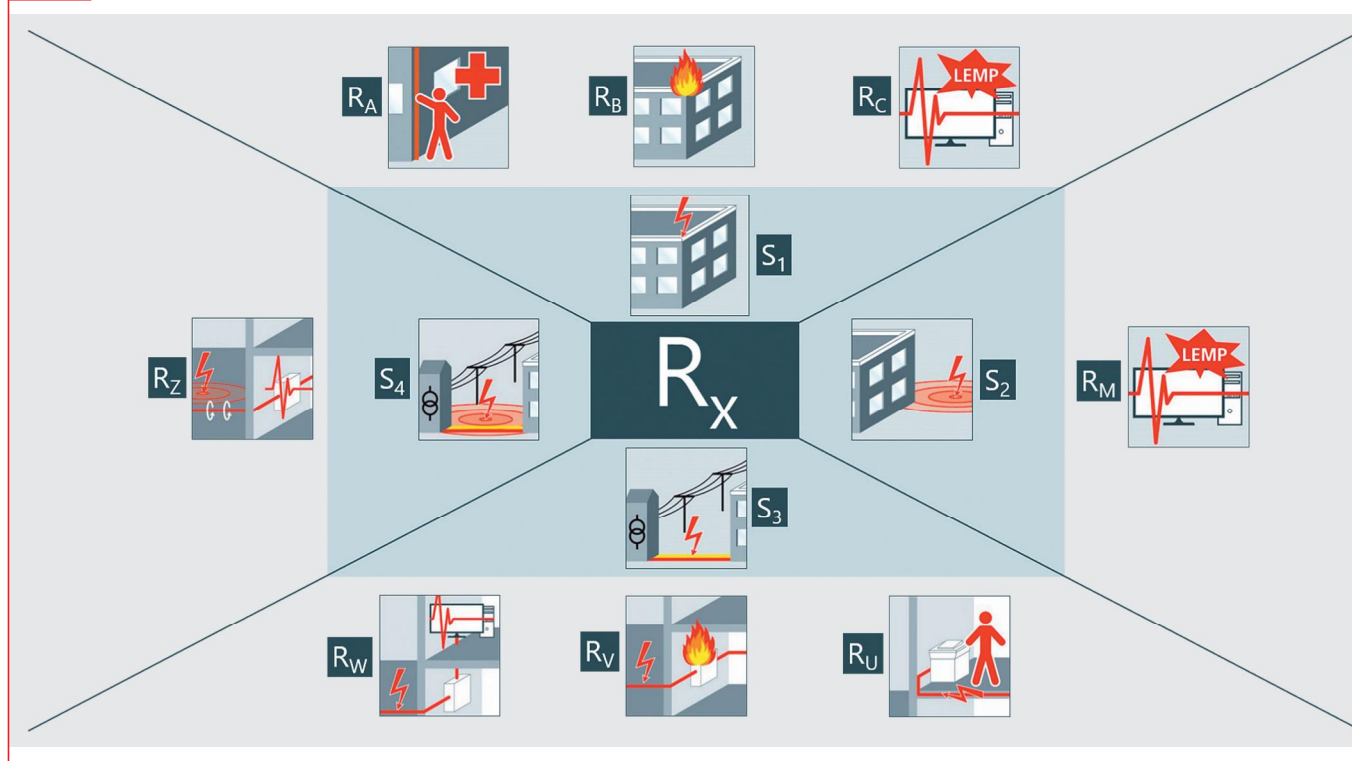
Кроме того, предписания РД 34.21.122-87 касаются защиты только от прямых ударов молнии, но не учитывают защиту электрического и электронного оборудования от ее электромагнитного воздействия, которой никак нельзя пренебрегать в современных условиях.

Более современный документ СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» предлагает более гибкий подход, согласно которому здания и сооружения классифицируются на обычные и специальные в зависимости от степени опасности удара молнии как для самого объекта, так и для его окружения, причем здесь уже учитывается опасность не только непосредственного удара молнии в объект, но и ее электромагнитных воздействий.

Далее для обычных объектов, к которым относят жилые и административные строения, а также здания и сооружения высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства и сельского хозяйства, предлагается выбрать один из четырех уровней защиты от прямых ударов молнии, при этом надежность будет варьироваться в диапазоне от 0,80 (уровень IV) до 0,98 (уровень I).

Для специальных объектов, к которым можно отнести объекты, представляющие опасность для окружающей среды (нефтеперерабатывающие предприятия, химические заводы, АЭС и т. п.), а также здания и сооружения высотой более 60 м

• Рис. 1 Компоненты риска и возможные повреждения в зависимости от точки поражения молнией



в зависимости от их общественной значимости и тяжести ожидаемых последствий в случае поражения молнией, минимально допустимый уровень надежности защиты устанавливается в пределах от 0,9 до 0,999. В Инструкции дается несколько примеров классификации объектов, однако итоговый выбор уровня защиты для обычных объектов и требуемой надежности для зданий и сооружений, относящихся к специальным, остается за проектировщиком либо заказчиком, причем отсутствуют какие-либо как технические, так и экономические критерии выбора.

Сделать максимально обоснованный выбор мер защиты от молнии позволяет использование современных стандартов МЭК из группы стандартов МЭК 62305. Две первые части из этой группы введены в действие на территории РФ с 2011 г., еще одна (четвертая) – с 2018 г. Согласно введению к ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 необходимость защиты от молнии определяют в соответствии с системой менеджмента риска и с учетом экономического эффекта от использования мер защиты. Рекомендации, приведенные в этом стандарте, позволяют разработать эффективные меры защиты, снижающие риск поражения молнией. Описание процедуры менеджмента риска, связанного с защитой от молнии, приведено в стандарте ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 [1].

### МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА

Под риском R понимается отношение вероятных средних ежегодных потерь людей и продукции, возникающих из-за воздействия молнии, к общему количеству людей и продукции, находящихся в защищаемом здании (сооружении). Оценка риска должна быть проведена для каждого типа потерь, зависящего от характеристик здания (сооружения). При анализе рассматривают следующие типы потерь:

- L1 – потери, связанные с гибелью и травмированием людей;
- L2 – потери, связанные с полным или частичным разрушением общественных коммуникаций;
- L3 – потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения;
- L4 – экономические потери (связанные с разрушением здания, нарушением или прекращением деятельности).

Приведенным типам потерь соответствуют следующие виды риска:

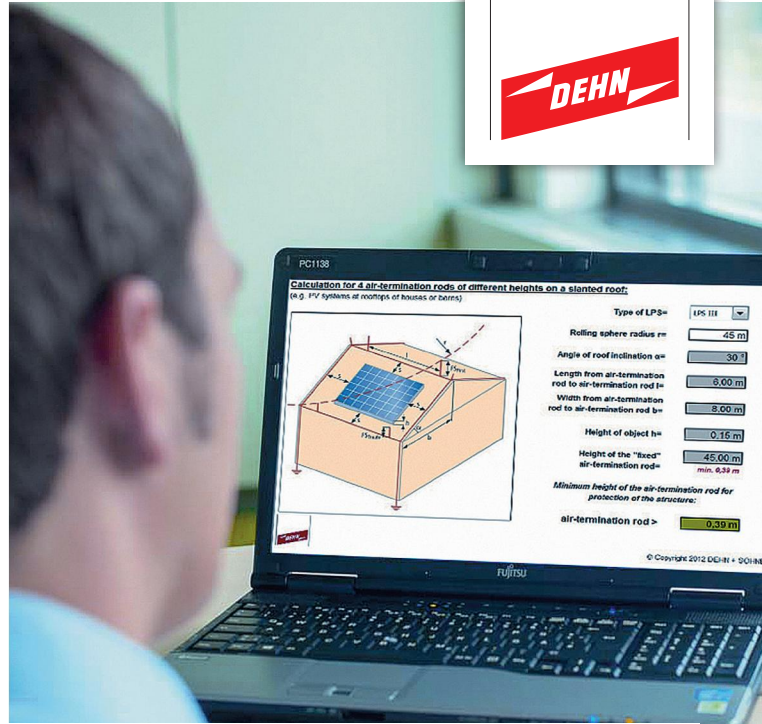
- $R_1$  – риск гибели и травмирования людей;
- $R_2$  – риск частичного или полного разрушения общественных коммуникаций;
- $R_3$  – риск нанесения вреда объектам культурного назначения;
- $R_4$  – риск экономических потерь.

Риск R является суммой компонентов риска. Для его оценки должны быть определены и вычислены соответствующие компоненты, которые учитывают риск нанесения вреда живым существам в результате поражения током при ударе молнии (тип повреждения D1), риск повреждения здания или сооружения, например, возникновения пожара или взрыва (тип повреждения D2) и риск отказа внутренних электрических и электронных систем в результате воздействия электромагнитного импульса при разряде молнии (тип повреждения D3).

Компоненты риска в зависимости от точки поражения (удар в здание S1, вблизи здания S2, в линию коммуникаций здания S3 либо вблизи нее S4) обозначаются  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_M$ ,  $R_U$ ,  $R_V$ ,  $R_W$  и  $R_Z$  (рис. 1).

На значения отдельных компонентов риска влияет ряд факторов, таких как наличие или отсутствие внешней системы молниезащиты, системы уравнивания потенциалов и устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), характеристики грунта (удельное сопротивление), способы прокладки коммуникаций, используется ли пространственное экранирование здания и линий коммуникаций, присутствуют ли меры противопожарной защиты и т. д.

Таким образом, варьируя эти характеристики и защитные меры, можно влиять на значения отдельных компонентов риска и, следовательно, на итоговую величину R. Эта величина для каждого типа потерь ( $R_1$ – $R_4$ ) не должна превышать значение приемлемого риска  $R_T$ , установление значения которого входит в юрисдикцию высшего руководства организации. Значения приемлемого риска в зависимости от типа потерь приведены в табл. 4 [1].



## DEHNsupport

### Проектирование системы молниезащиты с помощью ПО DEHNsupport

Профессиональное проектирование и реализация комплексной системы молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений может быть довольно сложной задачей, но не с DEHNsupport.

Облегчить процесс проектирования можно с помощью различных приложений в ПО DEHNsupport Toolbox – программном обеспечении для проектировщиков, инженеров-электриков и специалистов-электромонтажников, работающих в области молниезащиты.

**Пять модулей ПО помогут оценить потенциальную опасность для строительных конструкций.** Специалисты компании DEHN выполняют анализ риска поражения молнией рассматриваемого объекта, расчет безопасных расстояний при проектировании изолированной молниезащиты, а также расчет высоты молниеприемников и длины глубинных заземлителей. В рамках разрабатываемого проекта также предоставляется наглядная схема с соответствующими устройствами защиты.

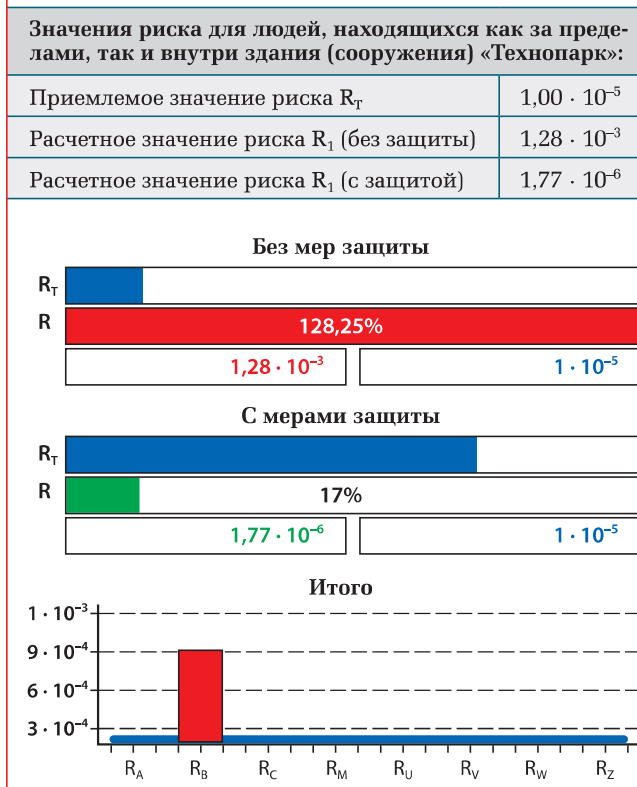
Подробная информация на сайте:



**DEHN защищает Молниезащита, защита от импульсных перенапряжений, средства электрозащиты**

**ООО «ДЕН РУС»**  
 109428, Москва, Рязанский пр., д. 10, стр. 18, оф. 2.9  
 Тел.: +7 (495) 663-35-73, 782-23-76  
 info@dehn-ru.com  
 www.dehn-ru.com; молниезащита.рф

• **Рис. 2** Пример расчета с помощью ПО DEHNsupport рисков травмирования и гибели людей в зданиях без мер защиты и с мерами защиты



В соответствии с рассматриваемым стандартом для оценки потребности в применении системы молниезащиты следует провести анализ трех видов риска:  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ . Если  $R \leq R_T$ , то необходимость в молниезащите отсутствует, если же  $R > R_T$ , то должны быть предприняты меры для снижения всех видов риска, характерных для здания (сооружения).

Помимо оценки потребности в мероприятиях по защите от воздействия молнии, может быть полезно выполнение расчета экономической эффективности выбранных мер защиты с целью снижения экономических потерь  $L_4$ . Этот расчет включает в себя вычисление значений всех компонентов риска, соответствующих  $R_4$ , полной стоимости потерь  $C_L$  в год при отсутствии мер защиты, полной стоимости остаточных потерь  $C_{RL}$  в год при применении мер защиты и ежегодной стоимости  $C_{PM}$  выбранных мер защиты.

Если  $C_L < C_{RL} + C_{PM}$ , то выбранные меры молниезащиты можно считать экономически неэффективными, в обратном же случае эти меры позволяют сохранить рассматриваемое здание или сооружение и сэкономить денежные средства.

### ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ РИСКОВ

Даже беглое знакомство с процедурой оценки риска позволяет сделать вывод о ее сложности и больших затратах времени, которые нужны проектировщику, чтобы выполнить все необходимые расчеты. Ему придется оперировать несколькими десятками расчетных формул, выбирать в зависимости от конкретного случая из нескольких сотен коэффициентов и расчетных значений параметров, многократно повторять эти расчеты в соответствии с различными комбинациями защитных мер, чтобы получить оптимальный результат с технической и экономической точек зрения.

А для получения более точных результатов помимо вычислений, описанных выше, нужно еще разделить здание на зоны  $Z_3$  в зависимости от типа грунта или пола, наличия огнеупорных перегородок и пространственных экранов и линии коммуникации – на участки  $S_L$  и повторить расчеты для каждой зоны и участка линии. В результате процедура анализа риска может растянуться на несколько дней и стать самой энергозатратной частью проекта молниезащиты.

Для облегчения расчетов, связанных с проектированием систем молниезащиты, компания DEHN разработала специальное программное обеспечение DEHNsupport. ПО состоит из пяти приложений, главным из которых является DEHN Risk, позволяющее проанализировать риск для объекта в отсутствие мер защиты и с различными комбинациями защитных мер и выбрать оптимальный вариант, обеспечивающий наилучшие защитные характеристики объекта с минимальными затратами на реализацию системы молниезащиты.

В основе работы приложения лежит рассмотренная процедура оценки риска в строгом соответствии со стандартом МЭК 62305-2 (ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010). Всё, что требуется для расчета, – это введение исходных данных для здания (размеры, количество грозовых часов в месте расположения, характеристики, влияющие на электробезопасность и огнестойкость, например, тип пола, наличие огнеупорных перегородок, экранов и т. п.), для линий коммуникаций, входящих в здание (тип, длина), данных о количестве и времени пребывания людей внутри здания, а также характеристик и стоимости установленного чувствительного оборудования (для расчета экономической эффективности).

Далее специалисты рассчитывают все виды риска ( $R_1$ – $R_4$ ) при ударе молнии в здание без мер защиты. Сравнив их с приемлемыми значениями  $R_T$  можно сделать вывод о необходимости дальнейших вычислений. Если они потребуются, то, оперируя различными защитными мероприятиями (например, выбором уровня (класса) защиты, установкой УЗИП различных классов, способами прокладки коммуникаций, использованием экранирующих и противопожарных средств и т. д.), можно не только добиться снижения суммарного риска ниже допустимого, но и выбрать самый оптимальный из возможных вариантов защиты. При этом длительность процедуры анализа риска и выбора защитных мер находится в пределах всего одного-двух часов в зависимости от сложности объекта.

DEHNsupport, кроме основного ПО, имеет еще четыре приложения:

- **DEHN Distance** позволяет рассчитать безопасные расстояния от элементов системы молниезащиты до линий коммуникаций и чувствительного оборудования, что необходимо при проектировании изолированной молниезащиты, что дает возможность моделировать здание любой формы с произвольным размещением молниеприемников и токоотводов. Расчет производится методом узловых потенциалов, что обеспечивает его большую точность.
- **DEHN Air-Termination** предлагает автоматизированный расчет высоты молниеприемников в зависимости от габаритов здания и выбранного уровня защиты. При необходимости применения изолированной молниезащиты эта функция может быть учтена при расчете.
- **DEHN Earthing** облегчает процедуру оценки минимальной длины горизонтального или контурного заземлителя в зависимости от удельного сопротивления грунта.
- **DEHNselect SPD** позволяет выбрать необходимые УЗИП в зависимости от места установки и чувствительности защищаемого оборудования. Введя основные параметры (ток, напряжение, количество фаз, тип интерфейса и т. д.), проектировщик получает спецификацию защитных устройств, а также структурную схему с обозначенными местами их установки.

Специалисты компании DEHN оказывают услуги по расчету рисков с помощью ПО DEHNsupport. Пример такой работы – расчет рисков в рамках проектирования технопарка ПАО «Сбербанк» на территории инновационного центра «Сколково».

На рис. 2 показан пример расчета рисков гибели и травмирования людей в здании без использования молниезащиты и с принятыми защитными мерами.

Применение ПО DEHNsupport многократно упростило расчеты при проектировании системы молниезащиты объектов технопарка, сэкономило время и снизило трудозатраты.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010. Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска. ■