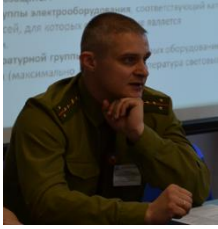


**Алексей СКРИПКО, начальник отдела исследований  
в области предупреждения чрезвычайных ситуаций  
НИИ ПБ и ЧС МЧС Республики Беларусь  
подготовил ряд статей на тему молниезащиты  
к специализированному семинару.**

## **Содержание**

<b>Введение.....</b>	<b>2</b>
<b>I. Оценка необходимости молниезащиты для зданий и сооружений. Основы расчета рисков от ударов молнии.....</b>	<b>7</b>
<b>II. Применение международных требований в области молниезащиты зданий и сооружений. ....</b>	<b>13</b>
<b>III. Порядок проверки молниезащиты инспектирующим органами (МЧС). Непосредственные действия по устранению нарушений мол- ниезащиты.....</b>	<b>20</b>
<b>IV. Общие сведения об определении необходимости уровня и средств молниезащиты по требованиям ТКП 336-2011.....</b>	<b>21</b>
<b>V. Для пометок.....</b>	<b>24</b>



*Алексей СКРИПКО,  
начальник отдела исследований в области  
предупреждения чрезвычайных ситуаций  
НИИ ПБ и ЧС МЧС Республики Беларусь*

## **Введение**

Молния – высокоэнергетический источник пожара. Статистика по пожарам от молнии начала собираться в ПО МВД БССР с 1946 года. В современных условиях эксплуатации объектов хозяйствования молния опасна прямым ударом молнии и ее вторичным проявлением.

Согласно статистике количество пожаров от прямых ударов молнии составляет более 80% от общего количества случаев пожаров от грозовых проявлений. Ежегодное количество дней, связанных с грозой, возможно установить по справочным сведениям. Итого в среднем по республике 24 грозовых дней. Согласно ежегодной статистике от молнии происходит в среднем 130-150 пожаров. В результате не трудно подсчитать, что в грозовую день по республике происходит до 5-7 пожаров, в каждый грозовую час – до 0,2-0,3 пожара.

В настоящее время документом, регламентирующим требования по молниезащите, является ТКП 336-2011 «Молниезащита зданий, сооружений инженерных коммуникаций». Необходимость приведения молниезащиты в соответствие с требованиями ТКП 336-2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций» предписана п. 8 ППБ 01-2014 «Правила пожарной безопасности Республики Беларусь», согласно требованиям которого проектная документация разрабатывается в установленном законодательством порядке, на стадиях строительства, реконструкции, капитального ремонта, технического переоснащения, перепрофилирования по функциональному назначению здания или сооружения. При этом в соответствии с п. 112 ППБ Беларуси 01-2014 «Правила пожарной безопасности Республики Беларусь» в части того, что молниезащита зданий (сооружений) должна содержаться в исправном состоянии. В соответствии со ст. 46 Закона Республики Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-ХП «О пожарной безопасности» в случае возникновения пожара в здании (сооружении) меры ответственности возлагаются на собственников за нарушение требований пожарной безопасности в жилых квартирах, домах, надворных постройках, дачах и иных строениях, принадлежащих гражданам на праве частной собственности.

### **Основная часть.**

Устройство молниезащиты – комплекс мер защиты от прямого удара молнии и ее вторичного проявления.

Согласно п. 6.8 ТР 2009/013 «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» молниезащиту предписано обеспечивать на стадии эксплуатации во избежание поражения электрическим током. Как и при помощи чего выполнять молниезащиту предписано в ТКП 336-2011 «Молниезащита зданий, сооружений инженерных коммуникаций». Требования указанного кодекса следует применять при проектировании, реконструкции, ремонте зданий и сооружений различного назначения и подводимых к ним инженерных коммуникаций.

Во избежание не нужных споров целесообразно считать риски от ударов молнии по R1, так как данный вид расчета обоснован требованиями ТР 2009/013, а также позволяет идентифицировать необходимость, основные средства и уровни молниезащиты.

При расчете R1 следует знать, что на стр. 47 ТКП 336 приведены названия рисков и их математические формулы для проведения расчетов.

На стр. 45-46 ТКП 336 приведены элементы рисков, из суммы которых состоят риски.

На стр. 58-60 ТКП 336 приведены расчетные формулы элементов рисков. Общая формула элемента риска выражается через следующие коэффициенты:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x, \quad (1)$$

где

$N_x$  – ежегодное количество опасных случаев;

$P_x$  – вероятность повреждения (наступления опасного случая);

$L_x$  – ущерб от опасного случая.

На стр. 55 ТКП 336 также приведен аналитический алгоритм определения необходимости устройства молниезащиты:

если  $R \leq RT$ , то молниезащита не требуется. Если  $R > RT$ , то молниезащита необходима.

В расчете рисков имеется существенная особенность. При выборе коэффициентов элементов рисков пользуются методикой, изложенной в отмененном документе СТБ П 62305-2-2006 «ЗАЩИТА ОТ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА. Часть 2. Управление риском». Использование указанного документа связано с отсутствием в ТКП 336-2011 полноценной информации по выбору ряда коэффициентов.

Риск  $R1$  определяется суммой элементов рисков:

- при прямом ударе молнии в здание –  $RA, RB, RC$ ;
- при близком ударе молнии в здание –  $RM$ ;
- при прямом ударе молнии в коммуникацию –  $RU, RV, RW$ ;
- при близком ударе молнии в коммуникацию –  $RZ$ .

Немаловажным при расчете рисков является коэффициент  $rf$ . От его выбора зависит устройство внешней системы молниезащиты для объекта, экономические затраты на ее устройство. Техническим комитетом Международной электротехнической комиссии (IEC) TC81 «Lightning protection» было предложено выбирать коэффициент  $rf$  в том числе по удельной пожарной нагрузке (МДж/м<sup>2</sup>), горючести строительных конструкций зданий. Вместе с этим методология определения удельной пожарной нагрузки в International Electrotechnical Commission (IEC) отличается от методологии стран бывшего СССР, в которых за последнее десятилетие активно внедряются требования IEC. Предложенные сегодня в ТКП 336 величины  $rf$  малочисленны и ограничены в выборе, что нередко сказывается на экономической составляющей проекта:

Таблица Г.4 – Значения фактора уменьшения  $rf$  в зависимости от риска возгорания здания

Опасность возгорания	$rf$
Взрыв	1
Высокий	10–1
Обычный	10–2
Низкий	10–3
Отсутствует	0

Примечания: 1. Для зданий с риском взрыва и сооружений, содержащих взрывоопасные смеси, может понадобиться более подробная оценка.

2. Те здания, которые построены из горючих материалов, здания, крыши которых выполнены из горючих материалов, или здания с особой пожарной нагрузкой, превышающей 800 МДж/м<sup>2</sup>, рассматривают как здания с высоким уровнем пожароопасности.

3. Здания с пожарной нагрузкой в пределах 400 – 800 МДж/м<sup>2</sup> рассматривают как здания с обычным уровнем пожароопасности.

4. Здания с пожарной нагрузкой менее 400 МДж/м<sup>2</sup> или здания, в которых горючие материалы содержатся непостоянно, рассматривают как здания с низким уровнем пожароопасности.

5. Определенная пожарная нагрузка – это соотношение энергии общего количества горючего материала в здании к общей поверхности здания

Например, согласно приведенной таблице для взрывоопасного производства величина  $rf = 1$  (взрыв). При этом величина  $rf$  не зависит от времени нахождения взрывоопасной среды в помещении

и ее размеров. Таким образом, для однотипных по габаритам производств, в которых взрывоопасная среда будет находиться постоянно и незначительный промежуток времени, средство молниезащиты будет одинаковым, что не совсем логично.

Другим типичным спорным случаем является сама величина удельной пожарной нагрузки. Удельную пожарную нагрузку в 399 МДж/м<sup>2</sup> (обычный уровень пожарной опасности) может создать 289 кг хранимой древесины в помещении площадью в 10 м<sup>2</sup>. В Республике Беларусь к помещению с такой пожарной нагрузкой предъявляются повышенные требования в области противопожарного нормирования. Вместе с этим для малогабаритных зданий и сооружений с такой пожарной нагрузкой по расчету рисков молниезащита не требуется.

Чтобы исключить двусмысленные трактовки требований и ненужные спорные ситуации предлагается определять пожарную нагрузку для выбора коэффициента  $gf$  по установленным в республике методам. Ниже представлен пример определения коэффициент  $gf$  на основе расчет пожарной нагрузки по СТБ 2129-2010 «Здания и сооружения. Порядок определения пожарной нагрузки».

Тезисами доклада пример расчета выносится на всеобщее обсуждение с целью его дополнения и корректировки. За количество и типы горючих веществ и материалов взята пожарная нагрузка, полученная из справочных и экспериментальных сведений по среднестатистической жилой 3-х комнатной квартире с семьей из 4 (четырёх) человек площадью 77,4 м<sup>2</sup>:

<b>Вещества и материалы</b>	<b>Количество, кг</b>	<b>Перечень предметов</b>
Древесина	1050,0	Мебель, кухонные принадлежности, отделочный материал, предметы обихода, детские игрушки
ДВП	470,5	Мебель, мебельная фурнитура
ДСП	333,2	Мебель, мебельная фурнитура
Бумага	101,9	Предметы обихода, канцелярские принадлежности, косметика, отделочный материал
Картон	36,9	Предметы обихода, канцелярские принадлежности, косметика, отделочный материал
Полиэтилен	109,0	Кухонные принадлежности, канцелярские принадлежности, отделочный материал, предметы обихода, детские игрушки, упаковочный материал, электротехническая продукция
Полимеры (пластик)	91,0	Кухонные принадлежности, канцелярские принадлежности, отделочный материал, предметы обихода, детские игрушки, столовая одноразовая посуда, электротехническая продукция
Табак	до 1,0	Продукты
Мука	4,0	Продукты
Сахар	2,0	Продукты
Соль	2,0	Продукты
Стекло	81,5	Кухонные принадлежности, предметы мебели
Печенье	2,0	Продукты
Макаронны (изделия)	4,0	Продукты
Крупа	2,0	Продукты
Зефир	2,0	Продукты
Пряники	3,0	Продукты
Ликеро-водочная продукция	2,0	Продукты
Ткани	79,5	Промтовары; текстильные изделия
Шерстяные ткани	19,8	Промтовары; текстильные изделия
Термотрикотаж	27,4	Промтовары; текстильные изделия

Полотно прокладочное	11,2	Промтовары; текстильные изделия
Каучук	33,1	Кухонные принадлежности, предметы обихода, детские игрушки, канцелярские принадлежности, обувь
Линолеум ПВХ	39,9	Отделочный материал
Покрывало ковровое, прошивное	27,5	Отделочный материал
Кожа искусственная	17,0	Обувь

Исходные пожароопасные сведения веществ и материалов для расчета приведены ниже:

- Бумага, картон – горючий материал, теплота сгорания – 13400 кДж/кг, температура воспламенения 238 - 2550С; температура самовоспламенения 375 - 5000С; температура тления 298 - 3200С; имеется склонность к тепловому самовозгоранию.
- Древесина (ДВП, ДСП) – горючий материал, теплота сгорания – 13800 кДж/кг, температура воспламенения 238 - 2550С; температура самовоспламенения 375 - 5000С; температура тления 298 - 3200С; имеется склонность к тепловому самовозгоранию.
- Полиэтилен – горючий полимер, плотность 910-965 кг/м<sup>3</sup>, теплота сгорания (46588 – 47140) кДж/кг, температура самовоспламенения 380-4000С.
- Полимеры (пластик) – горючие вещества плотностью 900-1100 кг/м<sup>3</sup>, теплота сгорания (24300 – 45600) кДж/кг, температура воспламенения 300-4000С, самовоспламенения 320-4500С.
- Табак – горючее вещество. Теплота сгорания – 17000-19000 кДж/кг. Температура воспламенения – 230-2500С, самовоспламенения – 455-4700С.
- Мука – горючий порошок; плотность 650 кг/м<sup>3</sup> при влажности 13,6%; теплота сгорания – 16 807 кДж/кг. Дисперсность образца варьируется в пределах 100 – 500 мкм; температура воспламенения 250°С; температура самовоспламенения 380°С; температура тления 310°С; склонна к самовозгоранию; нижний концентрационный предел распространения пламени составляет порядка 20 г/м<sup>3</sup>; максимальное давление взрыва 520 кПа; скорость нарастания давления: средняя 8 МПа/с; максимальная 10,6 МПа/с; минимальная энергия зажигания 6,4 мДж при влажности образца 2 % (масс.), 29 мДж при влажности 11 % (масс.).
- Сахар – горючий кристаллический порошок белого цвета; дисперсность 200 – 1500 мкм; теплота сгорания 16,5 МДж/кг; температура самовоспламенения 310 – 420°С, тления 295°С.
- Соль – негорючее вещество.
- Стекло – негорючее вещество.
- Ликеро-водочная продукция – С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub>О, легковоспламеняющаяся бесцветная жидкость. Молярная масса 46,07; плотность 975 кг/м<sup>3</sup> при 25оС;  $\lg p = 7,81158-1918,508/(252,125+t)$  при температуре от – 31 до 78оС; теплота образования -234,9 кДж/моль; теплота сгорания – до 10300 кДж/кг (9375 кДж/л). Температура вспышки 28оС; температура самовоспламенения 570оС; температурные пределы распространения пламени: нижний 33оС, верхний 54оС; максимальное давление взрыва 682 кПа; минимальная энергия зажигания 0,246 мДж; максимальная скорость нарастания давления 15,8 МПа/с; максимальная нормальная скорость распространения пламени 0,556 м/с.
- Печенье – твердое горючее вещество, теплота сгорания – 16,7 МДж/кг.
- Макароны (изделия) – твердое горючее вещество, теплота сгорания – 14,6 МДж/кг.
- Крупа (гречка, рис) – твердое горючее вещество, теплота сгорания – 17 МДж/кг.
- Зефир – твердое горючее вещество, теплота сгорания – 12,069 МДж/кг.
- Пряники – твердое горючее вещество, теплота сгорания – 13,741 МДж/кг.
- Эмалированная посуда – негорючие вещества и материалы.
- Фарфоровая посуда – негорючие вещества и материалы.
- Плитка керамическая – негорючие вещества и материалы.

- Ткани (в том числе х/б, трикотаж) – горючий материал, теплота сгорания – 18000 кДж/кг, температура воспламенения 200 - 3000С; самовоспламенения 350 - 4000С.
- Шерстяные ткани – горючий материал, теплота сгорания –23,14 МДж/кг, температура воспламенения 2000С; самовоспламенения 5700С.
- Термотрикотаж – горючий материал, теплота сгорания 17,0 кДж/кг, температура воспламенения 210 - 2300С, самовоспламенения 350 - 4000С.
- Полотно прокладочное – горючий материал, теплота сгорания 17,0 кДж/кг, температура воспламенения 210 - 2300С, самовоспламенения 350 - 4000С.
- Каучук (на основе каучука хлоропренового) – плотн. 1230 кг/м<sup>3</sup>; тепл. сгор. – 27990 кДж/кг. Горючее вещество. Т. воспл. 250 °С (тлеет); т. самовоспл. 475 °С При нагревании выделяет летучие токсичные вещества.

Удельную временную и постоянную пожарную нагрузку определяем по формулам СТБ 2129-2010:

(2)

(3)

где  $M_i$  — масса  $i$ -го вещества или материала, кг;

$H_i$  — низшая теплота сгорания  $i$ -го вещества или материала, МДж•кг<sup>-1</sup>;

$S$  — площадь участка размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup>;

$j$  — количество видов веществ и материалов временной пожарной нагрузки;

$k$  — количество видов веществ и материалов постоянной пожарной нагрузки.

Удельная пожарная нагрузка  $p$ , МДж•м<sup>-2</sup>, определяется по формуле:

(4)

где  $p_n$  — удельная временная пожарная нагрузка (средняя), МДж•м<sup>-2</sup>;

$p_s$  — удельная постоянная пожарная нагрузка (средняя), МДж•м<sup>-2</sup>.

Постоянная пожарная нагрузка включает находящиеся в строительных конструкциях помещений вещества и материалы, способные гореть. В связи с отсутствием в строительных конструкциях квартиры горючих веществ и материалов, постоянная пожарная нагрузка принимается равной нулю  $p_s=0$ .

Определим удельную временную пожарную нагрузку для квартиры:

Удельная пожарная нагрузка для дома:

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТКП 474-2013 Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
3. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочное издание в 2 книгах. /Под редакцией А.Н. Баратова и А.Я. Корольченко. - М. Химия, 1990.
4. А.Я. Корольченко Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в двух частях. – М.: Пожнаука, 2000. – 709 с.
5. Интернет ресурс: <http://www.proektant.org/index.php?topic=18576.msg92003#msg92003> (Режим доступа 11.04.2016 г.).
6. Интернет ресурс: <http://www.proektant.org/index.php?topic=17123.msg84180#msg84180> (Режим доступа 11.04.2016 г.).
7. Интернет ресурс: <http://www.proektant.org/index.php?topic=19863.0> (Режим доступа 11.04.2016 г.).
8. СТБ 2129-2010 «Здания и сооружения. Порядок определения пожарной нагрузки».
9. Интернет ресурс: <http://elcable.ru/product/APPL/appl.html?id=113> (Режим доступа 11.04.2016 г.).
10. Шпока, И.Н. Пространственно-временное распределение опасных метеорологических явлений на территории Беларуси: автореф. ... дис. канд. географ. наук: 25.00.30 / И.Н. Шпока; Институт природопользования. – Минск, 2012. – 23 с.

# I. Оценка необходимости молниезащиты для зданий и сооружений. Основы расчета рисков от ударов молнии.

Молниезащита – комплекс мер защиты от прямого удара молнии и ее вторичного проявления. Сегодня с введением в действие ТКП 336-2011 «Молниезащита зданий, сооружений инженерных коммуникаций» комплекс защитных мер от грозовых проявлений сопровождается определением рисков от ударов молнии. Расчет рисков – необходимая мера защиты, Регламентированная Международной электротехнической комиссией (МЭК), а значит повсеместно используется в европейских странах. На основании расчета рисков страховые компании определяют коэффициент страхования, а собственник в случае причинения ущерба объекту получает значительные компенсирующие средства. Стоит отметить, что требования ТКП 336-2011 основаны на положениях МЭК, а расчет рисков фактически определяет «слабые» места объекта защиты на основании архитектурных объемно-планировочных и технологических особенностей зданий и сооружений. Определив расчетом рисков необходимые средства проектировщик закладывает проектом комплекс мер с нормированной надежностью.

В европейских странах необходимость, уровни и средства молниезащиты определяются расчетом рисков по четырем их типам: R1, R2, R3, R4. Однако в республике расчет рисков сволится преимущественно к расчету R1. Связано это с тем, что согласно п. 6.8 ТР 2009/013 «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» молниезащиту предписано обеспечивать на стадии эксплуатации во избежание поражения электрическим током. Расчет по R1 позволяет идентифицировать необходимость, основные средства и уровни молниезащиты. Считать риски по нарушениям коммунального обслуживания (R2), потере культурных ценностей (R3) в ТР 2009/013 информации не имеется.

При расчете R1 следует знать, что **на стр. 47 ТКП 336** приведены названия рисков и их математические формулы для проведения расчетов.

На **стр. 45-46 ТКП 336** приведены элементы рисков, из суммы которых состоят риски.

На **стр. 58-60 ТКП 336** приведены расчетные формулы элементов рисков. Общая формула по расчету элементу рисков выглядит следующим образом:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x, \quad (1)$$

где

$N_x$  – ежегодное количество опасных случаев;

$P_x$  – вероятностьповреждения (наступления опасного случая);

$L_x$  – ущерб от опасного случая.

На **стр. 55 ТКП 336** на рис. 6.1 приведен аналитический алгоритм определения необходимости устройства молниезащиты: если  $R \leq R_T$ , то молниезащита не требуется. Если  $R > R_T$ , то молниезащита необходима.

В расчете рисков имеется существенная особенность. При выборе коэффициентов элементов рисков пользуются методикой, изложенной в отмененном документе СТБ П 62305-2-2006 «ЗАЩИТА ОТ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА. Часть 2. Управление риском». Использование указанного документа связано с отсутствием в ТКП 336-2011 информации по выбору ряда коэффициентов.

Риски определяются суммой элементов рисков: при прямом ударе молнии, когда возникает шаговое напряжение, наводки и электромагнитные импульсы (RA, RB, RC); при близком ударе молнии, когда возникают наводки и электромагнитные импульсы (RM); при прямом, близком ударе молнии в коммуникацию, когда возникает шаговое напряжение, взрыв или пожар и т.д. (RU, RV, RW и RZ).

Коэффициенты рисков (rf, gr, hz, Lo, Td и т.д.) определяются площадью стягивания молнии над объектом защиты (плотность ударов молнии, длина, ширина, высота), материалом строительных конструкций объекта, инженерным наполнением объекта (наличием инженерных сетей и систем), факторами влияния местоположения и окружающей среды, наличием молниезащиты на объекте, средств пожаротушения, возможной паники людей в случае возникновения пожара и т.п.:

риск гибели людей:

$$R_I = R_A + R_B + R^*C + R^*M + R_U + R_V + R^*W + R_Z > R_T, \quad (2)$$

где:

**Таблица 1 – Допустимые величины рисков**

Типы ущерба	$R_T (y^{-1})$
Гибель людей или увечья	$10^{-5}$

На основании неравенства между расчетной величиной рисков и допустимой решается вопрос о необходимости устройства молниезащиты.

1) Зданию требуется молниезащита, если  $R_1$  больше допустимого из неравенства (2).

2) Зданию требуется устройство молниезащиты, если какой-либо из элементов рисков ( $R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W$  или  $R_Z$ ) больше допустимого риска.

В целях экономии времени, применения единообразных подходов, исключения ошибок в 2012 году в НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси разработана компьютерная программа. Для разработки программы выбран Microsoft Excel как наиболее доступный инструмент программирования, обладающий широкими возможностями предоставления онлайн-доступа с помощью программных средств Microsoft. Рабочее окно программы приведено на рисунке 1.

**Определение необходимости устройства молниезащиты зданий и сооружений по ТКП 336**

Исходные данные:				Доп.вычисления:						
$P_A$	1	$P_U$	1	$H$	7.86	$N_D$	0.003436568			
$r_s=r_o$	0.01			$L$	13.4	$A_{D,2}$	2863.806638			
$L_1$	0.01			$W$	8.01	$A_1$	1000000			
$P_B$	1	$P_W$	1	$Lfr$	0.1	$N_U$	0.49349433			
$r_p$	0.5			$Lw = Lz=Lo$	0.001	$A_M$	207054.5408			
$h_s$	2	$P_Z$	1	$H_2$	2.5	$N_L$	0.020928672			
$r_f$	0.01	$Cd=C_d/b$	0.5	$H_c$	6	$A_U$	34881.12			
$L_f$	0.1	$C_1$	1	$L_2$	1	$N_{D,2}$	0.000124629			
$P_C = P_{SPD}$	1	$Cd/a$	0.25	$W_2$	1	$A_2/a$	207.7145868			
$L_C=L_U=L_o$	0.001			$T_2$	24	$N_1$	2.4			
$C_e$	1	$L_C$	1000	$T_2$	24	$L_3$	0.0001			
$K_{S1}$	1	$K_{S2}$	1	$K_{S3}$	1	$L_U$	0.0001			
$U_w$	2.5	$\rho$	500			$L_B$	0.001			
Тип участка сбора данных относительно ударов молнии:				воздушный		$K_{S4}$	0.6			
Элементы риска R1 поражения людей в здании:						$K_{U5}$	0.6			
$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$	$R_1$	$P_M$	1
3.43657E-07	3.43657E-06	3.43657E-06	0.000493494	2.1053E-06	2.1053E-05	2.1053E-05	0.0023791	0.002924	$N_2$	2.4
Закключение:									$L_V$	0.001
<b>Молниезащита требуется</b>										
Необходимые средства молниезащиты для здания:										
Защита от шагового напряжения не требуется										
Молниеотвод не требуется										
УЗП не требуется										
Экранирование требуется										
Уровень молниезащиты для молниеотвода:										
---										
---										
---										
---										
Уровень УЗП:										
---										
---										
---										
---										

НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси  
 Емельянов В.К.  
 Скрипко А.Н.  
 Горбачевский В.В.  
 г.Минск, ул.Солтыса, 183а  
[www.112.by](http://www.112.by)

**Рисунок 1 – Рабочее окно программы по определению необходимости, уровней и средств молниезащиты**

Компьютерная программа прошла опытную эксплуатацию. По ряду недостатков и ошибок неоднократно дорабатывалась в 2013-2015 года. В настоящий момент времени рабочая версия программы находится по адресу <http://mchs.gov.by/rus/main/business/programs>.

Способ молниезащиты практически отталкивается от полученного расчетом рисков средства либо когда средство защиты выбирается по формальному признаку из раздела 7 ТКП 336. Причем, если проектировщик пользуется таблицей 7.2 по выбору уровней молниезащиты, то для объекта защиты он должен применить все 5 средств молниезащиты, предписанные в 7 разделе ТКП 336. Оценка риска определяет исключительно минимум средств молниезащиты, что, с точки зрения экономии, более выгодно. Из практики можно отметить, что для токарной мастерской размерами в плане 50×50 и высотой 10 м, расположенного в городской черте и выше окружающих его сооружений расчет рисков от ударов



молнии покажет средство молниезащиты – УЗП во вводном электрическом устройстве в здании. В то же время, если проектировщик воспользовался требованиями таблицы 7.2 ТКП 336, для этой же мастерской он обязан запроектировать следующие средства молниезащиты: средства защиты от контактного и шагового напряжения, молниеотвод, УЗП, экранирование внутренних коммуникаций в здании. Таким образом, владея информацией по средствам, возможно установить способ молниезащиты.

Так же немаловажным является факт определения размеров зон защиты молниеотводов. Стоит отметить, что изложенные в разделе 10 ТКП 336 формулы справедливы для случаев, когда необходимо обеспечить надежность защиты, отличную от приведенной в таблице 9 ТКП 336. В остальных (наиболее распространенных) случаях размеры зон защиты целесообразно определять по рисунку 7.1 ТКП 336 (рисунок 2).

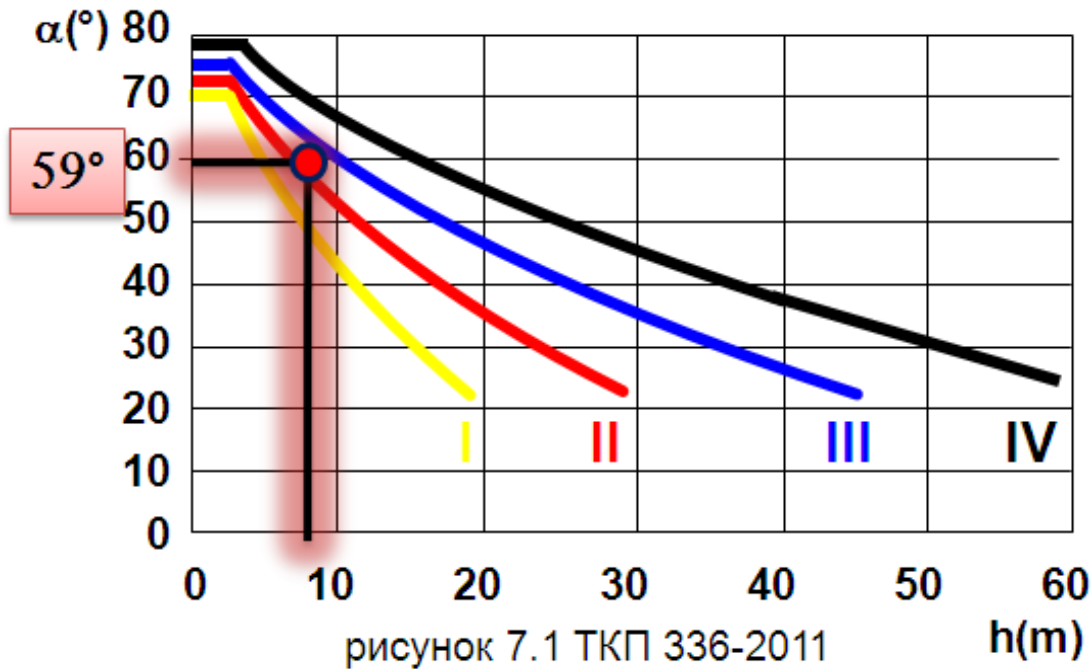


Рисунок 2 – Определение углов защиты молниеотводов в зависимости от высоты над защищаемой поверхностью (h) и уровня молниезащиты

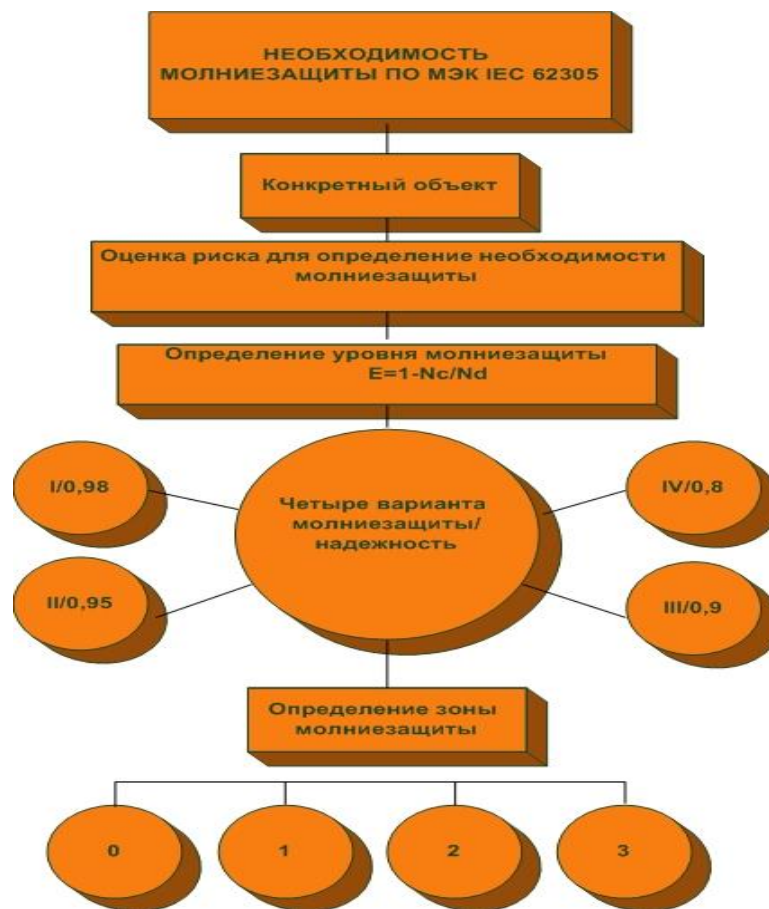
Некоторые углы и размеры зон зон в зависимости от высоты над защищаемой поверхностью и уровней молниезащиты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Определенные согласно рисунку 7.1 ТКП 336 углы и размеры зон защиты молниеотводов высотой до 10 м

Высота молниеотв. над защищ. поверхн. H, м	Изменения в параметрах защиты уровней молниезащиты							
	I		II		III		IV	
	Характеристика молниеотводов по ТКП 336							
	Угол определ. по действ. ТНПА, град	Размер зоны защиты по действ. ТНПА, м	Угол определ. по действ. ТНПА	Размер зоны защиты по действ. ТНПА, м	Угол определ. по действ. ТНПА	Размер зоны защиты по действ. ТНПА, м	Угол определ. по действ. ТНПА	Размер зоны защиты по действ. ТНПА, м
	3	4	5	6	7	8	9	10
1	71	2,9	74	3,49	77	4,33	79	5,14

1	3	4	5	6	7	8	9	10
2	71	5,81	74	6,97	77	8,66	79	10,29
3	66	6,74	71	8,71	74	10,46	76	12,03
4	62	7,52	68	9,90	72	12,31	74	13,95
5	59	8,32	65	10,72	70	13,74	72	15,39
6	56	8,9	62	11,28	68	14,85	71	17,43
7	53	9,29	60	12,12	66	15,72	69	18,24
8	50	9,53	58	12,8	64	16,40	68	19,8
9	48	10	56	13,34	62	16,93	66	20,21
10	45	10	54	13,76	61	18,04	65	21,45

На рисунке 3 приведен упрощенный аналитический алгоритм определения необходимости молниезащиты для зданий и сооружений по ТКП 336.



**Рисунок 3 – Определение необходимости молниезащиты по требованиям ТКП 336**

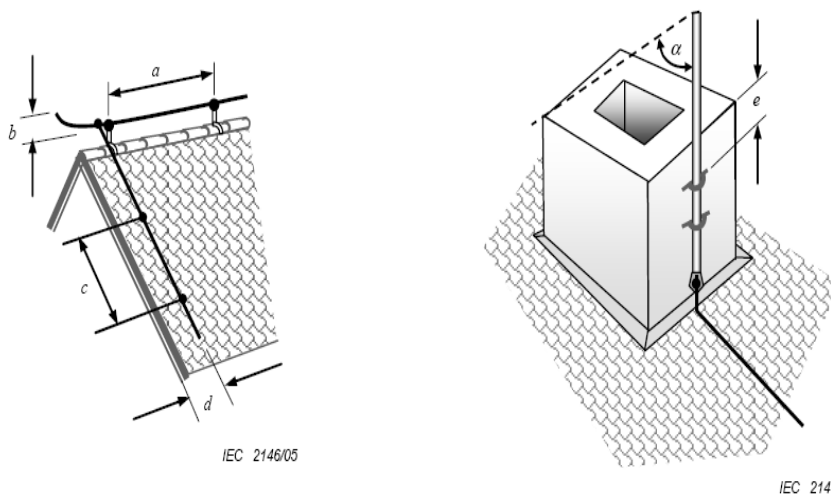
Часто при проектировании молниеприемников на кровле здания приходится сталкиваться с различными ситуациями, о которых в ТКП 336 приведены размытые требования. Так, первая проблемная ситуация – это обеспечение расстояний между токоотводами и молниеприемниками. Согласно таблице 7.3 ТКП 336 при проектировании следует обеспечивать максимальные размеры сетки молниеприемной сетки. В то же время физически обеспечить указанные расстояния не всегда представляется возможным по причинам архитектурных особенностей кровли, размещения на ней кровельных надстроек, прокладки токоотводов по стенам с оконными проемами и т.д. По этой причине целесообразнее применять приведенные в таблице расстояния между молниеприемниками и токоотводами не как максимальные, а как средние.

**Таблица 3 [т. 7.3 ТКП 336] – Максимальные значения радиуса катящейся сферы, размера ячейки сетки в соответствии с классом СМЗ**

Класс СМЗ	Метод защиты	
	Радиус катящейся сферы $r$ , м	Размер ячейки сетки $W$ , м
I	20	5 × 5
II	30	10 × 10
III	45	15 × 15
IV	60	20 × 20

Вторым вопросом проектирования молниеприемников токоотводов считаются безопасные расстояния. Согласно требованиям, изложенным на **стр. 83 ТКП 336** от токоотвода до сгораемого основания должно соблюдаться расстояние 0,1 м. При этом минимальный диаметр токоотвода должен быть не менее 8 мм. В некоторых случаях обеспечить 0,1 м от токоотвода до стены не представляется возможным по эстетическим причинам либо технологическим особенностям здания (сооружения). В таких случаях возможно воспользоваться решением, указанным на **стр. 80 ТКП 336**: «*что касается стальных элементов, встроенных в бетонные сооружения и/или соприкасающихся с воспламеняемым материалом, минимальные размеры должны быть увеличены до 78 мм<sup>2</sup> (диаметром 10 мм) для сплошного круглого проводника и до 75 мм<sup>2</sup> (минимальной толщиной 3 мм) для сплошного плоского проводника*».

Следует также обратить внимание на расстояния между держателями, на которые крепиться молниеприемник сетки либо токоотвод. Требования ТКП 336 расстояния не нормируются. Вместе с этим в справочной литературе (СТБ П 62305-3 «ЗАЩИТА ОТ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА. Часть 3. Физические повреждения зданий, сооружений и опасность для жизни»).



**Рисунок 4 – Определение расстояний между держателями по СТБ П 62305-3**

**1. Пример расчета рисков от ударов молнии для наружной установки**

Дизельгенератор – наружная установка, представляющая собой контейнер из металлопрофиля. Внутри размещается силовая установка резервный бак с топливом (дизтопливом). Дизельгенератор размещается непосредственно стены более высокого здания, в городской местности. Электрическая сеть, питающая дизельгенератор, обеспечена устройством разрядников типа PRD1rMaster 25 кА.

Принимая во внимание сведения о результатах анализа физико-химических свойств веществ и материалов, обращающихся в дизельгенераторе (легковоспламеняющаяся жидкость), можно сделать вывод, что присутствует вероятность возникновения взрыва, а также непосредственная угроза безопасности людей при повреждении дизельгенератора. С учетом конструктивных решений дизельгенератора и в соответствии с требованиями таблицы 6.2 ТКП 336 алгоритм расчета будет определяться формулой:

$$R1 = RA + RB + RC.$$

Рассчитаем элемент риска при поражении людей напряжением прикосновения в случае прямого удара молнии в дизельгенератор:

$$RA = ND \times PA \times LA.$$

Ежегодное количество ударов молнии на квадратный километр определяется:

$$Ng \approx 0,1 \times Td = 0,1 \times 24 = 2,4 \text{ удара,}$$

где

$Td$  — количество грозовых дней в году, равное 24 по автореферату Шпока, И.Н. «Пространственно-временное распределение опасных метеорологических явлений на территории Беларуси».

$$Ad = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2,$$

где  $Ad$  — участок сбора данных по ударам молний в дизельгенератор;

$L$ ,  $W$  и  $H$  — соответственно длина, ширина, высота дизельгенератора, м.

$$Ad = (6,058 \times 2,896) + 6 \times 2,438 \times (6,058 + 2,896) + 9 \times 3,14 \times 2,438^2 = 316,4 \text{ м}^2.$$

где  $Cd$  — фактор, учитывающий влияние окружающей обстановки. Согласно т. А.2 СТБ П 62305-2 определен как 0,25.

$$ND = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6} = 2,4 \times 316,4 \times 0,25 \times 10^{-6} = 0,00019.$$

Меры молниезащиты по защите от контактного или шагового напряжения отсутствуют, согласно т. В1 СТБ П 62305-2  $PA$  — вероятность поражения людей вследствие контактного или шагового напряжения определяем равной 1.

Определим ущерб при поражении людей вследствие появления контактного или шагового напряжения:

$$LA = ra \times Lt,$$

где  $ra$  — фактор уменьшения вероятности гибели людей в зависимости от типа почвы. Вокруг дизельгенератора находится земля, следовательно, по т. С.2 СТБ П 62305-2 фактор равен 0,01;

$Lt$  — ущерб, принимаем равным 0,01 по т. С.1 СТБ П 62305-2, учитывая, что люди во время грозы могут находиться около дизельгенератор.

$$LA = 0,01 \times 0,01 = 0,0001.$$

$$RA = ND \times PA \times LA = 0,00019 \times 1 \times 0,0001 = 0,000000019;$$

$$0,000000019 < 0,00001 \text{ — неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что для дизельгенератора дополнительных мер защиты от контактного и шагового напряжения не требуется.

Рассчитаем элемент риска физического повреждения дизельгенератора при прямом ударе молнии:

$$RB = ND \times PB \times LB,$$

где  $PB$  — вероятность физического повреждения дизельгенератора и определена по т. В.2 СТБ П 62305-2, равной 1.

Рассчитаем ущерб, который произойдет вследствие удара молнии в дизельгенератор:

$$LB = LU = gr \times rf \times hZ \times Lf,$$

где  $gr$  — коэффициент оснащения оборудованием для использования его в случае возгорания. Принимаем равным 1 (наличие взрыва) по т. С.3 СТБ П 62305-2;

$rf$  — коэффициент, учитывающий возможность возникновения возгорания. По примечанию 2 к т. С.4 СТБ П 62305-2 принимаем равным 1;

$hZ$  — коэффициент, учитывающий уровень паники, опасности. Принимаем равным 1 по т. С.5 СТБ П 62305-2;

$Lf$  — ущерб, характеризующий период времени, в течение которого люди находятся в опасном месте. По т. С.1 СТБ П 62305-2 принимаем равным 0,05, так как дизельгенератор относится к производственному сооружению.

$$LB = 1 \times 1 \times 1 \times 0,05 = 0,05.$$

$$RB = 0,00019 \times 1 \times 0,05 = 0,0000095;$$

$$0,0000095 < 0,00001 \text{ — неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что дизельгенератору внешняя система молниезащиты не требуется.

Рассчитаем элемент риска, отвечающий за повреждения внутренних инженерных систем дизельгенераторной при прямом ударе молнии.

$$RC = ND \times PC \times LC,$$

где PC – коэффициент, указывающий, что удар молнии в здание станет причиной физического повреждения внутренних систем. Зависит от применения устройств защиты от перенапряжений (УЗП), а, следовательно, от уровней молниезащиты. Во вводном электрическом устройстве здания имеется разрядники типа PRD1rMaster 25 kA (II уровень молниезащиты), следовательно, согласно т. В.3 СТБ П 62305-2 PC=0,02.

$$LC = LM = LW = LZ = LO,$$

где LO – ущерб, зависящий от типа здания. По т. С.1 СТБ П 62305-2 ущерб равен 0,1.

$$RC = 0,00019 \times 0,02 \times 0,1 = 0,00000038;$$

$0,00000038 < 0,00001$  – неравенство выполняется.

Из этого следует, что для защиты электрических сетей дизельгенератора от заноса высокого потенциала дополнительных устройств молниезащиты (УЗП) не требуется.

Для дизельгенератора риск угрозы человеческой жизни от удара молнии равен:

$$R1_{\text{дизельгенератора}} = 0,000000019 + 0,00000095 + 0,00000038 = 0,00000099 < 0,00001.$$

По результатам расчета риска R1 следует, что средства молниезащиты для дизельгенератора не требуются.

## II. Применение международных требований в области молниезащиты зданий и сооружений.

Для склада

**1) Определим поражение людей напряжением прикосновения в случае прямого удара молнии в здание:**

$$RA = ND \times PA \times LA,$$

где плотность ударов молнии в землю:

$$Ng \approx 0,1 \times Td = 0,1 \times 22 = 2,2 \text{ удара,}$$

где Td — количество грозовых дней в году, равное 22 [4].

$$Ad = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2,$$

где Ad — участок сбора данных по ударам молний в здание;

L, W и H — соответственно длина, ширина, высота, м.

Принимаем во внимание сложную архитектуру здания длину, ширину и высоту здания по максимальным его габаритам:

$$Ad = 32,2 \times 18,0 + 6 \times 8,27 \times (32,2 + 18,0) + 9 \times 3,14 \times 8,27^2 = 5003,3 \text{ м}^2.$$

Cd – фактор, учитывающий влияние окружающей обстановки. Согласно т. А.2 [2] определен как 0,5, так как здание расположено выше пристройки.

Количество опасных случаев при ударе молнии в здание:

$$ND = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6} = 2,2 \times 5003,3 \times 0,5 \times 10^{-6} = 0,0055.$$

В здании к системе выравнивания потенциалов присоединено электрооборудование. Следовательно, согласно т. В1 к [2] PA – вероятность поражения людей вследствие контактного или шагового напряжения определяем равным 0,01.

Определим ущерб при поражении людей вследствие появления контактного или шагового напряжения:

$$LA = ra \times Lt,$$

где ra — фактор уменьшения вероятности гибели людей в зависимости от типа почвы. Вокруг здания находится земля, бетон, следовательно, по т.С.2 [2] фактор равен 0,01;

Lt – ущерб, принимаем равным 0,01 по т. С.1 [2], учитывая, что люди во время грозы могут находиться снаружи здания.

$$LA = 0,01 \times 0,01 = 0,0001.$$

$$RA = ND \times PA \times LA = 0,0055 \times 0,01 \times 0,0001 = 0,0000000055;$$
$$0,0000000055 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что зданию **не требуется** дополнительных мер защиты от контактного и шагового напряжения.

**2) Рассчитаем элемент риска физического повреждения здания при прямом ударе молнии:**

$$RB = ND \times PB \times LB,$$

где  $PB$  — вероятность физического повреждения здания. Согласно т. В.2 [2],  $PB = 1$ .

Считаем ущерб, который произойдет вследствие удара молнии в здание:

$$LB = gr \times rf \times hZ \times Lf,$$

где  $gr$  — коэффициент оснащения оборудованием для использования его в случае возгорания.

Принимаем равным 0,5 по т. С.3 [2] (имеются первичные средства пожаротушения);

$rf$  — коэффициент, учитывающий возможность возникновения возгорания. В здании вероятность взрыва отсутствует, стропильная система металлическая, в здании имеются помещения с удельной пожарной нагрузкой менее 400 МДж/м<sup>2</sup>. По примечанию 2 к т. С.4 [2] коэффициент принимаем равным 0,001;

$hZ$  — коэффициент, учитывающий уровень паники, опасности. Принимаем равным 2 по т. С.5 [2];

$Lf$  — ущерб, характеризующий период времени, в течение которого люди находятся в опасном месте. По т. С.1 [2] принимаем равным 0,05 (промышленное здание).

$$LB = 0,5 \times 0,001 \times 2 \times 0,05 = 0,00005;$$

$$RB = 0,0055 \times 1 \times 0,00005 = 0,000000275;$$

$$0,000000275 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что зданию **не требуется** внешняя молниезащита (молниеотвод).

**3) Рассчитаем элемент риска, отвечающий за повреждения внутренних инженерных систем при прямом ударе молнии в здание:**

$$RC = ND \times PC \times LC,$$

где  $PC$  — вероятность того, что удар молнии в здание станет причиной физического повреждения внутренних систем. Зависит от применения устройств защиты от перенапряжений (УЗП), а, следовательно, от уровней молниезащиты. В здании УЗП отсутствуют, следовательно, согласно т. В.3 [2]  $PC = 1$ .

$$LC = LM = LW = LZ = LO,$$

где  $LO$  — ущерб, зависящий от типа здания. По т. С.1 [2] ущерб равен 0,001.

$$RC = 0,0055 \times 1 \times 0,001 = 0,0000055;$$

$$0,0000055 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что для защиты электрических сетей от заноса высокого потенциала **не требуется** устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗП) во вводном электрическом устройстве в здание.

**4) Рассчитаем элемент риска, отвечающий за возникновение электрических наводок и электромагнитных импульсов при близком ударе молнии:**

$$RM = NM \times PM \times LM,$$

$NM = Ng \times (Am - Ad/b \times Cd/b) \times 10^{-6}$  — среднее количество опасных случаев, возникающих вследствие близкого удара молнии,

где  $Ad/b$  — участок сбора данных, касающихся изолированного здания, м<sup>2</sup>. Принимая во внимание информацию рис. А.1 [2], определяем, что  $Ad/b = Ad = 5003,3$  м<sup>2</sup>;

$Am$  — участок сбора данных о молнии вблизи здания на расстоянии 250 м. Согласно рис. А.5 [2] определяем по формуле  $Am = 2 \times (L + B) \times 250 + \pi \times 250^2$   $Am = 2 \times (32,2 + 18,0) \times 250 + 3,14 \times 250^2 = 221350,0$  м<sup>2</sup>.

$Cd/b = Cd = 0,5$  — фактор влияния местоположения здания, определяемый по разделу А.3, т. А.2 [2].

$$NM = 2,2 \times (221350,0 - 5003,3 \times 0,5) \times 10^{-6} = 0,481.$$

Ущерб от повреждения внутренних сетей определяем по т. С.1 [2]:

$$LC = LM = LW = LZ = LO = 0,001.$$

PM — вероятность того, что удар молнии вблизи здания станет причиной повреждения внутренних систем. Определяется с учетом требований раздела В.4 [2].  $PM = PMS = KMS$ , где KMS — фактор, определяющий характеристику экранирования (раздел В.4 [2]).

$$KMS = KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4,$$

где KS1 учитывает эффективность экранирования здания, систему молниезащиты или другие экраны на границе зоны молниезащиты 0/1 — для наружных стен. Стены здания склада — трехслойные металлические панели типа «сэндвич», следовательно, согласно приложению В.4 к [2] коэффициент для склада принимаем равным 0,0001;

KS2 — учитывает эффективность экранов внутри здания на границе зоны молниезащиты ЗМЗ X/Y ( $X > 0, Y > 1$ ), т.е. внутри здания. Перегородки в здании из силикатных блоков, следовательно, согласно приложению В.4 к [2] коэффициент для склада принимаем равным 1;

KS3 принимаем равным 0,02, так как используется неэкранированный кабель — без мер предосторожности в отношении разводки, но проложенный в металлических лотках.

$$KS4 = 1,5/U_w = 1,5/2,5 = 0,6,$$

где  $U_w$  — номинальное импульсное выдерживаемое напряжение защищаемой системы энергоснабжения. Принимая во внимание, что в здании находятся электрические провода и кабели напряжением до 1000 В, определяем напряжение по т. D.4 [2] как 2,5 кВ.

$$KMS = 0,0001 \times 1 \times 0,02 \times 0,6 = 0,0000012.$$

По т. В.4 [2] определяем, что для склада расчетному значению  $KMS = 0,0000012$  соответствует значение  $PM = PMS = 0,0001$ ;

$$RM = 0,481 \times 0,0001 \times 0,001 = 0,0000000481;$$

$$0,0000000481 < 0,00001 \text{ — неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что зданию **не требуется** экранирование электрических сетей в здании.

**5) Рассчитаем элемент риска, при котором удар молнии в коммуникацию вызовет напряжение прикосновения или шаговое напряжение:**

$$RU = (NL + NDa) \times PU \times LU,$$

$NL = Ng \times AI \times Cd \times Ct \times 10^{-6}$  — количество опасных случаев от ударов молнии в ЛЭП (систему электроснабжения), которое определяется по ф. А.4 [2];

$AI = (L_c - 3 \times (Ha + Hb)) \times \sqrt{\rho}$  — участок сбора данных о молнии, ударяющей в систему электроснабжения. Определяется по т. А.3 [2] для подземной системы электроснабжения,

где  $Ha, Hb$  — высоты зданий, между которыми находится система электроснабжения (ЛЭП), равны соответственно 3,15 и 8,27 м (рис. А.5 [2]),

$L_c$  — длина системы электроснабжения до первого соединительного узла (до трансформаторной подстанции). Принимаем значение длины системы электроснабжения по [2], равное 1000,0 м.

$\rho$  — удельное сопротивление земли, в которой проложена система энергоснабжения, Ом·м. Принимаем максимальное значение удельного сопротивления земли 500 Ом·м по [2].

$$AI = (1000,0 - 3 \times (3,15 + 8,27)) \times \sqrt{500} = 21593,7 \text{ м}^2.$$

$Ct$  — поправочный коэффициент, учитывающий влияние высоковольтного/низковольтного трансформатора, применяемого в системе энергоснабжения здания и расположенного между точкой удара молнии и зданием. Согласно т. А.4 [2]  $Ct$  принимаем равным 0,2, так как на трансформаторной подстанции имеется один трансформатор.

$Cd$  — фактор, учитывающий влияние окружающей обстановки. Согласно т. А.2 [2] определен как 0,25, так как система электроснабжения подземная — окружена более высокими объектами.

$$NL = 2,2 \times 21593,7 \times 0,25 \times 0,2 \times 10^{-6} = 0,0024.$$

$NDa = Ng \cdot Ad/a \cdot Cd/a \cdot Ct \cdot 10^{-6}$  — количество опасных случаев от ударов молнии для трансформаторной подстанции,

$Ad/a$  — участок сбора данных о молнии в трансформаторную подстанцию, м<sup>2</sup> (ф. А.2 [2]).

$$Ad/a = 5,0 \times 2,85 + 6 \times 3,15 \times (5,0 + 2,85) + 9 \times 3,14 \times 3,15^2 = 443,1 \text{ м}^2$$

$Cd/a$  – фактор влияния местоположения трансформаторной подстанции. Для трансформаторной подстанции по т. А.2 [2] принимаем равным 0,25.

$$NDa = 2,2 \times 443,1 \times 0,25 \times 0,2 \times 10^{-6} = 0,000049.$$

Вероятность угрозы жизни людей из-за контактного или шагового напряжения, вызванного ударом молнии в коммуникацию, определяем по разделу В.5 [2]. Принимая во внимание отсутствие сведений о защите в системе электроснабжения, отсутствие экранов в системе электроснабжения определяем, что по т. В.6 [2]  $PU = 1$  (по примечанию к указанной таблице).

Фактор  $ru$  определен по т. С.2 [2] и равен 0,01.  $Lt$  принимаем равным также 0,01 по т. С.1 [2], так как во время удара молнии люди могут находиться непосредственно у подземной системы электроснабжения.

Значение типичного среднего значения ущерба  $Lt$  определяется т. С.1 [2] и равно 0,01.

$$LU = ru \times Lt = 0,01 \times 0,01 = 0,0001 \text{ – ущерб вследствие поражения людей;}$$

$$RU = (0,0024 + 0,000049) \times 1 \times 0,0001 = 0,000000242;$$

$$0,000000242 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Следовательно, системе электроснабжения **не требуется** средств защиты от возникновения контактного и шагового напряжения, вызванного прямым ударом молнии.

**б) Рассчитаем элемент риска, при котором удар молнии в коммуникацию вызовет ее повреждение:**

$$RV = (NL + NDa) \times PV \times LV,$$

где  $PV$  — значение вероятности физического повреждения системы электроснабжения. Принимая во внимание отсутствие в системе электроснабжения защиты по т. В.6 [2] определяем, что для выдерживаемого импульсного напряжения  $Uw = 2,5$  кВ,  $PV$  следует принимать 1.

$$LV = rp \times rf \times Lf,$$

где  $rp$  принимаем равным 1 по т. С.3 [2], так как оснащение пожарным оборудованием (возможным для использования при ликвидации пожара на системе электроснабжения) отсутствует;

$rf$  принимаем равным 0,001 по т. С.4 [2], так как существует низкая вероятность воспламенения (тления), повреждения горючей изоляции проводов вследствие появления тока молнии в ЛЭП;

$Lf$  принимаем равным 0,01 по т. С.6 [2], так как в случае, если ЛЭП примет на себя удара молнии, то энергоснабжение к зданию может прекратиться.

$$LV = 1 \times 0,001 \times 0,01 = 0,00001.$$

$$RV = (0,0024 + 0,000049) \times 1 \times 0,00001 = 0,000000024;$$

$$0,000000024 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Следовательно, **не требуется** дополнительных средств защиты линии передачи электрической энергии от прямых ударов молний.

**7) Рассчитаем элемент риска, при котором удар молнии в систему энергоснабжения вызовет повреждение внутренних систем:**

$$RW = (NL + NDa) \times PW \times LW,$$

где  $PW$  — вероятность, учитывающая возможные повреждения внутренних систем в здании в случае удара молнии в коммуникацию. Принимая во внимание отсутствие на ЛЭП защиты по т. В.6 [2] определяем, что для выдерживаемого импульсного напряжения  $Uw = 2,5$  кВ,  $PW$  следует принимать 1.

$$LW = LO = 0,001 \text{ согласно по т. С.6 [2].}$$

$$RW = (0,0024 + 0,000049) \times 1 \times 0,001 = 0,00000024;$$

$$0,00000024 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Следовательно, **не требуется** дополнительных средств защиты линии передачи электрической энергии от перенапряжений вследствие прямых ударов молний.

**8) Рассчитаем элемент риска, при котором близкий удар молнии в системе энергоснабжения вызовет повреждение внутренних систем:**

$$RZ = (NI - NL) \times PZ \times LZ,$$



где  $NI = Ng \times Ai \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$  – количество опасных случаев от ударов молнии вблизи системы электроснабжения,

где  $Ce$  — фактор влияния окружающей среды, по т. А.5 [2] равен 0,1,

$Ai$  — участок сбора данных вблизи системы электроснабжения.

Для подземной ЛЭП определяется по т. А.3 [2]:

$$Ai = 25,0 \times Lc \times \sqrt{\rho} = 25,0 \times 1000 \times \sqrt{500} = 559016,9 \text{ м}^2.$$

$$NI = 2,2 \times 559016,9 \times 0,1 \times 0,2 \times 10^{-6} = 0,0246.$$

$PZ$  — вероятность повреждений внутренних систем в случае удара молнии вблизи системы электроснабжения. Принимается равной 0,4 по т. В.7 [2] при отсутствии экранирования и выдерживаемом импульсном напряжении электрооборудования 2,5 кВ.

$$LZ = LO = 0,001 \text{ согласно т. С.6 [2].}$$

$$RZ = (0,0246 - 0,0024) \times 0,4 \times 0,001 = 0,0000089.$$

$$0,0000089 > 0,00001 \text{ – неравенство не выполняется.}$$

Следовательно, линию передачи электрической энергии **требуется** защищать от перенапряжений, возникающих вследствие близких ударов молний.

**Для котельной**

**9) Определим поражение людей напряжением прикосновения в случае прямого удара молнии в котельную:**

$$RA = ND \times PA \times LA,$$

где плотность ударов молнии в землю:

$$Ng \approx 0,1 \times Td = 0,1 \times 22 = 2,2 \text{ удара,}$$

где  $Td$  — количество грозовых дней в году, равное 22 [4].

$$Ad = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2,$$

где  $Ad$  — участок сбора данных по ударам молний в здание;

$L$ ,  $W$  и  $H$  — соответственно длина, ширина, высота, м.

Участок сбора данных по ударам молний для котельной равен:

$$Ad = 4,0 \times 4,5 + 6 \times 3,9 \times (4 + 4,5) + 9 \times 3,14 \times 3,9^2 = 646,7 \text{ м}^2.$$

$Cd$  – фактор, учитывающий влияние окружающей обстановки. Согласно т.А.2 [2] определен как 0,25, так как котельная ниже окружающих объектов.

Количество опасных случаев при ударе молнии в котельную:

$$ND = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6} = 2,2 \times 646,7 \times 0,25 \times 10^{-6} = 0,00037.$$

В котельной имеется система выравнивания потенциалов, выполненная путем присоединения электрооборудования и токоведущих частей к ГЗШ, следовательно, согласно т. В1 к [2]  $PA$  – вероятность поражения людей вследствие контактного или шагового напряжения определяем равным 0,01.

Определим ущерб при поражении людей вследствие появления контактного или шагового напряжения:

$$LA = ra \times Lt,$$

где  $ra$  — фактор уменьшения вероятности гибели людей в зависимости от типа почвы. Вокруг котельной находится земля, бетон, следовательно, по т.С.2 [2] фактор равен 0,01;

$Lt$  – ущерб, принимаем равным 0,01 по т. С.1 [2], учитывая, что люди во время грозы могут находиться снаружи здания.

$$LA = 0,01 \times 0,01 = 0,0001.$$

$$RA = ND \times PA \times LA = 0,00037 \times 0,01 \times 0,0001 = 0,000000000372;$$

$$0,000000000372 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что котельной дополнительных мер защиты от контактного и шагового напряжения **не требуется**.

**10) Рассчитаем элемент риска физического повреждения котельной при прямом ударе молнии:**

$$RB = ND \times PB \times LB,$$

где  $PB$  — вероятность физического повреждения здания. Молниезащита на здании отсутствует. Согласно т. В.2 [2], вероятность равна 1 (здание не оснащено молниезащитой).

Считаем ущерб, который произойдет вследствие удара молнии в здание:

$$LB = gr \times rf \times hZ \times Lf,$$

где  $gr$  — коэффициент оснащения оборудованием для использования его в случае возгорания.

Принимаем равным 0,5 по т. С.3 [2];

$rf$  — коэффициент, учитывающий возможность возникновения возгорания. По т. С.4 [2] принимаем его равным 0,01 (удельная пожарная нагрузка более 400 МДж/м<sup>2</sup>);

$hZ$  — коэффициент, учитывающий уровень паники, опасности. Принимаем равным 2 по т. С.5 [2];

$Lf$  — ущерб, характеризующий период времени, в течение которого люди находятся в опасном месте. По т. С.1 [2] принимаем равным 0,05 (здание производственное).

$$LB = 0,5 \times 0,01 \times 2 \times 0,05 = 0,0005;$$

$$RB = 0,00037 \times 1 \times 0,0005 = 0,000000185;$$

$$0,000000185 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что котельной **не требуется** внешняя молниезащита (молниеотвод).

**11) Рассчитаем элемент риска, отвечающий за повреждения внутренних инженерных систем при прямом ударе молнии в периметр котельной:**

$$RC = ND \times PC \times LC,$$

где  $PC$  — вероятность того, что удар молнии в здание станет причиной физического повреждения внутренних систем. Зависит от применения устройств защиты от перенапряжений (УЗП), а, следовательно, от уровня молниезащиты. В здании УЗП отсутствуют, следовательно, согласно т. В.3 [2]  $PC=1$ .

$$LC = LM = LW = LZ = LO,$$

где  $LO$  — ущерб, зависящий от типа здания. По т. С.1 [2] ущерб равен 0,001.

$$RC = 0,00037 \times 1 \times 0,001 = 0,00000037;$$

$$0,00000037 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что для защиты электрических сетей от заноса высокого потенциала в котельной **не требуется** устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗП).

**12) Рассчитаем элемент риска, отвечающий за возникновение электрических наводок и электромагнитных импульсов при близком ударе молнии в периметр котельной:**

$$RM = NM \times PM \times LM,$$

$NM = Ng \times (Am - Ad/b \times Cd/b) \times 10^{-6}$  – среднее количество опасных случаев, возникающих вследствие близкого удара молнии,

где  $Ad/b$  – участок сбора данных, касающихся изолированного здания, м<sup>2</sup>. Принимая во внимание информацию рис. А.1 [2], определяем, что  $Ad/b = Ad = 646,7$  м<sup>2</sup>;

$Am$  — участок сбора данных о молнии вблизи здания на расстоянии 250 м. Согласно рис. А.5 [2] определяем по формуле  $Am = 2 \times (L+B) \times 250 + \pi \times 250^2$   $Am = 2 \times (4+4,5) \times 250 + 3,14 \times 250^2 = 200500,0$  м<sup>2</sup>.

$Cd/b = Cd = 0,25$  — фактор влияния местоположения здания, определяемый по разделу А.3, т. А.2 [2].

$$NM = 2,2 \times (200500,0 - 646,7 \times 0,25) \times 10^{-6} = 0,44.$$

Ущерб от повреждения внутренних сетей определяем по т. С.1 [2]:

$$LC = LM = LW = LZ = LO = 0,1.$$

$PM$  — вероятность того, что удар молнии вблизи здания станет причиной повреждения внутренних систем. Определяется с учетом требований раздела В.4 [2].  $PM = PMS = KMS$ , где  $KMS$  — фактор, определяющий характеристику экранирования (раздел В.4 [2]).

$$KMS = KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4,$$

где  $KS1$  учитывает эффективность экранирования здания, систему молниезащиты или другие экраны на границе зоны молниезащиты 0/1 — для наружных стен. Стены здания — силикатно-бетонные блоки, железобетон. Следовательно, согласно приложению В.4 к [2] коэффициент принимаем равным 1.

KS3 принимаем равным 0,02, так как используется неэкранированный кабель (ВВГ, ВВГнг) без мер предосторожности в отношении разводки, но в металлическом (экранированном лотке).

$$KS4 = 1,5/U_w = 1,5/2,5 = 0,6,$$

где  $U_w$  — номинальное импульсное выдерживаемое напряжение защищаемой системы энерго-снабжения. Принимая во внимание, что в здании находятся электрические провода и кабели напряжением до 1000 В, определяем напряжение по т. D.4 [2] как 2,5 кВ.

$$KMS = 1 \times 0,02 \times 0,6 = 0,012.$$

По т. B.4 [2] определяем, что расчетному значению  $KMS=0,012$  соответствует значение  $PM = PMS = 0,0001$ .

$$RM = 0,44 \times 0,0001 \times 0,1 = 0,0000044;$$

$$0,0000044 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

Из этого следует, что в котельной экранирование электрических сетей **не требуется**.

В соответствии с формулой 2 расчета для склада риск гибели людей от удара молнии равен:

$$R1 = 0,0000000055 + 0,000000275 + 0,0000055 + 0,0000000481 + 0,000000242 + 0,000000024 + 0,00000024 + 0,0000089 = 0,000017 > 0,00001.$$

На основании полученной расчетом величины риска можно сделать вывод, что зданию склада молниезащита не требуется:  $RA + RB + RC + RM = 0,0000000055 + 0,000000275 + 0,0000055 + 0,0000000481 = 0,0000058 < 0,00001$ .

Требуется молниезащита для линии передачи электрической энергии, размещаемой между трансформаторной подстанцией и зданием:  $RU + RV + RW + RZ = 0,000000242 + 0,000000024 + 0,00000024 + 0,0000089 = 0,000012 > 0,00001$

Средство защиты линии передачи электрической энергии – устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) на трансформаторной подстанции.

Уровень молниезащиты для устройства защиты от импульсных перенапряжений линии передачи электрической энергии между трансформаторной подстанцией и складом определен т. B.3 [2]. Чтобы снизить величину элемента риска, при помощи т. B.3 [2] принимаем  $PU, PV, PW$  и  $PZ$  равным 0,02, что соответствует II уровню молниезащиты и подставляем его в формулы:

$$RU = (0,0024 + 0,000049) \times 0,02 \times 0,0001 = 0,000000005;$$

$$RV = (0,0024 + 0,000049) \times 0,02 \times 0,00001 = 0,0000000005;$$

$$RW = (0,0024 + 0,000049) \times 0,02 \times 0,001 = 0,00000005;$$

$$RZ = (0,0246 - 0,0024) \times 0,02 \times 0,001 = 0,00000044$$

Произведем повторную проверку:

$$R1 = 0,0000000055 + 0,000000275 + 0,0000055 + 0,0000000481 + 0,000000005 + 0,0000000005 + 0,00000005 + 0,00000044 = 0,0000063 < 0,00001 \text{ – неравенство выполняется.}$$

### **Заключение**

Для здания склада и пристроенной к нему котельной молниезащита **не требуется**.

Молниезащита **требуется** для линии передачи электрической энергии, размещаемой между трансформаторной подстанцией и зданием. Средство защиты линии передачи электрической энергии – устройство защиты от импульсных перенапряжений не ниже II уровня.

Заключение верно при:

- соблюдении архитектурных, объемно-планировочных и инженерно-технических решений зданий и сооружений;
- размещении склада в городской местности;
- соблюдении требований [1].

### **III. Порядок проверки молниезащиты инспектирующим органами (МЧС). Непосредственные действия по устранению нарушений молниезащиты.**

При обследовании взрыво- и пожароопасных, сельскохозяйственных объектов работникам государственного пожарного надзора рекомендуется соблюдать последовательность проверки устройства молниезащиты непосредственно на объекте (третий этап проверки устройства молниезащиты):

1) определить наличие устройств молниезащиты на объекте, их состояние (целостность молниеприемников и токоотводов, надежность их соединения и крепления к мачтам, защищенность от коррозии доступных обзором частей конструктивных элементов молниеотводов).

Рекомендуется обратить внимание на плакаты с указанием порядкового номера молниеотвода, даты установки, предупреждающей надписи об опасности нахождения вблизи его во время грозы, трафаретов о взаимном расположении фундаментов зданий и сооружений, заземлителей и токоотводов молниезащитных устройств. Нумерация молниеотвода для каждого здания и сооружения объекта ведется отдельно (начиная с первого номера) и проставляется в левом верхнем углу трафарета в виде двойного числа. Первое число обозначает номер здания или сооружения объекта по генеральному плану, второе (через дефис) — порядковый номер молниеотвода. Плакаты должны быть прикреплены на стене защищаемых зданий и сооружений объектов (для площадок открытого хранения — на первом молниеотводе каждого объекта);

2) проверить наличие приказа о подготовке устройств молниезащиты к грозовому сезону;

3) проверить проектную документацию и ее соответствие требованиям ТНПА. В случае наличия строительных и технологических изменений за предшествующий период экспертизы устройства молниезащиты, выявления фактов несоответствия указать на мероприятия по модернизации и реконструкции молниезащиты в соответствии с требованиями действующих на территории республики ТНПА;

4) проверить эксплуатационную документацию (ведение журналов учета состояния устройств молниезащиты, наличие паспортов на устройства молниезащиты и/или заземления, актов приемки устройств молниезащиты в эксплуатацию и актов на скрытые работы (при реконструкции или введении в эксплуатацию объекта защиты, строительных и монтажных работах на прилегающей территории);

5) проверить наличие протоколов измерения сопротивления заземлителей устройств молниезащиты, выданных аккредитованной на электрофизические измерения лабораторией. Определить достоверность протокола устройству молниезащиты (согласно номеру молниеотвода), своевременность и периодичность испытаний, соответствие фактического измеренного сопротивления требуемому.

При обследовании объектов жилищно-гражданского назначения:

1) проверить наличие молниеотвода на здании или сооружении, заземления электрических вводов в здание (наземных и подземных), а также токопроводящих инженерных коммуникаций путем визуального осмотра места заземления;

2) проверить наличие устройств заземления на ближайших опорах линий электропередач (ЛЭП), предназначенных для подвода электрической энергии к дачным (садоводческим) домам. При невозможности определения запросить данные о заземлении опор в организациях, непосредственно отвечающих за эксплуатацию ЛЭП;

3) проверить наличие проектной документации, соответствие проектных решений требованиям ТНПА к оборудованию молниезащитой дачных и садоводческих строений;

4) проверить наличие протоколов измерения сопротивления заземлителей устройств молниезащиты, выданных аккредитованной на электрофизические измерения лабораторией. Определить достоверность протокола устройству молниезащиты (согласно номеру молниеотвода),

своевременность и периодичность испытаний, соответствие фактического измеренного сопротивления требуемому;

5) провести разъяснительную работу среди собственников дачных и садоводческих домовладений о необходимости отключения от электрической сети во время грозы бытовых приборов электрической энергии, антенных кабелей и радиоточек.

#### **IV. Общие сведения об определении необходимости уровня и средств молниезащиты по требованиям ТКП 336-2011.**

1. Согласно требованиям раздела 6 ТКП 336-2011 необходимость молниезащиты должна определяться для каждого здания или сооружения.

Необходимость устройства молниезащиты напрямую зависит от величины рисков:

R1 – риск угрозы человеческой жизни;

R2 – риск нарушения коммунального обслуживания;

R3 – риск потери культурных ценностей;

R4 – риск нанесения ущерба экономической ценности.

Риски определяются суммой элементов рисков: при прямом ударе молнии, когда возникает шаговое напряжение, наводки и электромагнитные импульсы (RA, RB, RC), при близком ударе молнии, когда возникают наводки и электромагнитные импульсы (RM), при прямом, близком ударе молнии в коммуникацию, когда возникает шаговое напряжение, взрыв или пожар и т.д. (RU, RV, RW и RZ). Сами элементы рисков вычисляются на основании коэффициентов, приведенных в приложениях к СТБ П 62305-2. Общая формула определения элементов рисков равна:

$$R = N \cdot P \cdot L, \quad (1)$$

где N – ежегодное количество опасных случаев;

P – вероятность повреждения от удара молнии;

L – последующий ущерб.

Каждый элемент риска рассчитывается на основании отнесенных к нему факторов элементов рисков, т.е. RA, RB, LA, LB и т.д. Некоторые элементы рисков имеют одинаковые коэффициенты и факторы, например, ND, NL и т.д.

Коэффициенты рисков (rf, гр, hz, Lo, Td и т.д.) определяются площадью стягивания молнии над объектом защиты (плотность ударов молнии, длина, ширина, высота), материалом строительных конструкций объекта, инженерным наполнением объекта (наличием инженерных сетей и систем), факторами влияния местоположения и окружающей среды, наличием молниезащиты на объекте, средств пожаротушения, возможной паники людей в случае возникновения пожара и т.п.:

риск гибели людей:

$$R1 = RA + RB + R^*C + R^*M + RU + RV + R^*W + Rz; \quad (2)$$

риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания:

$$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + Rz; \quad (3)$$

риск потери культурных ценностей:

$$R3 = RB + RV; \quad (4)$$

риск нанесения ущерба экономической ценности (экономический):

$$R4 = R^{**}A + RB + RC + RM + R^{**}U + RV + RW + RZ. \quad (5)$$

(\* – для зданий или сооружений, в которых имеется опасность взрыва, и для больниц с электрическим оборудованием, применяемым для спасения жизни больных, или других сооружений, в которых повреждение внутренних систем сразу же создает угрозу безопасности людей;

\*\* – для сооружений, в которых могут погибнуть животные.

Подробная методика по расчету рисков, элементов рисков, выбору и расчету факторов элементов рисков, коэффициентов изложена в приложениях А, В, С, D СТБ П 62305-2.

Далее, на основании неравенства между расчетной величиной рисков и допустимой, решается вопрос о необходимости устройства молниезащиты. При этом зданию требуется молниезащита, если какой-либо из рисков больше допустимого:

риск  $R$  ( $R_1 - R_4$ ) превышает допустимый уровень  $RT$ :

$$R_1 > RT. \quad (6)$$

Если какой-либо из элементов рисков ( $RA, RB, RC, RM, RU, RV, RW$  или  $RZ$ ) больше допустимого риска:

$$R_n > RT. \quad (7)$$

Таблица 2 – Допустимые величины рисков

Типы ущерба	$R_T$ ( $y^{-1}$ )
Гибель людей или увечья	$10^{-5}$
Нарушение коммунального обслуживания	$10^{-3}$
Потеря культурных ценностей	$10^{-3}$
Риск нанесения ущерба экономической ценности	$10^{-3}$

Вторым этапом определения молниезащиты по ТКП 336-2011 является определение уровня молниезащиты. Уровень молниезащиты определяется на основании величин факторов  $P$ , приведенных в таблицах В.2, В3 СТБ П 62305-2. Так, меняя величину коэффициента, отвечающего за устройство молниезащиты (определен как 1 – если молниезащита отсутствует и 0,02 – если молниезащита I уровня), можно добиться снижения значения элемента риска, самого риска, который изначально превышал допустимое значение. Тот уровень, значение коэффициента которого позволило величину элемента риска или риска снизить до допустимой величины, считается уровнем молниезащиты для объекта.

Третьим этапом определения молниезащиты по ТКП 336-2011 является выбор средств молниезащиты, основанный на определении элементов рисков ( $RA, RB, RV$  и т.д.). Согласно количественному показателю элементов рисков в процентном отношении выбираются приоритетные направления защитных мер: если величина элемента риска, отвечающего за возникновение контактного напряжения при ударе молнии достаточно велика по отношению к другим элементам, то следует в первую очередь предусматривать меры по уравниванию потенциалов согласно таблице В.1 СТБ П 62304-5-2. Если имеется некоторая величина элемента риска, отвечающего за возникновение пожара из-за удара молнии, то следует выполнить устройство молниеотводов.

**2. Типичные ошибки проектирования при применении требований ТКП 336 к определению необходимости молниезащиты, расчету зон защиты молниеотводов**

***Расчет необходим для двух достижения следующих целей:***

1) для ответа проектировщику: требуется ли молниезащита, если требуется - какой ее уровень и какие требуются необходимые средства.

2) для экономии средств заказчика.

Для примера, жилому 10-ти этажному двухподъездному дома без расчета требуется молниезащита по т. 7.2 ТКП 336 не ниже III уровня.

Средства защиты - проводники уравнивания потенциалов внутри дома; подземная сетка снаружи здания, необходимая для защиты от шагового напряжения; молниеотвод; устройство защиты от перенапряжений в электрических сетях; экранирование кабелей внутри здания; устройство защиты от перенапряжений на линии передачи электрической энергии, подводящей электроэнергию к зданию.

Если по аналогичному жилому дому расчет произведен, то в уровень молниезащиты IV (т.е., менее прихотливый), средства молниезащиты - молниеотвод и устройство защиты от импульсных перенапряжений во вводном электрическом устройстве.

Такие затратные средства как сетка снаружи здания, устройство защиты от перенапряжений питающей линии передачи электрической энергии не требуются. Указанный проект дома с расчетом сэкономил на молниезащите в прошлом году более 1 млрд. бел. рублей.

3) Расчет необходим для эксперта, чтобы тот принял окончательное решение о целесообразности молниезащиты и ее средствах. Если расчет не произведен - эксперт "перестраховывается" и требует средства молниезащиты по максимуму или все равно заставляет считать риски (если эксперт опытный и борется за экономию средств на стадии проекта).

4) Расчет необходим при приемке объекта. Лицо, принимающее объект (энергонадзор, МЧС) в том числе обращают внимание на расчет рисков от ударов молнии в случае проверки правильности выбранных мер защиты.

**Основная ошибка**, с которой приходится сталкиваться при проведении экспертизы проекта – это определение уровня молниезащиты. В таблице 7.2 ТКП 336 приведены рекомендуемые уровни. Относительно их определены объекты, которые, по мнению авторов ТКП 336, должны молниезащите подлежать. При этом алгоритм действия проектировщика в большинстве случаев следующий:

1. По таблице 7.2 ТКП 336 определяется уровень молниезащиты.
2. Средства молниезащиты принимаются по усмотрению – или только внешняя молниезащита (по замечанию эксперта может быть еще дополнено устройством защиты от внутренних перенапряжений во вводном электрическом устройстве в здание).
3. Зона защиты молниеотвода принимается по разделу 10 ТКП 336.

Приведенный выше алгоритм **не правильный**.

Во-первых, рекомендуемый уровень – не означает, что к данному объекту он применен верно. Например, по таблице 7.2 для жилого здания в сельской местности с размерами, отличными в десятки раз уровень будет IV. В то же время практика расчета рисков показывает, что жилому зданию может быть присвоен даже I уровень молниезащиты при определенных условиях (большие геометрические размеры, использование в объеме здания мини-котельной и т.д.).

**Не менее существенной ошибкой** проектировщиков при расчете рисков считается сбор исходных данных. От сбора данных зависят величины полученных при помощи расчетов элементов рисков и самих рисков. Во избежание ошибочных действий ниже приведен примерный перечень исходных данных, позволяющих грамотно рассчитать риски от ударов молнии.

Примерный перечень исходных данных, необходимых для расчета рисков от ударов молнии:

- полное и сокращенное наименование, организационно-правовая форма организации, фактический адрес);
- проектируемый, строящийся или эксплуатирующийся объект?;
- место нахождения объекта защиты (город, село, отдельно стоящий объект, на территории производства и т.д.)
- сведения о функциональном назначении объекта (производственное, складское и т.п.);
- характеристика территории объекта (генеральный и ситуационный планы, наличие и краткая характеристика расположенных на территории и в непосредственной близости строений и сооружений, расстояния до них, наличие и места расположения емкостей с горючими газами и жидкостями);
- примерное время нахождения людей на объекте (в самом объекте, около него, а именно: сведения о среднем количестве рабочих в цехах, мастерских и т.п. в смену; административных служащих в кабинетах);
- краткая характеристика объекта (технологический процесс – если несколько процессов – несколько расчетов, геометрические размеры, сложность формы объекта, этажность, высота относительно других зданий или сооружений, степень огнестойкости, сведения о виде и количествах пожаровзрывоопасных веществ и материалов, находящихся на объекте и обращающихся в производстве (в каких помещениях, количествах, на каком оборудовании и т.п.);
- наличие инженерных средств и коммуникаций, в том числе от которых объект снабжается электрической энергией (какие коммуникации в объект входят, подземные или наземные, их протяженность);







