

МЕТОДИКА ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

Розрахунок ризиків для визначення необхідності блискавкозахисту об'єкту. Блискавка може призвести до пошкодження залежно від характеристик будівлі (споруди), яка має бути захищена. Одними з найважливіших характеристик є: тип конструкції, вміст і застосування, тип послуг та вжиті заходи захисту.

Для практичних застосувань цього оцінювання ризику є корисним розрізняти три головні типи пошкоджень, які можуть виникати унаслідок спалахів блискавки:

D1 – ушкодження живих істот електричним струмом;

D2 – фізичні пошкодження;

D3 – відмова електричних та електронних систем.

Струм блискавки є першоджерелом пошкоджень. Всі джерела будуть відрізнятися між собою лише точкою удару (рис.7.1).

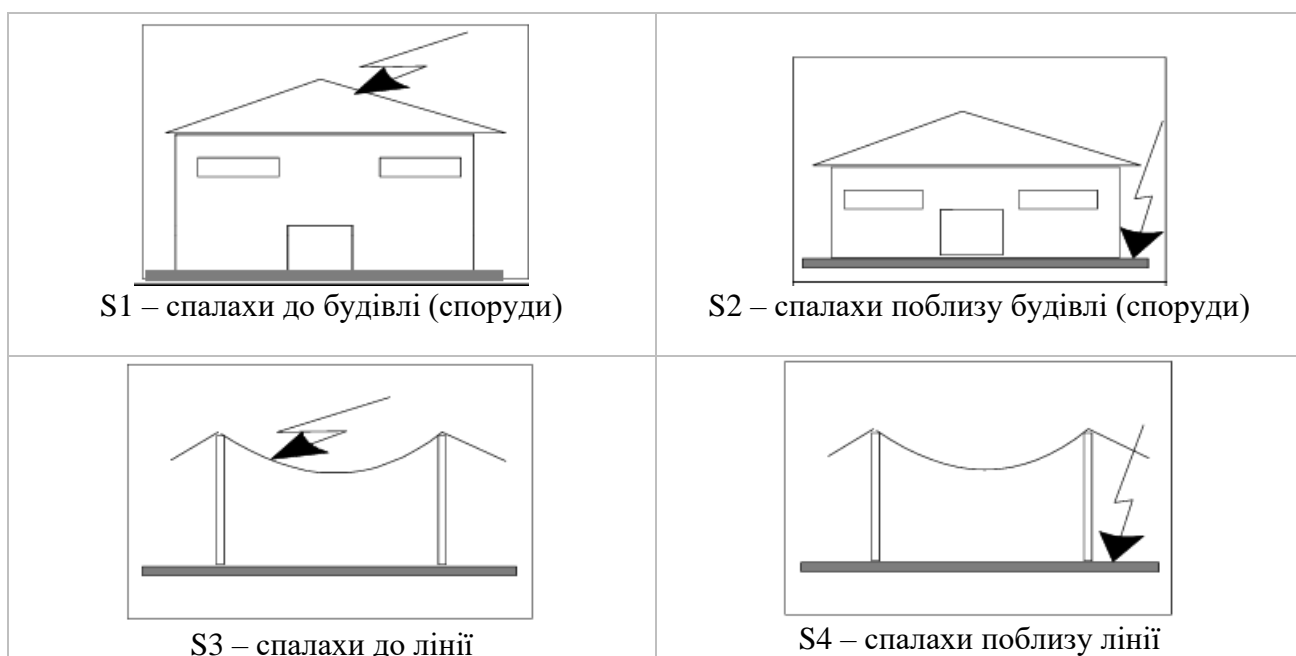


Рисунок 7.1 – Схема точок удару

Кожен тип пошкодження, сам по собі або у поєднанні з іншими, може призвести до різних непрямих втрат у будівлі (споруді), що має бути захищена. Тип втрат, які можуть виникнути, залежить від характеристик будівлі (споруди) та її вмісту. Існують наступні види втрат **□**:

L1 – втрата людського життя (з каліцтвом включно);

L2 – втрата можливості надання громадських послуг;

L3 – втрата культурної спадщини

L4 – втрата економічної цінності (будівля (споруда), її вміст та втрата активності).

Розрахунок ризиків для визначення необхідності блискавкозахисту виконується згідно вимог ДСТУ EN 62305-2:2012.

Ризик, R , являє собою відносне значення ймовірних середньорічних втрат. Для кожного типу втрат, які можуть виникнути у будівлі (споруді), буде відповідати певний вид ризику, який має бути оцінений.

Для промислових будівель будуть характерні два типу втрата людського життя ($L1$) та економічні втрати ($L4$). При цьому, економічний розрахунок не є обов'язковим.

Для проведення розрахунків ризиків необхідно попередньо заповнити таблицю з вихідними даним, табл. 7.1. Для заповнення таблиці необхідно орієнтуватися на вимоги ДСТУ EN 62305-2:2012 та завданням до курсового проекту.

Таблиця 7.1 – Перелік даних для розрахунку

№ п/п	Параметр	Величина/одиниці вимірювання
1	R_T – допустимий ризик	$R_{T1} = 1 \cdot 10^{-5}$
2	N_G – кількість ударів блискавки на 1 км^2 в рік	
3	L – загальна довжина цеху, м	
4	W – загальна ширина цеху, м	
5	H – висота будівлі, м	
6	L_L – довжина ліній електро- (теле-) комунікацій, м	
7	C_D – фактор впливу місця розташування	
8	C_I – тип прокладання комунікації (повітряне, підземне)	
9	C_T – тип лінії комунікації	
10	C_E – фактор впливу навколишнього середовища $R_{T.A}$ – ймовірність зниження R_A в залежності від застосованих заходів захисту від ураження електричним струмом.	
11	R_B – ймовірність фізичного пошкодження будівлі (наявність системи захисту від блискавки (LPS))	
12	R_{SPD} – ймовірність пошкодження внутрішніх систем або системі енергопостачання при наявності встановлених пристроїв блискавкозахисту від перенапруги	
13	C_{LD} – коефіцієнт, що залежить від властивості екранування, заземлення та ізоляції комунікацій від удару блискавки	
14	C_{LI} – коефіцієнт, що характеризує особливості екранування, заземлення та ізоляції комунікацій від ударів блискавки	
15	K_{S1} – фактор, що відноситься до ефективності екранування будівлі	
16	K_{S2} – фактор, що відноситься ефективності блискавкозахисту за допомогою екранів всередині будівлі	

17	K_{S3} – фактор, що відноситься до характеристик внутрішньої проводки	
18	K_{S4} – фактор, що відноситься імпульсної витримуваної напруги $K_{S4}=1/U_W$	
19	U_W – номінальна імпульсна витримувана напруга системи, встановлена виробником для обладнання або його частини, що характеризує зазначену здатність його ізоляції витримувати перенапруження	
20	P_{TU} – ймовірність нанесення шкоди живим створінням від удару в лінії комунікації	
21	P_{EB} – ймовірність, що характеризує зрівнювання потенціалів і знижує значення P_I і P_V	
22	P_{LD} – ймовірність пошкодження внутрішніх систем	
23	P_{LI} – ймовірність пошкодження внутрішніх систем (удари блискавки поблизу приєднаної системи енергопостачання)	
24	L_T – (для L1) збиток, що виникає через пошкодження контактним і кроковим напругою (залежить від призначення будівлі)	
25	L_F – (для L1) шкода будівлі, що виникає в результаті фізичного пошкодження (залежить від призначення будівлі)	
26	L_D – (для L1) шкода будівлі, що виникає в результаті пошкодження внутрішніх систем (залежить від призначення будівлі)	
27	r_T – фактор зменшення, що залежить від типу поверхні підлоги	
28	r_P – фактор зменшення шкоди, що залежить від прийнятих протипожежних заходів	
29	r_F – фактор зменшення шкоди, що залежить від небезпеки загорання	
30	h_Z – фактор зменшення збитку, що враховується при наявності особливої небезпеки	
31	L_T – (для L4) збиток, що виникає через пошкодження контактним і кроковим напругою	
32	L_F – (для L4) шкода будівлі, що виникає в результаті фізичного пошкодження	
33	L_D – (для L4) шкода будівлі, що виникає в результаті пошкодження внутрішніх	
34	n_t – загальна кількість людей	
35	t_z – час перебування людей у зоні, год/рік	

Увага: в курсовому проєкті проводимо оцінку лише ризику втрати людського життя.

Ризик втрати людського життя R_I оцінюється за наступною формулою:

$$R_I = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z \quad (7.1)$$

де R_A – компонент ризику нанесення шкоди живим істотам внаслідок ураження електричним струмом (D1);

R_B – компонент ризику фізичного пошкодження будівлі (D2).

R_C – компонент, пов'язаний зі збоєм внутрішніх систем (D3).

Компонент ризику нанесення шкоди живим істотам внаслідок ураження електричним струмом визначається за формулою:

$$R_A = N_D \cdot P_A \cdot L_A \quad (7.2)$$

де N_D – кількість небезпечних випадків, що виникають в результаті ударів блискавки в будинок (п.2.4, ДСТУ EN 62305-2:2012);

P_A – значення імовірності того, що удар блискавки в будинок стане причиною ураження людей електричним струмом через небезпеку контакту і крокової напруги (п. В.2 ДСТУ EN 62305-2:2012);

L_A – збиток пов'язаний з ураженням людей.

Кількість небезпечних випадків, що виникають в результаті ударів блискавки в будинок визначається за формулою:

$$N_D = N_G \cdot A_D \cdot C_D \cdot 10^{-6} \quad (7.3)$$

де N_G – густина спалахів блискавки до землі, $1/\text{км}^2 \cdot \text{рік}$ (п.А.1 ДСТУ EN 62305-2:2012);

A_D – площа збирання будівлі, споруди (п. А.2 ДСТУ EN 62305-2:2012), м^2 .

C_D – коефіцієнт розміщення будівлі (споруди), табл. А.1 ДСТУ EN 62305-2:2012.

Значення імовірності того, що удар блискавки в будинок стане причиною ураження людей електричним струмом через небезпеку контакту і крокової напруги:

$$P_A = P_{T.A} \cdot P_B \quad (7.4)$$

де $P_{T.A}$ – ймовірність зниження P_A в залежності від застосованих заходів захисту від ураження електричним струмом;

P_B – ймовірність того, що спалах до будівлі (споруди) призведе до фізичних пошкоджень (п. В.3 ДСТУ EN 62305-2:2012).

Збиток пов'язаний з ураженням людей визначається за формулою:

$$L_A = L_U = r_t \cdot L_T \cdot (n_Z / n_t) \cdot (t_Z / 8760) \quad (7.5)$$

де r_t – знижувальний коефіцієнт втрат людського життя залежно від типу ґрунту або підлоги (табл. С.3 ДСТУ EN 62305-2:2012);

L_T – втрата, що виникає через пошкодження контактним і кроковим напругою (п. С.2 ДСТУ EN 62305-2:2012);

n_t – загальна кількість людей, чол.;

n_Z – кількість людей у зоні, чол.;

t_Z – час перебування людей у зоні, год/рік.

Компонент ризику фізичного пошкодження будівлі розраховується за формулою:

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B \quad (7.6)$$

де L_B – втрата людського життя, число жертв, осіб;

$$L_B = L_V = r_p \cdot r_f \cdot h_z \cdot L_F \cdot (n_Z / n_t) \cdot (t_Z / 8760) \quad (7.7)$$

де L_F – типовий середній відсоток людей, які постраждали внаслідок фізичного пошкодження через одну небезпечну подію (табл.С.2 ДСТУ EN 62305-2:2012);

r_f – знижувальний коефіцієнт втрат людського життя внаслідок фізичного пошкодження залежно від ризику пожежі або від ризику вибуху будівлі (споруди), табл.5 ДСТУ EN 62305-2:2012;

h_z – збільшувальний коефіцієнт втрат людського життя внаслідок фізичного пошкодження за наявності особливих небезпек (табл. С.6 ДСТУ EN 62305-2:2012);

r_p – знижувальний коефіцієнт втрат людського життя внаслідок фізичного пошкодження залежно від заходів, яких було ужито для зменшення наслідків пожежі (табл. С.4 ДСТУ EN 62305-2:2012).

Компонент, пов'язаний зі збоєм внутрішніх систем R_C розраховується за формулою:

$$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_C \quad (7.8)$$

де P_C – ймовірність того, що спалах до будівлі (споруди) призведе до збою внутрішніх систем (п. В.4 ДСТУ EN 62305-2:2012).

L_C – втрати внаслідок збою внутрішніх систем.

$$L_C = L_M = L_w = L_z = L_0 \cdot (n_Z / n_t) \cdot (t_Z / 8760), \quad (7.9)$$

де L_0 – типовий середній відсоток людей, які постраждали внаслідок відмови внутрішніх систем ()через одну небезпечну подію (табл.С.2 ДСТУ EN 62305-2:2012).

Компонент, пов'язаний зі збоєм внутрішніх систем при спалаху поблизу будівлі (споруди):

$$R_M = N_M \cdot P_M \cdot L_M, \quad (7.10)$$

де N_M – середньорічне число небезпечних подій внаслідок спалахів (п.А.3 ДСТУ EN 62305-2:2012);

P_M – ймовірність того, що спалах поблизу будівлі (споруди) призведе до пошкодження внутрішніх систем (п.В.5 ДСТУ EN 62305-2:2012);

L_M – втрати внаслідок збою внутрішніх систем, формула 7.9.

Компонент ризику за спалахів до лінії, приєднаної до будівлі (споруди), пов'язаний із загрозою для живих істот від ураження електричним струмом (D1) розраховується за формулою:

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_U \cdot L_U, \quad (7.11)$$

де N_L – середньорічне число небезпечних подій внаслідок спалахів до лінії, приєднаної до будівлі (споруди), п. А.4 ДСТУ EN 62305-2:2012;

N_{DJ} – середньорічне число небезпечних подій внаслідок спалахів до сусідньої будівлі (споруди) (див. рис.А.5 та п. А 2 ДСТУ EN 62305-2:2012);

P_U – ймовірність того, що спалах до лінії призведе до ураження живих істот електричним струмом, п. В.6 ДСТУ EN 62305-2:2012;

L_U – втрата внаслідок ураження живих істот електричним струмом (формула 7.5).

Компонент ризику за спалахів до лінії, приєднаної до будівлі (споруди), пов'язаний із фізичним пошкодженням (D2) розраховується за формулою:

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_V \cdot L_V, \quad (7.12)$$

де P_V – ймовірність того, що спалах до лінії призведе до фізичних пошкоджень, п. В.7 ДСТУ EN 62305-2:2012;

L_V – втрата внаслідок фізичних пошкоджень (формула 7.7).

Компонент ризику за спалахів до лінії, приєднаної до будівлі (споруди), пов'язаний зі збоєм внутрішніх систем (D3) розраховується за формулою:

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_W \cdot L_W, \quad (7.13)$$

де P_W – ймовірність того, що спалах до лінії призведе до збою внутрішніх систем, п. В.7 ДСТУ EN 62305-2:2012;

L_W – втрата внаслідок збою внутрішніх систем (формула 7.9).

Зверніть увагу:

- якщо лінії мають понад одну ланку, значення R_U , R_V та R_W є сумою значень R_U , R_V та R_W , які стосуються до кожної з ланок цієї лінії. Розглядаються ланки, розташовані між будівлею (спорудою) та першим вузлом.

- у випадку будівлі (споруди) з понад однією приєднаною лінією, які прокладено різними трасами, розрахунок належить виконати для кожної лінії;

- у випадку будівлі (споруди) з понад однією приєднаною лінією, які прокладено однією трасою, розрахунок належить виконати лише для лінії з

найгіршими характеристиками, тобто лінії з найвищими значеннями N_L та N_I , приєднаної до внутрішньої системи з найменшим значенням U_W (лінії телекомунікації порівняно з лінією електропостачання, неекранованої лінії порівняно з екранованою лінією, лінії НН порівняно з лінією ВН з ВН/НН трансформатором і т. ін.).

Компонент ризику за спалахів поблизу ліній, приєднаних до будівлі (споруди), пов'язаний зі збоєм внутрішніх систем (D3):

$$R_Z = N_I \cdot P_Z \cdot L_Z \quad (7.14)$$

де N_I – середньорічне число небезпечних подій внаслідок спалахів поблизу лінії, приєднаної до будівлі (споруди), п. А.5 ДСТУ EN 62305-2:2012;

P_Z – ймовірність того, що спалах поблизу лінії призведе до збою внутрішніх систем, п. В.7 ДСТУ EN 62305-2:2012;

L_Z – втрата внаслідок збою внутрішніх систем (формула 7.9).

Якщо лінія має понад одну ланку, значення R_Z є сумою компонентів R_Z , які стосуються кожної з ланок лінії. Розглядаються ланки, розташовані між будівлею (спорудою) та першим вузлом.

Далі необхідно провести підсумкову перевірку, порівнюючи отримане значення R_1 з прийнятним ризиком R_T ($1 \cdot 10^{-5}$) за наступним виразом:

$$R_1 < R_T, \quad (7.15)$$

Якщо не виконується умова, безпосередній ризик життю людей від удару блискавки перевищує допустимий, то для будівлі необхідно влаштовувати заходи захисту від удару блискавки.

Розрахунок ризику травмування чи загибелі людей при наявності систем захисту. Оскільки значення ризику R_1 (який розрахований при умові, що будівля не захищена LPS) перевищує значення допустимого ризику R_T , необхідно зменшити значення ризиків. Для зменшення ризиків необхідно передбачити заходи захисту (окремо або декілька разом), такі як:

- влаштування LPS;
- влаштування пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (ПЗП);
- ізолювання доземних провідників LPS чи інші;
- влаштування протипожежних систем.

Для виконання курсового проєкту здобувачам рекомендується обрати клас LPS, зробити розрахунок ризику травмування чи загибелі людей при наявності систем захисту, визначити межі зони блискавкозахисту. Але за бажанням здобувача в якості заходу захисту можна обрати протипожежні системи з наступним їх розрахунком та оцінкою ризиків.

Якщо після повторної оцінки ризиків (з врахуванням передбачених заходів захисту) отримане значення ризиків все одно перевищує прийняте, потрібно передбачити жорсткіші заходи захисту, наприклад збільшити рівень блискавкозахисту та/або передбачити влаштування ПЗПів, якщо їх не було враховано в попередній оцінці ризиків. Збільшувати заходи захисту потрібно

до тих пір, поки після чергової оцінки ризиків їх значення буде меншим від прийнятого.

Клас LPS визначають за характеристиками захищеної будівлі (споруди) та відповідним рівнем блискавкозахисту. Чотири класи LPS (від I до IV, табл. 7.2) визначаються відповідно до рівнів захисту від блискавки, визначених в EN 62305-1.

Таблиця 7.2 – Співвідношення між рівнями блискавкозахисту (LPL) та класом LPS

LPL	Клас LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Для проектування системи блискавкозахисту необхідно користуватися такими нормативними документами, як: ДСТУ EN 62305-1, ДСТУ EN 62305-2, ДСТУ EN 62305-3.