ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 62305-2— 2010

Менеджмент риска

ЗАЩИТА ОТ МОЛНИИ

Часть 2

Оценка риска

ISO 62305-2:2010
Protection against lightning — Part 2: Risk management
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в разделе 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 10 «Менеджмент риска»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. № 795-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 62305-2:2010 «Защита от молнии. Часть 2. Менеджмент риска» (IEC 62305-2:2010 «Protection against lightning — Part 2: Risk management»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (подраздел 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения 1
3.1 Термины и определения 1
3.2 Обозначения и сокращения 5
4 Пояснения терминов 9
5 Менеджмент риска 13
6 Оценка компонентов риска для здания (сооружения) 16
Приложение А (справочное) Оценка количества опасных событий в год N 21
Приложение В (справочное) Оценка вероятности повреждений P_X для здания (сооружения) . . . 27
Приложение С (справочное) Оценка величины потерь L_X 34
Приложение D (справочное) Расчет стоимости потерь 41
Приложение Е (справочное) Примеры 42
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 69
Библиография 70

Введение

Удар молнии может быть опасен для зданий (сооружений) и/или линий коммуникаций.

Опасность для зданий (сооружений) в результате удара молнии может привести к:

- повреждению здания (сооружения) и его частей,
- отказу находящихся внутри электрических и электронных систем,
- гибели и травмированию живых существ, находящихся непосредственно в здании (сооружении) или вблизи него.

Удар молнии может оказать неблагоприятное воздействие на прилегающую территорию или окружающую среду.

Для снижения потерь от ударов молний необходимо внедрение мер защиты. Необходимость внедрения мер защиты от молнии должна быть определена на основе оценки риска.

В настоящем стандарте риск определен как рассчитанные для здания (сооружения) возможные средние потери за год от ударов молнии. Риск зависит от:

- количества ударов молнии за год, вызывающих неблагоприятные последствия для здания (сооружения);
- вероятности повреждений при ударе молнии;
- среднего количества косвенных потерь.

В зависимости от неблагоприятных последствий для здания (сооружения) разделяют:

- удар молнии в здание (сооружение);
- удар молнии вблизи здания (сооружения);
- удар молнии в подведенные к зданию (сооружению) линии коммуникаций (линии электропередачи, телекоммуникационные линии);
- удар молнии вблизи линий коммуникаций.

Удар молнии в здание (сооружение) или коммуникации может вызвать физические повреждения и привести к гибели и травмированию живых существ. Удары молнии вблизи здания (сооружения) или его линий коммуникаций, так же как удар молнии в здание (сооружение) или коммуникации, могут вызвать отказ электрических и электронных систем вследствие перенапряжений, вызванных резистивными и индуктивными связями, возникающими в этих системах под воздействием тока молнии.

Кроме того, отказы вследствие перенапряжений в защищаемых установках и в линиях электропередачи могут также привести к перенапряжениям во внутренних системах.

Примечание — Сбои в работе электрических и электронных систем не являются областью применения стандартов серии МЭК 62305. Более подробно они описаны в МЭК 61000-4-5 [1].

Количество ударов молнии, вызывающих неблагоприятные последствия для здания (сооружения), зависит от размеров и характеристик здания (сооружения) и подведенных линий коммуникаций, от характеристик окружающей среды, а также от плотности ударов молнии в землю, выраженной количеством ударов молнии в землю за год на 1 км^2 в регионе, где расположено здание (сооружение) и его линии коммуникации.

Вероятность повреждения молнией здания (сооружения) и его коммуникаций зависит также от тока молнии, типа и эффективности применяемых мер защиты.

Меры защиты могут снизить вероятность повреждений или размеры возможных потерь.

Решение о внедрении мер защиты от молнии может быть принято независимо от результатов оценки риска в соответствии с конкретной ситуацией, где трудно избежать риска.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Менеджмент риска

ЗАЩИТА ОТ МОЛНИИ

Часть 2

Оценка риска

Risk management. Protection against lightning. Part 2. Risk assessment

Дата введения — 2011—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт применим к оценке риска удара молнии и его последствий для зданий, сооружений и их частей.

В настоящем стандарте установлены процедуры оценки риска удара молнии для зданий (сооружений). Если установлен приемлемый риск, то такая процедура позволяет выбрать соответствующие меры защиты от молнии для снижения риска до приемлемого значения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

МЭК 62305-1:2010 Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы (IEC 62305-1:2010, Protection against lightning — Part 1: General principles)

МЭК 62305-3:2010 Защита от молнии. Часть 3. Физическое повреждение структур и опасность для жизни (IEC 62305-3:2010, Protection against lightning — Part 3: Physical damage to structures and life hazard)

МЭК 62305-4:2010 Защита от молнии. Часть 4. Электрические и электронные системы здания (сооружения) (IEC 62305-4:2010, Protection against lightning — Part 4: Electrical and electronic systems within structures)

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены термины и определения по МЭК 62305-1, а также следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 Термины и определения

3.1.1 **защищаемое здание (сооружение)** (structure to be protected): Здание (сооружение), для которого необходима защита от воздействия молнии.

Примечание — Защищаемое здание (сооружение) может быть частью большего здания (сооружения).

3.1.2 **здание (сооружение) с опасностью взрыва** (structures with risk of explosion): Здание (сооружение), содержащее твердые взрывоопасные материалы, взрывчатые вещества или опасные зоны, установленные в соответствии с классификацией МЭК 60079-10-1 [2] и МЭК 60079-10-2 [3].

3.1.3 **здание (сооружение), опасное для окружающей среды** (structures dangerous to the environment): Здание (сооружение), воздействие молнии на которое может вызвать распространение

Издание официальное

биологических, химических и радиоактивных веществ (химическое, нефтехимическое производство, ядерная установка и т.д.).

3.1.4 **городская среда** (urban environment): Местность с высокой плотностью расположения зданий или плотно населенных районов с высотными зданиями.

Примечание — Примером городской среды является центральная часть города.

3.1.5 **пригородная среда** (suburban environment): Местность со средней плотностью зданий.

Примечание — Примером пригородной среды являются пригородные районы.

3.1.6 **сельская среда** (rural environment): Местность с низкой плотностью зданий.

Примечание — Примером сельской среды является село, деревня, поселок.

3.1.7 **номинальное выдерживаемое импульсное напряжение** (rated impulse withstand voltage level); U_W: Импульсное напряжение, установленное изготовителем для оборудования или его отдельных частей, характеризующее способность изоляции выдерживать временные перегрузки по напряжению.

Примечание — В настоящем стандарте использована только разность потенциалов между проводниками под напряжением и землей (МЭК 60664-1:2007 [4]).

3.1.8 **электрическая система** (electrical system): Система, включающая в себя элементы, работающие от низковольтных источников напряжения.

3.1.9 **электронная система** (electronic system): Система, включающая в себя чувствительные электронные компоненты, такие как телекоммуникационное оборудование, компьютеры, системы управления и измерительные системы, системы радиосвязи, силовые электронные установки.

3.1.10 **внутренние системы** (internal systems): Электрические и электронные системы, расположенные внутри здания (сооружения).

3.1.11 **линия коммуникаций** (line): Линия электропередачи или телекоммуникационная линия, подведенные к защищаемому зданию (сооружению).

3.1.12 **телекоммуникационная линия** (telecommunication line): Линия коммуникаций, обеспечивающая связь с оборудованием, расположенным в здании (сооружении), в том числе линии телефонной связи или линии передачи данных.

3.1.13 **линия электропередачи** (power lines): Распределительная линия коммуникаций, предназначенная для подачи электрической энергии в здание (сооружение) и питания расположенного в нем электрического или электронного оборудования. Линия электропередачи может быть низковольтной и высоковольтной.

3.1.14 **опасное событие** (dangerous event): Удар молнии в защищаемое здание (сооружение) или его окрестности.

3.1.15 **удар молнии в здание (сооружение)** (lightning flash to a structure): Удар молнии в защищаемое здание (сооружение).

3.1.16 **удар молнии вблизи здания (сооружения)** (lightning flash near a structure): Удар молнии в точку поражения, расположенную достаточно близко от защищаемого здания (сооружения), который может вызвать перенапряжение в сети.

3.1.17 **удар молнии в линии коммуникации** (lightning flash to a line): Удар молнии, направленный в линии коммуникации защищаемого здания (сооружения).

3.1.18 **удар молнии вблизи линий коммуникаций** (lightning flash near a line): Удар молнии в точку поражения, расположенную достаточно близко от линий коммуникаций защищаемого здания (сооружения), который может вызвать опасное перенапряжение в сети.

3.1.19 **количество опасных событий, вызванных ударом молнии в здание (сооружение)** (number of dangerous events due to flashes to a structure); N_D: Среднее количество опасных событий, вызванных ударом молнии в здание (сооружение), в год.

3.1.20 **количество опасных событий, вызванных ударом молнии в линии коммуникации** (number of dangerous events due to flashes to a line); N_L: Среднее количество опасных событий, вызванных ударом молнии в линии коммуникации, в год.

3.1.21 **количество опасных событий, вызванных ударом молнии вблизи здания (сооружения)** (number of dangerous events due to flashes near a structure); N_M: Среднее количество опасных событий, вызванных ударом молнии вблизи здания (сооружения), в год.

3.1.22 **количество опасных событий, вызванных ударом молнии вблизи линий коммуникаций** (number of dangerous events due to flashes near a line); N_I: Среднее количество опасных событий, вызванных ударом молнии вблизи линий коммуникаций, в год.

3.1.23 **электромагнитный импульс молнии** (lightning electromagnetic impulse); LEMP: Электромагнитное воздействие тока молнии, вызывающее, вследствие резистивных, индукционных или емкостных связей, скачок (нарастание) тока, напряжения и напряженности электрического, магнитного и электромагнитного полей.

3.1.24 **импульсное перенапряжение** (surge): Резкий подъем напряжения, вызванный электромагнитным импульсом удара молнии и проявляющийся в виде повышения электрического напряжения или тока до значений, представляющих опасность для изоляции или потребителя.

3.1.25 **узел** (node): Точка на линиях коммуникаций, в которой, в соответствии с предположениями, распространением импульсного перенапряжения можно пренебречь.

Примечание — Примерами узлов являются точки разветвления линии электропередачи, их соединения с трансформатором HV/LV, мультиплексор на телекоммуникационной линии.

3.1.26 **физическое повреждение** (physical damage): Повреждение здания (сооружения) и его содержимого или линий коммуникаций, полученное вследствие воздействия молнии, повлекшее механическое, термическое, химическое повреждение или взрыв.

3.1.27 **вред живым существам** (injury to living beings): Увечье или смерть людей или животных, полученные от поражения электрическим током, вызванным электрическим разрядом или скачком напряжения под воздействием молнии.

Примечание — Несмотря на то что вред живым существам может являться следствием самых различных причин, для целей настоящего стандарта термин «вред живым существам» подразумевает гибель и травмирование живых существ вследствие поражения электрическим током (тип опасности D1).

3.1.28 **отказ электрических и электронных систем** (failure of electrical and electronic systems): Повреждение электрических и электронных систем вследствие электромагнитного импульса удара молнии.

3.1.29 **вероятность повреждения** (probability of damage); P_X: Вероятность того, что опасное событие может нанести повреждение (внешнее и внутреннее) защищаемому зданию (сооружению).

3.1.30 **потери** (loss); L_X: Отношение среднего количества погибших и травмированных людей или животных, разрушенной и поврежденной продукции, оборудования и т.д. (соответствующее указанному типу повреждений) к среднему их количеству, находящихся в защищаемом здании (сооружении) на момент опасного события.

3.1.31 **риск** (risk); R: Отношение вероятных средних ежегодных потерь людей и продукции, возникающих из-за воздействия молнии, к общему количеству людей и продукции, находящихся в защищаемом здании (сооружении).

3.1.32 **компонент риска** (risk component); R_X: Составляющая риска, которая зависит от источника и типа повреждений.

3.1.33 **приемлемый риск** (tolerable risk); R_T: Максимальное допустимое значение риска для защищаемого здания (сооружения).

3.1.34 **зона здания (сооружения)** (zone of a structure); Z_S: Часть здания (сооружения) с однородными характеристиками, для которой при оценке компонента риска используют единый набор параметров.

3.1.35 **участок линий коммуникаций** (section of a line); S_L: Часть линий коммуникаций с однородными характеристиками, для которой при оценке компонента риска используют единый набор параметров.

3.1.36 **зона защиты от молнии** (lightning protection zone); LPZ: Зона, для которой установлены параметры электромагнитной среды при ударе молнии.

Примечание — Границы зоны защиты от молнии не обязательно являются физическими границами (например, стены, пол и перекрытие).

3.1.37 **уровень защиты от молнии** (lightning protection level); LPL: Число, соответствующее набору значений параметров тока молнии и характеризующее вероятность того, что взаимосвязанные максимальные и минимальные значения параметров конструкции не будут превышены при воздействии молнии.

Примечание — Уровень защиты от молнии используют при разработке мер защиты от соответствующего набора параметров тока молнии.

3.1.38 **меры защиты** (protection measures): Меры, предпринимаемые по отношению к защищаемому зданию (сооружению) с целью снижения риска.

3.1.39 **защита от молнии** (lightning protection); LP: Комплексная система защиты здания (сооружения) и/или его электрических и электронных систем от воздействия молнии, которая обычно включает LPS и меры защиты от электромагнитного импульса удара молнии.

3.1.40 **система защиты от молнии** (lightning protection system); LPS: Комплексная система защиты от молнии, предназначенная для уменьшения физических повреждений зданий (сооружений) при ударе молнии в здание (сооружение).

Примечание — LPS состоит из внешних и внутренних систем защиты от молнии.

3.1.41 **меры защиты от электромагнитного импульса молнии** (LEMP protection measures); LPM: Меры, предпринимаемые для защиты внутренних систем от воздействия электромагнитного импульса молнии.

Примечание — LPM является частью общей системы защиты от молнии.

3.1.42 **магнитный экран** (magnetic shield): Закрытый металлический, подобный сетке или сплошной щит, укрывающий защищаемое здание (сооружение) или его часть, предназначенный для сокращения количества отказов электрических и электронных систем.

3.1.43 **защитный кабель от воздействия молнии** (lightning protective cable): Специальный кабель с повышенной электрической прочностью диэлектрика и металлической оплеткой, находящийся в непосредственном контакте, или через проводящее пластиковое покрытие с землей.

3.1.44 **защитный кабельный канал от воздействия молнии** (lightning protective cable duct): Кабельный канал низкого удельного сопротивления, находящийся в контакте с грунтом.

Пример — Бетонный короб, имеющий внутреннее соединение из конструктивной стальной арматуры или металлических труб.

3.1.45 **устройство защиты от импульсных перенапряжений** (surge protective device); SPD: Устройство, предназначенное для ограничения перенапряжения и скачков напряжения; устройство содержит по крайней мере один нелинейный компонент.

3.1.46 **система защиты от импульсных перенапряжений** (coordinated SPD system): Набор устройств защиты от импульсных перенапряжений, должным образом подобранных, согласованных и установленных, формирующий систему защиты, обеспечивающую снижение количества отказов электрических и электронных систем.

3.1.47 **изолирующее средство** (isolating interfaces): Устройство, способное уменьшить воздействие скачков напряжения, вызванных наведенным током в линиях коммуникаций, входящих в зону защиты от молнии.

Примечания

1 Изолирующим средством являются развязывающие трансформаторы с заземленным экраном между обмотками, кабели из оптического волокна, не содержащие металла, и оптроны.

2 Изоляционные характеристики изолирующего средства должны соответствовать конкретной ситуации.

3.1.48 **уравнивание потенциалов** (lightning equipotential bonding); EB: Соединение с LPS металлических элементов здания (сооружения) напрямую или через устройства защиты от импульсных перенапряжений, предназначенное для снижения разности электрических потенциалов, возникающей под воздействием молнии.

3.1.49 **зона 0** (zone 0): Пространство, в котором огнеопасная среда, представляющая собой смесь воздуха с горючими веществами в форме газа, пара или тумана, присутствует постоянно на протяжении продолжительных периодов времени или часто.

(Адаптировано из МЭК 60050-426:2008, 426-03-03, [5])

3.1.50 **зона 1** (zone 1): Пространство, в котором огнеопасная среда, представляющая собой смесь воздуха с горючими веществами в форме газа, пара или тумана, возникает достаточно редко.

(Адаптировано из МЭК 60050-426:2008, 426-03-04, [5])

3.1.51 **зона 2** (zone 2): Пространство, в котором огнеопасная среда, представляющая собой смесь воздуха с горючими веществами в форме газа, пара или тумана, обычно не может возникнуть, а при появлении сохраняется в течение короткого периода времени.

Примечания

1 В данном определении подчеркнуто время, в течение которого существует огнеопасная среда. Общее время обычно включает в себя время поступления горючего вещества плюс фактическое время присутствия и рассеивания огнеопасной среды после прекращения поступления горючего вещества.

2 Показатели частоты возникновения и продолжительности могут быть получены из промышленных и отраслевых стандартов и норм.

(Адаптировано из МЭК 60050-426:2008, 426-03-05, [5])

3.1.52 **зона 20** (zone 20): Пространство, в котором огнеопасная среда в форме облака горючей пыли в воздухе присутствует непрерывно на протяжении продолжительных периодов времени или часто.

(Адаптировано из пункта 6.2 МЭК 60079-10-2:2009, [3])

3.1.53 **зона 21** (zone 21): Пространство, в котором огнеопасная среда в форме облака горючей пыли в воздухе возникает достаточно редко.

(Адаптировано из пункта 6.2 МЭК 60079-10-2:2009, [3])

3.1.54 **зона 22** (zone 22): Пространство, в котором огнеопасная среда в форме облака горючей пыли в воздухе обычно не возникает, а при возникновении сохраняется в течение короткого периода времени.

(Адаптировано из пункта 6.2 МЭК 60079-10-2:2009, [3]).

3.2 Обозначения и сокращения

a	Коэффициент амортизации	Приложение D
A_D	Площадь области защиты от ударов молнии в здание (сооружение)	А.2.1.1
A_{DJ}	Площадь области защиты от ударов молнии в соседнее здание (сооружение)	А.2.5
A'_D	Площадь области защиты, учитывающая выступающие части крыши	А.2.1.2
A_I	Площадь области защиты при ударе молнии вблизи линий коммуникаций	А.5
A_L	Площадь области защиты при ударе молнии в линии коммуникаций	А.4
A_M	Площадь области защиты при ударе молнии вблизи здания (сооружения)	А.3
B	Здание (сооружение)	А.2.2
C_D	Коэффициент, характеризующий рельеф местности	Таблица А.1
C_{DJ}	Коэффициент, характеризующий рельеф местности для соседнего здания (сооружения)	А.2.5
C_E	Коэффициент, характеризующий тип местоположения здания (сооружения) и его линии коммуникаций	Таблица А.4
C_I	Коэффициент, характеризующий линии коммуникаций	Таблица А.2
C_L	Годовая стоимость всех затрат на устранение повреждений, вызванных ударом молнии, при наличии мер защиты от молнии	5.5; Приложение D
C_{LD}	Коэффициент, характеризующий особенности экранирования, заземления и изоляции коммуникаций от ударов молнии в коммуникации	Таблица В.4
C_{LI}	Коэффициент, характеризующий особенности экранирования, заземления и изоляции коммуникаций от ударов молнии вблизи коммуникаций	Таблица В.4
C_{LZ}	Стоимость потерь в зоне	Приложение D
C_P	Стоимость мер защиты	Приложение D
C_{PM}	Стоимость мер защиты в год	5.5; приложение D
C_{RL}	Стоимость общих остаточных потерь в год	5.5; приложение D
C_{RLZ}	Стоимость остаточных потерь в зоне в год	Приложение D
C_T	Коэффициент, характеризующий тип линий коммуникаций	Таблица А.3
c_a	Стоимость животных внутри зоны, в денежном выражении	С.6
c_b	Стоимость здания (сооружения) внутри зоны, в денежном выражении	С.6
c_c	Стоимость содержимого зоны, в денежном выражении	С.6
c_e	Общая стоимость животных, зданий, их содержимого, в том числе доходов от деятельности, расположенных вблизи защищаемого здания (сооружения), в денежном выражении	С.6
c_s	Стоимость внутренних систем, включая доход от их использования внутри зоны, в денежном выражении	С.6

c_t	Общая стоимость всего защищаемого здания (сооружения) (сумма стоимостей животных, строений, их содержимого и внутренних систем, включая доход от их использования во всех зонах), в денежном выражении	С.5; С.6
c_z	Стоимость объектов культурного назначения в зоне	С.5
D1	Вред живым существам	4.1.2
D2	Физическое повреждение здания (сооружения) и/или линий коммуникаций	4.1.2
D3	Отказ электрических и электронных систем	4.1.2
h_z	Коэффициент повышения потерь в случае особых видов опасности	Таблица С.6
H	Высота здания (сооружения)	А.2.1.1
H_j	Высота соседнего здания (сооружения)	А.2.5
H_P	Высота выступа	А.2.1.2
i	Процентная ставка за использование денежных средств, потраченных на создание мер защиты	Приложение D
K_{s1}	Коэффициент, характеризующий эффективность экранирования здания (сооружения)	В.5
K_{s2}	Коэффициент, характеризующий эффективность экранирования внутренних систем здания (сооружения)	В.5
K_{s3}	Коэффициент, характеризующий внутреннюю проводку	В.5
K_{s4}	Коэффициент, характеризующий выдерживаемое импульсное напряжение защищаемой системы	В.5
L	Длина здания (сооружения)	А.2.1.1
L_J	Длина соседнего здания (сооружения)	А.5
L_A	Потери, связанные с нанесением вреда живым существам вследствие поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)	6.2
L_B	Потери, связанные с физическим повреждением здания (сооружения) при ударе молнии в здание (сооружение)	6.2
L_L	Длина участка линий коммуникаций	А.4
L_C	Потери, связанные с отказом внутренних систем при ударе молнии в здание (сооружение)	6.2
L_E	Дополнительные потери, связанные с повреждениями вблизи здания (сооружения)	С.3, С.6
L_F	Потери, связанные с нанесением вреда живым существам в здании (сооружении) вследствие его физического повреждения	Таблицы С.2, С.8, С.10, С.12
L_{FE}	Потери на прилегающей территории вследствие физического повреждения здания (сооружения)	С.3, С.6
L_{FT}	Общие потери внутри и вне здания (сооружения) вследствие физического повреждения здания (сооружения)	С.3, С.6
L_M	Потери, связанные с отказом внутренних систем при ударе молнии вблизи здания (сооружения)	6.3
L_O	Потери в здании (сооружении), связанные с отказом внутренних систем	Таблицы С.2, С.8, С.12
L_T	Потери, связанные с нанесением вреда живым существам вследствие поражения электрическим током	Таблицы С.2, С.12
L_U	Потери, связанные с нанесением вреда живым существам вследствие поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций	6.4
L_V	Потери в здании (сооружении) вследствие физических повреждений здания (сооружения) при ударе молнии в линии коммуникаций	6.4
L_W	Потери, связанные с отказом внутренних систем при ударе молнии в линии коммуникаций	6.4
L_X	Косвенные потери в здании (сооружении)	6.1

L_Z	Потери, связанные с отказом внутренних систем при ударе молнии вблизи линий коммуникаций	6.5
L1	Потери, связанные с гибелью и травмированием людей	4.1.3
L2	Потери, связанные с полным или частичным разрушением общественных коммуникаций	4.1.3
L3	Потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения	4.1.3
L4	Экономические потери	4.1.3
m	Коэффициент, равный отношению стоимости технического обслуживания мер защиты за год к стоимости мер защиты	Приложение D
N_X	Количество опасных событий в год	6.1
N_D	Количество опасных событий вследствие удара молнии в здание (сооружение)	А.2.4
N_{DJ}	Количество опасных событий вследствие удара молнии в соседнее здание (сооружение)	А.2.5
N_G	Количество ударов молнии на 1 км^2 в год	А.1
N_I	Количество опасных событий вследствие удара молнии вблизи линий коммуникаций	А.5
N_L	Количество опасных событий вследствие удара молнии в линии коммуникаций	А.4
N_M	Количество опасных событий вследствие удара молнии вблизи здания (сооружения)	А.3
n_z	Количество людей, которые могут быть подвергнуты опасности (в том числе клиентов, не получивших услугу)	С.3; С.4
n_t	Среднее количество людей (в том числе клиентов, получивших услугу) в здании (сооружении)	С.3; С.4
P	Вероятность повреждения	Приложение В
P_A	Вероятность нанесения вреда живым существам вследствие поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)	6.2; В.2
P_B	Вероятность физического повреждения здания (сооружения) при ударе молнии в здание (сооружение)	Таблица В.2
P_C	Вероятность отказа внутренних систем при ударе молнии в здание (сооружение)	6.2; В.4
P_{EB}	Вероятность, характеризующая уравнивание потенциалов и снижающая значения P_U и P_V	Таблица В.7
P_{LD}	Вероятность, характеризующая отказ внутренних систем вследствие удара молнии в линии коммуникаций	Таблица В.8
P_{LI}	Вероятность отказа внутренних систем при ударе молнии вблизи линий коммуникаций в зависимости от характеристик этих коммуникаций	Таблица В.9
P_M	Вероятность отказа внутренних систем при ударе молнии вблизи здания (сооружения)	6.3; В.5
P_{MS}	Вероятность снижения P_M в зависимости от применяемых типов экранирования, проводки и выдерживаемого напряжения оборудования	В.5
P_{SPD}	Вероятность снижения P_C, P_M, P_W и P_Z в зависимости от применяемых типов системы устройств защиты от импульсных перенапряжений	Таблица В.3
P_{TA}	Вероятность снижения P_A в зависимости от применяемых мер защиты от поражения электрическим током	Таблица В.1
P_U	Вероятность нанесения вреда живым существам при ударе молнии в линии коммуникаций	6.4; В.6
P_V	Вероятность физического повреждения здания (сооружения) при ударе молнии в линии коммуникаций	6.4; В.7
P_W	Вероятность отказа внутренних систем при ударе молнии в линии коммуникаций	6.4; В.8

P_X	Вероятность повреждения здания (сооружения)	6.1
P_Z	Вероятность отказа внутренних систем при ударе молнии вблизи линий коммуникаций	6.5; B.9
r_t	Коэффициент снижения потерь, связанный с типом поверхности	C.3
r_f	Коэффициент снижения потерь, связанный с опасностью пожара	C.3
r_p	Коэффициент снижения потерь при использовании противопожарного оборудования	C.3
R	Риск	4.2
R_A	Компонент риска нанесения вреда живым существам при ударе молнии в здание (сооружение)	4.2.2
R_B	Компонент риска физического повреждения здания (сооружения) при ударе молнии в здание (сооружение)	4.2.2
R_C	Компонент риска отказа внутренних систем при ударе молнии в здание (сооружение)	4.2.2
R_M	Компонент риска отказа внутренних систем при ударе молнии вблизи здания (сооружения)	4.2.3
R_S	Компонент риска, связанный с сопротивлением защитного экрана на единицу длины кабеля	Таблица B.8
R_T	Приемлемый риск	5.3; таблица 4
R_U	Компонент риска нанесения вреда живым существам при ударе молнии в линии коммуникаций	4.2.4
R_V	Компонент риска физического повреждения здания (сооружения) при ударе молнии в линии коммуникаций	4.2.4
R_W	Компонент риска отказа внутренних систем при ударе молнии в линии коммуникаций	4.2.4
R_X	Компонент риска для здания (сооружения)	6.1
R_Z	Компонент риска отказа внутренних систем при ударе молнии вблизи линий коммуникаций	4.2.5
R_1	Риск гибели и травмирования людей в здании (сооружении)	4.2.1
R_2	Риск частичного или полного разрушения общественных коммуникаций в здании (сооружении)	4.2.1
R_3	Риск нанесения вреда объектам культурного назначения в здании (сооружении)	4.2.1
R_4	Риск экономических потерь в здании (сооружении)	4.2.1
R'_4	Риск R_4 после применения защитных мер	Приложение D
S	Здание (сооружение) как часть более крупного здания	A.2.2
S_M	Ежегодная экономия денежных средств	Приложение D
S_L	Участок линий коммуникаций	6.8
S1	Источник повреждений при ударе молнии в здание (сооружение)	4.1.1
S2	Источник повреждений при ударе молнии вблизи здания (сооружения)	4.1.1
S3	Источник повреждений при ударе молнии в линии коммуникаций	4.1.1
S4	Источник повреждений при ударе молнии вблизи линий коммуникаций	4.1.1
t_e	Время присутствия людей в опасной зоне вблизи здания (сооружения), часов в год	C.3
t_z	Время присутствия людей в опасной зоне, часов в год	C.2
T_D	Ежегодное количество грозовых дней	A.1
U_W	Номинальное выдерживаемое импульсное напряжение	B.7

w_m	Размер шага сетки	В.5
W	Ширина здания (сооружения)	А.2.1.1
W_J	Ширина соседнего здания (сооружения)	А.5
X	Индекс, идентифицирующий соответствующие компоненты риска	6.1
Z_S	Зоны здания (сооружения)	6.7

4 Пояснения терминов

4.1 Повреждения и потери

4.1.1 Источник повреждений

Первичным источником повреждений является ток молнии. В зависимости от точки поражения различают следующие источники повреждений (см. таблицу 1):

S1: удар молнии в здание (сооружение);

S2: удар молнии вблизи здания (сооружения);

S3: удар молнии в линии коммуникаций;

S4: удар молнии вблизи линий коммуникаций.

4.1.2 Типы повреждений

В зависимости от характеристик защищаемого здания (сооружения) удар молнии может нанести различные повреждения. Некоторые из самых важных характеристик: тип здания (сооружения), его содержимое и назначение, тип линий коммуникаций и установленные меры защиты.

На практике при оценке риска различают три основных типа повреждений, которые могут появиться в результате удара молнии (см. таблицу 1):

D1: вред живым существам;

D2: физическое повреждение здания (сооружения) и/или линий коммуникаций;

D3: отказ электрических и электронных систем.

Повреждение здания (сооружения) вследствие поражения молнией может быть ограничено частью здания (сооружения) или может простираться на несколько зданий (сооружений). Повреждения могут воздействовать на прилегающие к зданию (сооружению) территории или окружающую среду (например, химическое или радиоактивное заражение местности).

4.1.3 Типы потерь

Каждый тип повреждения, один или в сочетании с другими, может привести к различным прямым и косвенным потерям в защищаемом здании (сооружении). Тип возникающих потерь зависит от характеристик здания (сооружения) и его частей. При анализе следует рассматривать следующие типы потерь (см. таблицу 1):

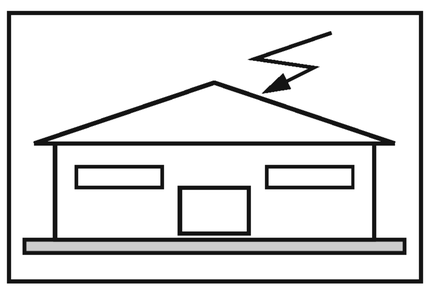
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей;

L2: потери, связанные с полным или частичным разрушением общественных коммуникаций;

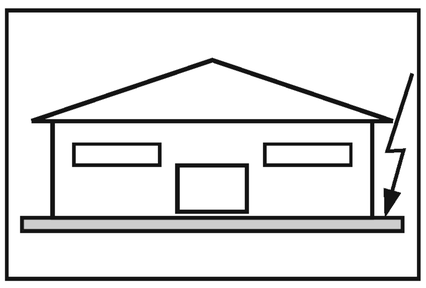
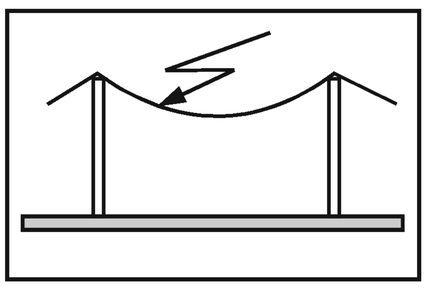
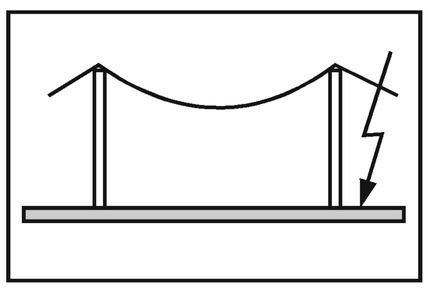
L3: потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения;

L4: экономические потери (потери, связанные с разрушением здания (сооружения), его части и/или нарушением или прекращением деятельности).

Таблица 1 — Источники повреждений, типы повреждений и типы потерь в соответствии с точкой поражения молнией

Удар молнии		Структура	
Точка поражения молнией	Источник повреждения	Тип повреждения	Тип потерь
	S1	D1 D2 D3	L1, L4[a)] L1, L2, L3, L4, L1[b)], L2, L4

Окончание таблицы 1

Удар молнии		Структура	
Точка поражения молнией	Источник повреждения	Тип повреждения	Тип потерь
	S2	D3	L1[b)], L2 , L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4[a)] L1, L2, L3, L4 L1[b)], L2, L4
	S4	D3	L1[b)], L2, L4

[a)] Только для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва, для больниц и других зданий (сооружений), где отказ внутренних и внешних систем может привести к гибели и травмированию людей.

[b)] Только для зданий (сооружений), при повреждении которых возникает опасность гибели и травмирования животных.

4.2 Риск и компоненты риска

4.2.1 Риск

Риск R является значением возможных средних потерь в год, рассчитанных с учетом количества и вероятности появления опасных событий. Для каждого типа потерь должна быть проведена оценка соответствующего риска.

Для здания (сооружения) различают 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.

Для оценки риска R должны быть определены и вычислены соответствующие компоненты риска (в зависимости от источника и типа повреждений).

Риск R является суммой компонентов риска. При вычислении риска компоненты риска могут быть сгруппированы в зависимости от источника и типа повреждений.

4.2.2 Компоненты риска для здания (сооружения) при ударе молнии в здание (сооружение)

R_A: Компонент риска нанесения вреда живым существам в результате поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение) или скачке напряжения на расстоянии 3 м от токоотвода. Могут также возникнуть потери типа L1 и, в случае, когда в здании (сооружении) содержатся домашние животные, потери типа L4.

Примечание — В зданиях (сооружениях) специального назначения люди могут быть подвергнуты опасности воздействия прямого удара молнии (например, на автостоянках или на стадионах). Эти случаи также могут быть рассмотрены с использованием принципов, установленных в настоящем стандарте.

R_B: Компонент риска физического повреждения здания (сооружения), вызванного искрением в здании (сооружении), которое может привести к пожару или взрыву и подвергнуть опасности окружающую среду. В этом случае могут возникнуть все типы потерь (L1, L2, L3 и L4).

R_C: Компонент риска отказа внутренних систем, вызванного электромагнитным импульсом при ударе молнии. Потери типа L2 и L4 могут произойти во всех случаях вместе с потерями типа L1 для здания (сооружения) с опасностью возникновения взрыва, а также больниц и других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем сразу создает опасность гибели и травмирования людей.

4.2.3 Компонент риска для здания (сооружения) при ударе молнии вблизи здания (сооружения)

R_M: Компонент риска отказа внутренних систем, вызванного электромагнитным импульсом при ударе молнии. Потери типа L2 и L4 могут произойти во всех случаях вместе с потерями типа L1 для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва, а также для больниц или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем сразу создает опасность гибели и травмирования людей.

4.2.4 Компоненты риска для здания (сооружения) при ударе молнии в линии коммуникаций здания (сооружения)

R_U: Компонент риска нанесения вреда живым существам вследствие поражения их электрическим током при перенапряжении или скачке напряжения внутри здания (сооружения). В этом случае могут произойти потери типа L1, а в сельской местности потери типа L4 с возможностью гибели и травмирования животных.

R_V: Компонент риска физического повреждения здания (сооружения) (пожар или взрыв, вызванные искрением между внешними инженерными сетями и металлическими частями, обычно в точке ввода линий коммуникаций), вызванного током молнии, наведенным через входящие линии коммуникации. В этом случае могут возникнуть все типы потерь (L1, L2, L3 и L4).

R_W: Компонент риска отказа внутренних систем, вызванного скачками напряжения во входящих линиях коммуникаций. Потери типа L2 и L4 могут произойти во всех случаях вместе с потерями типа L1 в случае зданий (сооружений) с опасностью взрыва и для больниц или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем сразу создает опасность гибели и травмирования людей.

Примечания

1 При проведении оценки риска должны быть учтены только линии коммуникаций, входящие в здание (сооружение).

2 Удары молнии в трубопровод или вблизи от него не рассматривают в качестве источника повреждения в связи с тем, что трубы соединены с шиной заземления. Если такое соединение отсутствует, угроза повреждения также должна быть рассмотрена.

4.2.5 Компонент риска для здания (сооружения) при ударе молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения)

R_Z: Компонент риска отказа внутренних систем, вызванный перенапряжением на линиях коммуникаций. Потери типа L2 и L4 могут произойти во всех случаях вместе с потерями типа L1 в случае зданий (сооружений) с опасностью взрыва и для больниц или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем сразу создает опасность гибели и травмирования людей.

Примечания

1 При расчете риска следует учитывать только линии коммуникаций здания (сооружения).

2 Удары молнии в трубопровод или вблизи от него не рассматривают в качестве источника повреждений в связи с тем, что трубы соединены с шиной заземления. Если такое соединение отсутствует, угроза повреждения также должна быть рассмотрена.

4.3 Состав компонентов риска для здания (сооружения)

Для каждого типа потерь в здании (сооружении) должны быть рассмотрены следующие компоненты риска:

R_1: Риск гибели и травмирования людей:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}{}^{1)} + R_{M1}{}^{1)} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}{}^{1)} + R_{Z1}{}^{1)}. \quad (1)$$

R_2: Риск частичного или полного разрушения общественных коммуникаций:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}. \quad (2)$$

R_3: Риск нанесения вреда объектам культурного назначения:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3}. \quad (3)$$

---

1) Только для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва и для больниц, оснащенных электрооборудованием спасения больных, или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем создает опасность для жизни и здоровья людей.

R_4: Риск экономических потерь:

$$R_4 = R_{A4}{}^{1)} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}{}^{2)} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4}. \quad (4)$$

Соответствие компонентов риска каждому типу потерь приведено в таблице 2.

Таблица 2 — Компоненты риска, которые должны быть рассмотрены для каждого типа потерь в здании (сооружении)

Источник повреждения	Удар молнии в здание (сооружение) S1	Удар молнии вблизи здания (сооружения) S2			Удар молнии в линии коммуникаций здания (сооружения) S3		Удар молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения) S4	
	Компонент риска							
	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Риск для каждого типа потерь								
R_1	*	*	*1)	*1)	*	*	*1)	*1)
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	*2)	*	*	*	*2)	*	*	*

1) Только для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва и для больниц и других зданий (сооружений), где отказ внутренних и внешних систем может привести к опасности гибели и травмирования людей.

2) Только для зданий (сооружений), при повреждении которых возникает опасность гибели и травмирования животных.

Характеристики зданий (сооружений) и возможные меры защиты, снижающие компоненты риска для зданий (сооружений), приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Факторы, влияющие на значение компонентов риска

Характеристики здания (сооружения) и внутренних систем. Меры защиты	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Область защиты	×	×	×	×	×	×	×	×
Поверхностное удельное сопротивление земли	×							
Удельное сопротивление пола					×			
Физические ограничения, изоляция, предупредительные надписи, уравнивание потенциалов и соединение с заземляющей шиной	×				×			
LPS	×	×	×	×a)	×b)	×b)		
Соединение устройств защиты от импульсных перенапряжений	×				×	×		
Изолирующие средства			×c)	×c)	×	×	×	×
Система устройств защиты от импульсных перенапряжений			×	×			×	×
Пространственный экран			×	×				
Экранирование внешних линий коммуникаций					×	×	×	×
Экранирование внутренних линий коммуникаций			×	×				
Меры защиты при прокладке коммуникаций			×	×				

1) Только для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва и для больниц, оснащенных электрооборудованием спасения больных, или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем создает опасность для жизни и здоровья людей.

2) Только для хозяйств, где существует опасность гибели или травмирования животных.

Окончание таблицы 3

Характеристики здания (сооружения) и внутренних систем. Меры защиты	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Наличие сети соединений			×					
Меры противопожарной защиты		×				×		
Чувствительность датчиков пожарной сигнализации		×				×		
Особые виды опасности		×				×		
Выдерживаемое импульсное напряжение			×	×	×	×	×	×
[a] Только при наличии внешних LPS в виде сетки. [b] При наличии соединения для уравнивания потенциалов. [c] Только если они являются частью оборудования.								

5 Менеджмент риска

5.1 Основная процедура

Должна быть применена следующая процедура:

- идентификация защищаемого здания (сооружения) и его характеристик;
- идентификация всех типов потерь в здании (сооружении) и соответствующего ему риска R ($R_1 – R_4$);
- оценка риска R для каждого типа потерь ($R_1 – R_4$);
- оценка потребностей в защите путем сравнения риска R_1, R_2 и R_3 с приемлемым риском R_T;
- оценка экономической эффективности мер защиты путем сопоставления общей суммы ущерба с применением мер защиты и без них. В этом случае для оценки ущерба должна быть выполнена оценка компонентов риска R_4 (см. приложение D).

5.2 Объекты оценки риска

Должны быть рассмотрены следующие объекты:

- здание (сооружение);
- оборудование и установки в здании (сооружении);
- части и содержимое здания (сооружения);
- присутствие людей в здании (сооружении) или в зоне на расстоянии до 3 м от здания (сооружения);
- окружающая среда, на которую воздействуют повреждения здания (сооружения).

Защита не охватывает линии коммуникаций за пределами здания (сооружения).

Примечание — Рассматриваемое здание (сооружение) может быть разделено на несколько зон (см. раздел 6).

5.3 Приемлемый риск R_T

Определение значения приемлемого риска входит в юрисдикцию высшего руководства организации.

Значения приемлемого риска R_T в ситуациях, когда удар молнии может повлечь за собой гибель и травмирование людей или потери, связанные с нанесением вреда объектам социального или культурного назначения, приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Значения приемлемого риска R_T

Типы потерь	R_T(у$^{-1}$)
Потери, связанные с гибелью и травмированием людей	10^{-5}
Потери, связанные с частичным или полным разрушением общественных коммуникаций	10^{-3}
Потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения	10^{-4}

Для экономических потерь (L4) возможен расчет экономической эффективности, приведенный в приложении D. Если отсутствуют данные для подобного анализа, то может быть использовано значение приемлемого риска $R_T = 10^{-3}$.

5.4 Процедура оценки потребностей в защите от молнии

В соответствии с МЭК 62305-1 для оценки потребностей в защите от молнии следует провести анализ трех видов риска: R_1, R_2 и R_3.

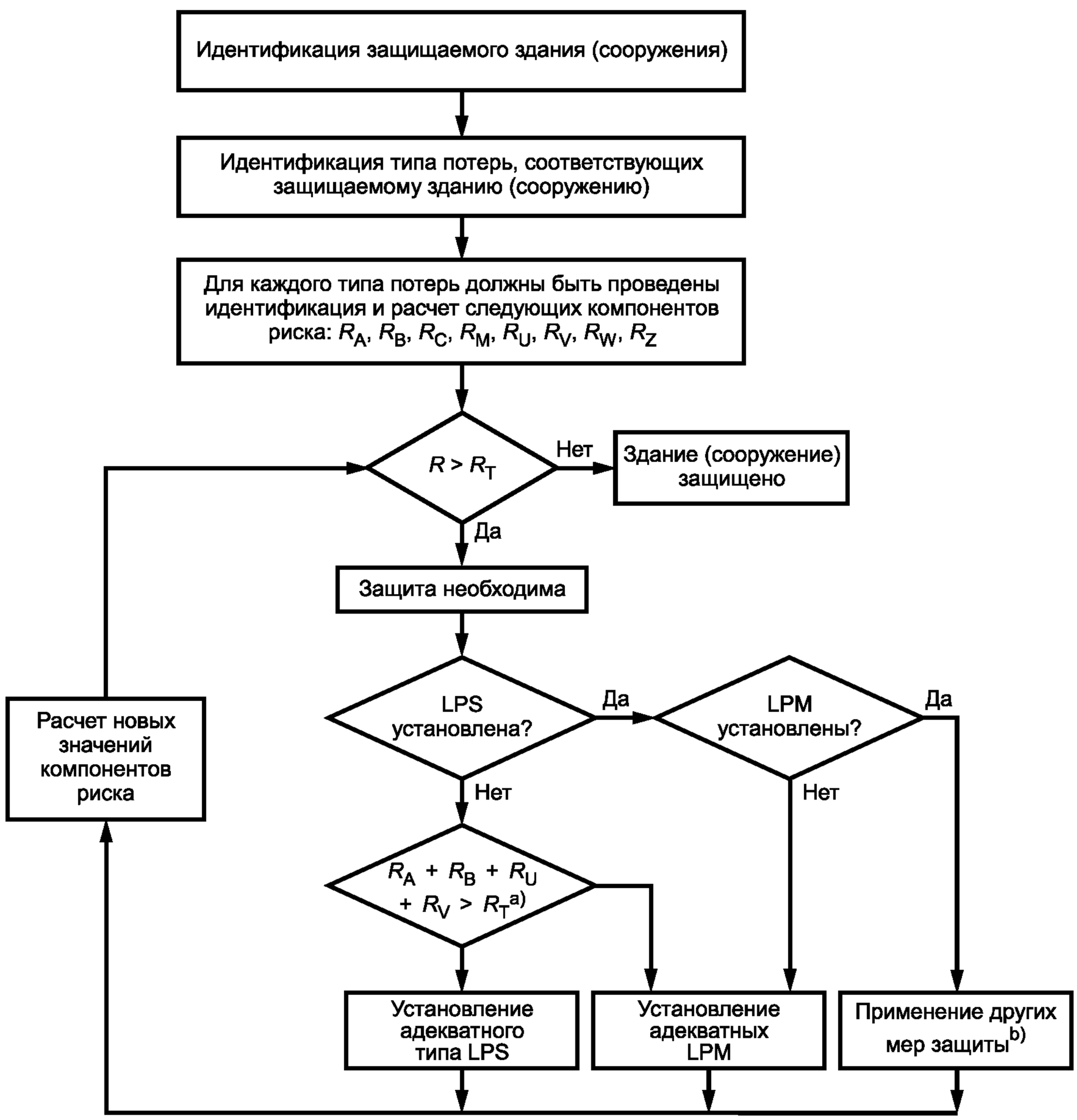
Для каждого рассматриваемого риска должны быть предприняты следующие действия:

- идентификация компонентов R_X, составляющих риск;
- расчет идентифицированных компонентов риска R_X;
- расчет полного риска R (см. 4.3);
- идентификация приемлемого риска R_T;
- сопоставление риска R со значением приемлемого риска R_T.

Если $R \leq R_T$, то необходимость в защите от молнии отсутствует.

Если $R > R_T$, то должны быть предприняты меры снижения всех видов риска, характерных для здания (сооружения).

Процедура оценки потребностей в защите приведена на рисунке 1.



a) Если $R_A + R_B < R_T$, то отсутствует необходимость в полной системе LPS, можно применить устройства защиты от импульсных перенапряжений в соответствии с МЭК 62305-3.

b) См. таблицу 3.

Рисунок 1 — Блок-схема процедуры анализа необходимости в защите от молнии здания (сооружения) и выбора необходимых мер защиты

Примечания

1 В случаях, когда риск не может быть снижен до приемлемого уровня, должен быть установлен самый высокий уровень защиты объекта.

2 Для зданий (сооружений) с опасностью взрыва, для которых защита от молнии является обязательным требованием (особо опасных промышленных объектов)[1)], должна быть внедрена LPS класса II или класса I. Исключения в использовании II уровня системы защиты от молнии могут быть сделаны в случае, когда это технически оправдано и одобрено соответствующими органами власти и управления. Например, во всех ситуациях разрешено использование уровня I защиты от молнии, особенно в тех случаях, когда окружающая среда или содержимое здания (сооружения) исключительно чувствительны к воздействию ударов молнии. Органы власти и управления могут разрешить установить уровень III системы защиты от молнии, если молнии возникают нерегулярно и/или здание (сооружение) и его содержимое нечувствительны к воздействию молнии.

3 Если опасность удара молнии в здание (сооружение) распространяется на прилегающую территорию и окружающую среду (например, химические или радиоактивные выбросы), то необходимы дополнительные меры защиты для здания (сооружения) и прилегающей территории.

5.5 Процедура оценки экономической эффективности защиты от молнии

Кроме потребности в защите от молнии для здания (сооружения) может быть полезно выполнить расчет экономической эффективности применения мер защиты для снижения экономических потерь L4.

Оценка компонентов риска R_4 позволяет пользователю провести оценку стоимости экономических потерь с применением мер защиты и без них (см. приложение D).

Процедура определения экономической эффективности защиты:

- идентификация компонентов R_X, составляющих риск R_4;
- расчет идентифицированных компонентов риска R_X в отсутствии дополнительных мер защиты;
- расчет стоимости потерь в год, вызванных опасностями, соответствующими каждому компоненту риска R_X;
- расчет полной стоимости C_L в год при отсутствии мер защиты;
- адаптация и принятие выбранных мер защиты;
- расчет компонентов риска R_X при применении мер защиты;
- расчет стоимости косвенных потерь в год для каждого компонента риска R_X в защищаемом здании (сооружении);
- расчет полной стоимости C_{RL} остаточных потерь в год при применении мер защиты;
- расчет ежегодной стоимости C_{PM} выбранных мер защиты;
- сопоставление затрат при использовании мер защиты и без них.

Если $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, то защиту от молнии можно считать экономически неэффективной.

Если $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, то меры защиты позволяют сохранить здание (сооружение) и сэкономить денежные средства.

Схема процедуры оценки экономической эффективности защиты от молнии приведена на рисунке 2.

Иногда целесообразно оценить различные варианты мер защиты для выбора оптимального решения исходя из экономической эффективности.

5.6 Меры защиты от молнии

Меры защиты направлены на снижение риска и должны соответствовать типу повреждений.

Меры защиты следует считать эффективными, только если они соответствуют требованиям следующих стандартов:

- МЭК 62305-3 — для защиты от нанесения вреда живым существам и физического повреждения здания (сооружения);
- МЭК 62305-4 — для защиты от отказов внутренних систем.

[1)] Следует руководствоваться требованиями, установленными для особо опасных промышленных объектов.

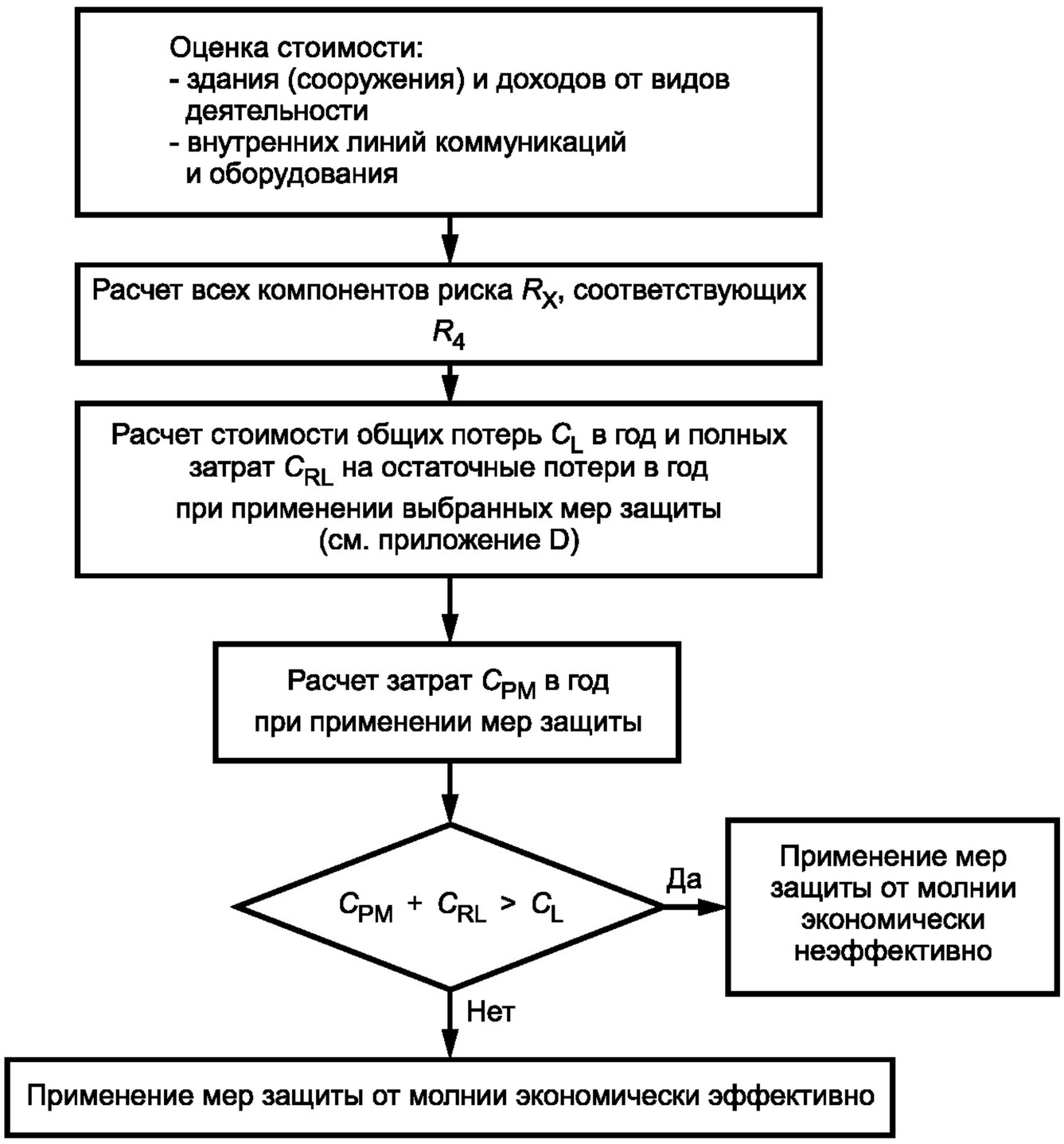


Рисунок 2 — Блок-схема процедуры оценки экономической эффективности мер защиты от молнии

5.7 Выбор мер защиты от молнии

Выбор адекватных мер защиты от молнии должен быть проведен при проектировании в соответствии с учетом вклада каждого компонента риска в полный риск R и технико-экономических аспектов реализации мер защиты.

Критические параметры должны быть идентифицированы для определения наиболее эффективных мероприятий по снижению риска R.

Для каждого типа потерь существуют меры защиты, которые индивидуально или в сочетании с другими мерами позволяют выполнить условие $R \le R_T$. Принимаемое решение должно учитывать технические и экономические аспекты реализации мер защиты. Упрощенная блок-схема процедуры выбора мер защиты от молнии приведена на рисунке 1. В любом случае специалисты по проектированию и установке защиты от молнии должны идентифицировать самые критические компоненты риска и снизить их, при этом необходимо учитывать экономические аспекты защиты от молнии.

6 Оценка компонентов риска для здания (сооружения)

6.1 Основное уравнение

Каждый компонент риска R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W и R_Z, как установлено в 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 и 4.2.5, может быть рассчитан по следующей общей формуле:

$$R_x = N_x P_x L_x, \tag{5}$$

где N_X — количество опасных событий в год (см. приложение А);

P_X — вероятность повреждения здания (сооружения) (см. приложение В);

L_X — косвенные потери (см. приложение С).

Количество опасных событий N_X зависит от плотности ударов молнии в землю N_G и физических характеристик защищаемого здания (сооружения), его окрестностей, линий коммуникаций и свойств грунта.

Вероятность повреждения P_X зависит от характеристик защищаемого здания (сооружения) и применяемых мер защиты.

Косвенные потери L_X зависят от назначения здания (сооружения), присутствия в нем персонала, типа предоставляемых общественных услуг, возможной стоимости поврежденных товаров и применяемых мер защиты.

Примечание — Если повреждение молнией здания (сооружения) может вызвать нанесение вреда окрестностям и окружающей среде (например, в виде химического или радиоактивного заражения местности), то такие косвенные потери должны быть добавлены к L_X.

6.2 Оценка компонентов риска при ударе молнии в здание (сооружение), S1

Для оценки компонентов риска при ударе молнии в здание (сооружение) применяют следующие соотношения.

- Компонент риска нанесения вреда живым существам вследствие поражения электрическим током (D1) рассчитывают по формуле

$$R_A = N_D P_A L_A. \quad (6)$$

- Компонент риска физического повреждения здания (сооружения) (D2) рассчитывают по формуле

$$R_B = N_D P_B L_B. \quad (7)$$

- Компонент риска отказа внутренних систем (D3) рассчитывают по формуле

$$R_C = N_D P_C L_C. \quad (8)$$

Информация о параметрах, используемых для расчета этих компонентов риска, приведена в таблице 5.

Таблица 5 — Информация о параметрах, используемых для расчета компонентов риска здания (сооружения)

Обозначение	Точка поражения. Последствия	Значение согласно
Среднее количество опасных событий, вызванных ударом молнии		
N_D	Здание (сооружение)	А.2
N_M	Вблизи здания (сооружения)	А.3
N_L	Линии коммуникаций, входящие в здание (сооружение)	А.4
N_I	Вблизи линий коммуникаций здания (сооружения)	А.5
N_{DJ}	Соседнее здание (сооружение) (см. рисунок А.5)	А.2
Вероятность того, что удар молнии в здание (сооружение) вызовет:		
P_A	нанесение вреда живым существам вследствие поражения электрическим током	В.2
P_B	физическое повреждение здания (сооружения)	В.3
P_C	отказ внутренних систем	В.4
Вероятность того, что удар молнии вблизи здания (сооружения) вызовет:		
P_M	отказ внутренних систем	В.5
Вероятность того, что удар молнии в линии коммуникаций вызовет:		
P_U	нанесение вреда живым существам вследствие поражения электрическим током	В.6
P_V	физическое повреждение линий коммуникаций здания (сооружения)	В.7
P_W	отказ внутренних систем	В.8
Вероятность того, что удар молнии вблизи линий коммуникаций вызовет:		
P_Z	отказ внутренних систем	В.9
Потери		
$L_A = L_U$	Вред живым существам вследствие поражения электрическим током	С.3
$L_B = L_V$	Физические повреждения здания (сооружения)	С.3, С.4, С.5, С.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	Отказ внутренних систем	С.3, С.4, С.6

6.3 Оценка компонента риска при ударе молнии вблизи здания (сооружения), S2

Для оценки компонента риска отказа внутренних систем (D3) при ударе молнии вблизи здания (сооружения) применяют следующую формулу:

$$R_M = N_M P_M L_M. \quad (9)$$

Информация о параметрах, используемых для расчета этого компонента риска, приведена в таблице 5.

6.4 Оценка компонентов риска при ударе молнии в линии коммуникаций здания (сооружения), S3

Для оценки компонентов риска при ударе молнии в линии коммуникаций применяют следующие соотношения.

- Компонент риска нанесения вреда живым существам вследствие поражения электрическим током (D1) рассчитывают по формуле

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) P_U L_U. \quad (10)$$

- Компонент риска физического повреждения здания (сооружения) (D2) рассчитывают по формуле

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) P_V L_V. \quad (11)$$

- Компонент риска отказа внутренних систем (D3) рассчитывают по формуле

$$R_w = (N_L + N_{DJ})\, P_W\, L_W. \quad (12)$$

Примечание 1 — Во многих случаях значением N_{DJ} можно пренебречь.

Информация о параметрах, используемых для расчета этих компонентов риска, приведена в таблице 5.

Если линии коммуникаций состоят из нескольких участков (см. 6.8), то значения R_U, R_V и R_W для такой линий коммуникаций равны сумме значений R_U, R_V и R_W, относящихся к участкам линий коммуникаций. Рассматриваемые участки расположены между зданием (сооружением) и первой точкой разветвления.

В случае если к зданию (сооружению) подходит несколько линий коммуникаций с различными маршрутами, для каждой подобной линии должен быть выполнен самостоятельный расчет.

В случае если у здания (сооружения) имеется несколько линий коммуникаций с одной и той же трассировкой, расчет должен быть выполнен для линии с наихудшими характеристиками, т.е. для линии с самыми высокими значениями N_L и N_I и самым низким значением U_W (т.е. для линии телекоммуникации, а не электропередачи, неэкранированной линии коммуникаций, низковольтной, а не высоковольтной линии электропередачи и т.д.).

Примечание 2 — В случае, когда линии коммуникаций попадают в перекрывающиеся области защиты (области входят одна в другую), их необходимо рассмотреть только один раз.

6.5 Оценка компонента риска при ударе молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения), S4

Для оценки компонента риска отказа внутренних систем (D3) при ударе молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения) применяют следующую формулу:

$$R_Z = N_I P_Z L_Z. \quad (13)$$

Информация о параметрах оценки этого компонента риска приведена в таблице 5.

Если у линии коммуникаций существует несколько участков (см. 6.8), то значение R_Z для линии представляет собой сумму компонентов R_Z, относящихся к каждому участку линии коммуникаций. Рассматриваемые участки расположены между зданием (сооружением) и первой точкой разветвления.

В случае если у здания (сооружения) существует несколько линий коммуникаций с различной трассировкой, расчет должен быть выполнен для каждой подобной линии отдельно.

В случае, когда к зданию (сооружению) подведено несколько линий коммуникаций с одной и той же трассировкой, расчет должен быть выполнен для линии с наихудшими характеристиками, т.е. для линии с самыми высокими значениями N_L и N_I и самым низким значением U_W (т.е. для линии телекоммуникации, а не электропередачи, неэкранированных линий коммуникаций, низковольтной, а не высоковольтной линии электропередачи и т.д.).

6.6 Суммарный риск для здания (сооружения)

Компоненты риска для здания (сооружения) в соответствии с различными типами и источниками повреждений приведены в таблице 6.

Таблица 6 — Компоненты риска для здания (сооружения) при различных типах и источниках повреждений

Тип повреждения	Источник повреждения			
	Удар молнии в здание (сооружение) S1	Удар молнии вблизи здания (сооружения) S2	Удар молнии в линии коммуникаций S3	Удар молнии вблизи линий коммуникаций S4
D1 Вред живым существам вследствие поражения электрическим током	$R_A = N_D P_A L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) P_U L_U$	
D2 Физическое повреждение здания (сооружения)	$R_B = N_D P_B L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) P_V L_V$	
D3 Отказ электрических и электронных систем	$R_C = N_D P_C L_C$	$R_M = N_M P_M L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) P_W L_W$	$R_Z = N_I P_Z L_Z$

Если здание (сооружение) разделяют на зоны Z_S (см. 6.7), необходимо рассчитать каждый компонент риска для каждой зоны Z_S.

Полный риск R здания (сооружения) равен сумме компонентов риска, соответствующих зонам Z_S, выделенным в здании (сооружении).

6.7 Деление здания (сооружения) на зоны, Z_S

Для оценки каждого компонента риска здание (сооружение) может быть разделено на зоны Z_S с однородными характеристиками. Однако здание (сооружение) может быть единой зоной или его можно рассматривать как единую зону.

Зоны Z_S главным образом определяют на основе:

- типа грунта или пола (компоненты риска R_A и R_U);
- наличия огнеупорных перегородок (компоненты риска R_B и R_V);
- наличия пространственных экранов (компоненты риска R_C и R_M).

Далее при определении зоны могут быть учтены следующие особенности:

- расположение внутренних систем (компоненты риска R_C и R_M);
- существующие или планируемые меры защиты (все компоненты риска);
- значение потерь L_X (все компоненты риска).

Деление здания (сооружения) на зоны Z_S должно учитывать возможность применения наиболее подходящих мер защиты от молнии.

Примечание — Зонами Z_S, согласно настоящему стандарту, могут быть LPZ, соответствующие МЭК 62305-4, но они могут и отличаться от зон защиты от молнии.

6.8 Деление линий коммуникаций на участки S_L

Для оценки компонентов риска, соответствующих удару молнии в линии коммуникаций или вблизи от них, линии коммуникаций могут быть поделены на участки S_L. Однако линии коммуникаций могут быть одним участком или их можно рассматривать как один участок.

Для компонентов общего риска участка S_S главным образом должны быть определены:

- тип линий коммуникаций (подземные или воздушные);
- коэффициенты, характеризующие область защиты (C_D, C_E, C_T);
- характеристики линий коммуникаций (экранированные или неэкранированные, наличие защитного сопротивления).

Если к участку относится несколько значений параметра, то должно быть принято значение, приводящее к наиболее высокому значению риска.

6.9 Оценка компонентов риска для здания (сооружения) с зонами Z_S

6.9.1 Общие принципы

Для оценки компонентов риска и выбора соответствующих параметров применяют следующие правила:

- параметры, связанные с количеством опасных событий N, должны быть оценены в соответствии с приложением А;
- параметры, относящиеся к вероятности повреждения P, должны быть оценены в соответствии с приложением В.

Кроме того:

- для расчета компонентов R_A, R_B, R_U, R_V, R_W и R_Z должно быть использовано только одно значение каждого используемого параметра. Если для применения подходит несколько значений, то должно быть выбрано наибольшее значение;
- для компонентов R_C и R_M, если в зону входит несколько систем, значения P_C и P_M рассчитывают по следующим формулам:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1})\,(1 - P_{C2})\,(1 - P_{C3}), \tag{14}$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1})\,(1 - P_{M2})\,(1 - P_{M3}), \tag{15}$$

где P_{Ci} и P_{Mi} — параметры, относящиеся к i-й внутренней системе (i = 1, 2, 3,...);

- параметры, относящиеся к потерям L, определяют в соответствии с приложением С.

Должны быть сделаны исключения для P_C и P_M. Если для зоны приемлемо несколько значений параметра, следует принять значение, приводящее к наибольшему значению риска.

6.9.2 Здание (сооружение) с единственной зоной защиты от молнии

В этом случае все здание (сооружение) относят к одной зоне Z_S. Риск R является суммой компонентов риска R_X для здания (сооружения).

Отнесение здания (сооружения) к единственной зоне может привести к дорогостоящим мерам защиты, поскольку каждая мера должна охватывать все здание (сооружение).

6.9.3 Здание (сооружение) с несколькими зонами защиты от молнии

В этом случае в здании (сооружении) выделено несколько зон Z_S. Риск для здания (сооружения) в целом равен сумме рисков, относящихся к отдельным зонам здания (сооружения). Риск для конкретной зоны равен сумме всех компонентов риска зоны.

Деление здания (сооружения) на зоны позволяет проектировщику при оценке компонентов риска учесть особые характеристики каждой части здания (сооружения), выбрать наиболее подходящие меры защиты, учитывающие особенности зоны, снижая тем самым общую стоимость мер защиты от молнии.

6.10 Анализ экономической эффективности мер защиты от экономических потерь, (L4)

Независимо от потребности в определении мер защиты для снижения риска R_1, R_2 и R_3, полезно оценить экономическую целесообразность применения мер защиты для снижения риска R_4, связанного с экономическими потерями.

Объекты, для которых выполняют оценку риска R_4, могут быть следующими:

- здание (сооружение) в целом;
- часть здания (сооружения);
- внутренние инженерные сети;
- часть внутренних инженерных сетей;
- часть оборудования;
- содержимое здания (сооружения).

Стоимость потерь, мер защиты и возможную экономию оценивают в соответствии с приложением D. Если конкретные данные недоступны, то можно использовать в качестве приемлемого риска значение $R_T = 10^{-3}$.

Приложение А
(справочное)

Оценка количества опасных событий в год *N*

А.1 Общие положения

Среднее количество опасных событий в год *N*, возникающих вследствие ударов молнии и вызывающих негативные последствия для здания (сооружения), зависит от грозовой активности региона, где расположено здание (сооружение), и его физических характеристик. Для расчета значения *N* обычно умножают плотность ударов молнии в землю N_G на эквивалентную площадь области защиты объекта и поправочный коэффициент, учитывающий физические характеристики здания (сооружения).

Плотность ударов молнии в землю N_G — это количество ударов молнии на 1 км^2 в год. Это значение определяют на основе данных метеорологических наблюдений в различных регионах мира.

Примечание — Если карта значений N_G неизвестна, то для умеренных областей этот показатель рассчитывают по следующей формуле:

$$N_G \approx 0{,}1 T_D, \qquad (A.1)$$

где T_D — количество грозовых дней (которое может быть получено по картам частоты и интенсивности возникновения гроз).

Источниками опасности для защищаемого здания (сооружения) являются:

- удар молнии в здание (сооружение),
- удар молнии вблизи здания (сооружения),
- удар молнии в линии коммуникаций здания (сооружения),
- удар молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения),
- удар молнии в соседние здания (сооружения), с которыми защищаемое здание (сооружение) связано линиями коммуникаций.

А.2 Оценка среднего числа опасных событий в год, вызванных ударом молнии в здание (сооружение), N_D, или в соседнее здание (сооружение), N_{DJ}

А.2.1 Определение области защиты A_D

Для изолированных зданий (сооружений) на равнинной местности область защиты A_D представляет собой область, отсекаемую на поверхности земли конусом, образованным вращением прямой, проходящей через самые высокие точки здания (сооружения) под углом к вертикали. Угол между вертикалью и образующей конуса должен быть таким, чтобы высота конуса относилась к радиусу основания, как 1:3. Определение площади A_D может быть выполнено графически или с помощью расчетов.

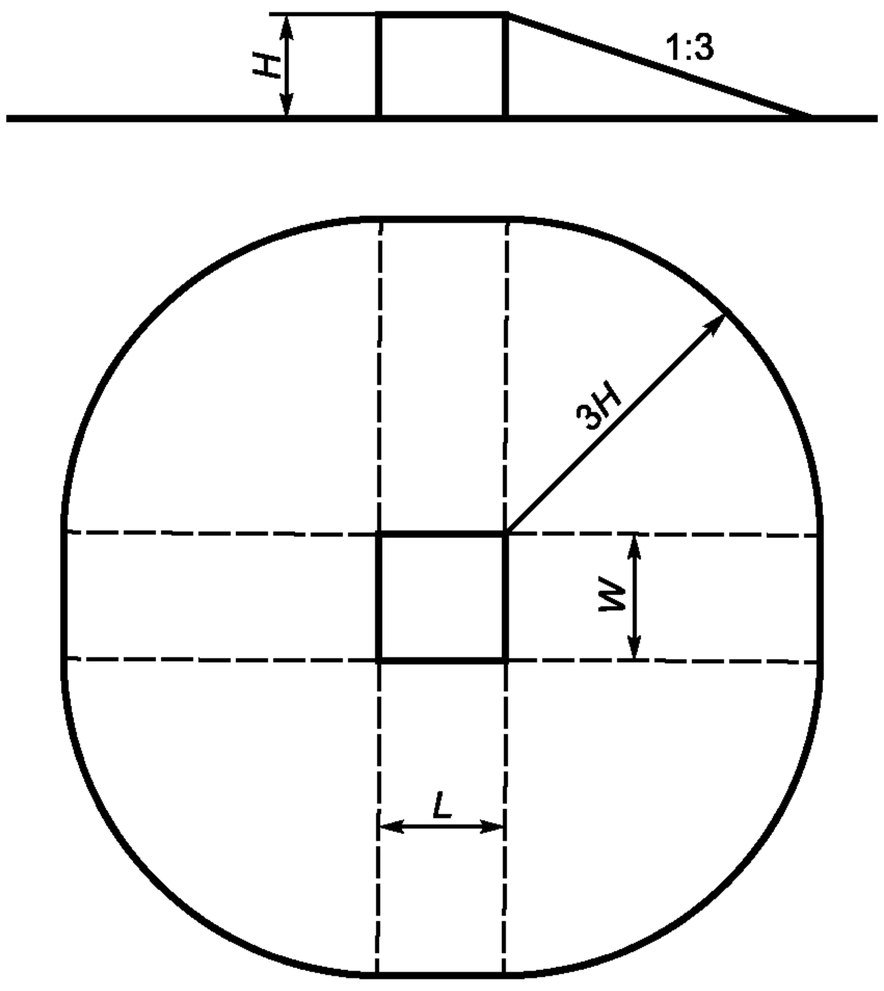


Рисунок А.1 — Область защиты A_D изолированного прямоугольного здания (сооружения)

А.2.1.1 Прямоугольное здание (сооружение)

Для изолированного прямоугольного здания (сооружения) длиной *L*, шириной *W* и высотой *H* на равнинной местности площадь области защиты равна

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

L, *W* и *H* — измеряют в метрах (см. рисунок А.1).

А.2.1.2 Здания (сооружения) сложной формы

В случае, когда здание (сооружение) имеет сложную форму либо выступ на крыше (см. рисунок А.2), должен быть использован графический метод определения площади области A_D (см. рисунок А.3).

Область защиты представляет собой область, объединяющую область A_{DMIN}, определенную в соответствии с формулой (А.2) с учетом минимальной высоты здания (сооружения) H_{MIN}, и область, соответствующую выступу на крыше A_D'. Площадь A_D' может быть вычислена по формуле

$$A_D' = \pi(3 \cdot H_P)^2, \qquad (A.3)$$

где H_P — высота выступа.

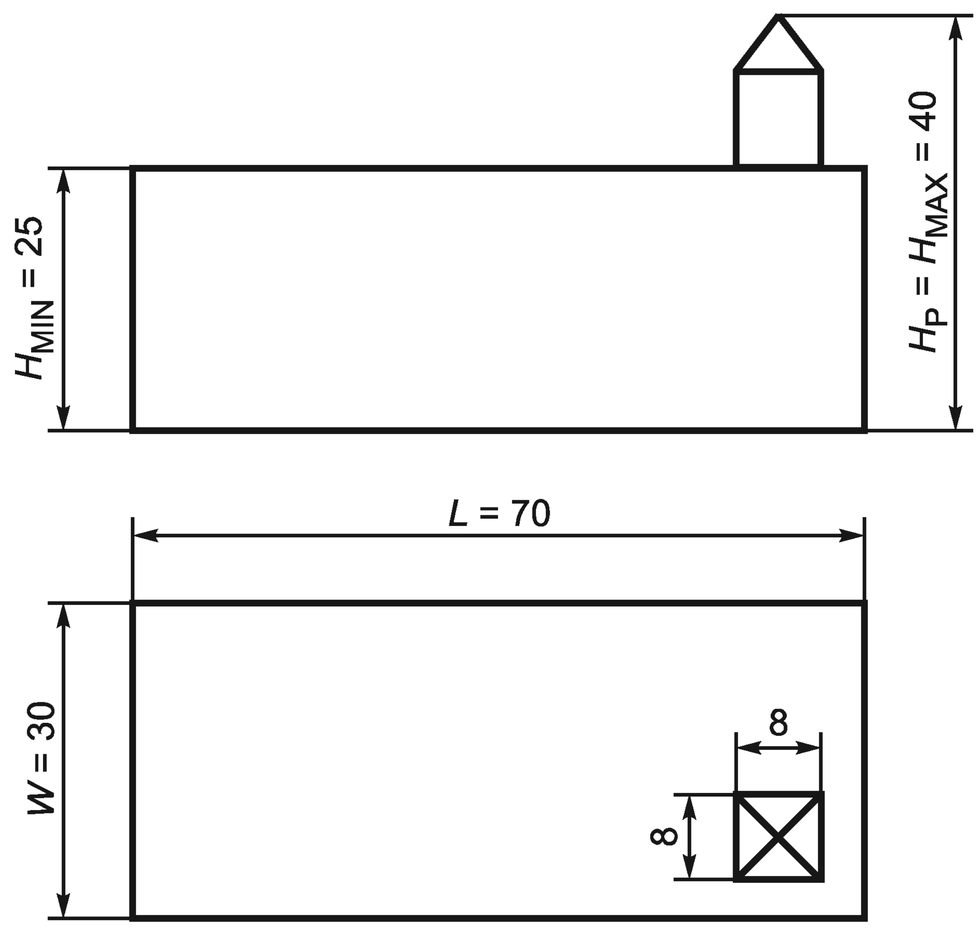
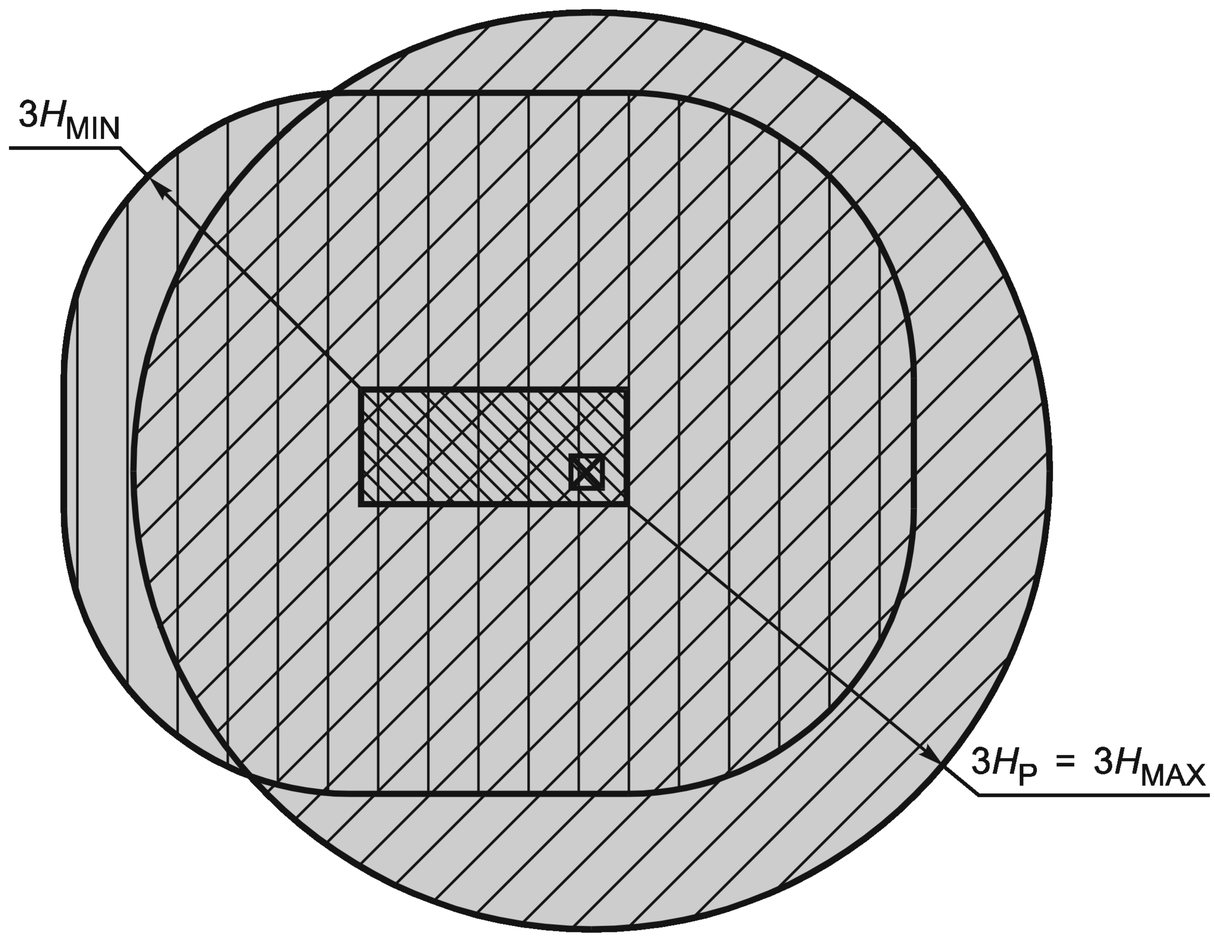
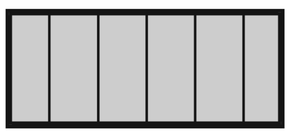
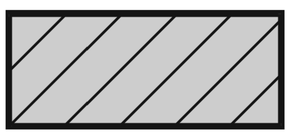


Рисунок А.2 — Здания (сооружения) сложной формы



A_{DMIN}  область защиты прямоугольного здания (сооружения) высотой $H = H_{MIN}$ формулы (А.2);

A_D'  область защиты, построенная с учетом выступа на крыше здания;

A_D область защиты для здания в целом, определенная графическим методом.

Рисунок А.3 — Методы определения области защиты для здания (сооружения) сложной формы

А.2.2 Здание (сооружение) как часть более крупного здания

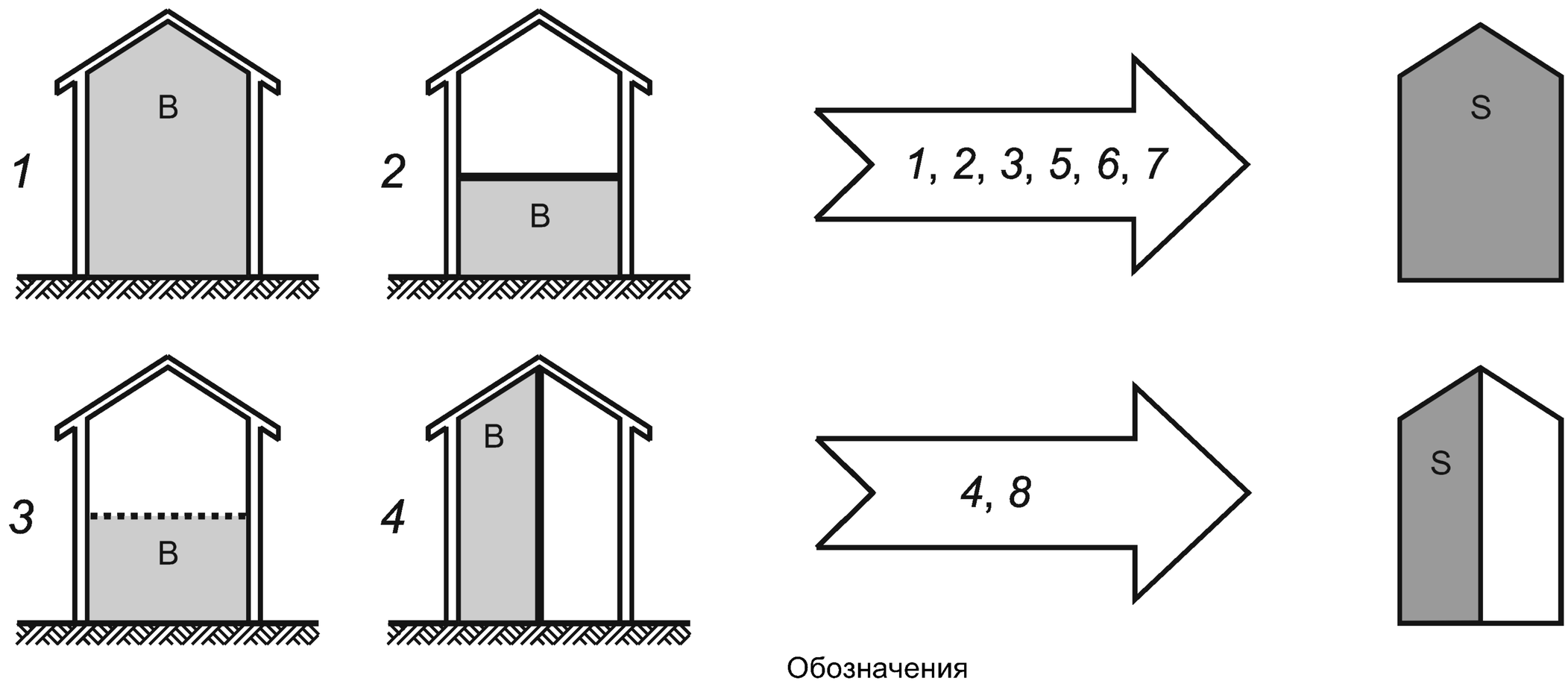
В случае если рассматриваемое здание (сооружение) S является частью более крупного здания B, при определении площади A_D могут быть использованы размеры здания (сооружения) S при условии выполнения следующих условий (см. рисунок А.4):

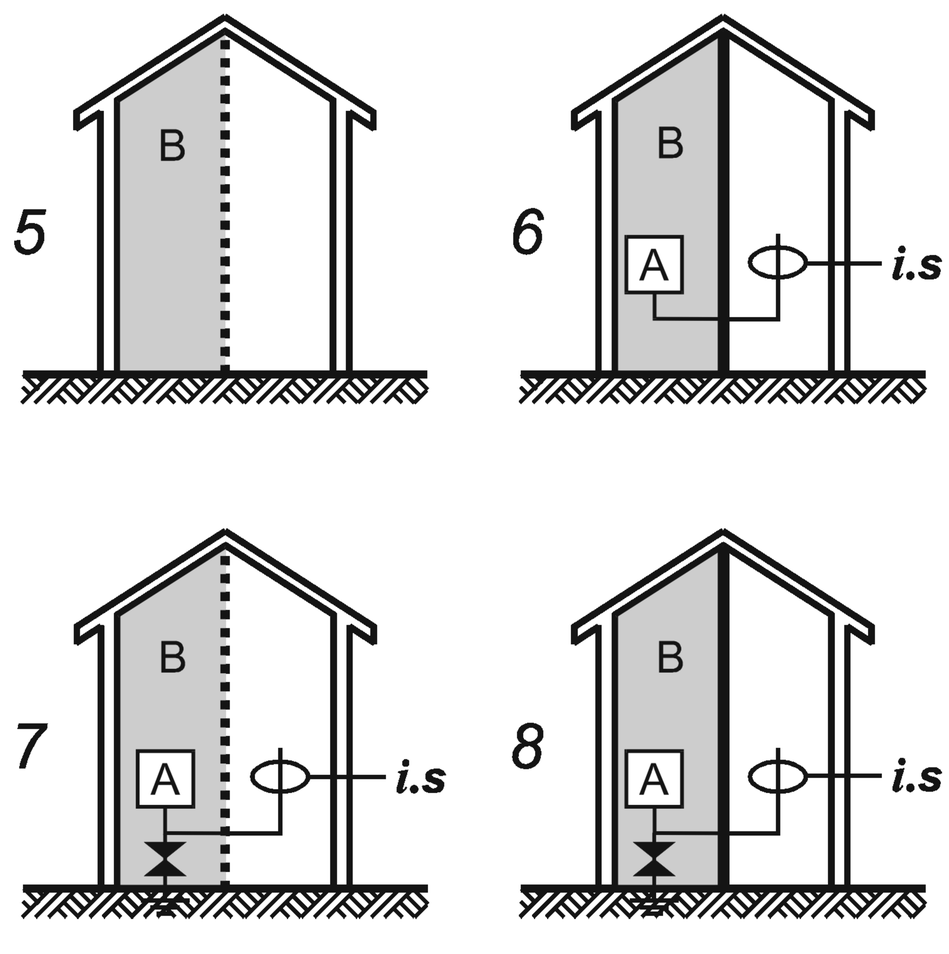
- здание (сооружение) S является частью здания B и отделено внутри него по вертикали;

- у здания (сооружения) В отсутствует опасность возникновения взрыва;
- для устранения распространения огня между зданием (сооружением) S и другими частями здания В возведены огнеупорные стены с огнеупорностью не менее 120 (REI[1)] 120) или применены другие эквивалентные меры защиты;
- для устранения появления перенапряжений в общих линиях коммуникаций, если таковые имеются, применены устройства защиты от импульсных перенапряжений, установленные на вводе линий коммуникаций в здание (сооружение), или другие эквивалентные меры защиты.

Примечание — Дополнительная информация относительно REI приведена в [6].

Если эти условия не выполнены, должны быть использованы размеры здания В.





Обозначения

	В — защищаемое здание (сооружение) или его часть, для которых необходимо оценить A_D
	Здание (сооружение) или его часть, для которых отсутствует необходимость в оценке A_D
	S — здание (сооружение), для которого проводят оценку риска, при этом размеры S используют для оценки A_D
	Перегородка с огнеупорностью не менее 120 (REL ≥ 120).
	Перегородка с огнеупорностью менее 120 (REI < 120).
A	Оборудование
i.s	Внутренняя система
	Устройство защиты от импульсного перенапряжения

Рисунок А.4 — Защищаемое здание (сооружение), представляющее собой часть более крупного здания (сооружения)

[1)] REI — внешняя огнеупорная изоляция многократного применения.

А.2.3 Местоположение здания (сооружения)

Местоположение здания (сооружения) относительно окружающих зданий (сооружений) и подверженность местности грозовым явлениям характеризуют коэффициент местоположения C_D (см. таблицу А.1).

Более точная оценка влияния окружающих объектов может быть получена при рассмотрении высоты здания (сооружения) по сравнению с окружающими объектами или землей в пределах расстояния 3*H* от здания (сооружения) для $C_D = 1$.

Таблица А.1 — Коэффициент местоположения C_D

Относительное местоположение	C_D
Здание (сооружение) окружено более высокими объектами (или деревьями)	0,25
Здание (сооружение) окружено объектами (или деревьями) такой же высоты или ниже	0,5
Изолированное здание (сооружение): отсутствуют другие объекты поблизости от здания (сооружения)	1
Изолированное здание (сооружение): расположено на бугре или холме	2

А.2.4 Количество опасных событий вследствие удара молнии в здание (сооружение) N_D в год

Значение N_D может быть рассчитано по формуле

$$N_D = N_G A_D C_D 10^{-6}, \quad (A.4)$$

где N_G — плотность ударов молнии в землю, 1/км^2 в год;

A_D — площадь области защиты здания (сооружения), м^2 (см. рисунок А.5);

C_D — коэффициент, характеризующий рельеф местности (см. таблицу А.1).

А.2.5 Количество опасных событий N_{DJ} вследствие удара молнии в соседнее здание (сооружение)

Среднее количество опасных событий в год, вызванных ударом молнии в здание (сооружение), связанное с защищаемым зданием (сооружением) линией коммуникаций N_{DJ} (см. 6.5 и рисунок А.5), может быть рассчитано по формуле

$$N_{DJ} = N_G A_{DJ} C_{DJ} C_T 10^{-6}, \quad (A.5)$$

где N_G — плотность ударов молнии в землю, 1/км^2 в год;

A_{DJ} — площадь области защиты от удара молнии в соседнее здание (сооружение), м^2 (см. рисунок А.1);

C_D — коэффициент, характеризующий рельеф местности соседнего здания (сооружения) (см. таблицу А.1);

C_T — коэффициент, характеризующий тип линий коммуникаций (см. таблицу А.3).

А.3 Количество опасных событий вследствие удара молнии вблизи здания (сооружения) N_M

Среднее количество опасных событий, вызванных ударом молнии вблизи здания (сооружения) N_M, может быть рассчитано по формуле

$$N_M = N_G A_M 10^{-6}, \quad (A.6)$$

где N_G — плотность ударов молнии в землю, 1/км^2 в год;

A_M — площадь области защиты при ударе молнии вблизи здания (сооружения), м^2.

Область защиты A_M ограничена линией, расположенной на расстоянии 500 м от периметра здания (сооружения) (см. рисунок А.5).

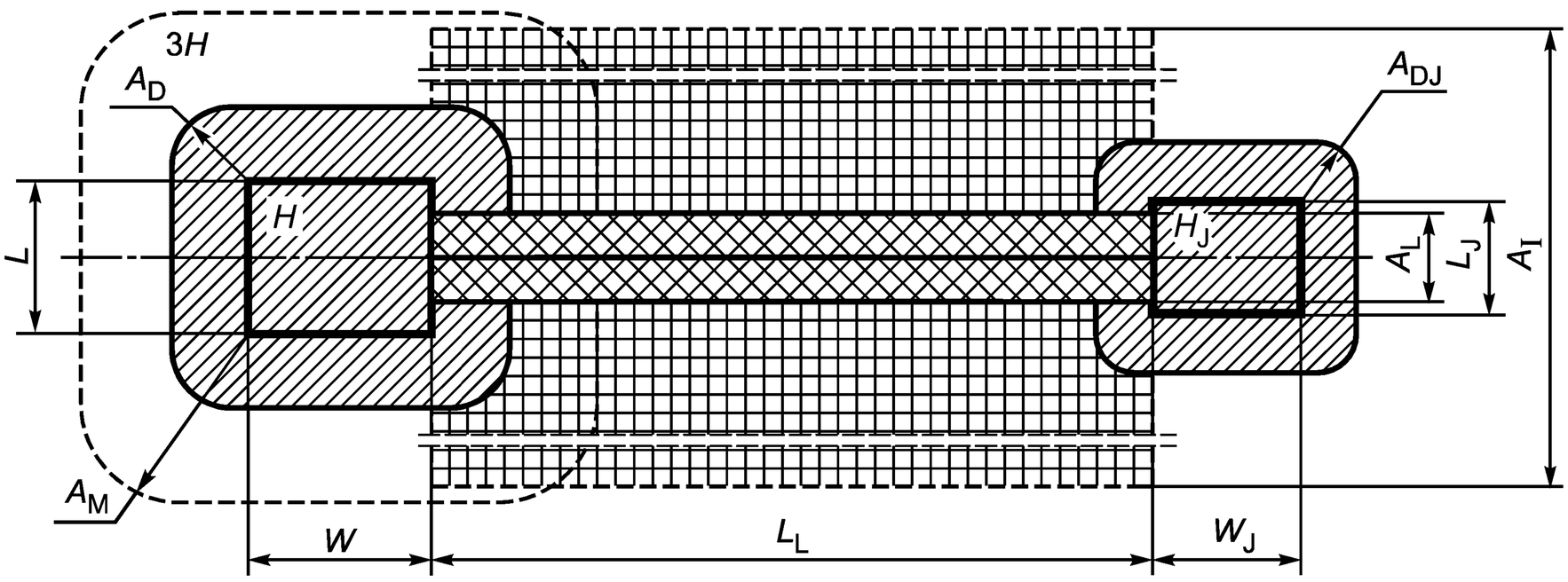


Рисунок А.5 — Области защиты (область покрытия) (A_D, A_M, A_I, A_L)

$$A_M = 2 \cdot 500 \cdot (L + W) + \pi 500^2. \quad (A.7)$$

А.4 Среднее количество опасных событий в год вследствие удара молнии в линии коммуникаций N_L

Линии коммуникаций могут быть разделены на несколько участков. Для каждого участка линий коммуникаций значение N_L может быть рассчитано по формуле

$$N_L = N_G \cdot A_L \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}, \quad (A.8)$$

где N_L — количество опасных скачков напряжения с амплитудой не ниже 1 кВ (1/год) на участке линий коммуникаций);

N_G — плотность ударов молнии в землю, 1/км^2 в год;

A_L — площадь области защиты при ударе молнии в линии коммуникаций, м^2 (см. рисунок А.5);

C_I — коэффициент, характеризующий тип прокладки линий коммуникаций (см. таблицу А.2);

C_T — коэффициент, характеризующий тип линий коммуникаций (см. таблицу А.3);

C_E — коэффициент, характеризующий тип местоположения здания (сооружения) и его линий коммуникаций (см. таблицу А.4).

Для ударов молнии в линии коммуникаций

$$A_L = 40L_L, \quad (A.9)$$

где L_L — длина участка линий коммуникаций.

Если длина участка линий коммуникаций неизвестна, то L_L принимают равной 1000 м.

Примечание 1 — Для линий электропередачи и телекоммуникационных линий требования к указанным параметрам должны соответствовать законодательным и обязательным требованиям, принятым на территории РФ.

Таблица А.2 — Коэффициент, характеризующий тип прокладки линий коммуникаций, C_I

Тип установки линий коммуникаций	C_I
Воздушный	1
Подземный	0,5
Подземные электроды сетки заземления (подраздел 5.1 МЭК 62305-4)	0

Таблица А.3 — Коэффициент, характеризующий тип линий коммуникаций, C_T

Тип линий коммуникаций	C_T
Низковольтные линии электропередачи и телекоммуникационные линии, а также линии передачи данных	1
Высоковольтные линии передачи (с высоковольтными и низковольтными трансформаторами)	0,2

Таблица А.4 — Коэффициент, характеризующий тип местоположения здания (сооружения) и его линий коммуникаций, C_E

Тип местоположения здания (сооружения)	C_E
Сельская местность	1
Пригород	0,5
Городская среда	0,1
Городская среда с высотными зданиями[a)]	0,01
[a)] Строения выше 20 м.	

Примечание 2 — Размер области защиты A_L для подземных линий коммуникаций зависит от удельного сопротивления земли. Чем больше удельное сопротивление земли, тем больше область защиты (A_L пропорциональна $\sqrt{\rho}$). Коэффициент, характеризующий тип прокладки линий коммуникаций C_I в таблице А.2, связан с ρ = 400 Ом.

Примечание 3 — Дополнительную информацию относительно области защиты A_I для телекоммуникационных линий можно найти в [7].

А.5 Оценка среднего количества опасных событий в год вследствие удара молнии вблизи линий коммуникаций N_I

Линии коммуникаций могут быть разделены на несколько участков. Для каждого участка линий коммуникаций значение N_I может быть рассчитано по формуле

$$N_I = N_G \cdot A_I \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}, \quad (A.10)$$

где N_I — количество перенапряжений с амплитудой не ниже 1 кВ (1/год) на линиях коммуникаций;

N_G — плотность ударов молнии в землю, 1/км^2 в год;

A_I — площадь области защиты при ударе молнии вблизи линий коммуникаций (см. рисунок А.5), м^2;

C_I — коэффициент, характеризующий тип прокладки линий коммуникаций (см. таблицу А.2);

C_T — коэффициент, характеризующий тип линий коммуникаций (см. таблицу А.3);

C_E — коэффициент, характеризующий тип местоположения здания (сооружения) и его линий коммуникаций (см. таблицу А.4).

Для ударов молнии вблизи линий коммуникаций

$$A_L = 4000 L_L, \quad (A.11)$$

где L_L — длина участка линий коммуникаций.

Если длина участка линий коммуникаций неизвестна, L_L принимают равной 1000 м.

Примечания

1 Для линий электропередачи и телекоммуникационных линий требования к указанным параметрам должны соответствовать обязательным требованиям, принятым на территории РФ.

2 Для более точной оценки может быть использовано значение A_I в соответствии с [8, пункт 161] и [9, пункт 162] для линий электропередачи и в соответствии с [10] для телекоммуникационных линий.

Приложение В
(справочное)

Оценка вероятности повреждений P_X для здания (сооружения)

В.1 Общие положения

Приведенные в настоящем приложении значения вероятности повреждений здания (сооружения) следует применять только в тех случаях, если применяемые меры защиты соответствуют:

- МЭК 62305-3 — для мер защиты, направленных на снижение вреда живым существам и уменьшение физических повреждений здания (сооружения);
- МЭК 62305-4 — для мер защиты, направленных на снижение отказов внутренних систем.

В конкретной ситуации могут быть выбраны другие значения вероятности повреждений здания (сооружения).

Значение вероятности P_X меньше 1 может быть принято только в случае, когда мера защиты или характеристика соответствуют всему защищаемому зданию (сооружению) или всей защищаемой зоне здания (сооружения) Z_S со всем соответствующим оборудованием.

В.2 Вероятность P_A того, что удар молнии в здание (сооружение) нанесет вред живым существам

Значение вероятности P_A поражения электрическим током живых существ вследствие скачка электрического тока или напряжения, вызванных ударом молнии в здание (сооружение), зависит от применяемых LPS и дополнительных мер защиты. Значение P_A рассчитывают по формуле

$$P_A = P_{TA} \cdot P_B, \qquad (B.1)$$

где P_{TA} зависит от применяемых дополнительных мер защиты от скачка электрического тока или напряжения (см. таблицу В.1);

- P_B характеризует уровень защиты от молнии (LPL), для которого разрабатываемая система защиты от молнии (LPS) соответствует МЭК 62305-3 (см. таблицу В.2).

Если применяют несколько мер защиты, то значение вероятности P_{TA} равно произведению соответствующих значений.

Примечания

1 Меры защиты эффективны для снижения P_A только в зданиях (сооружениях), оснащенных системой защиты от молнии (LPS), или в зданиях (сооружениях), имеющих сплошную металлическую или железобетонную структуру, действующую как естественная система защиты от молнии (LPS), где требования к соединениям и заземлению соответствуют МЭК 62305-3.

2 Если в здании (сооружении), имеющем каркас из железобетонных элементов, использована система токоотводов или если существуют физические препятствия удару молнии в здание (сооружение), то значение вероятности P_A незначительно.

3 Дополнительная информация приведена в подразделах 8.1, 8.2 МЭК 62305-3.

Таблица В.1 — Значения вероятности P_{TA} того, что удар молнии в здание (сооружение) нанесет вред живым существам вследствие поражения электрическим током, вызванного скачком напряжения или тока

Дополнительные меры защиты	P_{TA}
Меры защиты отсутствуют	1
Предупредительные надписи	10^{-1}
Электрическая изоляция (например, изоляция из сшитого полиэтилена толщиной не менее 3 мм) выступающих частей (например, токоотвода)	10^{-2}
Эффективное выравнивание потенциалов с землей (заземление)	10^{-2}
Физические ограничители или структура, подобная системе токоотводов	0

В.3 Вероятность P_B физического повреждения здания (сооружения) при ударе молнии в здание (сооружение)

Система защиты от молнии (LPS) является наиболее подходящей мерой защиты для снижения значения P_B.

Значения вероятности P_B физического повреждения, вызванного ударом молнии в здание (сооружение), для различных уровней защиты от молнии приведены в таблице В.2.

Примечание 1 — Возможно применение других значений P_B, кроме приведенных в таблице В.2, если они основаны на детальном исследовании конкретной ситуации с учетом требований к критериям по размерам и проводимости, установленным в МЭК 62305-1.

Примечание 2 — Характеристики LPS, включая характеристики устройств защиты от импульсных перенапряжений для соединения по уравниванию потенциалов, приведены в МЭК 62305-3.

Таблица В.2 — Значения P_B для различных мер защиты от физического повреждения здания (сооружения)

Характеристики здания (сооружения)	Класс LPS	P_B
Здание (сооружение), не оснащенное LPS	—	1
Здание (сооружение), оснащенное LPS	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Здание (сооружение) с системой токоотводов, соответствующей I классу LPS, или со сплошной металлической или железобетонной структурой, действующей как естественная система токоотвода		0,01
Здание (сооружение) с металлической крышей или системой токоотводов, возможно включающей некоторые естественные компоненты, с полной защитой всех частей крыши от прямых ударов молнии и сплошной металлической или железобетонной структурой, действующей как система естественных токоотводов		0,001

В.4 Вероятность P_C отказа внутренних систем при ударе молнии в здание (сооружение)

Система устройств защиты от импульсных перенапряжений является наиболее подходящей мерой защиты для снижения значения P_C.

Вероятность P_C отказа внутренних систем вследствие удара молнии в здание (сооружение) рассчитывают по формуле

$$P_C = P_{SPD} C_{LD}. \qquad (B.2)$$

Значение P_{SPD} зависит от применяемой системы устройств защиты от импульсных перенапряжений (отвечающей требованиям МЭК 62305-4), соответствующей LPL. Значения P_{SPD} приведены в таблице В.3.

Коэффициент C_{LD} зависит от особенностей экранирования, заземления и изоляции линий коммуникаций, с которыми связаны внутренние системы. Значения C_{LD}, C_{LI} приведены в таблице В.4.

Таблица В.3 — Значение вероятности P_{SPD} для разных LPL, в соответствии с которыми разработана система устройств защиты от импульсных перенапряжений

LPL	P_{SPD}
Отсутствует система устройств защиты от импульсных перенапряжений	1
III—IV	0,03
II	0,02
I	0,01
Примечание 2	0,005—0,001

Примечание 1 — Система устройств защиты от импульсных перенапряжений эффективна для снижения P_C только в зданиях (сооружениях), защищенных системой защиты от молнии (LPS), или зданиях (сооружениях), имеющих сплошные металлические или железобетонные структуры, которые действуют как естественные LPS, при этом должны быть учтены требования МЭК 62305-3 к соединениям и заземлению.

Примечание 2 — Значение P_{SPD} может быть снижено путем применения устройств защиты от импульсных перенапряжений, имеющих более высокие характеристики защиты (от более высокого номинального электрического тока I_N, при более низком уровне защиты U_P и т.п.) по сравнению с требованиями, определенными для LPL I (см. таблицу А.3 МЭК 62305-1, приложение Е МЭК 62305-1 и приложение D МЭК 62305-4). Эти приложения могут быть использованы для устройств защиты от импульсных перенапряжений, имеющих высокую вероятность P_{SPD}.

Примечание 3 — При расчете вероятности P_C для неэкранированных внутренних систем принимают C_{LD} =1.

Примечание 4 — Для неэкранированных внутренних систем:

- не соединенных с внешними линиями коммуникаций (автономная система);
- соединенных с внешними линиями коммуникаций через изолирующее средство;
- соединенных с внешними линиями коммуникаций, состоящими из кабелей, специально защищенных от молний или системы проводов, заложенных в кабельный канал, металлических проводников или труб, специально защищенных от молнии, подсоединенных к общей заземляющей шине, в соответствии с требованиями МЭК 62305-4, отсутствует необходимость в системе устройств защиты от импульсных перенапряжений для снижения P_C при условии, что индуцируемое напряжение U_I выше, чем выдерживаемое импульсное напряжение U_W внутренних систем ($U_I \le U_W$). Дополнительная информация об оценке индуцируемого напряжения U_I приведена в МЭК 62305-4 (приложение А).

Таблица В.4 — Значения коэффициентов C_{LD} и C_{LI} в зависимости от условий экранирования, заземления и изоляции

Тип внешних линий коммуникаций	Соединение на концах	C_{LD}	C_{LI}
Неэкранированные воздушные линии коммуникаций	Не определено	1	1
Неэкранированные подземные линии коммуникаций	Не определено	1	1
Нулевой провод многократно заземленной линии электропередачи	Отсутствует	1	0,2
Экранированные подземные линии коммуникаций (линии электропередачи и телекоммуникационные линии)	Экран, не связанный с шиной заземления оборудования	1	0,2
Экранированные воздушные линии коммуникаций (линии электропередачи и телекоммуникационные линии)	Экран, не связанный с шиной заземления оборудования	1	0,02
Экранированные подземные линии коммуникаций (линии электропередачи и телекоммуникационные линии)	Экран, связанный с шиной заземления оборудования	1	0
Экранированные воздушные линии коммуникаций (линии электропередачи и телекоммуникационные линии)	Экран, связанный с шиной заземления оборудования	1	0
Кабель или провода, экранированные от воздействия молнии кабельными каналами, металлической оплеткой или трубками, защищенными от молнии	Экран, не связанный с шиной заземления оборудования	0	0
Отсутствуют внешние линии коммуникаций	Отсутствует связь с внешними линиями коммуникаций (автономная система)	0	0
Все типы	Изолирующие средства	0	0

В.5 Вероятность P_M отказа внутренних систем вследствие удара молнии вблизи здания (сооружения)

Для снижения значения P_M в качестве мер защиты наиболее подходят следующие меры: разработка и расположение LPS в виде сетки; экранирование; соблюдение мер предосторожности при выборе и прокладке трассы для проводки; применение материалов, выдерживающих более высокое напряжение, изолирующих средств и системы устройств защиты от импульсных перенапряжений.

Вероятность P_M отказа внутренних систем вследствие удара молнии зависит от принятых мер LPM.

Если система устройств защиты от импульсных перенапряжений не отвечает требованиям МЭК 62305-4, то значение P_M принимают равным значению P_{MS}.

Если система устройств защиты от импульсных перенапряжений отвечает требованиям МЭК 62305-4, то значение P_M вычисляют по формуле

$$P_M = P_{SPD} \cdot P_{MS}. \qquad (B.3)$$

Для внутренних систем с оборудованием, не обладающим уровнем сопротивления и устойчивости к напряжениям, установленным в соответствующих стандартах на продукцию, значение вероятности P_M должно быть принято равным 1 ($P_M = 1$).

Значение вероятности P_{MS} вычисляют по следующей формуле:

$$P_{MS} = (K_{S1} \cdot K_{S2} \cdot K_{S3} \cdot K_{S4})^2, \qquad (B.4)$$

где K_{S1} — коэффициент, характеризующий эффективность экранирования здания (сооружения), LPS или других мер защиты в пределах LPZ 0/1;

K_{S2} — коэффициент, характеризующий эффективность экранирования внутренних систем здания (сооружения) в пределах LPZ X/Y (X > 0, Y > 1);

K_{S3} — коэффициент, характеризующий внутреннюю проводку (см. таблицу В.5);

K_{S4} — коэффициент, характеризующий выдерживаемое импульсное напряжение защищаемой системы.

Т а б л и ц а В.5 — Значение коэффициента K_{S3} в зависимости от типа внутренней проводки

Тип внутренней проводки	K_{S3}
Неэкранированный кабель — имеются большие петли проводников[a)]	1
Неэкранированный кабель — петли проводников не более 10 м^2[b)]	0,2
Неэкранированный кабель — петли проводников не более 0,5 м^2[c)]	0,01
Экранированные кабели и кабели в металлическом кабельном канале[d)]	0,001

[a)] Петли проводников в больших зданиях (область петли примерно 50 м^2).

[b)] Петли проводников, проложенных в общем кабельном канале, или петле проводников в небольших зданиях (область петли примерно 10 м^2).

[c)] Петли проводников, проложенных в общем кабельном канале (область петли примерно 0,5 м^2).

[d)] Экраны и металлические кабельные каналы и проводники имеют соединение для уравнивания потенциалов с заземляющей шиной на обоих концах, а оборудование соединено с той же заземляющей шиной.

П р и м е ч а н и е 1 — В случае если оборудование, обеспеченное изолирующими средствами, состоит из трансформаторов с заземленным экраном между обмотками или использованы волоконно-оптические кабели или оптические соединители, то значение вероятности P_{MS} должно быть принято равным 0 ($P_{MS} = 0$).

Внутри зоны защиты от молнии на безопасном расстоянии от границ защитного экрана, равном шагу сетки w_m или более, коэффициенты K_{S1} и K_{S2} для LPS или экрана из пространственной сетки могут быть рассчитаны следующим образом:

$$K_{S1} = 0{,}12 w_{m1}; \quad (B.5)$$

$$K_{S2} = 0{,}12\ w_{m2}, \quad (B.6)$$

где w_{m1}(m) и w_{m2}(m) — размер шага сетки пространственного экрана, или типовой ячейки LPS токоотвода, или интервал между металлическими столбами здания (сооружения), или интервал между железобетонными балками конструкции, действующими как естественные LPS.

Для сплошного металлического экрана толщиной от 0,1 до 0,5 мм $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$.

П р и м е ч а н и е 2 — В случае если создана сеть в соответствии с МЭК 62305-4, значения K_{S1} и K_{S2} могут быть уменьшены в два раза.

В случае если индукционная петля проходит вблизи от экранированных проводников, расположенных на границе LPZ на расстоянии от экрана менее безопасного расстояния, значения K_{S1} и K_{S2} должны быть выше. Например, значения K_{S1} и K_{S2} должны быть удвоены, если расстояние до экрана составляет от $0{,}1w_m$ до $0{,}2w_m$.

Для LPZ каскадного типа результирующее значение K_{S2} равно произведению соответствующих значений K_{S2} каждой LPZ.

П р и м е ч а н и е 3 — Максимальное значение K_{S1} и K_{S2} равно 1.

Коэффициент K_{S4} рассчитывают по формуле

$$K_{S4} = 1/U_W, \quad (B.7)$$

где U_W — номинальное выдерживаемое импульсное напряжение защищаемой системы, кВ.

П р и м е ч а н и е 4 — Максимальное значение K_{S4} равно 1.

Если существует оборудование с различными уровнями выдерживаемого напряжения во внутренней системе, должен быть выбран коэффициент K_{S4}, относящийся к самому низкому уровню выдерживаемого импульсного напряжения.

В.6 Вероятность P_U нанесения вреда живым существам при ударе молнии в линии коммуникаций

Значение вероятности P_U нанесения вреда живым существам вследствие удара молнии в линии коммуникаций, подведенные в здание (сооружение), зависит: от характеристик экранирования коммуникаций; выдерживаемого напряжения внутренних систем, связанных с коммуникациями, обычных защитных мер (физические ограничения, предупредительные надписи, изолирующие средства и набор устройств защиты от импульсных перенапряжений, обеспечивающий выравнивание потенциалов на концах линий коммуникаций) в соответствии с МЭК 62305-3.

П р и м е ч а н и е 1 — В данном случае отсутствует необходимость применения системы устройств защиты от импульсных перенапряжений в соответствии с МЭК 62305-4 для снижения P_U. Достаточно применения устройств защиты от импульсных перенапряжений в соответствии с МЭК 62305-3.

Значение P_U рассчитывают по формуле

$$P_U = P_{TU} P_{EB} P_{LD} C_{LD}, \quad (B.8)$$

где P_{TU} — вероятность, характеризующая меры защиты живых существ от поражения электрическим током, такие как физические ограничения и предупредительные надписи. Значения вероятности P_{TU} приведены в таблице В.6

Таблица В.6 — Значения вероятности P_{TU} нанесения вреда живым существам вследствие удара молнии во входящие линии коммуникаций

Меры защиты	P_{TU}
Меры защиты отсутствуют	1
Предупреждающие надписи	10^{-1}
Электрическая изоляция	10^{-2}
Физические ограждения	0

P_{EB} — вероятность, характеризующая уравнивание потенциалов (EB) в соответствии с МЭК 62305-3 и уровень защиты от молнии (LPL), для которого разработаны эти устройства защиты от импульсных перенапряжений. Значения вероятности P_{EB} приведены в таблице В.7.

Таблица В.7 — Значения вероятности P_{EB} для разных уровней защиты от молнии (LPL), для которых разработаны устройства защиты от импульсных перенапряжений

Уровень защиты от молнии	P_{EB}
Устройства защиты от импульсных перенапряжений отсутствуют	1
III—IV	0,05
II	0,02
I	0,01
Примечание 4	0,005—0,001

P_{LD} — вероятность, характеризующая отказ внутренних систем вследствие удара молнии в линии коммуникаций, вызвавшего изменения характеристик этих линий. Значения вероятности P_{LD} приведены в таблице В.8.

Таблица В.8 — Значения вероятности P_{LD} в зависимости от сопротивления R_S защитного экрана и выдерживаемого импульсного напряжения оборудованием U_W

Тип линий коммуникаций	Тип прокладки линий коммуникаций, свойства защитных экранов и замыкателей		Выдерживаемое импульсное напряжение U_W, кВ				
			1	1,5	2,5	4	6
Линии электропередачи/ или линии телекоммуникации	Воздушные или подземные, экранированные или неэкранированные линии коммуникаций, которые не соединены с шиной заземления оборудования		1	1	1	1	1
	Экранированные воздушные или подземные линии коммуникаций, экраны которых соединены с той же заземляющей шиной, что и оборудование	5 Ом/км < $R_S \le$ 20 Ом/км	1	1	0,95	0,9	0,8
		1 Ом/км < $R_S \le$ 5 Ом/км	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		$R_S \le$ 1 Ом/км	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

C_{LD} — коэффициент, характеризующий особенности экранирования, заземления и изоляции коммуникаций. Значения C_{LD} приведены в таблице В.4.

Примечание 2 — Если в соответствии с МЭК 62305-3 для выравнивания потенциалов на концах линий коммуникаций установлены устройства защиты от импульсных перенапряжений, то система заземления и соединений в соответствии с МЭК 62305-4 может дополнительно улучшить защиту от молнии.

Примечание 3 — Если использовано несколько типов мер защиты, то значение вероятности P_{TU} равно произведению значений, соответствующих мерам защиты.

Примечание 4 — Значение вероятности P_{EB} может быть снижено при применении устройств защиты от импульсных перенапряжений, имеющих более высокие характеристики защиты (более высокий номинальный электрический ток I_N, низкий уровень защиты U_P и т.д.) по сравнению с требованиями, установленными для LPL I (см. таблицу А.3 МЭК 62305-1, приложение D МЭК 62305-4). Эти приложения могут быть использованы для устройств защиты от импульсных перенапряжений, имеющих высокую вероятность P_{EB}.

Примечание 5 — В городских и пригородных районах низковольтные линии электропередачи обычно не экранированы кабельным каналом, тогда как телекоммуникационные линии обычно прокладывают внутри экранированных кабельных каналов (которые обычно содержат не менее 20 проводников с сопротивлением экрана 5 Ом/км и медные провода диаметром 0,6 мм). В сельской местности для низковольтных линий электропередачи, как и для телекоммуникационных линий, обычно используют неэкранированный воздушный кабель (медный провод диаметром 1 мм). Для высоковольтных линий электропередачи обычно используют экранированные кабели с сопротивлением экрана от 0,1 до 5 Ом/км. Требования к линиям электропередачи и телекоммуникационным линиям установлены в обязательных требованиях РФ.

В.7 Вероятность P_V физического повреждения здания (сооружения) при ударе молнии в линии коммуникаций

Значение вероятности P_V физического повреждения здания (сооружения) вследствие удара молнии в линии коммуникаций зависит от характеристик экранирования линий коммуникаций, выдерживаемого импульсного напряжения внутренних систем, изолирующих средств и устройств защиты от импульсных перенапряжений, обеспечивающих выравнивание потенциалов на вводе линий коммуникаций в соответствии с МЭК 62305-3.

Если система устройств защиты от импульсных перенапряжений не предусмотрена для обеспечения уравнивания потенциалов в соответствии с МЭК 62305-3, то значение P_V равно значению P_{LD}, где P_{LD} — вероятность отказа внутренних систем вследствие удара молнии в линии коммуникаций.

Примечание — В данном случае отсутствует необходимость в применении устройств защиты от импульсных перенапряжений в соответствии с МЭК 62305-4 для снижения P_V. Достаточно применения устройств защиты от импульсных перенапряжений в соответствии с МЭК 62305-3.

Значения P_V рассчитывают по формуле

$$P_V = P_{EB} P_{LD} C_{LD}, \qquad (B.9)$$

где P_{EB} — вероятность, характеризующая уравнивание потенциалов (EB) в соответствии с МЭК 62305-3 и уровень защиты от молнии (LPL), для которого разработаны устройства защиты от импульсных перенапряжений. Значения вероятности P_{EB} приведены в таблице В.7;

P_{LD} — вероятность отказа внутренних систем вследствие удара молнии в линии коммуникаций, вызывающего изменение характеристик этих линий. Значения вероятности P_{LD} приведены в таблице В.8;

C_{LD} — коэффициент, характеризующий экранирование, заземление и изоляцию коммуникаций. Значения C_{LD} приведены в таблице В.4.

В.8 Вероятность P_W отказа внутренних систем вследствие удара молнии в линии коммуникаций

Значение вероятности P_W отказа внутренних систем вследствие удара молнии в линии коммуникаций, входящие в здание (сооружение), зависит от характеристик экранирования линий коммуникаций, выдерживаемого напряжения внутренних систем, связанных с линиями коммуникаций, изолирующих средств и системы устройств защиты от импульсных перенапряжений.

Значения P_V рассчитывают по формуле

$$P_W = P_{SPD} P_{LD} C_{LD}, \qquad (B.10)$$

где P_{SPD} — вероятность, характеризующая систему устройств защиты от импульсных перенапряжений, соответствующую МЭК 62305-4, и уровень защиты от молнии (LPL), для которого спроектированы эти устройства защиты. Значения P_{SPD} приведены в таблице В.3;

P_{LD} — вероятность отказа внутренних систем вследствие удара молнии в линии коммуникаций, вызывающего изменение характеристик этих линий. Значения вероятности P_{LD} приведены в таблице В.8;

C_{LD} — коэффициент, характеризующий экранирование, заземление и изоляцию коммуникаций. Значения C_{LD} приведены в таблице В.4.

В.9 Вероятность P_Z отказа внутренних систем вследствие удара молнии вблизи линий коммуникаций

Значение вероятности P_Z отказа внутренних систем вследствие удара молнии вблизи линий коммуникаций, входящих в здание (сооружение), зависит от характеристик экранирования линий коммуникаций, выдерживаемого напряжения систем, связанных с линиями коммуникаций, изолирующих средств и системы устройств защиты от импульсных перенапряжений.

Значения P_Z рассчитывают по формуле

$$P_Z = P_{SPD} P_{LI} C_{LI}, \quad (B.11)$$

где P_{SPD} — вероятность, характеризующая систему устройств защиты от импульсных перенапряжений, соответствующую МЭК 62305-1, и уровень защиты от молнии (LPL), для которого спроектированы эти устройства защиты. Значения P_{SPD} приведены в таблице В.3;

P_{LI} — вероятность отказа внутренних систем при ударе молнии вблизи линий коммуникаций в зависимости от характеристик этих линий. Значения вероятности P_{LI} приведены в таблице В.9;

C_{LI} — коэффициент, характеризующий экранирование, заземление и изоляцию линий коммуникаций. Значения C_{LD} приведены в таблице В.4.

Таблица В.9 — Значения вероятности P_{LI} в зависимости от типа линий коммуникаций и выдерживаемого обрудованием напряжения U_W

Тип линий коммуникаций	Выдерживаемое напряжение U_W в кВ				
	1	1,5	2,5	4	6
Линии электропередачи	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Линии телекоммуникации	1	0,5	0,2	0,08	0,04

Примечание — Более точная оценка P_{LI} для линий телекоммуникации приведена в [10], а для линий электропередачи — в [11].

Приложение С
(справочное)

Оценка величины потерь L_X

С.1 Общие положения

Разработчик системы защиты от молнии или владелец здания (сооружения) должен рассчитать сумму потерь L_X. Метод расчета средних потерь, приведенный в настоящем приложении, предложен Международной электротехнической комиссией (МЭК).

Примечания

1 В ситуации, когда повреждение здания (сооружения) вследствие удара в него молнии затрагивает близлежащие объекты или окружающую среду (например, химическое или радиоактивное загрязнение), необходимо провести более детальный анализ расчета потерь L_X с учетом всех возникших потерь.

2 Целесообразно приведенные в настоящем приложении формулы и соотношения использовать как начальное значение для L_X.

С.2 Средние потери, соответствующие опасному событию

Потери L_X соотносят с общим количеством повреждений различного типа, вызванных одним опасным событием, произошедшим вследствие удара молнии, при этом необходимо рассмотреть степень и воздействие этих повреждений.

Значение L_X зависит от типа рассматриваемых потерь:

- L1 (потери, связанные с гибелью и травмированием людей): количество живых существ, подвергаемых опасности;
- L2 (потери, связанные с полным или частичным разрушением общественных коммуникаций): количество потребителей, не получивших услугу;
- L3 (потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения): стоимость здания (сооружения), его частей и содержимого, подвергаемых опасности;
- L4 (экономические потери): стоимость подвергаемых опасности животных, здания (сооружения), включая потери от нарушения деятельности, его содержимого и внутренних систем.

Каждый тип потерь соответствует определенному типу повреждений (D1, D2 и D3).

С.3 Потери, связанные с гибелью и травмированием людей, L1

Значение потерь L_X определяют в соответствии с таблицей С.1, учитывая, что:

- потери, связанные с гибелью и травмированием людей, зависят от характеристик зоны. Эти характеристики должны быть учтены с помощью повышающих (h_Z) и понижающих (r_t, r_f, r_p) коэффициентов;
- максимальное значение потерь в зоне должно быть снижено путем уменьшения отношения количества людей, которые могут быть подвергнуты опасности (n_z), к общему количеству людей в здании (сооружении) (n_t);
- уменьшение времени в часах за год, в течение которого люди находятся в зоне (t_z) (общее количество часов в год составляет 8760 часов), может уменьшить потери.

Таблица С.1 — Тип потерь L1: значение потерь для каждой зоны

Тип повреждений	Потери	Формула
D1	$L_A = r_t\, L_T \cdot n_z/n_t \cdot t_z/8760$	(С.1)
D1	$L_U = r_t\, L_T\, n_z/n_t \cdot t_z/8760$	(С.2)
D2	$L_B = L_V = r_p r_f \cdot h_z \cdot L_F\, n_z/n_t \cdot t_z/8760$	(С.3)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O\, n_z/n_t \cdot t_z/8760$	(С.4)

где L_T — типовое значение среднего количества живых существ, подвергающихся опасности вследствие поражения электрическим током (D1), для одного опасного события (см. таблицу С.2);

L_F — типовое значение среднего количества живых существ, подвергающихся опасности вследствие физических повреждений здания (сооружения) (D2), для одного опасного события (см. таблицу С.2);

L_O — типовое значение среднего относительного количества живых существ, подвергающихся опасности вследствие отказа внутренних систем (D3), для одного опасного события (см. таблицу С.2);

r_t — коэффициент снижения потерь, связанных с гибелью людей в зависимости от типа грунта или пола (см. таблицу С.3);

r_p — коэффициент снижения потерь вследствие физических повреждений здания (сооружения) за счет использования противопожарного оборудования (см. таблицу С.4);

r_f — коэффициент снижения потерь вследствие физического повреждения здания (сооружения) в случае пожара или взрыва здания (сооружения) (см. таблицу С.5);

h_z — коэффициент повышения потерь вследствие физического повреждения здания (сооружения) при наличии особых опасностей (см. таблицу С.6);

n_z — количество людей в зоне;

n_t — общее количество людей в здании (сооружении);

t_z — время присутствия людей в зоне (в часах за год).

Таблица С.2 — Типовые средние значения L_T, L_F и L_O

Тип повреждений	Типовое значение потерь		Тип здания (сооружения)
D1 вред живым существам от поражения электрическим током	L_T	10^{-2}	Все типы
D2 физическое повреждение здания (сооружения)	L_F	10^{-1}	Здания (сооружения) с опасностью возникновения взрыва
		10^{-1}	Больницы, гостиницы, школы, гражданские строения
		$5 \cdot 10^{-2}$	Культурно-развлекательные центры, церкви, музеи
		$2 \cdot 10^{-2}$	Промышленные и коммерческие здания
		10^{-2}	Другие здания (сооружения)
D3 отказ электрических и электронных систем	L_O	10^{-1}	Здания (сооружения) с опасностью возникновения взрыва
		10^{-2}	Лечебные учреждения интенсивной терапии или операционные отделения больниц
		10^{-3}	Другие подразделения больниц

Примечание 1 — Значения, приведенные в таблице С.1, относятся к людям, постоянно находящимся в здании (сооружении).

Примечание 2 — Для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва может потребоваться более детальная оценка значений L_F и L_O, при этом необходимо учитывать тип здания (сооружения), опасность возникновения взрыва, опасные зоны и меры по снижению риска.

В ситуации, когда повреждение здания (сооружения) вследствие удара молнии вызывает негативные последствия для расположенных рядом зданий (сооружений) или окружающей среды (например, химическое или радиоактивное загрязнение), при расчете общих потерь L_{FT} должны быть учтены дополнительные потери L_E:

$$L_{FT} = L_F + L_E\,, \qquad (C.1)$$

где $L_E = L_{FE} \cdot t_e/8760$;

L_{FE} — потери на близлежащей территории вследствие физического повреждения здания (сооружения);

t_e — время присутствия людей в зоне вблизи здания (сооружения).

Примечание 3 — Если значения L_{FE} и t_e неизвестны, то $L_{FE} \cdot t_e/8760$ принимают равным 1.

Если применено несколько противопожарных мероприятий, то должно быть принято самое низкое значение r_p из таблицы.

В зданиях (сооружениях) с опасностью возникновения взрыва для всех случаев $r_p = 1$.

Таблица С.3 — Значения коэффициента снижения потерь r_t в зависимости от типа грунта или пола

Тип поверхности[b)]	Сопротивление при контакте, кОм[1), a)]	r_t
Земля, бетон	≤ 1	10^{-2}
Мрамор, керамика	1—10	10^{-3}

Окончание таблицы С.3

Тип поверхности[b)]	Сопротивление при контакте, кОм[1), a)]	r_t
Гравий, гумус, ковровое покрытие	10—100	10^{-4}
Асфальт, линолеум, дерево	≥ 100	10^{-5}
[a)] Значения сопротивления при контакте, измеренные с помощью электрода площадью 400 см^2, при равномерном сжатии с силой 500 Н в точке измерения. [b)] Слой изоляционного материала, например асфальт толщиной 5 см (или слой гравия толщиной 15 см), обычно снижает уровень опасности до приемлемого уровня. [1)] Время присутствия взрывоопасного вещества менее 0,1 ч/г.		

Т а б л и ц а С.4 — Значения коэффициента снижения потерь r_p в зависимости от использованного противопожарного оборудования

Предпринимаемые противопожарные меры	r_p
Предпринимаемые противопожарные меры отсутствуют	1
Применена одна из следующих противопожарных мер: огнетушители; стационарные установки пожаротушения с ручным управлением; ручное оборудование для подачи сигнала тревоги; водоразборный кран (гидрант); огнеупорные перегородки; защищенные маршруты эвакуации	0,5
Применена одна из следующих противопожарных мер: стационарные автоматические системы и установки пожаротушения; автоматическое оборудование для сигналов тревоги[a)]	0,2
[a)] Только если установлена защита от скачков напряжений и других опасностей и если пожарные могут прибыть менее чем за 10 мин.	

Т а б л и ц а С.5 — Значения коэффициента снижения потерь r_f в зависимости от опасности возникновения пожара и/или взрыва в здании (сооружении)

Риск	Сумма риска	r_f
Взрыв	Зоны 0, 20 и твердые взрывчатые вещества	1
	Зоны 1, 21	10^{-1}
	Зоны 2, 22	10^{-3}
Пожар	Высокий	10^{-1}
	Средний	10^{-2}
	Низкий	10^{-3}
Взрыв или пожар	Отсутствует	0

П р и м е ч а н и е 4 — Для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва может потребоваться более детальная оценка r_f.

П р и м е ч а н и е 5 — К зданиям (сооружениям) с высокой опасностью возникновения пожара относят здания (сооружения) из горючих материалов, здания (сооружения) с крышей из горючих материалов или здания (сооружения) с установленной удельной огневой нагрузкой более 800 МДж/м^2.

П р и м е ч а н и е 6 — К зданиям (сооружениям) со средней опасностью возникновения пожара относят здания (сооружения) с установленной удельной огневой нагрузкой от 800 до 400 МДж/м^2.

П р и м е ч а н и е 7 — К зданиям (сооружениям) с низкой опасностью возникновения пожара относятся здания (сооружения) с установленной удельной огневой нагрузкой менее 400 МДж/м^2 или здания (сооружения), выборочно содержащие горючие материалы.

П р и м е ч а н и е 8 — Установленная удельная огневая нагрузка — это отношение энергии общего количества горючего материала поверхности здания (сооружения) ко всей поверхности здания (сооружения).

Примечание 9 — В настоящем стандарте здания (сооружения), содержащие опасные зоны, или здания (сооружения), содержащие материалы из твердых взрывчатых веществ, не относят к зданиям (сооружениям) с опасностью взрыва, если выполнено хотя бы одно из следующих условий:

a) время присутствия взрывоопасного вещества в здании (сооружении) менее 0,1 ч/г;

b) объем взрывоопасной смеси незначителен в соответствии с МЭК 60079-10-1 [2] и МЭК 60079-10-2 [3];

c) зона не может быть непосредственно подвергнута ударам молнии и искровым разрядам в досягаемой зоне.

Примечание 10 — Для опасных зон, защищенных металлическими крышей или покрытием, условие c) выполнено, если покрытие, действующее как система естественного воздушного охлаждения, находится в целостности без пробоев или других нарушений, а внутренние системы под крышей или покрытием, если они имеются, защищены от скачков напряжения и искрения.

Таблица С.6 — Значения коэффициента повышения потерь h_z в случае особых видов опасности

Виды особых опасностей	h_z
Особые виды опасности отсутствуют	1
Низкий уровень паники (например, здание (сооружение) с этажностью не более двух и количеством людей не более 100)	2
Средний уровень паники (например, здание (сооружение), предназначенное для культурных или спортивных мероприятий, с количеством участников от 100 до 1000 человек)	5
Трудности при эвакуации (например, здание (сооружение), в котором находятся люди в неподвижном состоянии, больницы)	5
Высокий уровень паники (например, здание (сооружение), предназначенное для культурных или спортивных мероприятий, с количеством участников свыше 1000 человек)	10

С.4 Потери, связанные с полным или частичным разрушением общественных коммуникаций, L2

Значение L_X для зоны определяют в соответствии с таблицей С.7 как среднее относительное количество пользователей, не получивших соответствующую услугу вследствие одного опасного события. Значение потерь для различных типов услуг, в т.ч. работы общественных коммуникаций, приведены в таблице С.6. При этом должно быть учтено следующее:

- потери общественных коммуникаций, которые зависят от характера зон в здании (сооружении). Характер этих зон должен быть учтен с помощью понижающих коэффициентов r_f ,r_p;
- максимальное значение потерь вследствие повреждений в зонах должно быть снижено путем уменьшения отношения количества потребителей, обслуживаемых в зоне, n_z, к общему количеству потребителей, обслуживаемых во всем здании (сооружении), n_t.

Таблица С.7 —Тип потерь L2: значение потерь для каждой зоны

Тип повреждений	Потери	Формула
D2	$L_B = L_V = r_p r_f L_F n_z / n_t$	(С.7)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \cdot n_z / n_t$	(С.8)

где L_F — типовое значение среднего относительного количества живых существ, подвергающихся опасности вследствие физических повреждений (D2) для одного опасного события (см. таблицу С.2);

L_O — типовое значение среднего относительного количества живых существ, подвергающихся опасности вследствие отказа внутренних систем (D3) для одного опасного события (см. таблицу С.2);

r_p — коэффициент снижения потерь при использовании противопожарного оборудования (см. таблицу С.4);

r_f — коэффициент снижения потерь при опасности пожара и/или взрыва здания (сооружения) (см. таблицу С.5);

n_z — количество потребителей услуг в зоне;

n_t — общее количество потребителей услуг в здании (сооружении).

Т а б л и ц а С.8 — Типовые средние значения L_F и L_O

Тип повреждений	Значение потерь		Тип коммуникаций
D2 физическое повреждение здания (сооружения)	L_F	10^{-1}	Водопровод, газопровод, линии электропередачи
		10^{-2}	Телевизионные и телекоммуникационные линии
D3 отказ электрических и электронных систем	L_O	10^{-2}	Водопровод, газопровод, линии электропередачи
		10^{-3}	Телевизионные и телекоммуникационные линии

С.5 Потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения, L3

Значение L_X для каждой зоны определяют в соответствии с таблицей С.9. При этом необходимо учитывать следующее:

- потери невосполнимого культурного назначения, которые зависят от характера зон в здании (сооружении). Характер этих зон должен быть учтен с помощью понижающих коэффициентов (r_f ,r_p);
- максимальное значение потерь вследствие повреждений в зонах должно быть снижено путем снижения отношения стоимости объектов культурного назначения в зонах (c_z) к общей стоимости здания (сооружения), если оно имеет культурное назначение, и находящихся в нем объектов культурного назначения.

Т а б л и ц а С.9 — Тип потерь L3: значение потерь для каждой зоны

Тип повреждений	Потери	Формула
D2	$L_B = L_V = r_p r_f L_F \cdot c_z/c_t$	(С.9)

где L_F — типовое значение средних потерь, относительное число потерь (стоимости всех потерь), подвергающихся опасности вследствие физических повреждений здания (сооружения) (D2) для одного опасного события (см. таблицу С.10);

r_p — коэффициент снижения потерь при использовании противопожарного оборудования (см. таблицу С.4);

r_f — коэффициент снижения потерь для зданий (сооружений), полученных вследствие физических повреждений, с опасностью пожара и/или взрыва (см. таблицу С.5);

c_z — стоимость объектов культурного назначения в зоне;

c_t — общая стоимость объектов культурного назначения для всего здания (сооружения) (сумма всех зон).

Т а б л и ц а С.10 — Тип потерь L3: типовое среднее значение L_F

Тип повреждений	Типовое значение потерь		Тип здания (сооружения)
D2 физическое повреждение здания (сооружения)	L_F	10^{-1}	Музеи, галереи

С.6 Экономические потери, L4

Значение L_X для каждой зоны определяют в соответствии с таблицей С.11. При этом необходимо учитывать следующее:

- экономические потери зависят от характера зон. Характеристики этих зон должны быть учтены с помощью понижающих коэффициентов (r_t, r_p, r_f);
- максимальное значение потерь должно быть снижено путем снижения отношения соответствующего значения в зоне к общей стоимости c_t всего здания (животных, содержимого здания, внутренних систем, включая виды деятельности). Соответствующие значения в зонах зависят от типов повреждений:

D1 (вред живым существам вследствие поражения электрическим током)	c_a (стоимость животных)
D2 (физическое повреждение здания (сооружения))	$c_a + c_b + c_c + c_s$ (стоимость животных, зданий (сооружений), содержимого внутренних систем, включая доходы от их использования)
D3 (отказ электрических и электронных систем)	c_s (стоимость внутренних систем, доходы от их использования)

Т а б л и ц а С.11 — Тип потерь L4: значение потерь для каждой зоны

Тип повреждений	Потери	Формула
D1	$L_A = r_t L_T \cdot c_a/c_t$	(С.10)
D1	$L_U = r_t L_T c_a/c_t$	(С.11)
D2	$L_B = L_V = r_p r_f L_F \cdot (c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t$	(С.12)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O c_s/c_t$	(С.13)

где L_T — типовое значение средней стоимости потерь животных, зданий (сооружений), внутренних систем, включая доходы от их использования вследствие воздействия электрическим током (D1) для одного опасного события (см. таблицу С.12);

L_F — типовое значение средней стоимости потерь животных, зданий (сооружений), внутренних систем, включая доходы от их использования вследствие физических повреждений зоны (D2) для одного опасного события (см. таблицу С.12);

L_O — типовое значение средней стоимости потерь животных, зданий (сооружений), их содержимого, внутренних систем, включая доходы от их использования, вследствие отказа внутренних систем (D3) для одного опасного события (см. таблицу С.12);

r_t — коэффициент снижения потерь животных в зависимости от типа грунта или пола (см. таблицу С.3);

r_p — коэффициент снижения потерь при использовании противопожарного оборудования (см. таблицу С.4);

r_f — коэффициент снижения потерь при опасности пожара и/или взрыва здания (сооружения) (см. таблицу С.5);

c_a — стоимость животных в зоне;

c_b — стоимость строений в зоне;

c_c — стоимость содержимого зоны;

c_s — стоимость внутренних систем, включая доход от их использования в зоне;

c_t — общая стоимость всего защищаемого здания (сооружения) (сумма стоимостей животных, строений, их содержимого и внутренних систем, включая доход от их использования во всех зонах).

Т а б л и ц а С.12 — Тип потерь L4: типовое среднее значение L_T, L_F и L_O

Тип потерь	Значения потерь		Тип здания (сооружения)
D1: вред живым существам вследствие поражения электрическим током	L_T	10^{-2}	Все типы
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	L_F	10^{-1}	Здания (сооружения) с опасностью возникновения взрыва
		0,5	Больницы, промышленные здания (сооружения), музеи, сельскохозяйственные постройки
		0,5[2]	Гостиницы, школы, офисы, церкви, культурно-развлекательные и коммерческие центры
		10^{-1}	Другие
D3: отказ электрических и электронных систем	L_O	10^{-1}	Здания (сооружения) с опасностью возникновения взрыва
		10^{-2}	Больницы, промышленные здания (сооружения), офисы, гостиницы, коммерческие центры
		10^{-3}	Музеи, сельскохозяйственные постройки, школы, церкви, культурно-развлекательные и коммерческие центры
		10^{-4}	Другие

П р и м е ч а н и е 1 — Для зданий (сооружений) с риском возникновения взрыва может потребоваться более детальный анализ значений L_F и L_O с учетом типа здания (сооружения), особенностей зоны и мер по снижению риска.

В ситуации, когда повреждение здания (сооружения) вследствие удара молнии создает опасность для расположенных рядом зданий (сооружений) или окружающей среды (например, химическое или радиоактивное загрязнение), при оценке общих потерь (L_{FT}) должны быть учтены дополнительные потери L_E:

$$L_{FT} = L_F + L_E, \tag{C.14}$$

где $L_E = L_{FE} \cdot c_e/c_t$; (C.15)

L_{FE} — потери, полученные вследствие физических повреждений вблизи здания (сооружения);

c_e — общая стоимость животных, зданий (сооружений), содержимого внутренних систем, включая доходы от их использования, в опасных местах вблизи здания (сооружения).

Примечание 2 — Если значение L_{FE} неизвестно, то L_{FE} принимают равным 1.

Приложение D
(справочное)

Расчет стоимости потерь

Стоимость потерь C_{LZ} для одной зоны может быть рассчитана по следующей формуле

$$C_{LZ} = R_{4Z} \cdot c_t, \quad (D.1)$$

где R_{4Z} — риск потерь в зоне при отсутствии мер защиты;

c_t — общая стоимость здания (в т.ч. животных, строений, содержимого и внутренних систем, включая доходы от их использования).

Стоимость общих потерь C_L в здании (сооружении) может быть вычислена по следующей формуле:

$$C_L = \Sigma C_{LZ} = R_4 \cdot c_t, \quad (D.2)$$

где $R_4 = \Sigma R_{4Z}$ — риск потерь во всех зонах при отсутствии мер защиты.

Стоимость остаточных потерь C_{RLZ} в одной зоне при применении мер защиты может быть вычислена по следующей формуле:

$$C_{RLZ} = R'_{4\,Z} \cdot c_t, \quad (D.3)$$

где $R'_{4\,Z}$ — риск потерь в зоне при применении мер защиты.

Стоимость общих остаточных потерь C_{RL} в здании (сооружении) при применении мер защиты может быть вычислена по следующей формуле

$$C_{RL} = \Sigma C_{RLZ} = R'_{4\,Z} \cdot c_t, \quad (D.4)$$

где $R'_4 = \Sigma R'_{4\,Z}$ — риск общих потерь во всех зонах при применении мер защиты.

Стоимость C_{PM} мер защиты в год может быть вычислена по формуле

$$C_{PM} = C_P\,(i + a + m), \quad (D.5)$$

где C_P — стоимость мер защиты;

i — процентная ставка за использование денежных средств, потраченных на создание мер защиты;

a — коэффициент амортизации;

m — коэффициент, равный отношению стоимости технического обслуживания мер защиты за год к C_P.

Ежегодную экономию денежных средств S_M вычисляют по формуле

$$S_M = C_L - (C_{PM} + C_{RL}). \quad (D.6)$$

Применение мер защиты от молнии целесообразно, если ежегодная экономия денежных средств $S_M > 0$.

Приложение Е
(справочное)

Примеры

Е.1 Общие положения

В приложении Е приведены примеры оценки риска для конкретных ситуаций: дом в сельской местности, офисное здание, больница и жилой дом. Пример показывает:

- расчет риска и определение потребности в защите;
- вклад различных компонентов риска в совокупный риск;
- влияние различных мер защиты на снижение риска;
- выбор мер защиты с учетом их экономической эффективности.

Примечание — В настоящем приложении использованы гипотетические данные для иллюстрации положений, установленных в настоящем стандарте. Приведенные примеры не охватывают все существующие ситуации.

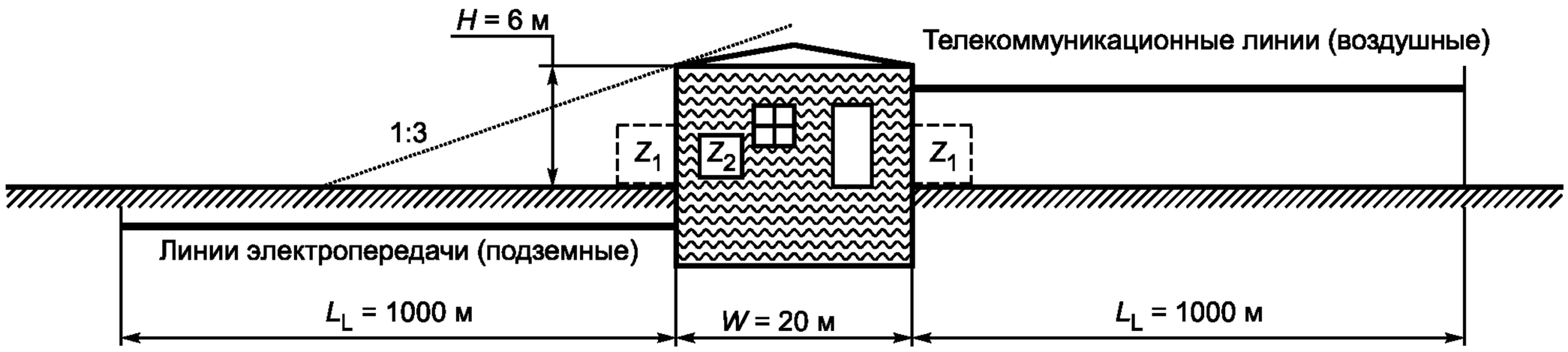
Е.2 Дом в сельской местности

Дом в сельской местности представлен на рисунке Е.1.

Данному типу здания соответствуют два типа потерь: гибель людей (L1) и экономические потери (L4).

Далее необходимо оценить потребность в защите. Для этого необходимо определить риск R_1 для потерь L1, включая компоненты риска R_A, R_B, R_U и R_V (в соответствии с таблицей 2), и сопоставить полученные данные с приемлемым риском $R_T = 10^{-5}$ (в соответствии с таблицей 4). После этого выбирают приемлемые меры защиты для снижения риска.

В рассматриваемой ситуации владелец дома принял решение не проводить оценку экономических потерь и не рассматривать риск R_4 для L4.



Z_1 — прилегающие к дому территории;

Z_2 — комнаты внутри дома.

Рисунок Е.1 — Дом в сельской местности

Е.2.1 Данные и характеристики

Дом в сельской местности расположен на равнинной территории, рядом с домом отсутствуют близлежащие здания (сооружения). Плотность ударов молнии составляет N_G = 4 удара молнии на 1 км^2 в год. В доме проживают 5 человек. Таким образом, общее количество людей равно 5, поскольку вблизи дома другие жители и прохожие отсутствуют.

Данные для дома и близлежащей территории приведены в таблице Е.1.

Таблица Е.1 — Дом в сельской местности. Характеристики здания и окружающей его среды

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Плотность ударов молнии в землю, 1/км^2 в год	—	N_G	4,0	
Размеры здания, м		L, W, H	15, 20, 6	
Тип рельефа местности для здания (сооружения)	Изолированное здание	C_D		Таблица А.1
Система защиты от молнии (LPS)	Отсутствует	P_B	1	Таблица В.2
Уравнивание потенциалов	Отсутствует	P_{EB}	1	Таблица В.7
Внутренний пространственный экран	Отсутствует	K_{S1}	1	Уравнение В.5

Данные для входящих линий коммуникаций и связанных с ними внутренних систем приведены для линии электропередачи в таблице Е.2, а для телекоммуникационной линии — в таблице Е.3.

Таблица Е.2 — Дом в сельской местности. Линии электропередачи

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Длина, м[a)]	—	L_L	1000	
Тип прокладки коммуникаций	Подземная линия	C_I	0,5	Таблица А.2
Тип линий коммуникаций	Низковольтная линия	C_T	1	Таблица А.3
Тип местоположения	Сельский	C_E	1	Таблица А.4
Экранированные линии коммуникаций	Не экранированы	R_S	—	Таблица В.8
Экранирование, заземление, изоляция	Нет	C_{LD}	1	Таблица В.4
		C_{LI}	1	
Соседние здания (сооружения)	Нет	L_J, W_J, H_J	—	
Тип рельефа местности для соседнего здания (сооружения)	Нет	C_{DJ}	—	Таблица А.1
Выдерживаемое импульсное напряжение внутренней системы, кВ		U_W	2,5	
	Итоговые параметры	K_{S4}	0,4	Формула (В.7)
		P_{LD}	1	Таблица В.8
		P_{LI}	0,3	Таблица В.9

[a)] Длина L_L линий коммуникаций неизвестна, поэтому L_L принимают равной 1000 м (см. подразделы А.4 и А.5 приложения А).

Таблица Е.3 — Дом в сельской местности. Телекоммуникационная линия (TLC)

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Длина, м[a)]	—	L_L	1000	
Тип прокладки коммуникаций	Воздушные	C_I	1	Таблица А.2
Тип линий коммуникаций	Телекоммуникационные	C_T	1	Таблица А.3
Тип местоположения	Сельский	C_E	1	Таблица А.4
Экранированные линии коммуникаций	Не экранированы	R_S	—	Таблица В.8
Экранирование, заземление, изоляция	Нет	C_{LD}	1	Таблица В.4
		C_{LI}	1	
Соседние здания	Нет	L_J, W_J, H_J	—	
Тип рельефа местности для соседнего здания (сооружения)	Изолированное здание (сооружение)	C_{DJ}	—	Таблица А.1
Выдерживаемое импульсное напряжение внутренней системы, кВ		U_W	1,5	
	Итоговые параметры	K_{S4}	0,67	Формула (В.7)
		P_{LD}	1	Таблица В.8
		P_{LI}	0,5	Таблица В.9

[a)] Длина L_L линий коммуникаций неизвестна, поэтому L_L принимают равной 1000 м (см. подразделы А.4 и А.5 приложения А).

Е.2.2 Определение зон в сельском доме

Могут быть определены следующие основные зоны:

- Z_1 (вне здания);
- Z_2 (внутри здания).

Для зоны Z_1 принято, что люди не находятся вне здания. Следовательно, риск для людей $R_A = 0$. Поскольку R_A является компонентом риска, относящимся к территории вблизи здания, то зону Z_1 можно не рассматривать.

Внутри здания определена только одна зона Z_2, при этом следует учесть следующее:

- обе внутренние системы (линия электропередачи и телекоммуникационная линия) проходят по всему зданию;
- пространственные защитные экраны отсутствуют;
- здание обладает единым типом пожароустойчивости;
- итоговые потери одинаковы во всем здании и соответствуют типовой средней стоимости (см. таблицу С.1).

Полученные показатели для зоны Z_2 приведены в таблице Е.4.

Таблица Е.4 — Дом в сельской местности. Значения коэффициентов для зоны Z_2 (внутри здания)

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности пола		Линолеум	r_t	10^{-5}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание		Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций		Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара		Низкая	r_f	10^{-3}	Таблица С.5
Противопожарная защита		Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран		Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
Линия электропередачи	Внутренняя проводка	Не экранирована (некоторые провода в кабелеканалах)	K_{S3}	0,2	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
Линия телекоммуникации	Внутренняя проводка	Не экранирована (элемент контура более 10 м^2)	K_{S3}	1	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)		Особых опасностей нет	h_z	1	Таблица С.6
		D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
		D2: физическое повреждение здания	L_F	10^{-1}	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	—	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне		$n_z/n_t \cdot t_z/8760 = 5/5 \cdot 8760/8760$	—	1	
		Итоговые параметры	L_A	10^{-7}	Формула (С.1)
			L_U	10^{-7}	Формула (С.2)
			L_B	10^{-4}	Формула (С.3)
			L_V	10^{-4}	Формула (С.3)

Е.2.3 Расчет основных параметров

В таблице Е.5 приведены расчетные формулы для параметров области защиты, в таблице Е.6 — для ожидаемого количества опасных событий.

Таблица Е.5 — Дом в сельской местности. Области защиты здания и линий коммуникаций

Объект	Обозначение	Значение, м^2	Номер формулы	Формула
Здание	A_D	$2{,}58 \cdot 10^3$	(А.2)	$A_D = L \cdot W + 2 \cdot (3 \cdot H) \cdot (L + W) + \pi \cdot (3 \cdot H)^2$
	A_M	—	(А.7)	Нет соответствия
Линия электропередачи	$A_{L/P}$	$4{,}00 \cdot 10^4$	(А.9)	$A_{L/P} = 40 \cdot L_L$
	$A_{I/P}$	$4{,}00 \cdot 10^6$	(А.11)	$A_{L/P} = 4000 \cdot L_L$
	$A_{DJ/P}$	0	(А.2)	Нет соседних зданий (сооружений)
Линия телекоммуникации	$A_{L/T}$	$4{,}00 \cdot 10^4$	(А.9)	$A_{L/T} = 40 \cdot L_L$
	A_{IT}	$4{,}00 \cdot 10^6$	(А.11)	$A_{L/T} = 4000 \cdot L_L$
	$A_{DJ/T}$	0	(А.2)	Нет соседних зданий (сооружений)

Е.2.4 Риск R_1. Определение потребности в защите

Риск R_1 рассчитывают в соответствии с уравнением (1) как сумму компонентов:

$$R_1 = R_A + R_B + R_{U/P} + R_{V/P} + R_{U/T} + R_{V/T}.$$

Компоненты риска рассчитывают в соответствии с таблицей 6.

Таблица Е.6 — Дом в сельской местности. Ожидаемое количество опасных событий в год

Объект	Обозначение	Значение, м^2	Номер формулы	Формула
Здание	N_D	$1{,}03 \cdot 10^{-1}$	(А.4)	$N_D = N_G A_D C_D \cdot 10^{-6}$
	N_M	—	(А.6)	Нет соответствия
Линия электропередачи	$N_{L/P}$	$8{,}00 \cdot 10^{-2}$	(А.8)	$N_{L/P} = N_G A_{L/P} C_{I/P} C_{E/P} C_{T/P} 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	8,00	(А.10)	$N_{I/P} = N_G A_{I/P} C_{I/P} C_{E/P} C_{T/P} 10^{-6}$
	$N_{DJ/P}$	0	(А.5)	Нет соседних зданий (сооружений)
Линия телекоммуникации	$N_{L/T}$	$1{,}60 \cdot 10^{-1}$	(А.8)	$N_{L/T} = N_G A_{L/T} C_{I/T} C_{E/T} C_{T/T}\ 10^{-6}$
	N_{IT}	16	(А.10)	$N_{I/T} = N_G A_{I/T} C_{I/T} C_{E/T} C_{T/T} 10^{-6}$
	$N_{DJ/T}$	0	(А.5)	Нет соседних зданий (сооружений)

Значения компонентов и полной оценки риска приведены в таблице Е.7.

Таблица Е.7 — Дом в сельской местности. Риск R_1 для незащищенного здания (10^{-5})

Тип повреждения	Обозначение	Z_1	Z_2	Структура
D1: вред живым существам от поражения электрическим током	R_A	—	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	—	0,002	0,002
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	R_B	—	0,103	0,103
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	—	2,40	2,40
Полный риск		—	2,51	$R_1 = 2{,}51$
Приемлемый риск		$R_1 > R_T$, требуется защита от молнии		$R_T = 1$

Для данного сельского дома требуется защита от молнии, поскольку $R_1 = 2{,}5 \cdot 10^{-5}$ выше приемлемого риска $R_T = 10^{-5}$.

Е.2.5 Риск R_1. Выбор мер защиты

В соответствии с таблицей Е.7 основной вклад в полный риск дают следующие компоненты риска:

- R_V (удар молнии в линии коммуникаций) — 96 %;
- R_B (удар молнии в здание (сооружение)) — 4 %.

Для снижения риска R_1 до приемлемого значения необходимо рассмотреть меры защиты, позволяющие снизить компоненты R_V и R_B (см. таблицу Е.6). Подходящими мерами защиты являются следующие:

a) монтаж устройств защиты от импульсных перенапряжений в соответствие с LPL IV на вводе линий коммуникаций для защиты линии электропередачи и телефонной линии. В соответствии с таблицей В.7 это позволит снизить значение P_{EB} (при установке устройств защиты от импульсных перенапряжений линий коммуникаций) с 1,0 до 0,03 и в итоге значения P_U и P_V;

b) установка IV класса LPS (включая обязательное уравнивание потенциалов). В соответствии с данными таблиц В.2 и В.7 это позволит снизить значение P_B с 1,0 до 0,2, значение P_{EB} (при установке устройств защиты от импульсных перенапряжений линий коммуникаций) с 1,0 до 0,05 и в итоге значения P_U и P_V.

Подставляя полученные значения в соответствующие уравнения, получают новые значения компонентов риска (см. таблицу Е.8).

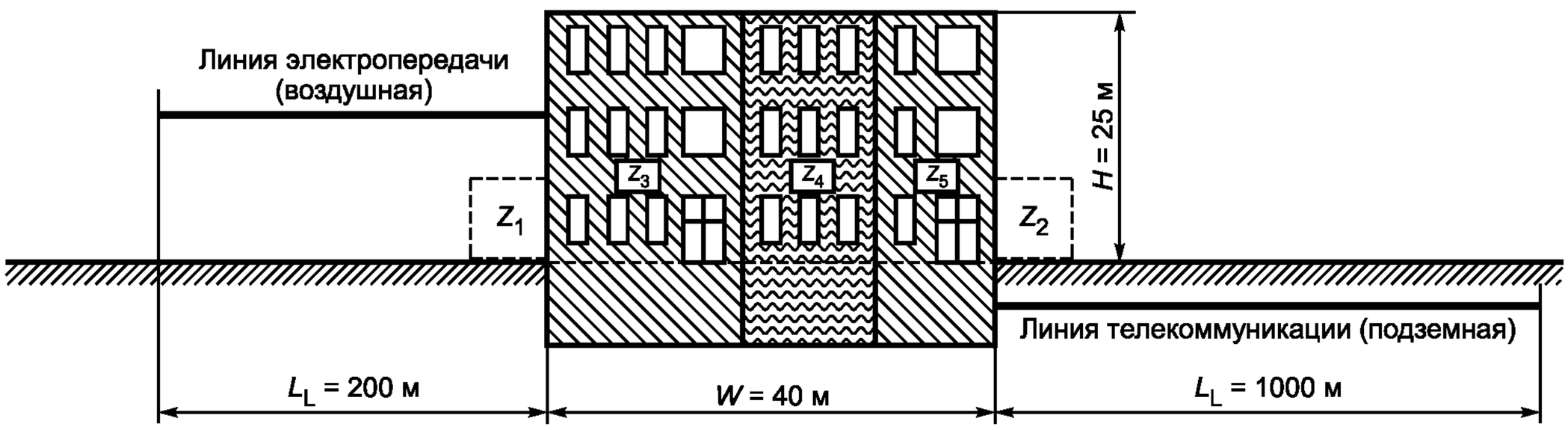
Таблица Е.8 — Дом в сельской местности. Значения компонентов риска, соответствующие риску R_1 для защищаемого здания (сооружения)

Тип повреждения	Обозначение	Результат в случае a) $\cdot 10^{-5}$	Результат в случае b) $\cdot 10^{-5}$
D1: гибель и травмирование людей от поражения электрическим током	R_A	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	≈ 0	≈ 0
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	R_B	0,103	0,021
	R_V	0,120	0,120
Общий	R_1	0,223	0,141

Окончательное решение по выбору мер защиты должно быть принято с учетом существующих социальных и технических факторов.

Е.3 Административное здание

Административное здание, в котором расположены архив, офисы и компьютерный центр, представлено на рисунке Е.2.



Z_1 — прилегающая территория;
Z_2 — зеленая зона у здания;
Z_3 — архив;
Z_4 — офисы;
Z_5 — компьютерный центр

Рисунок Е.2 — Административное здание

Данному типу здания соответствуют два типа потерь: потери, связанные с гибелью и травмированием людей (L1), и экономические потери (L4).

Далее необходимо оценить потребность в защите. Для этого необходимо определить риск R_1 для потерь L1, включая компоненты риска R_A, R_B, R_U и R_V (в соответствии с таблицей 2), и сопоставить полученные данные с приемлемым риском $R_T = 10^{-5}$ (в соответствии с таблицей 4). После этого выбирают приемлемые меры защиты для снижения риска.

В рассматриваемой ситуации владелец здания принял решение не проводить оценку экономических потерь и не рассматривать риск R_4 для потерь L4.

Е.3.1 Данные и характеристики

Административное здание расположено на равнинной территории, рядом со зданием отсутствуют близлежащие здания (сооружения). Плотность ударов молнии составляет N_G = 4 удара молнии на 1 км^2 в год.

Данные для административного здания и близлежащей территории приведены в таблице Е.9.

Таблица Е.9 — Административное здание. Характеристики здания и окружающей его среды

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Плотность ударов молнии в землю, 1/км^2 в год	—	N_G	4,0	
Размеры здания (сооружения), м		L, W, H	20, 40, 25	Таблица А.1
Тип рельефа местности для здания (сооружения)	Изолированное здание	C_D	1	Таблица В.2
Система защиты от молнии (LPS)	Отсутствует	P_B	1	Таблица В.2
Уравнивание потенциалов	Отсутствует	P_{EB}	1	Таблица В.7
Внутренний пространственный экран	Отсутствует	K_{S1}	1	Уравнение В.5

Данные для входящих линий коммуникаций и связанных с ними внутренних систем приведены для линии электропередачи в таблице Е.10, а для телекоммуникационной линии — в таблице Е.11.

Таблица Е.10 — Административное здание. Линии электропередачи

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Длина, м	—	L_L	200	
Тип прокладки коммуникаций	Воздушная линия	C_I	1	Таблица А.2
Тип линий коммуникаций	Низковольтная линия	C_T	1	Таблица А.3
Тип местоположения	Сельский	C_E	1	Таблица А.4
Экранирование линий коммуникаций	Не экранированы	R_S	—	Таблица В.8
Экранирование, заземление, изоляция	Нет	C_{LD}	1	Таблица В.4
		C_{LI}	1	
Соседние здания (сооружения)	Нет	L_J, W_J, H_J	—	
Рельеф местности для соседнего здания (сооружения)	Нет	C_{DJ}	—	Таблица А.1
Выдерживаемое импульсное напряжение внутренней системы, кВ		U_W	2,5	
	Итоговые параметры	K_{S4}	0,4	Формула (В.7)
		P_{LD}	1	Таблица В.8
		P_{LI}	0,3	Таблица В.9

Т а б л и ц а Е.11 — Административное здание. Телекоммуникационная линия

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Длина, м	—	L_L	1000	
Тип прокладки коммуникаций	Воздушная линия	C_I	0,5	Таблица А.2
Тип линий коммуникаций	Телекоммуникационная линия	C_T	1	Таблица А.3
Тип местоположения	Село	C_E	1	Таблица А.4
Экранирование линий коммуникаций	Не экранированы	R_S	—	Таблица В.8
Экранирование, заземление, изоляция	Нет	C_{LD}	1	Таблица В.4
		C_{LI}	1	
Соседние здания (сооружения)	Нет	L_J, W_J, H_J	—	
Коэффициент, характеризующий расположение здания (сооружения)	Изолированное здание	C_{DJ}	—	Таблица А.1
Выдерживаемое импульсное напряжение внутренней системы, кВ		U_W	1,5	
	Итоговые параметры	K_{S4}	0,67	Формула (В.7)
		P_{LD}	1	Таблица В.8
		P_{LI}	0,5	Таблица В.9

Е.3.2 Определение зон в административном здании

Могут быть выделены следующие основные зоны:

Z_1 — прилегающая территория;

Z_2 — зеленая зона у здания;

Z_3 — архив;

Z_4 — офисы;

Z_5 — компьютерный центр.

При этом следует учитывать следующее:

- разный тип поверхности земли и пола на территории, вне здания, в зеленой зоне и внутри административного здания;
- административное здание включает в себя два вида помещений с разными типами пожароустойчивости: к первому виду относят архив, ко второму — офисные помещения и компьютерный центр;
- во всех внутренних зонах Z_3, Z_4 и Z_5 внутренние системы связаны с линией электропередачи и телекоммуникационной линией;
- пространственное экранирование отсутствует.

Общее количество людей, находящихся в различных зонах внутри и снаружи административного здания, составляет 200 человек.

Количество людей, находящихся в каждой зоне, различно. Распределение людей по зонам показано в таблице Е.12. Эти значения использованы для расчета общих потерь в каждой зоне.

Т а б л и ц а Е.12 — Административное здание. Распределение людей по зонам

Зона	Количество людей	Время нахождения в зоне, ч в год
Z_1 — прилегающая территория	4	8760
Z_2 — зеленая зона у здания	2	8760
Z_3 — архив	20	8760
Z_4 — офисы	160	8760
Z_5 — компьютерный центр	14	8760
Итого	n_t = 200	—

Разработчик системы защиты здания от молнии указал следующие средние значения за год, соответствующие риску R_1 (см. таблицу С.1) для здания в целом:

$L_T = 10^{-2}$ (снаружи здания);

$L_T = 10^{-2}$ (внутри здания);

$L_F = 0{,}02$ (классифицировано как коммерческое здание).

Эти общие значения для каждой зоны уменьшены в соответствии с количеством людей в зоне по отношению к общему количеству людей в здании.

Полученные значения для зон Z_1 — Z_5 приведены в таблицах Е.13 — Е.17.

Таблица Е.13 — Административное здание. Значения коэффициентов для зоны Z_1 (территории вблизи здания)

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности	Мрамор	r_t	10^{-3}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)	Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций	Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара	Нет	r_f	0	Таблица С.5
Противопожарная защита	Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран	Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)	Особые опасности: нет	H_z	1	Таблица С.6
	D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
	D2: физическое повреждение здания	L_F	—	
	D3: отказ внутренних систем	L_O	—	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне	$n_z/n_t \cdot t_z/8760 = 4/200 \cdot 8760/8760$	—	0,02	

Таблица Е.14 — Административное здание. Значения коэффициентов для зоны Z_2 (зеленая зона вокруг здания)

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности	Земля	r_t	10^{-2}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)	Нет	P_{TA}	0	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций	Нет	P_{TU}	0	Таблица В.6
Опасность пожара	Нет	r_f	1	Таблица С.5
Противопожарная защита	Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран	Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)	Особые опасности: нет	H_z	1	Таблица С.6
	D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
	D2: физическое повреждение здания	L_F	—	
	D3: отказ внутренних систем	L_O	—	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне	$n_z/n_t \cdot t_z/8760 = 2/200 \cdot 8760/8760$	—	0,01	

Т а б л и ц а Е.15 — Административное здание. Значения коэффициентов для зоны Z_3 (архив)

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности пола		Линолеум	r_t	10^{-5}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)		Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций		Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара		Высокая	r_f	10^{-1}	Таблица С.5
Противопожарная защита		Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран		Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
Линия электропередачи	Внутренняя проводка	Не экранирована (некоторые провода в кабелеканалах)	K_{S3}	0,2	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
Линия телекоммуникации	Внутренняя проводка	Не экранирована (длина контура более 10 м^2)	K_{S3}	1	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)		Особые опасности: небольшая паника	h_z	2	Таблица С.6
		D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
		D2: физическое повреждение здания	L_F	0,02	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	—	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне		$n_z/n_t \cdot t_z/8760 = 20/200 \cdot 8760/8760$	—	0,10	

Т а б л и ц а Е.16 — Административное здание. Значения коэффициентов для зоны Z_4 (офисы)

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности пола		Линолеум	r_t	10^{-5}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)		Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций		Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара		Низкая	r_f	10^{-3}	Таблица С.5
Противопожарная защита		Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран		Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
Линия электропередачи	Внутренняя проводка	Не экранирована (некоторые провода в кабелеканалах)	K_{S3}	0,2	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3

Окончание таблицы Е.16

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Линия телекоммуникации	Внутренняя проводка	Не экранирована (длина контура более 10 м^2)	K_{S3}	1	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)		Особые опасности: небольшая паника	H_z	2	Таблица С.6
		D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
		D2: физическое повреждение здания	L_F	0,02	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	—	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне		$n_z/n_t \cdot t_z/8760=160/200 \cdot 8760/8760$	—	0,80	

Т а б л и ц а Е.17 — Административное здание. Значения коэффициентов для зоны Z_5 (компьютерный центр)

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности пола		Линолеум	r_t	10^{-5}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)		Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций		Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара		Низкий	r_f	10^{-3}	Таблица С.5
Противопожарная защита		Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран		Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
Линия электропередачи	Внутренняя проводка	Не экранирована (некоторые провода в кабелеканалах)	K_{S3}	0,2	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
Линия телекоммуникации	Внутренняя проводка	Не экранирована (длина контура более 10 м^2)	K_{S3}	1	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)		Особые опасности: небольшая паника	H_z	2	Таблица С.6
		D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
		D2: физическое повреждение здания	L_F	0,02	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	—	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне		$n_z/n_t \cdot t_z/8760 = 14/200 \cdot 8760/8760$	—	0,07	

Е.3.3 Расчет основных параметров

В таблице Е.18 приведены расчеты параметров для областей защиты, в таблице Е.19 — ожидаемое количество опасных событий.

Таблица Е.18 — Административное здание. Области защиты для здания и линий коммуникаций

Объект	Обозначение	Значение, м^2	Номер формулы	Формула
Здание	A_D	$2{,}75 \cdot 10^4$	(А.2)	$A_D = L \cdot W + 2 \cdot (3 \cdot H) \cdot (L + W) + \pi \cdot (3 \cdot H)^2$
	A_M	—	(А.7)	Нет соответствия
Линия электропередачи	$A_{L/P}$	$8{,}00 \cdot 10^3$	(А.9)	$A_{L/P} = 40 \cdot L_L$
	$A_{I/P}$	$8{,}00 \cdot 10^5$	(А.11)	Нет соответствия
	$A_{DA/P}$	0	(А.2)	Нет соседних зданий (сооружений)
Линия телекоммуникации	$A_{L/T}$	$4{,}00 \cdot 10^4$	(А.9)	$A_{L/T} = 40 \cdot L_L$
	A_{IT}	$4{,}00 \cdot 10^6$	(А.11)	Нет соответствия
	$A_{DA/T}$	0	(А.2)	Нет соседних зданий (сооружений)

Таблица Е.19 — Административное здание. Ожидаемое ежегодное число опасных событий

Объект	Обозначение	Значение для одного опасного события в год	Номер формулы	Формула
Здание	N_D	$1{,}10 \cdot 10^{-1}$	(А.4)	$N_D = N_G A_D C_D \cdot 10^{-6}$
	N_M	—	(А.6)	Нет соответствия
Линия электропередачи	$N_{L/P}$	$3{,}20 \cdot 10^{-2}$	(А.8)	$N_{L/P} = N_G A_{L/P} C_{I/P} C_{E/P}\ C_{T/P} \cdot 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	3,20	(А.10)	Нет соответствия
	$N_{DA/P}$	0	(А.5)	Нет соседних зданий (сооружений)
Линия телекоммуникации	$N_{L/T}$	$8{,}00 \cdot 10^{-2}$	(А.8)	$N_{L/T} = N_G A_{L/T} C_{I/T} C_{E/T} C_{T/T} \cdot 10^{-6}$
	N_{IT}	8,00	(А.10)	Нет соответствия
	$N_{DA/T}$	0	(А.5)	Нет соседних зданий (сооружений)

Е.3.4 Риск R_1. Определение потребности в защите

Значения компонентов риска для незащищенного здания (сооружения) приведены в таблице Е.20.

Таблица Е.20 — Административное здание. Риск R_1 для незащищенных структур (значение $\cdot 10^{-5}$)

Тип повреждения	Обозначение	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Здание
D1: вред живым существам от поражения электрическим током	R_A	0,02	0	≈ 0	0,01	≈ 0	0,003
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	—	—	≈ 0	0,001	≈ 0	0,001
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	R_B	—	—	4,395	0,352	0,031	4,778
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	—	—	4,480	0,358	0,031	4,870
Полный риск		0,002	0	8,876	0,712	0,062	$R_1 = 9{,}65$
Приемлемый риск		$R_1 > R_T$, требуется защита от молнии					$R_T = 1$

Для данного административного здания требуется защита от молнии, потому что $R_1 = 9{,}65 \cdot 10^{-5}$ выше, чем приемлемое значение риска $R_T = 10^{-5}$.

Е.3.5 Риск R_1. Выбор мер защиты

Основной вклад в риск R_1 для административного здания в зоне Z_3 дают риск физических повреждений от удара молнии в здание или связанные линии коммуникаций (компонент R_V дает вклад 50 %; компонент R_B дает вклад 49 %, которые в сумме составляют 99 % совокупного риска) (см. таблицу Е.20).

Эти компоненты риска могут быть снижены с помощью следующих мероприятий:

- создание системы защиты здания от молнии в соответствии с МЭК 62305-3, обеспечивающей снижение значений компонента риска R_B путем снижения значений вероятности P_B. Уравнивание потенциалов на вводах является обязательным требованием LPS, что также позволяет снизить значения компонентов риска R_U и R_V через снижение значения вероятности P_{EB};
- внедрение мер защиты для зоны Z_3 (архив), обеспечивающих уменьшение последствий пожара (обеспечение огнетушителями, автоматической системой обнаружения и тушения пожара и т.д.). Это позволяет снизить значения компонентов риска R_B и R_V через снижение значения показателя r_p;
- обеспечение уравнивания потенциалов в соответствии с МЭК 62305-3 на вводах здания. Это позволяет снизить значения компонентов риска R_U и R_V через снижение значения вероятности P_{EB}.

Комбинация различных мер защиты позволяет выбрать одно из следующих решений:

Решение а)

- Защита здания по III классу LPS в соответствии с МЭК 62305-3, обеспечивающая снижение значений компонентов риска R_B ($P_B = 0{,}1$).
- Эта система защиты от молнии включает обязательное уравнивание потенциалов в соответствии с МЭК 62305-3 и установку на вводах устройств защиты от импульсных перенапряжений, разработанных для LPL III и всего здания ($P_{EB} = 0{,}05$), что обеспечивает снижение значений компонентов риска R_U и R_V.

Решение b)

- Защита здания по IV классу LPS в соответствии с МЭК 62305-3, обеспечивающая снижение значений компонентов риска R_B ($P_B = 0{,}2$).
- Эта система защиты от молнии включает обязательное уравнивание потенциалов в соответствии с МЭК 62305-3 и установку на вводах устройств защиты от импульсных перенапряжений, разработанных для LPL IVI и всего здания ($P_{EB} = 0{,}05$), что обеспечивает снижение значений компонентов риска R_U и R_V.
- Использование систем пожаротушения (обнаружения пожара), обеспечивающее снижение значений компонентов риска R_B и R_V. Установка неавтоматической (ручной) системы защиты в зоне Z_3 (архив) ($r_p = 0{,}5$).

При реализации указанных выше решений значения риска, приведенные в таблице Е.20, будут изменены на более низкие, приведенные в таблице Е.21.

Таблица Е.21 — Административное здание. Значение риска R_1 для защищенного здания (значение $\cdot 10^{-5}$)

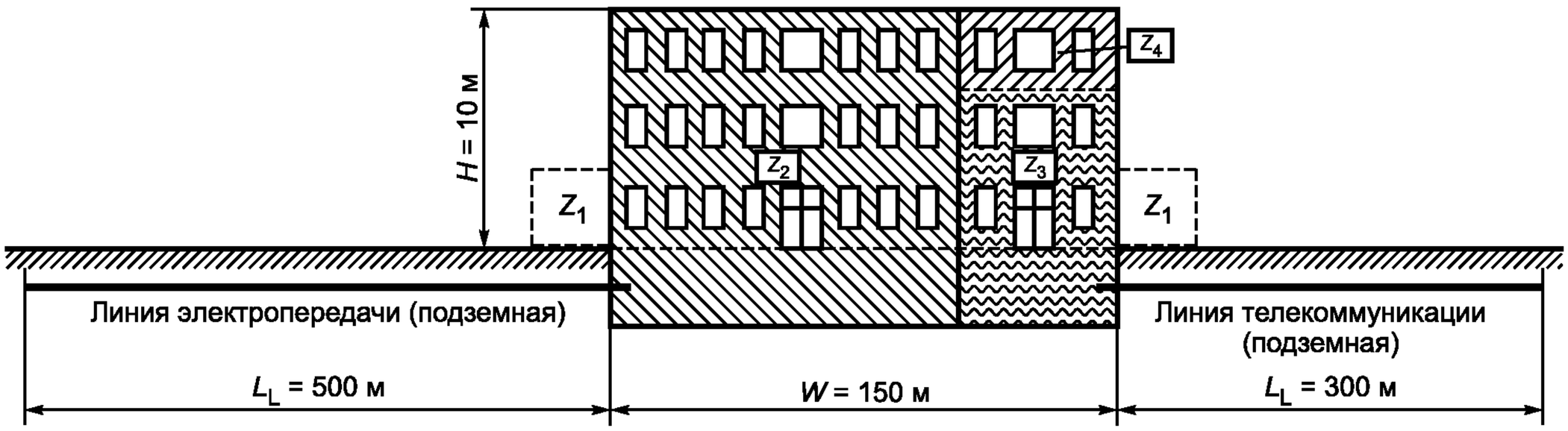
Решение	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Совокупный риск	Приемлемый риск	Результат
а)	≈ 0	0	0,664	0,053	0,005	$R_1 = 0{,}722$	$R_T = 1$	$R_1 \le R_T$
в)	≈ 0	0	0,552	0,089	0,008	$R_1 = 0{,}648$	$R_T = 1$	$R_1 \le R_T$

При принятии каждого из решений риск снижается до приемлемого уровня. Выбор и принятие окончательного решения о мерах защиты должен быть сделан с учетом технических достижений и экономической эффективности от внедрения этих мер.

Е.4 Больница

Данный случай является более сложным. Больница включает в себя палаты, операционный блок и отделение интенсивной терапии (см. рисунок Е.3).

Данному типу здания соответствуют два типа потерь: гибель людей (L1) и экономические потери (L4). Для оценки риска R_1 и R_4 необходимо оценить потребность в мерах защиты и их экономическую эффективность.



Z_1 — прилегающие территории;
Z_2 — палаты;
Z_3 — операционный блок;
Z_4 — отделение интенсивной терапии

Рисунок Е.3 — Больница

Е.4.1 Данные и характеристики

Больница расположена на равнинной территории, рядом с ней отсутствуют соседние здания (сооружения). Плотность ударов молнии составляет N_G = 4 ударам молнии на 1 км^2 в год.

Данные для больницы и близлежащей территории приведены в таблице Е.22.

Данные для входящих линий коммуникаций и связанных с ними внутренних систем приведены: для линии электропередачи — в таблице Е.23, а для телекоммуникационной линии — в таблице Е.24.

Таблица Е.22 — Больница. Характеристики здания и его окружающей среды

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Плотность ударов молнии в землю, 1/км^2/год	—	N_G	4,0	
Размеры здания, м		L, W, H	50, 150, 10	Таблица А.1
Тип рельефа местности для здания (сооружения)	Изолированное здание	C_D	1	Таблица В.2
Система защиты от молнии (LPS)	Отсутствует	P_B	1	Таблица В.2
Уравнивание потенциалов	Отсутствует	P_{EB}	1	Таблица В.7
Внутренний пространственный экран	Отсутствует	K_{S1}	1	Уравнение В.5

Таблица Е.23 — Больница. Линия электропередачи

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Длина, м	—	L_L	500	
Тип прокладки линий коммуникаций	Подземная линия	C_I	0,5	Таблица А.2
Тип линий коммуникаций	Высоковольтная с трансформатором	C_T	0,2	Таблица А.3
Тип местоположения	Пригород	C_E	0,5	Таблица А.4
Экранирование линий коммуникаций, Ом/км	Экран линии электропередачи, соединенный с той же шиной, что и оборудование	R_S	$R_S \leq 1$	Таблица В.8
Экранирование, заземление, изоляция	Экран линии электропередачи, соединенный с той же шиной, что и оборудование	C_{LD}	1	Таблица В.4
		C_{LI}	0	

Окончание таблицы Е.23

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Соседние здания (сооружения)	Нет	L_J, W_J, H_J	—	
Тип рельефа местности для соседнего здания (сооружения)	Нет	C_{DJ}	—	Таблица А.1
Выдерживаемое импульсное напряжение внутренних систем, кВ	—	U_W	2,5	—
	Итоговые характеристики зоны защиты	K_{S4}	0,4	Формула (В.7)
		P_{LD}	0,2	Таблица В.8
		P_{LI}	0,3	Таблица В.9

Т а б л и ц а Е.24 — Больница. Телекоммуникационная линия

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Длина, м	—	L_L	300	—
Тип прокладки коммуникаций	Подземные	C_I	0,5	Таблица А.2
Тип линий коммуникаций	Телекоммуникационные линии	C_T	1	Таблица А.3
Тип местоположения	Пригород	C_E	0,5	Таблица А.4
Экранирование линий коммуникаций	Экран линий коммуникаций, соединенный с той же шиной, что и оборудование	R_S	$1 < R_S \leq 5$	Таблица В.8
Экранирование, заземление, изоляция	Экран линий коммуникаций, соединенный с той же шиной, что и оборудование	C_{LD}	1	Таблица В.4
		C_{LI}	0	
Соседние здания (сооружения)	Нет	L_J, W_J, H_J	20, 30, 5	
Рельеф местности для соседнего здания (сооружения)	Изолированное здание	C_{DJ}	1	Таблица А.1
Выдерживаемое импульсное напряжение внутренней системы, кВ	—	U_W	1,5	—
	Итоговые характеристики зоны защиты	K_{S4}	0,67	Формула (В.7)
		P_{LD}	0,8	Таблица В.8
		P_{LI}	0,5	Таблица В.9

Е.4.2 Выделение зон в больнице

В больнице могут быть установлены следующие основные зоны:

Z_1 — прилегающие территории;

Z_2 — палаты;

Z_3 — операционный блок;

Z_4 — отделение интенсивной терапии.

При этом следует учитывать следующее:

- разный тип грунта и пола на территории, вне и внутри здания больницы;
- здание больницы поделено на два типа помещений с разными типами пожароустойчивости: к первому типу относят палаты (Z_2), ко второму типу — операционный блок и отделение интенсивной терапии (Z_3, Z_4);
- во всех внутренних зонах Z_2, Z_3 и Z_4 внутренние системы соединены с линиями электропередачи и телекоммуникационной линией;
- пространственные защитные экраны отсутствуют;
- в отделении интенсивной терапии, где применяют электронные системы, достаточно протяженные и чувствительные к скачкам напряжения, могут быть в качестве защитных мер применены пространственные экраны.

В различных зонах внутри и снаружи больницы общее количество присутствующих людей составляет 1000 человек.

Количество людей, находящихся в каждой зоне, время их присутствия в зоне и стоимость нахождения пациентов в каждой зоне различны. Распределение людей по зонам и стоимость нахождения пациентов в каждой зоне приведены в таблице Е.25. Эти значения использованы для вычисления общих потерь для каждой зоны.

Таблица Е.25 — Больница. Распределение людей по зонам

Зона	Количество людей в зоне	Время нахождения людей в зоне (ч) в год	Стоимость (руб. 10^6)				
			животных c_a	здания c_b	содержимого c_c	всего c_s	внутренних систем c_t
Z_1 — прилегающие территории	10	8760	—	—	—	—	—
Z_2 — палаты	950	8760	—	70	6	3,5	79,5
Z_3 — операционный блок	35	8760	—	2	0,9	5,5	8,4
Z_4 — отделение интенсивной терапии	5	8760	—	1	0,1	1,0	2,1
Итого	n_t = 1000	—	0	73	7	10	90,0

Разработчик системы защиты больницы от молнии указал типовые средние значения потерь за год, соответствующие риску R_1 (см. таблицу С.1) для здания в целом:

$L_T = 10^{-2}$ в зоне Z_1 снаружи здания;

$L_T = 10^{-2}$ в зонах Z_2, Z_3 и Z_4 внутри здания;

$L_F = 10^{-1}$ в зонах Z_2, Z_3 и Z_4 внутри здания;

$h_Z = 5$ в зонах Z_2, Z_3 и Z_4 внутри здания вследствие трудности оценки;

$L_O = 10^{-3}$ в зоне Z_2 (палаты);

$L_O = 10^{-2}$ в зоне Z_3 (операционный блок) и Z_4 (отделение интенсивной терапии).

Значения основных потерь снижены для каждой зоны в соответствии с формулами (С.1 — С.4) с учетом количества людей, подвергающихся опасности в конкретной зоне по отношению к общему количеству людей и времени их нахождения в зоне.

Для риска R_4 приняты типовые средние значения потерь (см. таблицу С.1):

$L_T = 0$ — живые существа не подвергаются опасности;

$L_F = 0{,}5$ — для зон Z_2, Z_3 и Z_4 внутри здания;

$L_O = 10^{-2}$ — для зон Z_2, Z_3 и Z_4 внутри здания.

Значения основных потерь снижены для каждой зоны в соответствии с формулами (С.11 — С.13) с учетом общего количества живых существ, стоимости здания, его содержимого, внутренних систем, в том числе доходов от деятельности в конкретной зоне по отношению к общему количеству живых существ, стоимости здания, его содержимого, внутренних систем и доходов от деятельности.

Потери в конкретной зоне зависят от типа опасности:

D1: (вред живым существам от поражения электрическим током): стоимость (c_a) животных;

D2: (физическое повреждение здания (сооружения)): сумма ($c_a + c_b + c_c + c_s$);

D3: (отказ электрических и электронных систем): стоимость c_s внутренних систем и доход от их использования.

Значения показателей для зон Z_1 — Z_4 приведены в таблицах Е.26 — Е.29.

Таблица Е.26 — Больница. Значения коэффициентов для зоны Z_1 (прилегающие территории)

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности	Бетон	r_t	10^{-2}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)	Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций	Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара	Нет	r_f	0	Таблица С.5

Окончание таблицы Е.26

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Противопожарная защита	Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран	Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)	Особых опасностей: нет	H_z	1	Таблица С.6
	D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
	D2: физическое повреждение здания	L_F	0	
	D3: отказ внутренних систем	L_O	0	
Коэффициент нахождения людей в зоне	$n_z/n_t \cdot t_z/8760=10/1000 \cdot 8760/8760$	—	0,01	

Т а б л и ц а Е.27 — Больница. Значения коэффициентов для зоны Z_2 (палаты)

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности пола		Линолеум	r_t	10^{-5}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)		Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций		Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара		Средняя	r_f	10^{-2}	Таблица С.5
Противопожарная защита		Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран		Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
Линия электроэнергии	Внутренняя проводка	Не экранирована (некоторые провода в кабелеканалах)	K_{S3}	0,2	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
Линия телекоммуникации	Внутренняя проводка	Не экранирована (некоторые провода в кабелеканалах)	K_{S3}	0,01	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)		Особые опасности: трудность эвакуации, паника	h_z	5	Таблица С.6
		D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
		D2: физическое повреждение здания	L_F	10^{-1}	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	10^{-3}	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне		$n_z/n_t \cdot t_z/8760 = 950/1000 \cdot 8760/8760$	—	0,95	
L4: экономические потери		D2: физическое повреждение здания	L_F	0,5	Таблица С.12
		D2: коэффициент стоимости $(c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t = 79,5/90$	—	0,883	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	10^{-2}	
		D3: коэффициент стоимости $c_s/c_t = 3,5/90$	—	0,039	

Т а б л и ц а Е.28 — Больница. Значения коэффициентов для зоны Z_3 (операционный блок)

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности пола		Линолеум	r_t	10^{-5}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)		Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций		Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара		Низкая	r_f	10^{-3}	Таблица С.5
Противопожарная защита		Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран		Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
Линия электроэнергии	Внутренняя проводка	Не экранирована (контур проводников в некоторых кабелеканалах)	K_{S3}	0,2	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
Линия телекоммуникации	Внутренняя проводка	Не экранирована (контур проводников в некоторых кабелеканалах)	K_{S3}	0,01	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей в здании (сооружении)		Особые опасности: трудность эвакуации, паника	h_z	5	Таблица С.6
		D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
		D2: физическое повреждение	L_F	10^{-1}	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	10^{-2}	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне		$n_z/n_t \cdot t_z/8760 = 35/1000 \cdot 8760/8760$	—	0,035	
L4: экономические потери		D2: физическое повреждение	L_F	0,5	Таблица С.12
		D2: коэффициент стоимости $(c_a + c_b + c_c + c_s)/ c_t = 8,4/90$	—	0,093	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	10^{-2}	
		D3: коэффициент стоимости $c_s/c_t = 5,5/90$	—	0,061	

Т а б л и ц а Е.29 — Больница. Значения коэффициентов для зоны Z_4 (отделение интенсивной терапии)

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности пола	Линолеум	r_t	10^{-5}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение)	Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций	Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара	Низкая	r_f	10^{-3}	Таблица С.5
Противопожарная защита	Нет	r_p	1	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран	Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)

Окончание таблицы Е.29

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Линия электропередачи	Внутренняя проводка	Не экранирована (контур проводников в некоторых кабелеканалах)	K_{S3}	0,2	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
Линия телекоммуникации	Внутренняя проводка	Не экранирована (контур проводников в некоторых кабелеканалах)	K_{S3}	0,01	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей		Особые опасности: трудность эвакуации	h_z	5	Таблица С.6
		D1: поражение электрическим током вследствие скачка силы тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
		D2: физическое повреждение	L_F	10^{-1}	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	10^{-2}	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне		$n_z/n_t \cdot t_z/8760 = 5/1000 \cdot 8760/8760$	—	0,005	
L4: экономические потери		D2: физическое повреждение	L_F	0,5	Таблица С.12
		D2: коэффициент стоимости $(c_a + c_b + c_c + c_s)/ c_t = 2,1/90$	—	0,023	
		D3: отказ внутренних систем	L_O	10^{-2}	
		D3: коэффициент стоимости $c_s/c_t = 1,0/90$	—	0,011	

Е.4.3 Расчет основных параметров

В таблице Е.30 приведены расчеты параметров для областей защиты, в таблице Е.31 — ожидаемое количество опасных событий.

Таблица Е.30 — Больница. Области защиты для здания и линий коммуникаций

Объект	Обозначение	Значение, м^2	Номер формулы	Формула
Здание	A_D	$2,23 \cdot 10^4$	(А.2)	$A_D = L \cdot W + 2 \cdot (3 \cdot H) \cdot (L + W) + \pi \cdot (3 \cdot H)^2$
	A_M	$9,85 \cdot 10^5$	(А.7)	$A_M = 2 \cdot 500 \cdot (L + W) + \pi \cdot 500^2$
Линия электропередачи	$A_{L/P}$	$2,00 \cdot 10^4$	(А.9)	$A_{L/P} = 40 \cdot L_L$
	$A_{I/P}$	$2,00 \cdot 10^6$	(А.11)	$A_{L/P} = 4000 \cdot L_L$
	$A_{DJ/P}$	0	(А.2)	Нет соседних зданий (сооружений)
Линия телекоммуникации	$A_{L/T}$	$1,2 \cdot 10^4$	(А.9)	$A_{L/P} = 40 \cdot L_L$
	A_{IT}	$1,2 \cdot 10^6$	(А.11)	$A_{L/P} = 4000 \cdot L_L$
	$A_{DJ/T}$	$2,81 \cdot 10^3$	(А.2)	$A_{DJ/T} = L_J \cdot W_J + 2 \cdot (3 \cdot H_J) \cdot (L_J + W_J) + \pi \cdot (3 \cdot H_J)^2$

Т а б л и ц а Е.31 — Больница. Среднее количество опасных событий в год

Объект	Обозначение	Значение для одного опасного события в год	Номер формулы	Формула
Здание	N_D	$8{,}93 \cdot 10^{-2}$	(А.4)	$N_D = N_G A_{D/B}\, C_{D/B} \cdot 10^{-6}$
	N_M	3,94	(А.6)	$N_M = N_G A_M \cdot 10^{-6}$
Линия электропередачи	$N_{L/P}$	$4{,}00 \cdot 10^{-3}$	(А.8)	$N_{L/P} = N_G A_{L/P} C_{I/P}\, C_{E/P}\, C_{T/P} \cdot 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	$4{,}00 \cdot 10^{-1}$	(А.10)	$N_{I/P} = N_G A_{I/P} C_{I/P} C_{E/P} C_{T/P} \cdot 10^{-6}$
	$N_{DJ/P}$	0	(А.5)	Нет соседних зданий (сооружений)
Линия телекоммуникации	$N_{L/T}$	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	(А.8)	$N_{L/T} = N_G A_{L/T} C_{I/T} C_{E/T} C_{T/T} \cdot 10^{-6}$
	N_{IT}	1,2	(А.10)	$N_{I/T} = N_G A_{I/T} C_{I/T} C_{E/T} C_{T/T} \cdot 10^{-6}$
	$N_{DJ/T}$	$1{,}12 \cdot 10^{-2}$	(А.5)	$N_{DJ/T} = N_G A_{DG/T} C_{DJ/T} C_{DJ/T} C_{T/T} \cdot 10^{-6}$

Е.4.4 Риск R_1. Определение потребности в защите

В таблице Е.32 приведены значения P_X, в таблице Е.33 — значения компонентов риска для незащищенного здания.

Т а б л и ц а Е.32 — Больница. Значения вероятностей для незащищенных зон

Тип повреждения	Обозначение	Значения для зоны				Номер формулы	Формула
		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4		
D1: вред живым существам от поражения электрическим током	P_A	1	1			—	—
	$P_{U/P}$	—	0,2			—	—
	$P_{U/T}$	—	0,8			—	—
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	P_B	—	1			—	—
	$P_{V/P}$	—	0,2			—	—
	$P_{V/T}$	—	0,8			—	—
D3: отказ электрических и электронных систем	P_C	—	1			(14)	$P_C = 1 - (1 - P_{C/P})\,(1 - P_{C/T}) = 1 - (1 - 1)\,(1 - 1)$
	P_M	—	0,0064			(15)	$P_M = 1 - (1 - P_{M/P})\,(1 - P_{M/T}) =$ $= 1 - (1 - 0{,}0064)\,(1 - 0{,}00004)$
	$P_{W/P}$	—	0,2			—	—
	$P_{W/T}$	—	0,8			—	—
	$P_{Z/P}$	—	0			—	—
	$P_{Z/T}$	—	0			—	—

Т а б л и ц а Е.33 — Больница. Риск R_1 для незащищенного здания (значение $\cdot\, 10^{-5}$)

Тип повреждения	Обозначение	Значения для зоны				Здания в целом
		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	
D1: вред живым существам от поражения электрическим током	R_A	0,009	0,009	≈ 0	≈ 0	0,010
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	—	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	R_B	—	42,4	0,156	0,022	42,6
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	—	9,21	0,034	0,005	9,245

Окончание таблицы Е.33

Тип повреждения	Обозначение	Значения для зоны				Здания в целом
		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	
D3: отказ электрических и электронных систем	R_C	—	8,484	3,126	0,447	12,057
	R_M	—	2,413	0,889	0,127	3,429
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$	—	1,841	0,678	0,097	2,616
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$	—	—	—	—	—
Полный риск		0,009	64,37	4,89	0,698	R_1 = 69,96
Приемлемый риск		$R_1 > R_T$: требуется защита от молнии				R_T = 1

Для данного здания требуется защита от молнии, поскольку $R_1 = 69{,}96 \cdot 10^{-5}$ выше приемлемого значения риска $R_T = 10^{-5}$.

Е.4.5 Риск R_1. Выбор мер защиты

Риск R_1 для больницы главным образом формируется за счет (см. таблицу Е.33):

- зоны Z_2 вследствие физических повреждений здания (компонент $R_B \approx 61$ % и компонент $R_V \approx 13$ %);
- зоны Z_2 и Z_3 вследствие отказа внутренних систем (соответственно компонент $R_C \approx 12$ % и компонент $R_C \approx 5$ %).

Эти компоненты риска могут быть снижены в результате проведения следующих мероприятий:

- создания для всего здания системы защиты от молнии в соответствии с МЭК 62305-3, обеспечивающей снижение значений компонента риска R_B за счет снижения значения вероятности P_B. Уравнивание потенциалов на вводах является обязательным требованием LPS, что позволяет снизить значения компонентов риска R_U и R_V путем снижения значения вероятности P_{EB};
- внедрения мер защиты для зоны Z_2, направленных на снижение последствий пожара (таких как наличие огнетушителей, автоматической системы обнаружения и тушения пожара и т.д.). Это позволяет снизить значения компонентов риска R_B и R_V путем снижения значения показателя r_p;
- обеспечения зон Z_3 и Z_4 системой устройств защиты от импульсных перенапряжений в соответствии с МЭК 62305-4 для внутренних электрических и телекоммуникационных систем. Это позволяет уменьшить значения компонентов риска R_C, R_M и R_W путем снижения вероятности P_{SPD};
- оснащения зон Z_3 и Z_4 пространственными экранами в соответствии с МЭК 62305-4. Это позволяет снизить компонент риска R_M путем уменьшения вероятности P_M.

Комбинации различных мер защиты позволяют выбрать одно из следующих решений:

Решение а):

- защита здания по I классу LPS (P_B = 0,02, включая также P_{EB} = 0,02);
- система защиты от молнии включает систему устройств защиты от импульсных перенапряжений, на линиях электропередачи и телекоммуникационных системах, что в 1,5 раза эффективнее, чем для LPL I (P_{SPD} = 0,005) в зонах Z_2, Z_3 и Z_4;
- использование систем автоматического пожаротушения для зоны Z_2 (r_p = 0,2);
- наличие в зонах Z_3 и Z_4 экранирующей сетки с размером ячейки w_m = 0,5 м.

При реализации этого решения значения риска, приведенные в таблице Е.33, могут быть уменьшены до значений, приведенных в таблице Е.34.

Решение b):

- защита здания по I классу LPS (P_B = 0,02, включая также P_{EB} = 0,01);
- система защиты от молнии включает систему устройств защиты от импульсных перенапряжений на линиях электропередачи и телекоммуникационных системах, что в 3 раза эффективнее, чем для LPL I (P_{SPD} = 0,001) в зонах Z_2, Z_3 и Z_4;
- использование систем автоматического пожаротушения для зоны Z_2 (r_p = 0,2).

При реализации этих решений значения риска, приведенные в таблице Е.33, могут быть уменьшены до значений, приведенных в таблице Е.35.

Т а б л и ц а Е.34 — Больница. Значение риска R_1 для защищенного здания (значение 10^{-5}) для решения а)

Тип повреждения	Обозначение	Значения для зоны				Здания в целом
		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	
D1: вред живым существам от поражения электрическим током	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	—	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	R_B	—	0,170	0,003	≈ 0	0,173
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	—	0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3: отказ электрических и электронных систем	R_C	—	0,085	0,031	0,004	0,12
	R_M	—	0,012	≈ 0	≈ 0	0,012
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$	—	0,009	0,003	≈ 0	0,004
	$R_Z = R_{V/P} + R_{Z/T}$	—	—	—	—	—
Полный риск		≈ 0	0,294	0,038	0,005	R_1 = 0,338
Приемлемый риск		$R_1 < R_T$ здание защищено для данного типа потерь				R_T = 1

Т а б л и ц а Е.35 — Больница. Значение риска R_1 для защищенного здания (значение 10^{-5}) для решения b)

Тип повреждения	Обозначение	Значения для зоны				Здания в целом
		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	
D1: вред живым существам от поражения электрическим током	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	—	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	R_B	—	0,170	0,003	0,001	0,174
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	—	0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3: отказ электрических и электронных систем	R_C	—	0,017	0,006	0,001	0,024
	R_M	—	0,002	0,001	≈ 0	0,003
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$	—	0,002	0,001	≈ 0	0,003
	$R_Z = Rz_{/P} + R_{Z/T}$	—	—	—	—	—
Полный риск		≈ 0	0,209	0,011	0,002	R_1 = 0,222
Приемлемый риск		$R_1 < R_T$ здание защищено для данного типа потерь				R_T = 1

Решение с):

- защита здания по I классу LPS (P_B = 0,02, включая также P_{EB} = 0,01);
- система защиты от молнии включает систему устройств защиты от импульсных перенапряжений на линиях электропередачи и телекоммуникационных системах, что в 2 раза эффективнее, чем для LPL I (P_{SPD} = 0,002) в зонах Z_2, Z_3 и Z_4;
- использование систем автоматического пожаротушения для зоны Z_2 (r_p = 0,2);
- наличие в зонах Z_3 и Z_4 экранирующей сетки с размером ячейки w_m = 0,1 м.

При реализации этих решений значения риска, приведенные в таблице Е.33, могут быть уменьшены до значений, приведенных в таблице Е.36.

Т а б л и ц а Е.36 — Больница. Значение риска R_1 для защищенного здания (значение · 10^{-5}) для решения с)

Тип повреждения	Обозначение	Значения для зоны				Здания в целом
		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	
D1: вред живым существам от поражения электрическим током	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	—	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2: физическое повреждение здания (сооружения)	R_B	—	0,170	0,003	≈ 0	0,173
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$	—	0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3: отказ электрических и электронных систем	R_C	—	0,034	0,012	0,002	0,048
	R_M	—	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$	—	0,004	0,001	≈ 0	0,005
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$	—	—	—	—	—
Полный риск		≈ 0	0,226	0,016	0,002	R_1 = 0,244
Приемлемый риск		$R_1 < R_T$ здание защищено для данного типа потерь				R_T = 1

При принятии указанных выше решений риск может быть снижен до приемлемого уровня. При выборе и принятии окончательного решения относительно мер защиты следует учитывать возможные технические решения и экономическую эффективность от внедрения этих мер.

Е.4.6 Риск R_4. Анализ экономической эффективности

Для экономических потерь L4 соответствующий риск может быть оценен несколькими способами. Все параметры, необходимые для расчета компонентов риска, приведены в таблицах Е.22 — Е.29 для экономических потерь L4. Следовательно, стоимость потерь можно определить только для зон Z_2, Z_3 и Z_4, а для зоны Z_1 данные являются неполными (данные приведены только о потерях животных).

Экономические потери (стоимость животных, здания, внутренних систем и доходы от деятельности) приведены в таблице Е.25 для каждой зоны и для здания в целом.

Исходя из значений риска R_4 и R'_4 и общих потерь для здания $c_t = 90 \cdot 10^6$ руб. (таблица Е.25), можно рассчитать стоимость потерь в год: $C_L = R_4 \cdot c_t$ для незащищенного здания и $C_{RL} = R'_4 \cdot c_t$ для защищенного здания (см. (D.2) и (D.4)). Результаты приведены в таблице Е.37.

Т а б л и ц а Е.37 — Больница. Значение потерь C_L (для защищенного здания) и C_{RL} (для незащищенного здания)

Защита	Риск R_4 (значение · 10^{-5})					Стоимость потерь, руб., C_L или C_{RL}
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Риск для здания в целом	
Отсутствует	—	53,2	8,7	1,6	63,5	57185
Решение a)	—	0,22	0,07	0,01	0,30	271
Решение b)	—	0,18	0,02	0,005	0,21	190
Решение c)	—	0,19	0,03	0,007	0,23	208

Значения коэффициентов i, a, m для мер защиты приведены в таблице Е.38.

Т а б л и ц а Е.38 — Больница. Значения коэффициентов i, a, m для мер защиты

Коэффициент	Обозначение	Значение
Процентная ставка за использование денежных средств	i	0,04
Коэффициент амортизации	a	0,05
Коэффициент, равный отношению стоимости технического обслуживания мер защиты за год к стоимости мер защиты	m	0,01

Значения стоимости C_P для возможных мер защиты и стоимости C_{PM} мер защиты в год для решений a), b), c) приведены в таблице Е.39 (см. (D.5)).

Таблица Е.39 — Больница. Стоимость C_P и C_{PM}, руб.

Меры защиты	Стоимость C_P	Стоимость в год $C_{PM} = C_P\ (I + a + m)$		
		решение a)	решение b)	решение c)
I класс LPS	100000	10000	10000	10000
Автоматическая система пожаротушения в зоне Z_2	50000	5000	5000	5000
Контур заземления (экранирование) зоны Z_3 и Z_4 (w = 0,5 м)	100000	10000		
Контур заземления (экранирование) зоны Z_3 и Z_4 (w = 0,1 м)	110000			11000
Устройство защиты от импульсных перенапряжений для электрических систем (1,5 · LPL I)	20000	2000		
Устройство защиты от импульсных перенапряжений для электрических систем (2 · LPL I)	24000			2400
Устройство защиты от импульсных перенапряжений для электрических систем (3 · LPL I)	30000		3000	
Устройство защиты от импульсных перенапряжений для телекоммуникационных систем (1,5 · LPL I)	10000	1000		
Устройство защиты от импульсных перенапряжений для телекоммуникационных систем (2 · LPL I)	12000			1200
Устройство защиты от импульсных перенапряжений для телекоммуникационных систем (3 · LPL I)	15000		1500	
Стоимость C_{PM} (в год)		28000	19500	29600

Экономию денежных средств S_M (в год) определяют путем сопоставления затрат C_L (в год) для незащищенного здания с суммой затрат C_{RL} (в год) для защищенного здания и затратами в год на меры защиты C_{PM} (в год). Результаты приведены в таблице Е.40.

Таблица Е.40 — Больница. Ежегодная экономия денежных средств, руб.

Показатель	Обозначение	Решение a)	Решение b)	Решение c)
Потери для незащищенного здания	C_L	57185	57185	57185
Потери для защищенного здания	C_{RL}	271	190	208
Стоимость мер защиты (в год)	C_{PM}	28000	19500	29600
Экономия денежных средств (в год) $S_M = C_L - (C_{RL} + C_{PM})$	S_M	28914	37495	27377

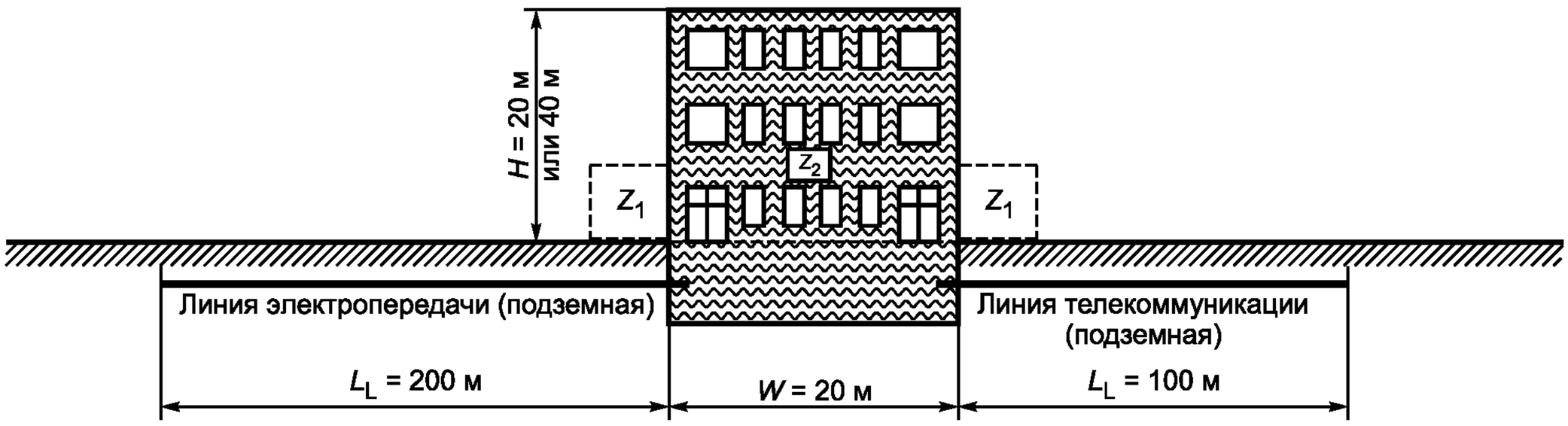
Е.5 Жилой дом

В данном случае рассмотрены различные решения для защиты от молнии жилого дома. Полученные результаты показывают, что некоторые решения могут быть неприемлемы, поэтому могут быть приняты приемлемые меры защиты (см. рисунок Е.4).

Данному типу здания соответствуют два типа потерь: потери человеческой жизни (L1) и экономические потери (L4).

Далее необходимо оценить потребность в защите. Для этого необходимо определить значение риска R_1, соответствующего потерям (L1), включая компоненты риска R_A, R_B, R_U и R_V (в соответствии с таблицей 2), и сравнить полученные значения с приемлемым риском $R_T = 10^{-5}$ (в соответствии с таблицей 4). После этого выбирают приемлемые меры защиты для снижения риска.

В рассматриваемой ситуации расчет экономических потерь не требуется, следовательно, риск R_4 для экономических потерь (L4) не исследуют.



Z_1 — прилегающая территория;
Z_2 — зона внутри здания

Рисунок Е.4 — Жилой дом

Е.5.1 Данные и характеристики

Жилой дом расположен на равнинной территории, рядом с ним отсутствуют близлежащие здания (сооружения). Плотность ударов молнии составляет N_G = 4 удара молнии на 1 км^2 в год. В доме проживают 200 человек. Это количество использовано при расчетах, т.к. предполагается, что во время грозы вблизи дома на улице людей нет.

Исходные данные для жилого дома приведены в таблице Е.41.

Данные для входящих линий коммуникаций и внутренних систем приведены: для линии электропередачи — в таблице Е.42, а для телекоммуникационной линии — в таблице Е.43.

Таблица Е.41 — Жилой дом. Характеристики здания и окружающей его среды

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Плотность ударов молнии в землю, 1/км^2 в год	—	N_G	4,0	
Размеры здания, м	H = 20 или 40 (см. табл. Е.45)	L, W	30, 20	Таблица А.1
Тип рельефа местности для здания (сооружения)	Здание изолированное	C_D	1	Таблица В.2
Система защиты от молнии (LPS)	Отсутствует	P_B	—	Таблица В.2
Уравнивание потенциалов	Отсутствует	P_{EB}	1	Таблица В.7
Внутренний пространственный экран	Отсутствует	K_{S1}	1	Уравнение В.5

Таблица Е.42 — Жилой дом. Линия электропередачи

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Длина, м	—	L_L	200	
Тип прокладки коммуникаций	Подземные	C_I	0,5	Таблица А.2
Тип линий коммуникаций	Низковольтные	C_T	1	Таблица А.3
Тип местоположения	Пригород	C_E	0,5	Таблица А.4
Экранирование линий коммуникаций	Нет	R_S	—	Таблица В.8
Экранирование, заземление, изоляция	Нет	C_{LD}	1	Таблица В.4
		C_{LI}	1	
Соседние здания (сооружения)	Нет	L_J, W_J, H_J	—	
Рельеф местности для соседнего здания (сооружения)	Нет	C_{DJ}	—	Таблица А.1

Окончание таблицы Е.42

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Выдерживаемое импульсное напряжение внутренней системы, кВ		U_W	2,5	
	Итоговые параметры	K_{S4}	0,4	Формула (В.7)
		P_{LD}	1	Таблица В.8
		P_{LI}	0,3	Таблица В.9

Т а б л и ц а Е.43 — Жилой дом. Телекоммуникационная линия

Характеристика зоны защиты	Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Длина, м	—	L_L	100	
Тип прокладки коммуникаций	Воздушные	C_I	0,5	Таблица А.2
Тип линий коммуникаций	Телекоммуникационные линии	C_T	1	Таблица А.3
Тип местоположения	Пригород	C_E	0,5	Таблица А.4
Экранирование линий коммуникаций	Нет	R_S	—	Таблица В.8
Экранирование, заземление, изоляция	Нет	C_{LD}	1	Таблица В.4
		C_{LI}	1	
Соседние здания (сооружения)	Нет	L_J, W_J, H_J	—	
Рельеф местности для соседнего здания (сооружения)	Изолированное здание (сооружение)	C_{DJ}	—	Таблица А.1
Выдерживаемое импульсное напряжение внутренней системы (кВ)		U_W	1,5	
	Итоговые параметры	K_{S4}	0,67	Формула (В.7)
		P_{LD}	1	Таблица В.8
		P_{LI}	0,5	Таблица В.9

Е.5.2 Выделение зон в жилом здании

Могут быть выделены следующие основные зоны:

Z_1 — прилегающая территория;

Z_2 — зона внутри здания.

Для зоны Z_1 предполагается, что людей во время грозы на улице вокруг жилого дома нет. Следовательно, риск поражения током для людей в этой зоне $R_A = 0$. Так как R_A является компонентом риска, связанным с территорией вне здания, то зоной Z_1 можно пренебречь.

Для зоны Z_2 следует учесть следующее:

- здание классифицировано как «гражданское строение»;
- в зоне существуют линии электропередачи и телекоммуникационные линии;
- пространственные защитные экраны отсутствуют;
- здание является пожароустойчивым сооружением;

- предполагаемые потери и соответствующие типовые средние значения затрат и риска приведены в таблице С.1.

Значения показателей для зоны Z_2 приведены в таблице Е.44.

Таблица Е.44 — Жилой дом. Значения показателей для зоны Z_2 (внутри здания)

Характеристика зоны защиты		Комментарии	Обозначение	Значение	Ссылки
Тип поверхности пола		Линолеум	r_t	10^{-5}	Таблица С.3
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в здание		Нет	P_{TA}	1	Таблица В.1
Защита от поражения электрическим током при ударе молнии в линии коммуникаций		Нет	P_{TU}	1	Таблица В.6
Опасность пожара		Различен (см. таблицу Е.45)	r_f	—	Таблица С.5
Противопожарная защита		Различен (см. таблицу Е.45)	r_p	—	Таблица С.4
Внутренний пространственный экран		Нет	K_{S2}	1	Формула (В.6)
Линия электроэнергии	Внутренняя проводка	Не экранирована (контур проводников в некоторых кабелеканалах)	K_{S3}	0,2	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
Линия телекоммуникации	Внутренняя проводка	Не экранирована (длина контура более 10 м^2)	K_{S3}	1	Таблица В.5
	Система устройств защиты от импульсных перенапряжений	Нет	P_{SPD}	1	Таблица В.3
L1: потери, связанные с гибелью и травмированием людей		Особые опасности: нет	h_z	1	Таблица С.6
		D1: поражение электрическим током вследствие скачка тока или напряжения	L_T	10^{-2}	Таблица С.2
		D2: физическое повреждение здания	L_F	10^{-1}	
Коэффициент, характеризующий нахождение людей в зоне		$n_z/n_t \cdot t_z/8760=200/200 \cdot 8760/8760$	—	1	

Е.5.3 Риск R_1. Выбор мер защиты

Значения риска R_1 и мер защиты, выбранные для снижения риска до приемлемого уровня $R_T = 10^{-5}$, приведены в таблице Е.45. Выбор мер защиты зависит от следующих параметров:

- высоты здания H;
- значения коэффициента r_f, связанного с опасностью пожара;
- значения коэффициента r_p , характеризующего уменьшение последствий пожара;
- вероятности P_B, которая зависит от выбранного класса системы защиты от молнии (LPS).

Т а б л и ц а Е.45 — Жилой дом. Риск R_1 для жилого дома в зависимости от выбранных защитных мер

Высота здания H, м	Опасность пожара		LPS		Противопожарная защита		Риск R_1 (значение $\cdot 10^{-5}$)	Здание защищено $R_1 \le R_T$
	Тип	r_f	Класс	P_B	Тип	r_p		
20	Низкий	0,001	Нет	1	Нет	1	0,837	Да
	Средний	0,01	Нет	1	Нет	1	8,364	Нет
			III	0,1	Нет	1	0,776	Да
			IV	0,2	Ручные средства	0,5	0,747	Да
	Высокий	0,1	Нет	1	Нет	1	83,64	Нет
			II	0,05	Автоматическая	0,2	0,764	Да
			I	0,02	Нет	1	1,553	Нет
			I	0,02	Ручные средства	0,5	0,776	Да
40	Низкий	0,001	Нет	1	Нет	1	2,436	Нет
			Нет	1	Автоматическая	0,2	0,489	Да
			IV	0,2	Нет	1	0,469	Да
	Средний	0,01	Нет	1	Нет	1	24,34	Нет
			IV	0,2	Автоматическая	0,2	0,938	Да
			I	0,02	Нет	1	0,475	Да
	Высокий	0,1	Нет	1	Нет	1	243,4	Нет
			I	0,02	Автоматическая	0,2	0,949	Да

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 62305-1:2010	IDT	ГОСТ Р МЭК 62305-1—2010 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы»
МЭК 62305-3:2010	—	*
МЭК 62305-4:2010	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] IEC 61000-4-5:1995 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measuring techniques — Surge immunity test

[2] IEC 60079-10-1 Explosive atmospheres — Part 10-1: Classification of areas — Explosive gas atmospheres

[3] EC 60079-10-2:2009 Explosive atmospheres — Part 10-2: Classification of areas — Combustible dust atmospheres

[4] IEC 60664-1:2007 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems — Part 1: Principles, requirements and tests

[5] IEC 60050-426:2008 International Electrotechnical Vocabulary — Part 426: Equipment for explosive atmospheres

[6] Official Journal of European Union, 1994/28/02, n. C 62/63.

[7] ITU-T Recommendation K.47, Protection of telecommunication lines using metallic conductors against direct lightning discharges

[8] NUCCI C.A., Lightning induced overvoltages on overhead power lines. Part I: Return stroke current models with specified channel-base current for the evaluation of return stroke electromagnetic fields. CIGRE Electra N 161 (August, 1995)

[9] NUCCI C.A., Lightning induced overvoltages on overhead power lines. Part II: Coupling models for the evaluation of the induced voltages. CIGRE Electra N 162 (October, 1995)

[10] ITU-T Recommendation K.46, Protection of telecommunication lines using metallic symmetric conductors against lightning-induced surges

[11] IEC/TR 62066:2002 Surge overvoltages and surge protection in low-voltage a.c. power systems — General basic information

УДК 699.887.2:006.354 ОКС 29.020; 91.120.40 Т59

Ключевые слова: риск, оценка риска, защита от молнии, вспышка молнии, заземление, токоотвод, молниеприемник, опасность, анализ риска, менеджмент риска, повреждение

Редактор *А.Д. Стулова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 22.08.2011. Подписано в печать 27.09.2011. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 8,05. Тираж 106 экз. Зак. 895.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник»,
117418 Москва, Нахимовский проспект, 31, к. 2.