

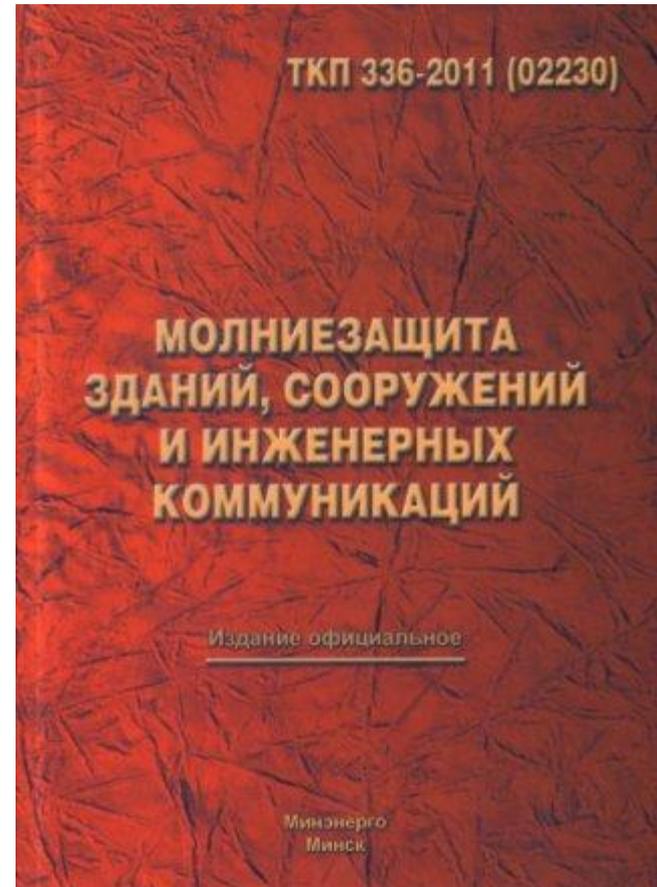


**РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
РИСКОВ ОТ УДАРОВ МОЛНИИ
С ПОМОЩЬЮ ПК**

Главный специалист отдела
исследований в области ЧС
НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси
СКРИПКО Алексей
Николаевич

ТКП 336-2011

- Утвержден постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 12.08.2011 № 184. Введен впервые (с отменой РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты в здании и сооружении).
- Настоящий технический кодекс установившейся практики применяется для всех видов зданий, сооружений независимо от ведомственной принадлежности и формы собственности.
- ТКП регламентирует требования к устройствам молниезащиты **при проектировании, реконструкции, ремонте** зданий и сооружений различного назначения и подводимых к ним инженерных коммуникаций.
- **Применяется при:**
 - а) проектировании, установке, проверке и техническом обслуживании систем молниезащиты (СМЗ) для зданий (сооружений) без ограничения высоты;
 - б) проектировании СМЗ находящихся внутри зданий установок, приборов, оборудования;
 - в) установлении мер защиты от поражения людей электрическим током из-за напряжения прикосновения и шагового напряжения;
 - г) при проектировании СМЗ электрических станций, подстанций и воздушных линий электропередач.



Работа по совершенствованию требований в области молниезащиты

- 15.03.2012 семинар в РУП «Главгостстройэкспертиза»:
- «...принято к сведению целесообразность размещения молниеприемной сетки непосредственно (без держателей) на кровле с показателем РП1»;
- 12.04.2012 круглый стол с работниками областных управлений МЧС:
- «...подготовить и направить в Госстандарт предложения по внесению изменений и дополнений в СТБ П ИЕС 62305-2»;
- «...проводить работу по автоматизации процесса определения необходимости, уровней и средств молниезащиты».

НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси

Первому заместителю Министра
по чрезвычайным ситуациям
генерал-майору внутренней службы
Карпицкому В.В.

РАПОРТ

18.06.2012 № 52/03

В настоящее время на территории Республики Беларусь действующими техническими нормативными правовыми актами по молниезащите являются ТКП 336-2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций» (далее – ТКП 336-2011) и серия предстандартов СТБ П 62305-2 «Защита от атмосферного электричества».

Основой для определения необходимости уровней и средств молниезащиты является СТБ П 62305-2 «Защита от атмосферного электричества. Часть 2. Управление риском» (далее – СТБ П 62305-2). На данный предстандарт ссылается ТКП 336-2011.

На круглом столе «Использование требований ТКП 336-2011 в практической деятельности работниками государственного пожарного надзора», организованном и проведенном 12 апреля 2012 года, работниками территориальных органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям высказано мнение о некорректно изложенной методике расчета рисков от ударов молнии, приведенной в СТБ П 62305-2.

В ходе изучения методики выявлен ряд ошибок и замечаний по расчету рисков от ударов молнии, некорректному переводу международных требований на русский язык.

Разработчик предстандартов в срок до 1 июля 2012 года обобщает информацию по доработке СТБ П 62305-2. В связи с вышеизложенным считаю целесообразным направить в БелГИСС предложения, указанные в письме.

Приложение: 1. Письмо в БелГИСС на 3 л. в 1 экз.
2. Протокол работы круглого стола на 6 л. в 1 экз.

Начальник института



Г.Ф.Новиков

***Методика определения
необходимости, уровня и
средства молниезащиты***

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

1. ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ НЕОБХОДИМОСТЬ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА РИСКОВ
2. ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ СРЕДСТВА МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЛИБО НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА РИСКОВ ЛИБО СОГЛАСНО РАЗДЕЛОВ 7, 8 ТКП 336-2011
3. ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ УРОВЕНЬ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЛИБО НА ОСНОВЕ РИСКОВ ЛИБО ПО ТАБЛИЦЕ 7.2 ТКП 336-2011

ПРИМЕЧАНИЕ: *следует обратить внимание, что уровни молниезащиты по таблице 7.2 ТКП 336-2011 носят рекомендательный характер, уровни, полученные при помощи расчета – это фактические и более достоверные уровни с учетом особенностей защищаемого объекта.*

ПРЕИМУЩЕСТВА РАСЧЕТА РИСКОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

1. АРГУМЕНТИРОВАННОЕ ОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХ ЛИБО ИНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ.
2. ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ВЫБОРА УРОВНЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ОТНОСИТЕЛЬНО ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЮ ОБЪЕКТА.
3. МИНИМАЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА СРЕДСТВА МОЛНИЕЗАЩИТЫ.
4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НЕОБХОДИМОСТИ, УРОВНЮ И СРЕДСТВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ.

ПРИМЕЧАНИЕ: ОБЪЕКТ С ОДИНАКОВЫМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ РАЗМЕРАМИ И ФОРМАМИ МОЖЕТ ИМЕТЬ РАЗНЫЕ УРОВНИ И СРЕДСТВА МОЛНИЕЗАЩИТЫ

НЕДОСТАТКИ РАСЧЕТА РИСКОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

1. ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА.
2. СЛОЖНОСТЬ - ОТСУТСТВИЕ ПОДРОБНОЙ МЕТОДИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НАГЛЯДНЫХ ПРИМЕРОВ.
3. НЕОДНОЗНАЧНОЕ ПОНИМАНИЕ ПРОЦЕССА ПО ВЫБОРУ СРЕДСТВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ.

Согласно ТКП 336-2011 риски бывают:

Расчетные:

риск гибели людей **R1**;

риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания **R2**;

риск потери культурных ценностей **R3**;

риск нанесения ущерба материальной ценности **R4**.

Допустимые: R_T

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

Раздел 6 ТКП:

для здания, сооружения:

риск гибели людей:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^* + R_M^* + R_U + R_V + R_W^* + R_z;$$

риск недопустимого нарушения коммун. обслуживания:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_z;$$

риск потери культурных ценностей:

$$R_3 = R_B + R_V;$$

риск нанесения ущерба экономической ценности (экономический)

$$R_4 = R_A^{**} + R_B + R_C + R_M + R_U^{**} + R_V + R_W + R_z.$$



** Только 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.*

*** Только для сооружений, в которых могут погибнуть животные.*

для системы энергоснабжения:

риск недопустимого нарушения коммун. обслуживания:

$$R'_2 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C;$$

риск нанесения ущерба экономической ценности (экономический):

$$R'_4 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C.$$



$$RA = ND \cdot PA \cdot LA$$

$$RB = ND \cdot PB \cdot LB$$

$$RC = ND \cdot PC \cdot LC$$

$$RM = NM \cdot PM \cdot LM$$

$$RU = (NL + NDa) \cdot PU \cdot LU$$

$$RV = (NL + NDa) \cdot PV \cdot LV$$

$$RW = (NL + NDa) \cdot PW \cdot LW$$

$$RZ = (NI - NL) \cdot PZ \cdot LZ$$

Элементы риска

Факторы риска

Элементы рисков, факторы определяются на основании Приложений А, В, С СТБ П 62305-2

Названия элементов рисков:

RA – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникает шаговое напряжение;

RB – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникает взрыв или пожар;

RC – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникают наводки и электромагнитные импульсы .

Элемент риска для здания при близких ударах молнии:

RM – элемент риска при близком ударе молнии, когда возникают наводки и электромагнитные импульсы .

Элементы риска для здания в результате ударов молнии в системы энергоснабжения:

RU – элемент риска при ударе молнии в коммуникацию, когда возникает шаговое напряжение;

RV – элемент риска, при ударе молнии в коммуникацию, когда возникает взрыв или пожар ;

RW – элемент риска, относящийся к повреждению внутренних систем;

Элемент риска для здания в результате ударов молнии вблизи системы энергоснабжения:

RZ - элемент риска, относящийся к повреждению внутренних систем.

МОЛНИЕЗАЩИТА ТРЕБУЕТСЯ, ЕСЛИ ЛЮБОЙ ИЗ РИСКОВ РАВЕН ИЛИ ПРЕВЫШАЕТ ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПО РИСКУ:

$$R1 \leq 10^{-5}$$

$$R2 \leq 10^{-3}$$

$$R3 \leq 10^{-3}$$

~~МОЛНИЕЗАЩИТА НЕ ТРЕБУЕТСЯ~~

$$R1 > 10^{-5}$$

$$R2 \leq 10^{-3}$$

$$R3 \leq 10^{-3}$$

$$R1 \leq 10^{-5}$$

$$R2 > 10^{-3}$$

$$R3 \leq 10^{-3}$$

МОЛНИЕЗАЩИТА ТРЕБУЕТСЯ

$$R1 \leq 10^{-5}$$

$$R2 \leq 10^{-3}$$

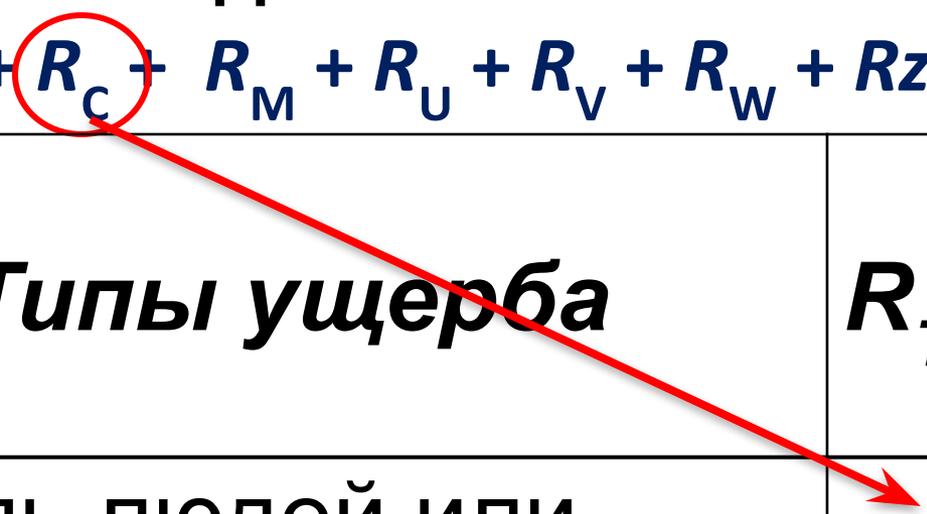
$$R3 > 10^{-3}$$

МОЛНИЕЗАЩИТА ТРЕБУЕТСЯ, ЕСЛИ ЛЮБОЙ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ РИСКОВ РАВЕН ИЛИ ПРЕВЫШАЕТ ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПО РИСКУ:

риск гибели людей:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_z$$

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



МОЛНИЕЗАЩИТА ТРЕБУЕТСЯ, ЕСЛИ В СУММЕ ОДНИ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ РАВНЫ ИЛИ ПРЕВЫШАЮТ ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПО РИСКУ:

риск гибели людей:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_z$$

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

АКСИОМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ:

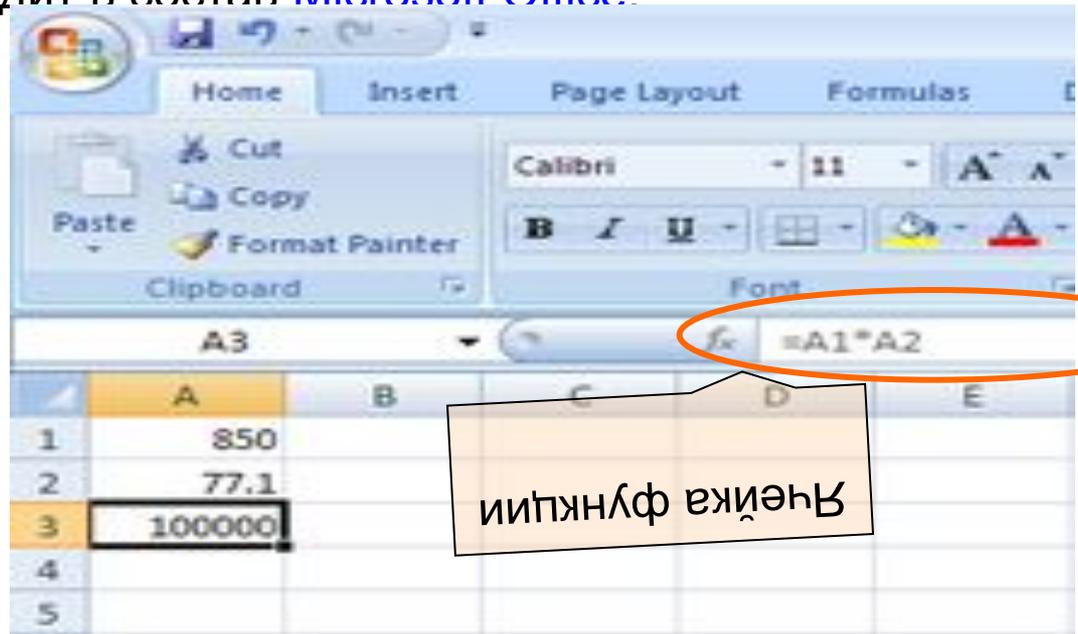
.ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ, УРОВНЯ И СРЕДСТВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ПРОЦЕСС ИНДИВИДУЛЬНЫЙ.

.НЕОБХОДИМОСТЬ И СРЕДСТВА МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗАВИСЯТ ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЯ ИЛИ СООРУЖЕНИЯ.

***Расчетов элементов рисков и
определение необходимости
молниезащиты
для жилого дома
в сельской местности
по четырём элементам риска***

Microsoft Excel — программа для работы с электронными таблицами. Предоставляет возможности экономико-статистических расчетов, графические инструменты, язык макропрограммирования [VBA](#) — программа для работы с электронными таблицами. Предоставляет возможности экономико-статистических расчетов, графические инструменты, язык макропрограммирования VBA (Visual Basic for Application).

Входит в состав [Microsoft Office](#).



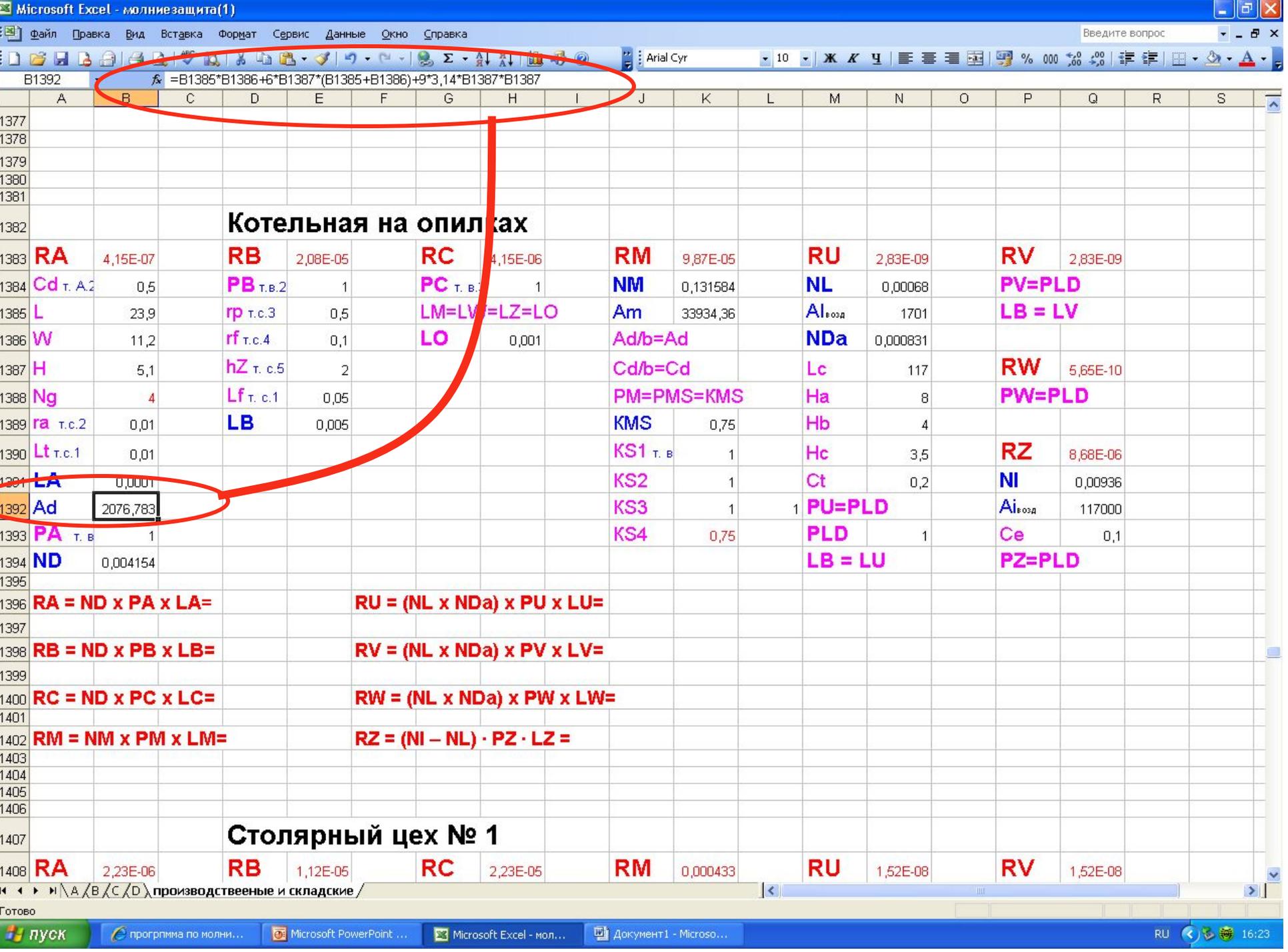
	A	B	C	D
1377				
1378				
1379				
1380				
1381				
1382				
1383	RA	4,15E-07	RB	2
1384	Cd т. А.2	0,5	PB т.в.2	
1385	L	23,9	rp т.с.3	
1386	W	11,2	rf т.с.4	
1387	H	5,1	hZ т.с.5	
1388	Ng	4	Lf т.с.1	
1389	ra т.с.2	0,01	LB	

Котел

	A	B	C	D	E	F	G
1377							
1378							
1379							
1380							
1381							
1382							
1383	RA	4,15E-07	RB	2,08E-05		RC	
1384	Cd т. А.2	0,5	PB т.в.2	1		PC т. в.1	
1385	L	23,9	rp т.с.3	0,5		LM=LW	
1386	W	11,2	rf т.с.4	0,1		LO	
1387	H	5,1	hZ т.с.5	2			
1388	Ng	4	Lf т.с.1	0,05			
1389	ra т.с.2	0,01	LB	0,005			
1390	Lt т.с.1	0,01					
1391	LA	0,0001					
1392	Ad	2076,783					
1393	PA т.в.1	1					
1394	ND	0,004154					

Котельная на опил

- Алгоритм создания автоматизированного процесса расчета молниезащиты произвольный.
- Наглядное изображение (внешний вид, оболочка) программного изображения произвольное (как удобно).
- Необходим обязательный перечень вводных данных по рассчитываемым элементам рисков и формульные выражения, рассчитывающие элементы в ячейке функции.



Котельная на опилках

1383	RA	4,15E-07	RB	2,08E-05	RC	4,15E-06	RM	9,87E-05	RU	2,83E-09	RV	2,83E-09
1384	Cd т. А.2	0,5	PB т.в.2	1	PC т.в.3	1	NM	0,131584	NL	0,00068	PV=PLD	
1385	L	23,9	rp т.с.3	0,5	LM=LV=LZ=LO		Am	33934,36	Al_{возд}	1701	LB = LV	
1386	W	11,2	rf т.с.4	0,1	LO	0,001	Ad/b=Ad		NDa	0,000831		
1387	H	5,1	hZ т.с.5	2			Cd/b=Cd		Lc	117	RW	5,65E-10
1388	Ng	4	Lf т.с.1	0,05			PM=PMS=KMS		Ha	8	PW=PLD	
1389	ra т.с.2	0,01	LB	0,005			KMS	0,75	Hb	4		
1390	Lt т.с.1	0,01					KS1 т.в	1	Hc	3,5	RZ	8,68E-06
1391	LA	0,0001					KS2	1	Ct	0,2	NI	0,00936
1392	Ad	2076,783					KS3	1	PU=PLD		Ai_{возд}	117000
1393	PA т.в	1					KS4	0,75	PLD	1	Ce	0,1
1394	ND	0,004154							LB = LU		PZ=PLD	

RA = ND x PA x LA= **RU = (NL x NDa) x PU x LU=**

RB = ND x PB x LB= **RV = (NL x NDa) x PV x LV=**

RC = ND x PC x LC= **RW = (NL x NDa) x PW x LW=**

RM = NM x PM x LM= **RZ = (NI - NL) · PZ · LZ =**

Столярный цех № 1

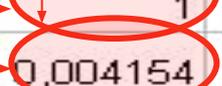
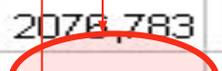
1408	RA	2,23E-06	RB	1,12E-05	RC	2,23E-05	RM	0,000433	RU	1,52E-08	RV	1,52E-08
------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	----------

Функции для операций

- «+» - сумма
- «-» - разность
- «*» - произведение
- «/» - деление

	A	B	C	D	E	F	G
1377							
1378							
1379							
1380							
1381							
1382							
1383	RA	4,15E-07		RB	2,08E-05		RC
1384	Cd т. А.2	0,5		PB т.в.2	1		PC т. в.:
1385	L	23,9		rp т.с.3	0,5		LM=LW
1386	W	11,2		rf т.с.4	0,1		LO
1387	H	5,1		hZ т. с.5	2		
1388	Ng	4		Lf т. с.1	0,05		
1389	ra т.с.2	0,01		LB	0,005		
1390	Lt т.с.1	0,01					
1391	LA	0,0001					
1392	Ad	2076,783					
1393	PA т. в.	1					
1394	ND	0,004154					

Котельная на опил



ПРИМЕР №1: жилой дом в сельской местности

a=11 м; b=9 м; h=9 м; коммуникации наземные; СО-VII (перегородки, перекрытия, несущие стены из силикатных блоков, чердачное перекрытие, фермы, обрешетка - деревянные). 2-этажное здание (с мансардой); семья из 4-х человек.; укомплектован первичными средствами пожаротушения (огнетушителями); обеспечен пожарной сигнализацией (АПИ). Заземление оборудования имеется. Электроснабжение здания обеспечивается от воздушной ЛЭП. В ЛЭП имеется 2 трансформатора напряжением 10/0,4 кВ, мощностью 0,25 МВА.



$$R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ=0,0000021+0,0000021+0,000021+0,000003+0,0000002+0,0000002+0,000002+0,001=0,001. \text{ (ф. 6.1 ТКП 336-2011)}$$

*Примечания: Как считать элементы рисков приведено в таблице 6.9 ТКП 336-2011.
Расчет показателей подробно указан в таблице раздела 6.2 СТБ П 62305-2.*

Железобетонный фундамент к ГЗШ присоединить не удалось по причине трудоемкости работы и ее удорожания, следовательно, поражение людей возможно шаговым напряжением при прямом ударе молнии:

$$RA = ND \times PA \times LA = 0,021 \times 1 \times 0,0001 = 0,0000021 \text{ (ф.6.21 ТКП 336-2011)}$$

$$ND = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6} = 6 \times 3468,1 \times 1 \times 10^{-6} = 0,021 \text{ (Приложение А к СТБ П 62305-2 (далее-СТБ П), ф А.4)}$$

$$N_g \approx 0,1 \times T_d = 0,1 \times 60 = 6, \text{ (Прил. А к СТБ П, ф А.1)}$$

T_d – количество грозовых дней в году, равно 60.

$$A_d = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2 = 11 \times 9 + 6 \times 9 \times (11 + 9) + 9 \times 3,14 \times 81 = 3468,1 \text{ кв.м}$$

(Прил. А к СТБ П, ф А.2)

A_d – участок сбора данных по молниям;

где L , W и H выражены в метрах длина, ширина, высота соответственно.

C_d - фактор, учитывающий влияние окружающей обстановки. Жилой дом находится в жилом массиве. Расстояние от ближайшего строения – 18 м. Так как предполагаемая зона защиты на соседнем здании не будет защищать здание, в непосредственной близости от здания более высокие сооружения отсутствуют. Принимаем, что C_d равен 1 Прил. А к СТБ П, т. А.2.

На здании молниезащита отсутствует.

По т. В1 к СТБ П 62305-2 определяем **PA**, отвечающий за вероятность того, что удар молнии в здание станет причиной поражения людей электрическим током из-за опасного контактного и шагового напряжения. В нашем случае **PA=1**.

Определим ущерб при поражении людей вследствие появления шагового напряжения:

LA = ra x Lt=0,01x0,01=0,0001 (Приложение С к СТБ П, ф С.2)

ra – фактор уменьшения вероятности гибели людей от типа почвы. В нашем случае вокруг здания располагается грунт и бетон, следовательно, коэффициент равен 0,01. (Приложение С к СТБ П, т С.2)

Lt=0,01 - учитывающий вероятность пребывания людей. Учитываем, что люди находятся внутри и снаружи здания. Выбираем по наихудшему варианту, когда люди находятся снаружи здания (Приложение С к СТБ П, т. С.1)

RA =0,0000021, что меньше **0,00001**. Из этого следует, что вероятность поражения людей шаговым напряжением невелика. На основании изложенного, делаем вывод, что уравнивание потенциалов для здания не требуется (меры указаны в разделе 7.5 ТКП).

Считаем элемент риска физического повреждения здания при прямом ударе молнии:

RB = ND x PB x LB=0,021x1x0,0001=0,0000021 (ф. 6.22 ТКП 336-2011)

ND – посчитан по предыдущему элементу риска и равен 0,021.

PB – вероятность физического повреждения здания. Молниезащита на здании отсутствует. Согласно Приложению В к СТБ П, т В.2, коэффициент равен 1.

Считаем ущерб, который произойдет вследствие удара молнии в здание:

LB = LU = rp x rf x hZ x Lf =0,5x0,01x2x0,1=0,001 (т. 6.9 ТКП 336-2011)

rf – коэффициент, учитывающий возможность возникновения возгорания. В нашем случае вероятность возгорания низкая – менее 400 мДж/кв.м. *Прил. С к СТБ П, т С.4* коэффициент равен 0,001.

rp – коэффициент наличия противопожарного оборудования = 0,5, т.к. имеются огнетушители ручные и АПИ – средства, которые предназначены для оповещения непосредственно жильцов и тушения возгорания собственными силами (*Прил.С к СТБ П, т С.3*).

hZ – коэффициент, учитывающий уровень паники в здании. Согласно *Прил. С к СТБ П, т С.5* $hZ=2$, так как присутствует низкий уровень паники – здание не более двух этажей с количеством до 100 чел., находящихся в нем.

Lf – ущерб, характеризующий период времени, в течение которого люди находятся в опасном месте. По *Приложению С к СТБ П, т С.1* $Lf=0,1$.

$RB = 0,0000021$, что меньше 0,00001. Из этого следует, что прямой удар молнии несет минимальный риск для гибели людей в здании, внешняя молниезащита для здания не требуется.

Элемент риска, отвечающий за повреждения внутренних инженерных систем при прямом ударе молнии:

$$RC = ND \times PC \times LC = 0,021 \times 1 \times 0,001 = 0,000021 \quad (\text{ф.6.23 ТКП 336-2011})$$

PC – коэффициент, указывающий что удар молнии в здание станет причиной физического повреждения внутренних систем. Зависит от применения УЗиП, а следовательно от уровней молниезащиты. В нашем случае, когда устройства молниезащиты нет, согласно *Приложению В к СТБ П, ф. В.1, т В.3* $PC=1$.

LC = LM = LW = LZ = LO согласно т.6.9 ТКП 336-2011.

LO – ущерб, определяется по *Приложению С к СТБ П, т С.1* $Lo=0,001$.

$RC = 0,000021$, что больше 0,00001. Из этого следует, что уже только по вероятности повреждения инженерных систем в здании (в случае возникновения пожара будет отсутствовать возможность его ликвидации) риск $R1$ – гибели людей превышает допустимое значение. На основании изложенного, делаем вывод, что молниезащита для здания требуется. Средство защиты - УЗиП.

Рассмотрим элемент риска, который будет указывать, каким образом влияет близкий удар молнии на наводки и электромагнитные импульсы:

$$RM = NM \times PM \times LM = 0,3 \times 1 \times 0,001 = 0,0003 \quad (\text{ф.6.24 ТКП 336-2011})$$

$$NM = Ng \times (Am - Ad/b \times Cd/b) \times 10^{-6} = 6 \times (32369,6 - 3468,1 \times 1) \times 0,000001 = 0,3 \quad (\text{Приложение А к СТБ П, ф А.6})$$

где Ng - плотность ударов молнии в землю, $1/(\text{км}^2\text{год})$;

Am - участок сбора данных о молнии, ударяющей вблизи здания, который пролегает по линии электропередачи, расположенной на расстоянии 250 м от периметра здания (рис. 5, ф. А.6 Приложения А к СТБ П 62305-2). $Am = 32369,6$ кв. м.

$Ad/b = Ad = 3468,1$ кв. м согласно Приложению А к СТБ П, рис А.1.

$Cd/b = Cd = 1$ – фактор влияния местоположения здания. Равен (Приложение А к СТБ П, раздел А.3, т. А.2).

LC -ущерб от повреждения внутренних сетей = $LM = LW = LZ = LO = 0,001$ согласно *т.6.9 ТКП 336-2011*.

PM - вероятность того, что удар молнии вблизи здания станет причиной повреждения внутренних систем. Определяется с учетом требований *Приложения В к СТБ П, раздела В.4*. Так как меры молниезащиты для здания не приняты, следовательно, $PM = PMS$ – это фактор, определяющий технические характеристики принятых мер молниезащиты (*раздел В.4 СТБ П*). На основании расчета KMS больше 0,4, согласно таблице В.4 $PM = PMS = 1$:

$$KMS = KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4 = 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1 \geq 0,4, \text{ следовательно, согласно т. В.4 Приложение В к СТБ П, } PM = PMS = 1$$

Где $KS1$ – учитывает эффективность экранирования здания, систему молниезащиты или другие экраны на границе зоны молниезащиты 0/1. В нашем случае в наружных стенах используются силикатные блоки – экранирование минимальное. $KS1 = 1$;

$KS2$ - учитывает эффективность экранов внутри здания на границе зоны молниезащиты $3M3 X/Y$ ($X > 0, Y > 1$), т.е. внутри здания. Перегородки в здании силикатный блок, $KS2 = 1$;

$KS3 = 1$, так как используется неэкранированный кабель – без мер предосторожности в отношении разводки (петлевидные проводники с различной разводкой в больших зданиях (участок петли в пределах 50 кв.м).

$$KS4 = 1,5/U_w = 1,5/1,5 = 1 \quad (\text{Приложение В к СТБ П, ф. В.4})$$

где U_w – номинальное импульсное выдерживаемое напряжение защищаемой системы энергоснабжения, кВ. Определяется по паспортным данным завода-изготовителя или таблице D.4 к СТБ П 62305-2 (в нашем случае значение взято для электронного оборудования).

Таблица В.4 к СТБ П 62305-2 – Значение вероятности PMS

в зависимости от фактора KMS

K_{MS}	P_{MS}
$\geq 0,4$	1
0,15	0,9
0,07	0,5
0,035	0,1
0,021	0,01
0,016	0,005
0,015	0,003
0,014	0,001
$\leq 0,013$	0,0001

ТКП 339-2011 п. 6.2.8.9:

- В месте ввода кабелей в кабельное сооружение металлическая оболочка кабелей, броня и металлическая труба должны быть соединены с заземляющим устройством ПС, а также должны быть предусмотрены устройства защиты от импульсных перенапряжений уровня I в соответствии со стандартизованной зонной концепцией.
- В месте ввода кабелей в здание ОПУ, ГЩУ, РЩ должны быть предусмотрены устройства защиты от импульсных перенапряжений уровня II в соответствии с зонной концепцией.

Средства молниезащиты для здания определены:

RA	Уравнивание потенциалов не требуется
RB	Защита здания от прямого удара молнии не требуется
RC	Защита здания УЗиП по зонам требуется
RM	Экранирования кабеля

Таблица 7.2 ТКП 336-2011

№ п/п	Здания и сооружения	Уровень молниезащиты
1	Здания и сооружения, в которых выделяются горючие газы при нормальной работе	I
2	Здания и сооружения, в которых выделяются горючие газы в аварийном режиме	II
3	Высотные здания	II
4	Склады пожаро- и взрывоопасных веществ	II
5	Здания зрелищных учреждений	II
6	Жилые и общественные здания в городской застройке	III
7	Жилые дома в сельской местности	IV
8	Животноводческие фермы	III
9	Дымовые трубы высотой более	III
10	Здания промышленных предприятий, не имеющих взрыво- и пожароопасных факторов	III

Примечание: Решение об уровне молниезащиты зданий и сооружений принимается проектной организацией в зависимости от наличия параметров увеличивающей взрыво- и пожароопасность здания, наличия ценностей и общественной нагрузки здания

В спорной ситуации целесообразно обращаться к оценке стоимости экономического ущерба с принятыми мерами молниезащиты и без них. Молниезащита будет являться рентабельной лишь в тех случаях, если сумма стоимости CRL остаточного убытка при наличии мер защиты и стоимости CPM мер молниезащиты ниже стоимости CL общего ущерба без мер молниезащиты.

формула 5.9 ТКП 336-2011:

$$CRL + CPM < CL$$

Уровень молниезащиты:

- Если зданию устройство молниезащиты необходимо, уровень молниезащиты подбирается путем подбора коэффициентов, характеризующих молниезащиту, например, R_v , до значения допустимого риска.
- Коэффициент R_v непосредственно зависит от уровня молниезащиты и регулирует значение риска гибели и потери культурных ценностей.
- *Примечание: для зданий, содержащих твердые взрывчатые материалы, желательно применять изолированную внешнюю систему молниезащиты, указанную в 5.1.2 СТБ П 62305-3 (информация о особенностях защиты взрывоопасных объектов приведена в приложении D.4 СТБ П 62305-3).*

Определение уровня молниезащиты на примере жилого дома:

$$R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$$

RC = ND x PC x LC = 0,021 x 1 x 0,001 = 0,000021 – вероятность того, что удар молнии в здание станет причиной заноса потенциалов в здание. Величины **ND** и **LC** – **постоянные**. При помощи **PC** по таблице В.3 Приложения В к СТБ П 62305 определяем уровень риска. Это достигается изменением величины коэффициента **PC**. В данном случае переменной величины **PC** с 1 (защиты нет) до 0,03 (III-IV уровень) определим, что **RC** = 0,0000063, что меньше, чем 0,00001. Следовательно, необходимо использование УЗиП для III-IV уровня молниезащиты.

Объект	V застр.	Огнест.	Наличие СЗ	ППЗ	Паника, опасности	Располож.	Молниезащита			
							Необход.	Уровень	Средства	
Ж.д.	0-64	VII-VIII	отс.	отс.	отс.	отдельно стоящие	-	-	-	
	64-512						+	III	молниезащита	
	512-1000						+	III	молниезащита, УЗП	
	0-64	VII-VIII	отс.	отс.	отс.	жилая застройка	-	-	-	
	64-512						+	IV	молниезащита	
	512-1000						+	IV	молниезащита, УЗП	
	0-64	VII-VIII	отс.	отс.	отс.	рядом вышестоящий объект	-	-	-	
	64-512						+	IV	молниезащита	
	512-1000						+	IV	молниезащита	
	0-64	I - VI	отс.	отс.	отс.	отдельно стоящие	-	-	-	
	64-512						+	IV	УЗП	
	512-1000						+	IV	УЗП	
	0-64	I - VI	отс.	отс.	отс.	жилая застройка	-	-	-	
	64-512						-	-	-	
	512-1000						-	-	-	
	1000-1300						+	IV	УЗП	
0-64	I - VI	отс.	отс.	отс.	рядом вышестоящий объект	-	-	-		
64-512						-	-	-		

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ

Таблица А.2 – Фактор влияния

местоположения C_d

Относительное местоположение	C_d
Объект, окруженный более высокими объектами или деревьями	0,25
Объект, окруженный объектами или деревьями одинаковой высоты или более низкими	0,5
Изолированный объект (другие объекты в непосредственной близости от него отсутствуют)	1
Изолированный объект, находящийся на вершине холма или на возвышенности	2



0,25

0,5

1



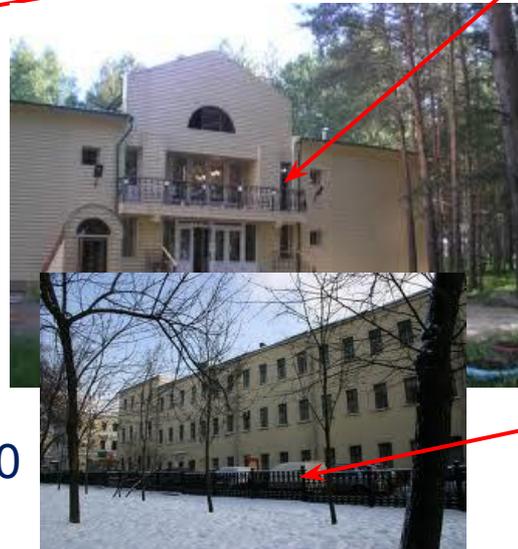
Объект не входит, входит не полностью в зону защиты молниеотвода другого объекта. Например, жилые здания в многоэтажной жилой застройке, жилые здания в жилой застройке в сельской местности и т.п.

Таблица С.5 – Фактор наличия паники, опасности h_z

Тип конкретной опасности	h_z
Какая-либо опасность отсутствует.	1
Низкий уровень паники (например, двухэтажное здание и не более 100 чел., находящихся в нем)	2
Средний уровень паники (например, здания, предназначенные для проведения культурных или спортивных мероприятий с количеством участников от 100 до 1000 чел.)	5
Затрудненная эвакуация (например, здания, в которых находятся люди с ограниченными физическими возможностями, больницы)	5
Средний уровень паники (например, здания, предназначенные для проведения культурных или спортивных мероприятий с количеством участников свыше 1000 чел.)	10
Опасность для близлежащей местности и окружающей среды	20
Загрязнение близлежащей местности и окружающей среды	50



20



5

2



10



2

5

Таблица В.2 к СТБ П 62305-2 – Значения P_B в зависимости от мер молниезащиты, используемых в целях уменьшения повреждения

Характеристики здания	Класс системы молниезащиты	P_B
Здание, не оснащенное системой молниезащиты	-	1
Здание, оснащенное системой молниезащиты	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Здание с воздушной системой молниезащиты, соответствующей системе молниезащиты I, и сплошной металлической или железобетонной конструкцией, выступающей в качестве обычного токоотвода		0,01
Здание с металлической крышей или системой молниезащиты, включающее обычные элементы, с полной защитой каких-либо установок на крыше от прямых ударов молнии и сплошной металлической или железобетонной конструкцией, выступающей в качестве обычного токоотвода		0,001

Фактор, определяющий технические характеристики принятых мер молниезащиты:

$$KMS = KS1 \cdot KS2 \cdot KS3 \cdot KS4$$

Для металлических экранов толщиной от 0,1 до 0,5 мм $KS1 = KS2 = 10^{-4} - 10^{-5}$.

Если имеется решетчатая соединительная сеть, соответствующая требованиям IEC 62305-4, значения $KS1$ и $KS2$ могут быть уменьшены вдвое.

При отсутствии инженерных коммуникаций (подвода электроснабжения к наружной установке) KMS считается без $KS3$ и $KS4$.

$KS1$ и $KS2$ равны 1, если в наружных стенах, внутренних перегородках используются древесина, кирпич, силикатные блоки и т.п.

Таблица С.4 – Значения фактора уменьшения r_f в зависимости от риска возгорания здания

Опасность возгорания	r_f
Взрыв	1
Высокий	10^{-1}
Обычный	10^{-2}
Низкий	10^{-3}
Отсутствует	0

Примечание 2 – Те здания, которые построены из горючих материалов, здания, крыши которых выполнены из горючих материалов, или здания с особой пожарной нагрузкой, превышающей 800 МДж/м², рассматривают как здания с высоким уровнем пожароопасности В1 по НПБ 5, СО VII, VIII.

Примечание 3 – Здания с пожарной нагрузкой в пределах 400 – 800 МДж/м² рассматривают как здания с обычным уровнем пожароопасности. В1 по НПБ 5.

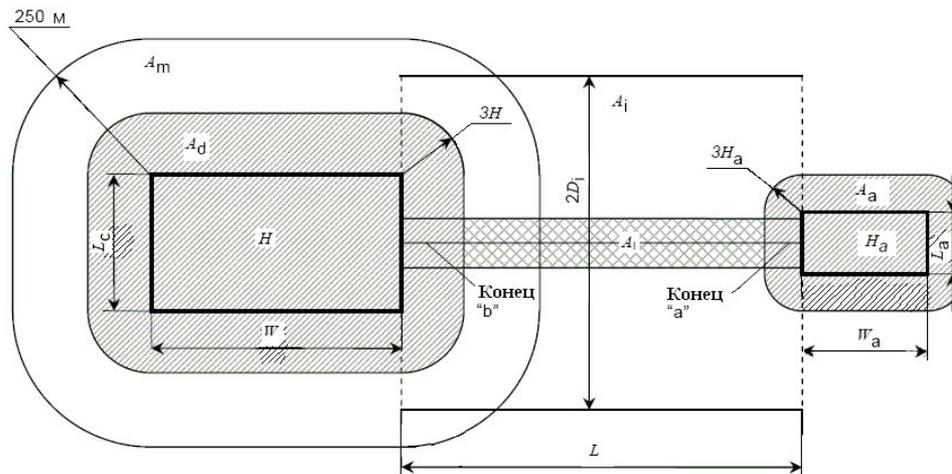
Согласно положениям НПБ 5 400 – 800 МДж/м² – это категория В1 по пожарной опасности!!!

Примечание 4 – Здания с пожарной нагрузкой менее 400 МДж/м² или здания, в которых горючие материалы содержатся непостоянно, рассматривают как здания с низким уровнем пожароопасности. К таким зданиям относятся здания с помещениями категории В2, В3, В4 по НПБ 5, овощехранилища и т.д.

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

Am - участок сбора данных о молнии, ударяющей вблизи здания, который пролегает по линии электропередачи, расположенной на расстоянии 250 м от периметра здания

- Определяется по Рис. 5 СТБ П 62305-2 (Приложение А);
- Определяется по формуле А.6 Приложения А к СТБ П 62305-2.
- Согласно рис. 5 Приложения А видно, что $A_d=3H$ – это расстояние от периметра здания 27 м (9 м - высота). Определим отношение 250 м к высоте объекта для A_m : $250/9=28H$. Таким образом, $A_d=3H=3468,1$ кв. м; $A_m=28H =x$. Составляем пропорцию и находим, что $A_m=32369,6$ кв.м.



AI - участок сбора данных в зависимости от характеристики системы электроснабжения (т. А.3, рис. А.5 Приложения А к СТБ П 62305-2)

- AI = (LC – 3·(Ha + Hb)) x 6·НС – для воздушной линии***
- Ha и Hb – это высоты зданий, сооружений, между которыми ЛЭП находится. Величинами могут выступать комбинации здание-здание (Ha-Hb), опора ЛЭП-здание, две опоры и т.д. В случае определения элемента риска для коттеджа использована комбинация по высотам «опора-здание».***

Hb

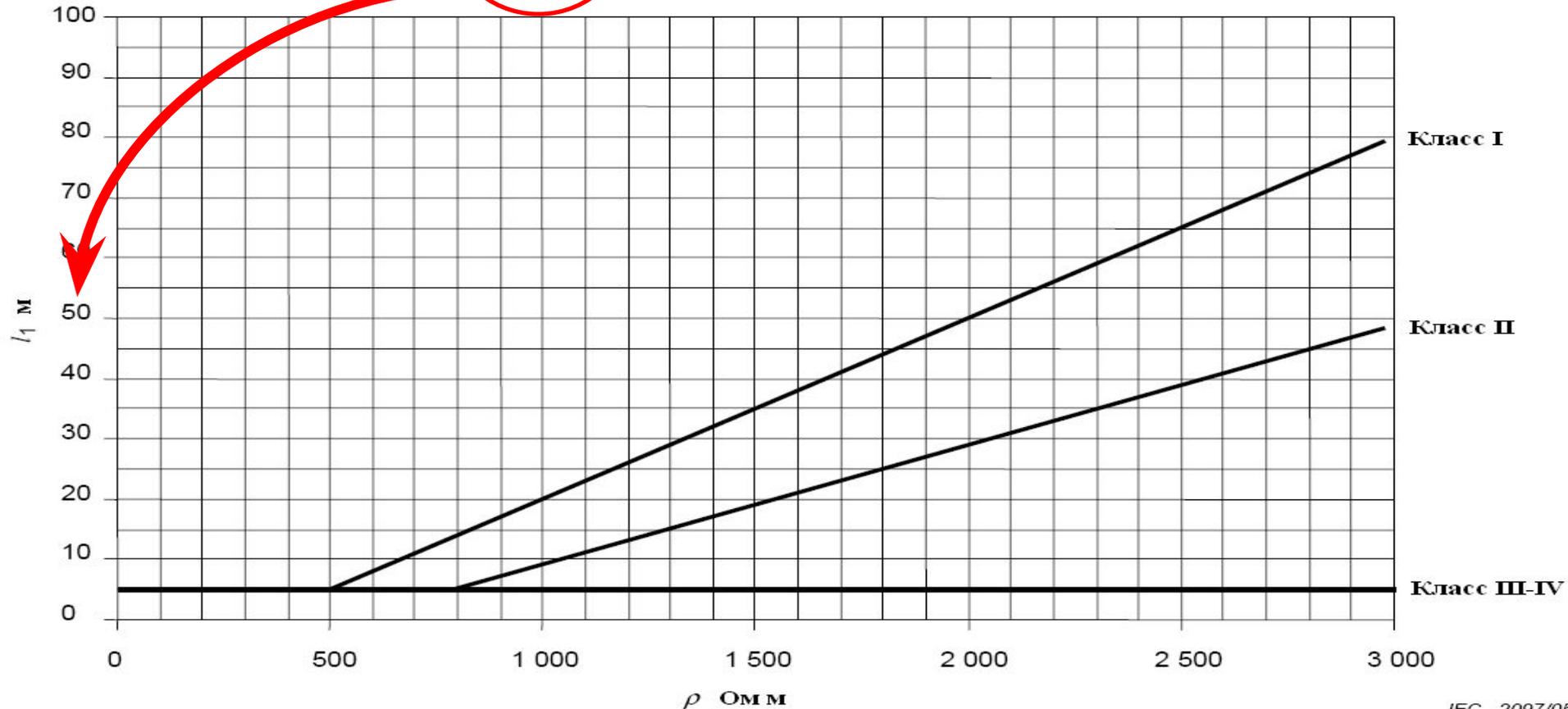


Ha



СТР. 85-86 ТКП 336-2011: как определить, требуется ли устройство вертикальных заземлителей?

$$r_e \geq 1, \quad (7.4)$$



r_e - это длина полосы, проложенной по контуру здания

При условии, если $r_e \geq l_1$ устройство вертикальных заземлителей не требуется.

При обратном условии требуется определение электродов, в данном случае для вертикальных количество электродов определяется:

l_1 l_2 l_3 (7.7)

СТР. 77 ТКП 336-2011 (абзац перед таблицей 7.6) Правомерно ли в качестве молниеприемника использовать металлическую кровлю с толщиной листа 0,8 мм и расположенную на деревянной стропильной системе обработанной огнезащитным составом?

ПРАВОМЕРНО. Случай более подробно изложен в требовании раздела 7.2.1 ТКП 336-2011 (далее - ТКП). Согласно требованиям, минимальная толщина металлического листа молниеприемника должна быть **не менее 0,5 мм** по таблице 7.6 ТКП **при условии, если предотвращение пробоя металлического листа не имеет большого значения или не рассматривается воспламенение** находящихся под ним каких-либо легковоспламеняемых материалов. В случае обработки деревянной стропильной системы огнезащитным составом строительный материал (согласно пожарно-технической классификации по ТКП 45-2.02-142-2011 «Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации») может иметь группы горючести «умеренно воспламеняемый», «трудновоспламеняемый».

- «Не изолированные от защищаемого здания молниеприемники СМЗ можно устанавливать следующим образом:
 - проводники молниеприемника можно размещать на поверхности крыши при условии, что она изготовлена из невоспламеняемого материала;
 - если крыша выполнена из легковоспламеняемого материала,внимание следует уделять расстоянию между проводниками молниеприемника и материалом.....Для других горючих материалов считают достаточным расстояние не менее 0,10 м.»

Современные кровля и кровельные материалы разнообразны. Горючими материалами на кровле могут быть утеплители, гидроизоляция и т.д. При этом их показатели горючести могут быть от Г1 до Г4, РП1..... При выполнении изолированной СМЗ на горючей кровле возможны последствия при эксплуатации молниезащиты: механические повреждения при уборке снега.

Ввиду отсутствия в ТКП 336-3011 конкретики по горючести кровельных материалов, вполне логичен вариант укладки молниеприемной сетки на железобетонную стяжку, поверх которой кладется кровельный материал с пределом распространения пламени РП1 (тудногорючий).

Этот вариант решения вопроса о способе размещения молниеприемной сетки обсуждался 15.03.2012 на круглом столе в Главгосстройэкспертизе и принят как альтернативный приведенным в ТКП способам.

- СТР. 25 СТБ П 62305-2:как определить количество грозовых дней в году?

$$Ng \approx 0,1 \cdot Td, \quad (A.1)$$

где Td – количество грозовых дней в году (которое можно определяют по карте количества грозовых дней в году).

В республике нет на данный момент времени инструментальной базы, согласно которой возможно, в том числе порегионально, назвать количество грозодней. Справочники, действующие с 1956 года, и которыми Гидрометеоцентр пользуется, также фиксируют только грозочасы. Обозначение Td – вероятный дословный перевод с английского языка, в котором вместо грозодней скорее всего должны быть грозочасы. С отменой РД и глав ПУЭ целесообразно брать 40-60 часов ссылаясь на указанные источники, либо принимать равным $Td = 24$ дня (количество указано на сайте Гидрометеоцентра)

- $E = 1 - N_c / N_d = 0,9 \dots 0,85 \dots$

- Формула приведена в международном стандарте МЭК 62305 – как экспресс-способ определения уровней молниезащиты. N_c и N_d – показатели нормируемого (допустимого) и фактического опасных событий (ударов молнии в здание).
- В ТКП 336-2011, СТБ П 62305-2 нет сведений ни по формуле, ни по нормируемым значениям ударом молнии, ни по надежности молниезащиты относительно уровней.
- **Использование такого способа не рекомендуется в целях исключения споров и необъективного подхода к определению уровня молниезащиты.**

Стр. 38 СТБ П 62305 Ф. С.4

- В выражении формулы $LB = LV = rp \cdot hz \cdot rf \cdot Lt$, целесообразно подставить Lf (как в формуле С.7). В т. 9 предстандарт для LB и LV используется Lf .
- Приоритетным случаем в выражениях $LB = LV$ (формула С.2) действительно является ущерб Lf . Следовательно, в формуле С.2 **МОЖЕТ БЫТЬ ОПЕЧАТКА**

**РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РИСКОВ ОТ УДАРОВ
МОЛНИИ С ПОМОЩЬЮ ПК**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Главный специалист отдела
исследований в области ЧС
НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси
СКРИПКО Алексей
Николаевич