

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

До виконання курсового проекту

Техніка високих напруг

Галузь знань G3 «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G3(147) – Електрична інженерія

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
"Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами"

КИЇВ 2026

УДК 621.316.925:621.311

У курсовому проекті **Розрахунок блискавкозахисту будівлі** з дисципліни «Техніка високих напруг» розглянуто основи будови та основні вимоги до блискозахистних споруд агротехнічних комплексів, промислових підприємств та приватних будівель, Представлені методичні вказівки призначені для підвищення ефективності практичної підготовки та обізнаності студентів денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр» зі спеціальності 141 «G3» «Електрична інженерія» при вивченні і виконанні курсового проекту з дисципліни «Техніка високих напруг».

Методичні вказівки написані лаконічно і грамотно. Викладений теоретичний матеріал охоплює мету курсового проекту, основні теоретичні положення та порядок виконання і оформлення роботи. Для перевірки теоретичного матеріалу, в кінці кожної роботи приведені контрольні питання, які дозволяють перевірити теоретичні знання студентів. Наведений у методичних вказівках теоретичний матеріал охоплює питання організації та розрахунку блискозахистної споруди, що є частиною курсу «Техніка високих напруг», що у повній мірі відповідає вимогам щодо підготовки студентів зі спеціальності 141 «G3 Електрична інженерія».

Укладачі: В.Є Кривоносов, О.А. Босенко

Рецензенти:

Рецензенти: к.т.н., доцент О. Ю. Синявський гарант освітньої програми

к.т.н., доцент Макаревич С.С. гарант освітньої програми

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Техніка високих напруг

Відповідальний за випуск професор В. Є. Кривоносов

Підписано до друку Формат 60x84 1/16.

Ум. друк. арк. Обл.-вид. арк.

Наклад пр. Зам. №

Київ: НУБіП України. 2026.

Курсовий проект

Розрахунок блискавкозахисту будівлі

Мета роботи: Сформувати вміння виконувати повний інженерний розрахунок блискавкозахисту (БЗ) будівлі відповідно до чинних стандартів (ІЕС/ДСТУ EN 62305, частини 1–4): оцінити ризики, обґрунтувати необхідний рівень БЗ, вибрати та спроектувати зовнішню і внутрішню системи БЗ, а також перевірити електробезпекові та суміснісні вимоги.

Примітка. Усі числові довідкові значення (коефіцієнти, критерії прийнятності, таблиці) беріть безпосередньо зі стандартів ІЕС/ДСТУ EN 62305 (останні редакції). У звіті завжди посилайтесь на конкретні пункти/таблиці/додатки.

Блискавка - це гігантський іскровий розряд в електричному полі атмосфери. Розвиток блискавки визначається складним комплексом фізичних процесів. Протягом багатьох століть блискавка привертала до себе увагу вчених, а з часів Франкліна і Ломоносова стала предметом експериментального вивчення. На сьогодні накопичений великий експериментальний матеріал і створені теоретичні представлення про процеси розвитку блискавки. На їх основі розроблені основні принципи блискавкозахисту.

Загальні відомості про блискавку.

Блискавка - це електричний розряд довжиною декілька кілометрів, що розвивається між грозовою хмарою і землею або якою-небудь наземною спорудою.

Для блискавкозахисту цікаві тільки **лінійні блискавки**. Екзотичне явище – кульова блискавка - виникає дуже рідко і не може бути причиною систематичних аварій. Лінійні блискавки розвиваються між хмарою і землею, а також між окремими хмарами і усередині хмари. Більш докладно вивчені розряди між хмарою і землею, що є основною причиною ушкодження наземних споруд.

Розряд блискавки починається з розвитку лідера – слабкосвітнього каналу зі струмом у декілька сотень ампер. За напрямком руху лідера - від хмари униз або від наземної споруди нагору – блискавки розділяються на **спадні і висхідні**. Спадні блискавки виникають у грозових хмарах і розвиваються в напрямку до землі. Висхідні блискавки збуджуються у вершин заземлених споруд і розвиваються в напрямку до хмари. Тип блискавки визначається за напрямком розгалужень на фотографіях блискавки.

Про існування висхідних блискавок, що уражають висотні об'єкти, довідалися тільки після початку систематичних досліджень блискавки на Останкінській телевежі, де улаштована лабораторія з дослідження блискавки.

Полярність блискавки прийнято визначати за знаком заряду, що переноситься від хмари на землю по її каналу. Більшість блискавок (90%), незалежно від їх типу, переносять на землю негативний заряд. Тому найбільш повно вивчена спадна негативна блискавка.

Спадна негативна блискавка має декілька компонент. У кожній компоненті виділяють три основні стадії:

1. Лідерна – триває мілісекунди. Відбувається пробій проміжку хмара-земля за рахунок поступового проростання провідного високотемпературного каналу лідера, що несе струм у сотні ампер і потенціал у десятки мегавольт. По довжині каналу лідера розподілений електричний заряд величиною до декількох кулон. Лідер спадної блискавки виникає під дією процесів у грозовій хмарі, і його поява не залежить від наявності на поверхні землі яких-небудь споруд. За мірою просування лідера до землі з наземних об'єктів можуть збуджуватися спрямовані до хмари зустрічні лідери. Зіткнення одного з них зі спадним лідером (чи торкання останнього поверхні землі) визначає місце удару блискавки в землю або об'єкт.

2. Головна – виникає при замиканні на землю каналу спадного лідера. При цьому збуджується перехідний процес, що розряджає лідер. Головна стадія супроводжується дуже різким збільшенням яскравості світіння каналу, могутнім звуковим ефектом (громом). Пікове значення струму може досягати значення 100кА. Дана стадія становить найбільшу небезпеку.

3. Фінальна – як правило, за першим імпульсом спостерігаються наступні - з меншими амплітудами і довжиною фронту (у середньому 0,6 мкс і 12 кА).

Загальна тривалість блискавки становить від 0,2 с до 1-1,5с. Заряд всієї блискавки коливається від одиниць до сотень кулон.

Накопичені фактичні дані про параметри спадних блискавок не дозволяють судити про їх різницю в різних географічних регіонах. Тому для всієї території України їх імовірнісні характеристики прийняті однаковими.

Висхідні негативні блискавки розвиваються з високих заземлених споруд. На рівнинній місцевості висхідні блискавки уражають об'єкти висотою більше 150 м, а в гірських районах збуджуються з гострих елементів рельєфу і споруд меншої висоти і тому спостерігаються частіше.

Позитивна блискавка – досить рідке явище і вивчене слабкіше. Позитивна блискавка, як правило, однокомпонентна, але заряд, що переноситься нею, може бути значно більшим, ніж заряд, що переноситься багатоконпонентною негативною блискавкою.

Дослідження блискавки зв'язані з великими труднощами.

Установлено, що зрілі грозові хмари мають біполярну структуру розподілу зарядів. Верхня частина хмари несе надлишковий позитивний заряд, а нижня негативний. При такому розподілі зарядів утворюються негативні блискавки. Значно рідше спостерігаються негативно поляризовані хмари, верхня частина яких несе надлишковий негативний заряд.

За сучасними представленнями заряд хмари локалізований на окремих чисельних гідрометеорах (градини, краплі, сніжинки). Процес заряджання гідрометеорів зв'язують з їх переходами в різні агрегатні стани, зіткненням, дробленням і злиттям гідрометеорів. Поділ гідрометеорів із зарядами різних знаків відбувається в результаті їхніх різних аерогідродинамічних характеристик, за рахунок механічних сил могутніх спадних повітряних потоків у гравітаційному полі Землі. У результаті в різних частинах хмари накопичуються заряди протилежних знаків, і між цими частинами виникає електричне поле, що підсилює процес заряджання хмари.

Статистичні дані про грозову діяльність збиралися в Радянському Союзі з 1936 року за даними метеорологічних станцій. Складено карти середньої за рік тривалості гроз для території СНД. Тривалість гроз фіксується за громом на початку і кінці грози (рис.1).

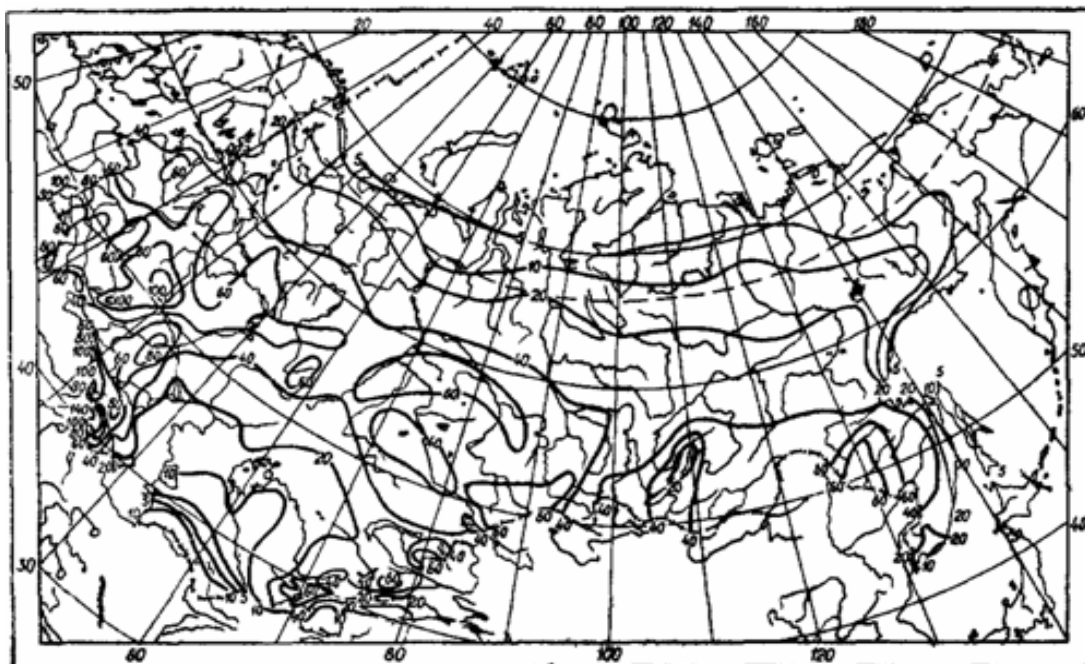


Рис.1. - Карта середньої за рік тривалості гроз.

Основною характеристикою грозової діяльності є **щільність ударів спадних блискавок на одиницю земної поверхні**. Щільність ударів блискавки в землю сильно коливається по регіонах земної кулі. Є тенденція до зростання щільності ударів блискавки в землю від полюсів до екватора. Щільність ударів блискавки різко скорочується в пустелях і зростає в регіонах з інтенсивними процесами випару (тропіки), де досягає значення $20 \div 30$ розрядів на 1 км^2 землі в рік. Особливо великий вплив рельєфу в гірській місцевості, де грозові фронти переважно поширюються по вузьких коридорах, і можливі різкі коливання щільності розрядів блискавки в землю.

При підрахунку числа поразок спадними блискавками використовуються наступні припущення:

- висотний об'єкт приймає на себе розряди, що у його відсутності вразили б поверхню землі визначеної площі (так звану "поверхню стягування");
- поверхня стягування має форму кола для зосередженого об'єкта (вертикальні труби або вежі) і форму прямокутника для протяжного об'єкта;

- число уражень об'єкта дорівнює добутку площі стягування на щільність розрядів блискавки в місці його розташування.

Для зосередженого об'єкта:

$$N = \pi \cdot R_0^2 \cdot n,$$

де R_0 - радіус стягування;

n – середньорічне число ударів блискавки в 1 км² земної поверхні в місці знаходження будинку або споруди.

За багаторічними статистичними даними приблизно визначений зв'язок радіуса стягування R_0 і висоти h об'єкта:

$$R_0 \approx 3 \cdot h$$

Тоді одержуємо формулу для підрахунку очікуваної кількості N уражень блискавкою в рік:

$$N = 9 \cdot \pi \cdot h^2 \cdot n \cdot 10^{-6}, \text{ рік.} \quad (1)$$

Аналогічно для протяжного об'єкта використовується напівемпірична формула:

$$N = \left[(S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2 \right] \cdot n \cdot 10^{-6}, \text{ 1/рік,} \quad (2)$$

де S і L – відповідно ширина і довжина будинку або споруди, м.

Дані напівемпіричні формули введені ще в 30-ті роки.

Середньорічне число ударів блискавки в 1 км² земної поверхні n у місці перебування будинку або споруди визначається, виходячи із середньорічної тривалості гроз у годинах за таблицею 1.

Таблиця 1 - Середньорічне число ударів блискавки в 1 км² земної поверхні

Середньорічна тривалість гроз, години	Питома щільність ударів
	блискавки в землю n , $\frac{1}{\text{км}^2 \cdot \text{рік}}$
10-20	1
20-40	2
40-60	4

60-80	5,5
80-100	7
більше 100	8,5

Пожежна небезпека блискавки. Виділяють прямий удар блискавки, її вторинні прояви і занос високого потенціалу.

Прямий удар блискавки – безпосередній контакт каналу блискавки з будинком чи спорудженням, що супроводжується протіканням через нього струму блискавки.

Небезпека прямого удару блискавки полягає в контакті горючого середовища з каналом блискавки, температура в якому досягає 20000°C при часі дії близько 100 мкс. Від прямого удару блискавки спалахують всі горючі суміші.

Прямий удар блискавки викликає наступні впливи на об'єкт: електричні, термічні, механічні.

Електричні. Зв'язані з ураженням людей або тварин електричним струмом і появою перенапруг на уражених елементах. За відсутності блискавкозахисту шляхи розтікання струму блискавки неконтрольовані й її удар може створити небезпеку ураження струмом, небезпечні напруги кроку і дотику й інш.

Термічні. Зв'язані з різким виділенням теплоти при прямому контакті каналу блискавки з вмістом об'єкта і при протіканні через об'єкт струму блискавки. Енергія, що виділяється в каналі блискавки, перевищує 5,5 Дж (у розрахунку на опір 1 Ом), що на кілька порядків перевищує мінімальну енергію запалювання більшості газо-, паро-, пилоповітряних сумішей. Тому контакт із каналом блискавки створює небезпеку запалення. Є імовірність проплавлення корпусів установок. При протіканні струму блискавки по тонких провідниках створюється небезпека їх розплавлення і розриву (відбувається пропалювання і розплавлювання сталевих пластин товщиною до 4 мм; при протіканні струму блискавки по металевих конструкціях може відбуватися їх розплавлення при товщині перетину сталі менше 16 мм^2).

Механічні. Обумовлені ударною хвилею, що поширюється від каналу блискавки, і електродинамічними силами, що діють на провідники зі струмами

блискавки. Цей вплив може викликати розщеплення деревини, утворення тріщин у бетоні й інш. Якщо між ураженою ділянкою і землею немає струмопровідних шляхів, то відбувається пробій цього об'єкта на шляху меншого електричного опору. Цей шлях – капіляри, заповнені вологою. При розряді вода випаровується практично миттєво, збільшуючись при цьому в об'ємі в десятки разів. Відбувається вибухове руйнування об'єкта.

Вторинні прояви блискавки – наведення потенціалів на металевих елементах конструкції, устаткування, у незамкнених металевих контурах, що викликане близькими розрядами блискавки і створює небезпеку іскріння усередині об'єкта, що захищається.

Вторинні прояви блискавки зв'язані з дією на об'єкт електромагнітного поля близьких розрядів. Звичайно це поле розглядають у виді двох складових: електростатичної та електромагнітної індукції.

Електростатична індукція – обумовлена переміщенням зарядів у лідері і каналі блискавки. Електростатичний індукційний вплив виявляється у виді перенапруг, що виникають на металевих конструкціях об'єкта і залежать від струму блискавки, відстані до місця удару, опору заземлення.

За відсутності належного заземлення перенапруга може досягати сотень кіловольт і створювати небезпеку ураження людей і виникнення іскор між окремими частинами об'єкта.

Електромагнітна індукція – обумовлена зміною струму блискавки в часі. Електромагнітна індукція зв'язана з утворенням у металевих контурах ЕРС, пропорційної швидкості зміни струму блискавки, і площі, охопленої контуром. Протяжні комунікації в сучасних виробничих будинках можуть утворювати контури, що охоплюють велику площу, у яких можливе наведення ЕРС у кілька десятків кіловольт. У місцях зближення протяжних металевих конструкцій, у розривах незамкнених контурів створюється небезпека перекриттів і іскрін з можливим розсіюванням енергії близько десятків частот Джоуля.

Занос високого потенціалу – перенесення в будинок, що захищається, по протяжних металевих комунікаціях (підземних і наземних (надземних))

трубопроводах, кабелях тощо) електричних потенціалів, що виникають при прямих і близьких ударах блискавки й іскріння, що створюють небезпеку усередині об'єкта, що захищається. Являє собою перенапругу, що виникає на комунікаціях при прямих і близьких ударах блискавки і набігає на об'єкт, поширюється у виді хвилі. Небезпека створюється за рахунок можливих перекриттів з комунікаціями на заземлені частини об'єкта. Підземні комунікації також становлять небезпеку, тому що можуть прийняти на себе частину струмів блискавки, що розтікаються в землі, і занести їх в об'єкт.

Розрахунок блискавкозахисту. Блискавкозахист - це комплекс захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, збереження будинків і споруджень, устаткування і матеріалів від можливих вибухів, руйнувань і пожеж, що виникають від удару блискавки, а в будинках сільськогосподарських підприємств - також для забезпечення безпеки тварин і птахів.

Блискавковідвід – пристрій, що сприймає удар блискавки і відводить її струм у землю. Блискавковідвід забезпечує захист від прямих ударів блискавки. Захисна дія блискавковідводу заснована на властивості блискавки уражати найбільш високі і добре заземлені металеві спорудження. У загальному випадку блискавковідвід складається з опори, блискавкоприймача, безпосередньо сприймаючого удар блискавки, струмовідводу, по якому струм блискавки передається в землю, заземлювача, що забезпечує розтікання струму блискавки в землі. У деяких випадках функції опори, блискавкоприймача і струмовідводу об'єднуються (використання труб або ферм).

З'єднання блискавкоприймачів зі струмовідводами і струмовідводів із заземлювачем повинні виконуватися, як правило, зварюванням, а при неприпустимості вогневих робіт дозволяється виконання болтових з'єднань з перехідним опором не більше 0,05 Ом при обов'язковому щорічному контролі останнього перед початком грозового сезону.

Зона захисту блискавковідводу – простір, усередині якого будинок і спорудження захищене від прямих ударів блискавки з надійністю не нижче:

- зона захисту типу А – 99,5%;

- зона захисту типу Б - 95%.

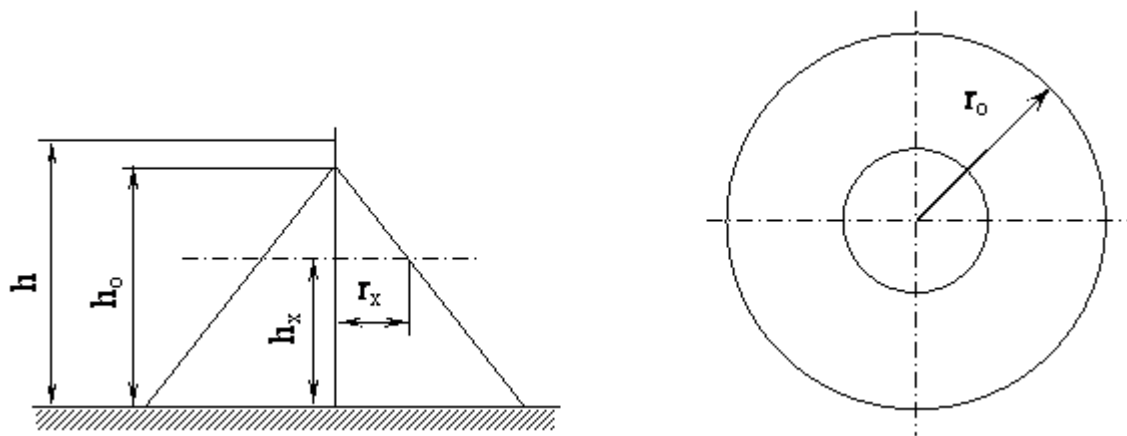


Рис 2 - Зона захисту одиночного стрижневого блискавковідводу.

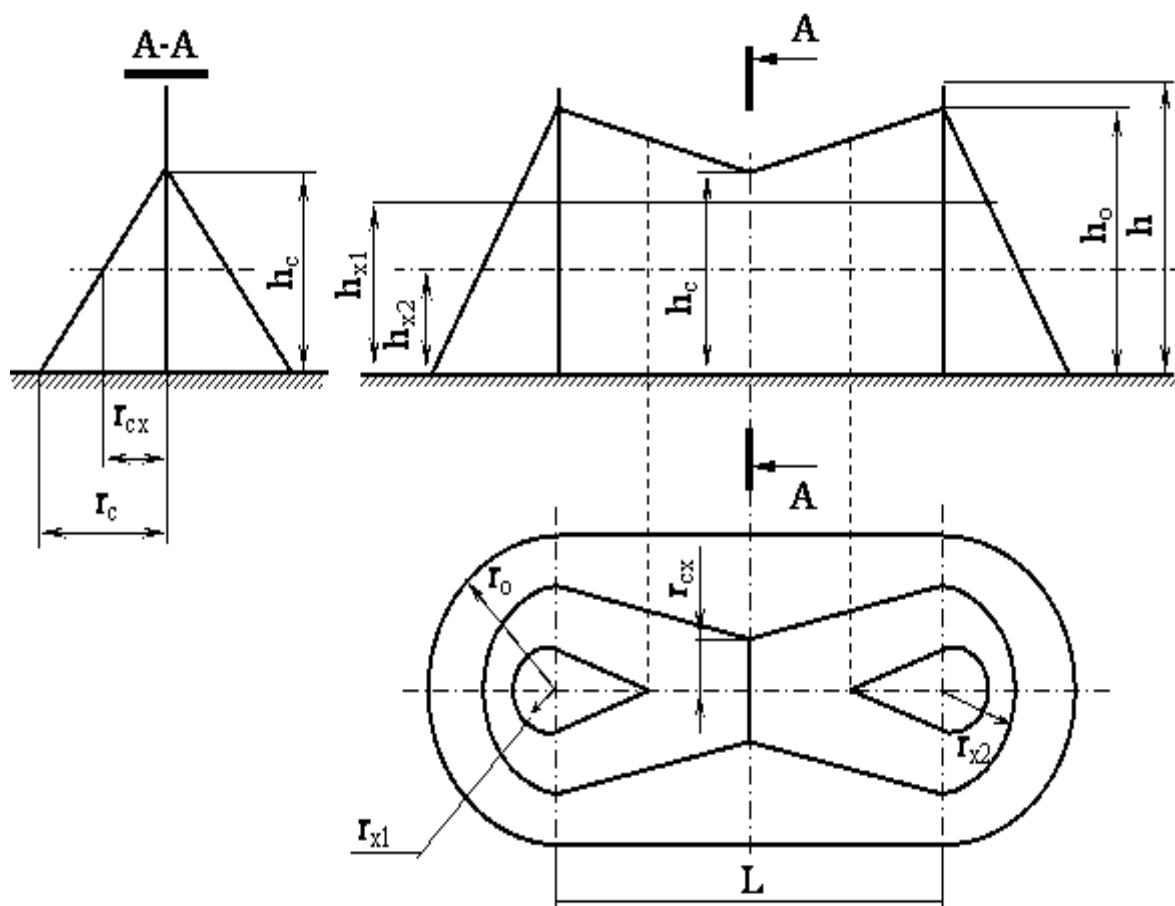


Рис 3 - Зона захисту подвійного стрижневого блискавковідводу.

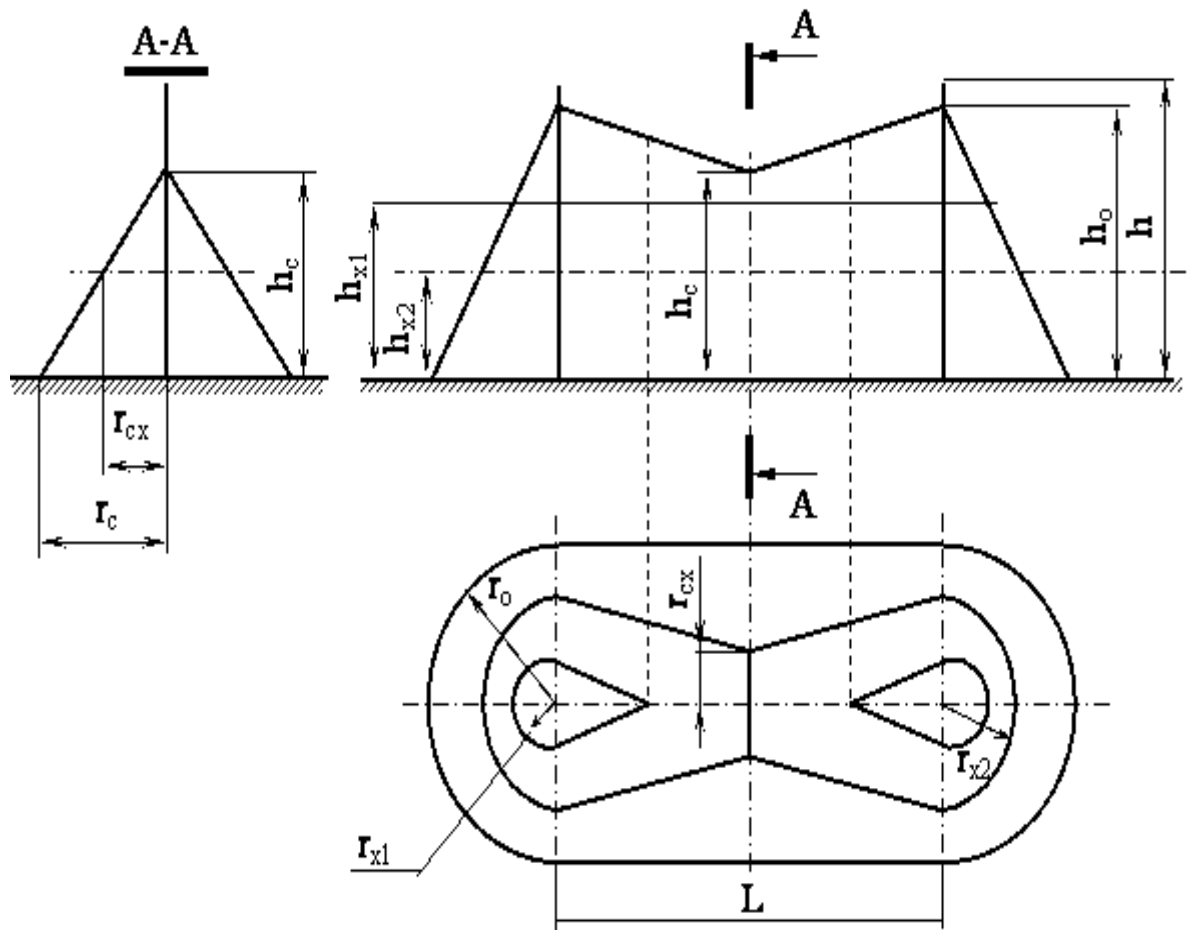


Рис. 4 - Зона захисту одиночного тросового блискавковідводу.

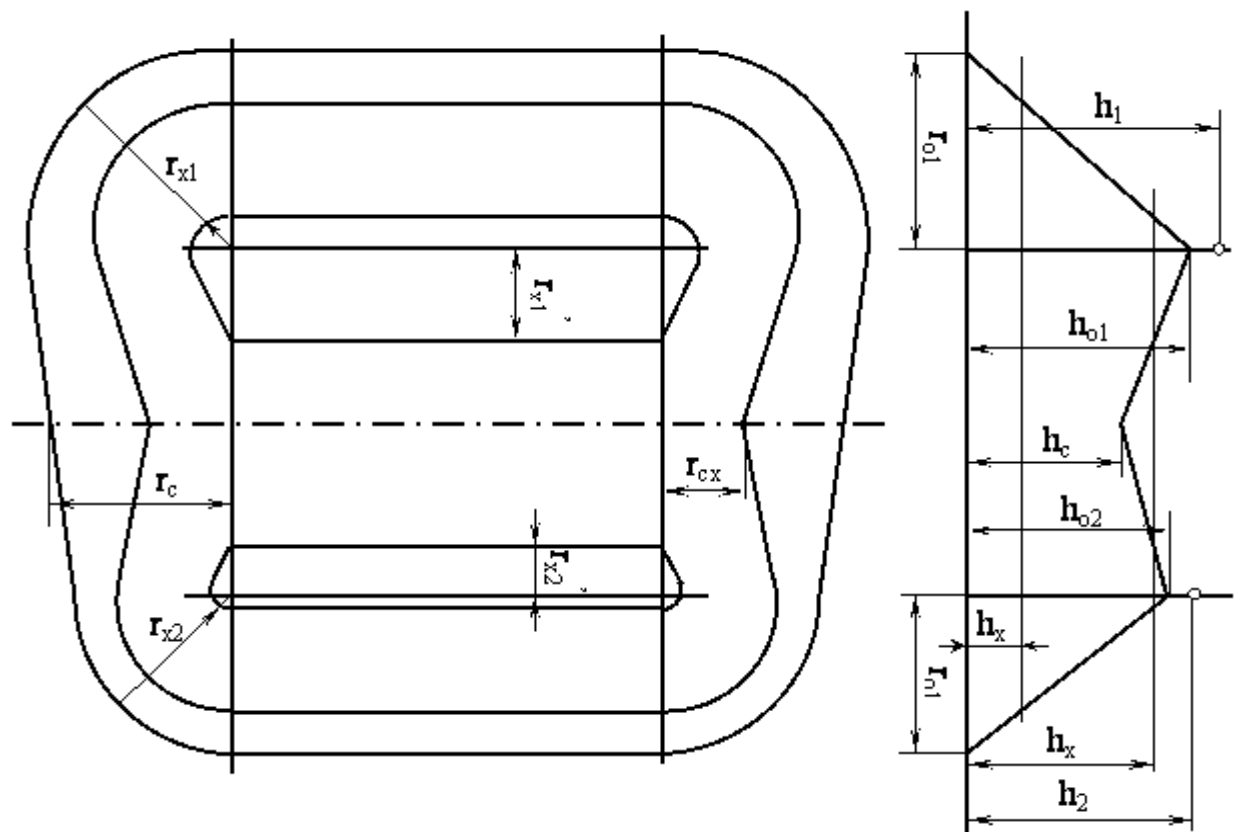


Рис. 5 - Зона захисту подвійного тросового блискавковідводу.

Конструктивно блискавковідводи розділяються за наступними видами:

1) стрижневі (бувають одиночні (рис. 2), подвійні (рис. 13), багаторазові) - з вертикальним розташуванням блискавкоприймача. Стрижневі блискавкоприймачі повинні бути виготовлені зі сталі будь-якої марки перетином не менше 100 мм², довжиною не менше 200 мм і захищені від корозії лудінням, цинкуванням або фарбуванням;

2) тросові (бувають одиночні (рис.4) і подвійні (рис.5)) – з горизонтальним розташуванням блискавкоприймача. Тросові блискавкоприймачі повинні бути виконані зі сталевих багатодротових канатів перетином не менше 35 мм²;

3) сітки – багаторазові горизонтальні блискавкоприймачі, що перетинаються під прямим кутом і укладаються зверху на будинок, що захищається.

Блискавковідвід, що стоїть окремо, – блискавковідвід, опора якого встановлена на землі на деякому видаленні від об'єкта, що захищається.

Одиночний блискавковідвід – одинична конструкція стрижневого або тросового блискавковідводу.

Подвійний (багаторазовий) блискавковідвід – два (або більше) стрижневих або тросових блискавковідводи, що утворюють одну загальну зону захисту.

Заземлювач блискавкозахисту – один або декілька провідників, що знаходяться у зіткненні з землею і призначені для відводу в землю струмів блискавки або обмеження перенапруг, що виникають на металевих корпусах, устаткуванні, комунікаціях при близьких розрядах блискавки. Заземлювачі поділяються на **природні** і **штучні**.

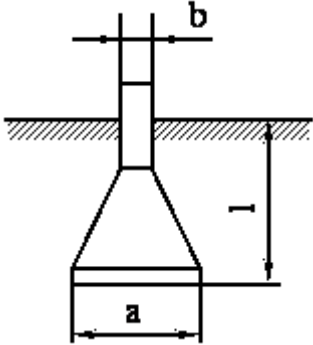
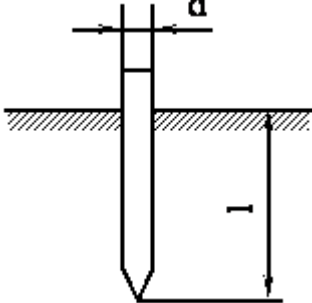
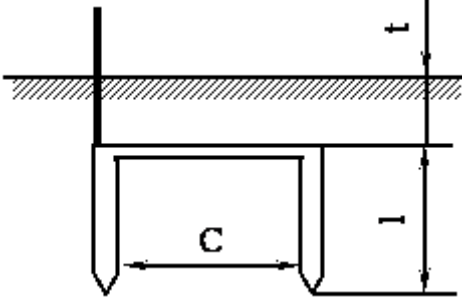
Природні заземлювачі – заглиблені в землю металеві і залізобетонні конструкції будинків і споруджень.

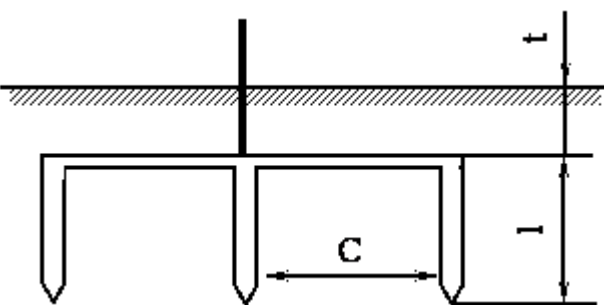
Штучні заземлювачі – спеціально прокладені в землі контури, що складаються з вертикальних і горизонтальних заземлювачів.

Конструкція заземлювача не розраховується, а повинна відповідати вимогам, викладеним у нормативному документі [9]. Опір струму промислової частоти не нормується, а замірюється при введенні заземлювача в експлуатацію. Надалі він вимірюється для блискавкозахисту I і II категорій 1 раз у рік, III категорії - 1 раз у 3 роки перед початком грозового сезону. Замірне значення не повинно перевищувати результати вимірів при введенні в експлуатацію більш ніж у 5 разів.

Конструкції заземлювачів, що рекомендуються, приведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Конструкції заземлювачів, що рекомендуються

Заземлювач	Ескіз	Розміри, м
Залізобетонний підножник	<p>1.</p> 	a 31,8 b 30,4 l 32,2
Залізобетонна паля	<p>2.</p> 	$d=0,25,0,4$ l 35
Сталевий двострижневий: смуга розміром 40'4 мм; стрижні діаметром $d=10,20$ мм	<p>3.</p> 	t 0,5 $l=3,5$ $c=3,5$

<p>Сталевий тристрижневий: смуга розміром 40'4 мм; стрижні діаметром $d=10,20$ мм</p>	<p>4.</p> 	<p>$t^{\text{р}}0,5$ $l=3,5$ $c=5,6$</p>
--	--	---

Враховуючи розмаїтість технологічних процесів, висувати однакові вимоги до блискавкозахисту всіх об'єктів недоцільно. Тому всі будинки і спорудження за блискавкозахистом класифіковані. В основу класифікації будинків і споруджень за ступенем небезпеки і можливістю ураження їх блискавкою покладена імовірність виникнення вибуху або пожежі, а також масштаби можливих руйнувань.

На підставі цього всі будинки і спорудження підрозділяються на **три категорії**, що позначаються **I, II, III** (найбільш небезпечна **I**).

I категорія - виробничі будинки і спорудження з зонами класу 0, 1, 20, 21 по всій території країни. Кожне ураження об'єкта I категорії викликає вибух, створює підвищену небезпеку руйнувань і жертв не тільки для даного об'єкта, але і для розташованих поруч.

До **II категорії** відносяться:

- виробничі будинки і спорудження з зонами класів 2, 22 з середньорічною тривалістю гроз 10 годин і більше на рік;
- зовнішні установки з зонами класу 2 на всій території країни;
- будинки обчислювальних центрів, у тому числі розташованих у міській забудові в місцевостях із середньою тривалістю гроз 20 годин на рік і більше.

Удар блискавки в об'єкт II категорії створює небезпеку вибуху тільки при збігу з технологічною аварією або моментом спрацьовування дихальних і аварійних клапанів.

До **III категорії** відносяться:

- будинки і спорудження з пожежонебезпечними приміщеннями або будівельними конструкціями низької вогнестійкості;

- об'єкти, ураження яких становить небезпеку електричного впливу на людей і тварин: великі суспільні будинки, тваринницькі будівлі, високі спорудження типу труб, веж, монументів;

- дрібні будівлі в сільській місцевості, де найчастіше використовуються горючі конструкції і де невелика вартість будівель дозволяє виконати блискавкозахист спрощеними способами.

До III категорії віднесені об'єкти, наслідки ураження яких не зв'язані з вибухами.

При використанні стрижневих і тросових блискавковідводів додатково визначається тип зони захисту блискавковідводу. Тип зони захисту залежить від очікуваної кількості уражень N у рік будинку.

Середньорічна тривалість гроз (у годинах) у заданому пункті на території СНД визначається за картою, приведеною на рис.1. Підрахунок очікуваної кількості N для зосереджених будинків і споруд (труби, вишки, вежі) проводиться за формулою (1), для протяжних будинків і споруд - за формулою (2).

Для будинків і споруд з приміщеннями, що вимагають улаштування блискавкозахисту I і II або I і III категорій, блискавкозахист виконується за I категорією. Якщо площа приміщень I категорії блискавкозахисту становить менше 30% площі всіх приміщень будинку, блискавкозахист всього будинку допускається виконувати за II категорією незалежно від категорії інших приміщень. При цьому на ввіді в приміщення I категорії повинен бути передбачений захист від заносу високого потенціалу по підземних і наземних (надземних) комунікаціях.

Для будинків і споруджень з приміщеннями, що вимагають улаштування блискавкозахисту II і III категорій, блискавкозахист виконується за II категорією. Якщо площа приміщень II категорії блискавкозахисту становить менше 30% площі всіх приміщень будинку, блискавкозахист всього будинку допускається виконувати за III категорією, незалежно від категорії інших приміщень. При

цьому на вводі в приміщення II категорії повинен бути передбачений захист від заносу високого потенціалу по підземних і наземних (надземних) комунікаціях.

Для будинків і споруджень, не менше 30% площі яких приходиться на приміщення, що вимагають улаштування блискавкозахисту за I, II і III категоріями, блискавкозахист виконується як описано вище. Для будинків і споруджень, більше 70% площі яких становлять приміщення, що не підлягають блискавкозахисту, а іншу частину займають приміщення, що вимагають улаштування блискавкозахисту за I, II і III категоріями, повинен бути передбачений тільки захист від заносу високих потенціалів по комунікаціях, що вводяться в приміщення.

Будинки і спорудження, віднесені за улаштуванням блискавкозахисту до I і II категорій, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки, вторинних її проявів і заносу високого потенціалу через наземні (надземні) і підземні металеві комунікації.

Будинки і спорудження, віднесені за улаштуванням блискавкозахисту до III категорії, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки і заносу високого потенціалу через наземні (надземні) металеві комунікації.

Зовнішні установки, віднесені за улаштуванням блискавкозахисту до II категорії, повинні бути захищені від прямих ударів і вторинних проявів блискавки.

Зовнішні установки, віднесені за улаштуванням блискавкозахисту до III категорії, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки.

Усередині будинків великої площі (шириною більше 100 м) необхідно виконувати заходи щодо вирівнювання потенціалу.

Для захисту від прямих ударів блискавки слід максимально використовувати як природні блискавководводи існуючих високих споруджень, так і блискавководводи інших розташованих поруч споруджень.

Блискавкозахист I категорії. Захист від прямих ударів блискавки повинен виконуватися стрижневими або тросовими блискавководводами, що стоять окремо (це виключає можливість термічного впливу на об'єкт). Дані блискавководводи повинні забезпечувати зону захисту типу А.

Повинно забезпечуватися видалення елементів блискавковідводів від об'єкта, що захищається, і підземних металевих комунікацій. Найменша припустима відстань S за повітрям від об'єкта, що захищається, до опори стрижневого або тросового блискавковідводу визначається в залежності від висоти будинку, конструкції заземлювача й еквівалентного питомого електричного опору ґрунту (рис. 6). Найменш припустима відстань від об'єкта, що захищається, до тросу в середині прольоту визначається в залежності від конструкції заземлювача, еквівалентного питомого опору ґрунту і сумарної довжини блискавкоприймача і струмовідводів (рис. 7).

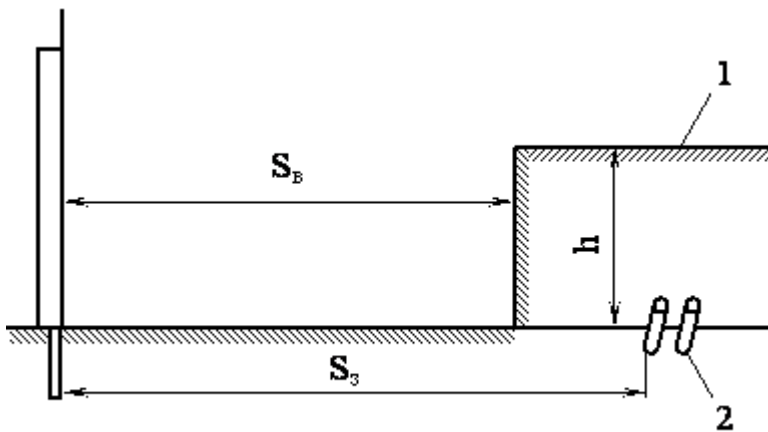


Рис. 6 - Стрижневий блискавковідвід, що стоїть окремо.

Також нормується відстань у землі між заземлювачами захисту від прямих ударів блискавки і комунікаціями, що вводяться в будинок.

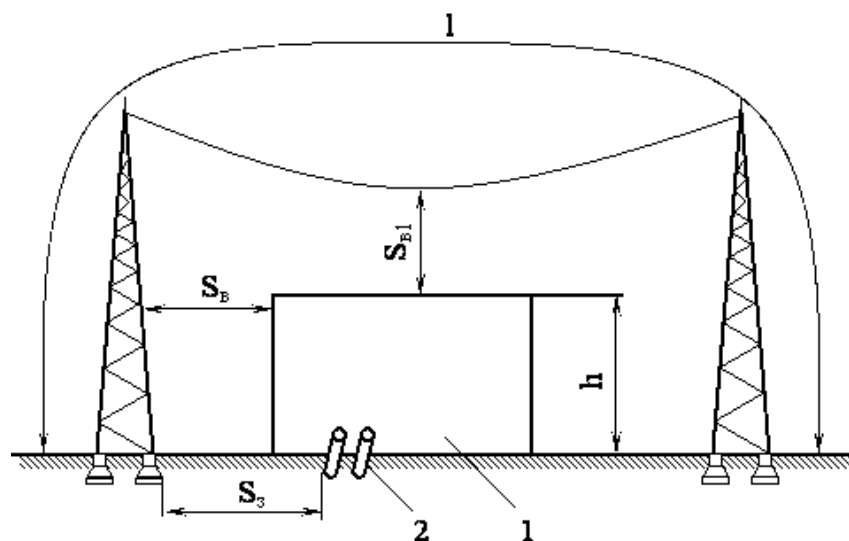


Рис. 7 - Тросовий блискавковідвід, що стоїть окремо.

За наявності газовідвідних і дихальних труб для відводу сумішей вибухонебезпечних концентрацій у зону захисту блискавковідводів повинен входити простір над обрізом труб, обмежений циліндром визначеної висоти і радіуса.

Захист від вторинних проявів блискавки здійснюється наступним чином:

1. Металеві конструкції і корпуси всього устаткування повинні бути приєднані до заземлюючого пристрою.

2. У середині будинків і споруджень між трубопроводами й іншими протяжними металевими конструкціями в місцях взаємного зближення на відстань менше 10 см через кожні 20 м необхідно приварювати або припаювати перемички зі сталевого дроту діаметром не менше 5 мм або сталеві стрічки перетином не менше 24 мм².

3. У з'єднаннях елементів трубопроводів та інших протяжних металевих предметів повинні бути забезпечені перехідні опори не більше 0,03 Ом на кожен контакт.

Захист від заносу високого потенціалу по підземних металевих комунікаціях повинен здійснюватися шляхом їх приєднання на введенні в будинок або спорудження до арматури його залізобетонного фундаменту або до штучного заземлювача.

Захист від заносу високого потенціалу по наземних (надземних) металевих комунікаціях повинен здійснюватися шляхом їх заземлення на введенні в будинок і на двох найближчих до цього вводу опорах комунікації.

Блискавкозахист II категорії. Захист від прямих ударів блискавки виконується стрижневими або тросовими блискавко приймачами, що стоять окремо або встановлені на об'єкті, що захищається. При установці блискавковідводів на об'єкті від кожного стрижневого блискавкоприймача або від кожної стійки тросового блискавко приймача повинно бути забезпечено не менше двох струмовідводів. При установці блискавковідводів, що стоять окремо, відстань від них за повітрям й у землі до об'єкта, що захищається, і підземних комунікацій, що вводяться в нього, не нормується.

При ухилі покрівлі не більше 1:8 може бути використана блискавко приймальна сітка (діаметр не менше 6 мм, крок осередку не більше $6 \times 6 \text{ м}^2$).

У будинках з металевою покрівлею в якості блискавкоприймача повинна використовуватися сама покрівля. При цьому усі виступаючі неметалічні елементи повинні бути обладнані блискавко приймачами, приєднаними до металу покрівлі.

Стумовідводи від металевої покрівлі або блискавко приймальної сітки повинні бути прокладені до заземлювача не рідше ніж через 25 м по периметру будинку.

При захисті зовнішніх установок, а саме резервуарів з металевими корпусами при товщині металу даху менше 4 мм, повинні встановлюватися блискавковідводи. При товщині металу даху резервуара 4 мм і більше, а також для окремих резервуарів місткістю менше 200 м^3 , незалежно від товщини металу даху, досить приєднати корпуси резервуарів до заземлювача. Резервуарні парки, як правило, захищаються блискавковідводами, що стоять окремо.

Захист від вторинних проявів блискавки здійснюється наступним чином:

1. Металеві конструкції і корпуси всього устаткування повинні бути приєднані до заземлюючого пристрою.

2. У середині будинків і споруджень між трубопроводами й іншими протяжними металевими конструкціями в місцях взаємного зближення на відстань менше 10 см через кожні 30 м (для I категорії було 20 м) необхідно приварювати або припаювати перемички зі сталевого дроту діаметром не менше 5 мм або сталеві стрічки перетином не менше 24 мм^2 .

3. У фланцевих з'єднаннях трубопроводів усередині будинку необхідно забезпечити нормальне затягування не менше 4 болтів.

Для зовнішніх установок захист від вторинних проявів блискавки здійснюється заземленням металевих корпусів.

Захист від заносу високого потенціалу по підземних металевих комунікаціях повинен здійснюватися шляхом їх приєднання на ввіді в будинок або спорудження до арматури його залізобетонного фундаменту або до штучного заземлювача.

Захист від заносу високого потенціалу по наземних (надземних) металевих комунікаціях повинен здійснюватися шляхом їх заземлення на вводі в будинок і на найближчій до цього вводу опорі комунікації (для I категорії було 2 опори).

Блискавкозахист III категорії. Блискавкозахист влаштовується будь-яким з відомих способів. Крок осередків блискавко приймальної сітки повинен бути не більше 12x12 м².

Захист металевих скульптур і обелісків забезпечується їх заземленням.

При захисті зовнішніх установок, а саме резервуарів з металевими корпусами при товщині металу даху менше 4 мм, повинні встановлюватися блискавковідводи. При товщині металу даху 4 мм і більше досить приєднати корпуси до заземлювача.

Розташовані в сільській місцевості невеликі будівлі з неметалічною покрівлею захищаються спрощено:

- допускається прокладка струмопроводу по стовбурах дерев, верхній кінець якого повинен виступати над кроною не менше ніж на 20 см;

- якщо кінець покрівлі відповідає найбільшій висоті будівлі, над ним повинен бути підвішений тросовий блискавко приймач, що піднімається над коником не менше ніж на 250 мм (без розрахунку зони захисту);

- за наявності димаря, що піднімається над всіма елементами покрівлі, над ним необхідно установити стрижневий блискавко приймач висотою не менше 200 мм (без розрахунку зони захисту);

- за наявності металеві покрівлі її необхідно хоча б в одному місці приєднати до заземлювача.

Захист від вторинних проявів блискавки не передбачається.

Захист від заносу високого потенціалу по підземних металевих комунікаціях не передбачається.

Захист від заносу високого потенціалу по наземних (надземних) металевих комунікаціях повинен здійснюватися шляхом їх заземлення на вводі в будинок.

Порядок розрахунку блискавкозахисту:

1) обґрунтування необхідності улаштування блискавкозахисту (включає визначення ступеня вогнестійкості будівельних конструкцій будинку і класу зони);

2) визначення категорії і типу зони захисту блискавковідводу;

3) вибір типу блискавкоприймача;

4) розрахунок висоти блискавкоприймача;

5) визначення інших нормованих параметрів блискавкоприймача, струмовідводів, заземлювача;

б) заходи щодо захисту від вторинних проявів блискавки і заносу високого потенціалу.

Приклад розрахунку блискавкозахисту. Визначити висоту одиночного стрижневого блискавковідводу для захисту цегельного будинку насосної з перекачування бензину з плоским з/б дахом (покрівля - руберойд), розташованого в м. Харкові. Побудувати зону захисту блискавковідводу. Розміри будинку: довжина $L=15$ м; ширина $S=10$ м; висота $h_x=4$ м.

Рішення.

1) Обґрунтування необхідності блискавкозахисту.

Клас зони приміщення 2. Отже, блискавкозахист необхідний.

2) Визначення категорії і типу зони захисту блискавковідводу

Згідно рис.2.5.13 ПУЕ (рис. 10.5) середньорічна тривалість гроз у м. Харкові від 60 до 80 годин. Тоді очікувана кількість N уражень блискавкою об'єкта на рік згідно додатка 1 [9]:

$$\begin{aligned} N &= \left[(S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2 \right] \cdot n \cdot 10^{-6} = \\ &= \left[(10 + 6 \cdot 4) \cdot (15 + 6 \cdot 4) - 7,7 \cdot 4^2 \right] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = [34 \cdot 39 - 123,2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} \approx \\ &\approx 0,008 < 1, \end{aligned}$$

Отже, згідно таблиці 1 [9], категорія блискавкозахисту - II, тип зони - Б.

3) Вибір типу блискавкоприймача.

Однострижневий, установлений безпосередньо на даху будинку.

4) Розрахунок висоти блискавкоприймача.

Скористаємося пунктом 1 додатка 3 до [9].

Зона захисту одиночного стрижневого блискавквідводу висотою h являє собою круговий конус, вершина якого знаходиться на висоті $h_0 < h$. На рівні землі зона захисту утворює коло радіусом r_0 . Горизонтальний перетин зони захисту на висоті будинку, що захищається, h_x являє собою коло радіусом r_x (рис. 10.12).

Для зони типу Б висота $h \leq 150$ м одиночного стрижневого блискавквідводу за відомих значень h_x ($h_x=4$ м) і r_x

$$(r_x = \sqrt{5^2 + 7,5^2} \approx 9 \text{ м})$$

може бути визначена за формулою:

$$h = \frac{r_x + 1,63 \cdot h_x}{1,5} \approx \frac{9 + 1,63 \cdot 4}{1,5} \approx 10,4 \text{ м.}$$

Зона захисту має наступні розміри:

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 10,4 \approx 9,57 \text{ м,}$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 10,4 \approx 15,6 \text{ м,}$$

$$r_x = 1,5 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right) = 1,5 \cdot \left(10,4 - \frac{4}{0,92} \right) \approx 9,08 \text{ м.}$$

Будуємо в масштабі зону захисту (рис.8). Критерієм правильності розрахунку є надійний захист усього об'єкта, що захищається.

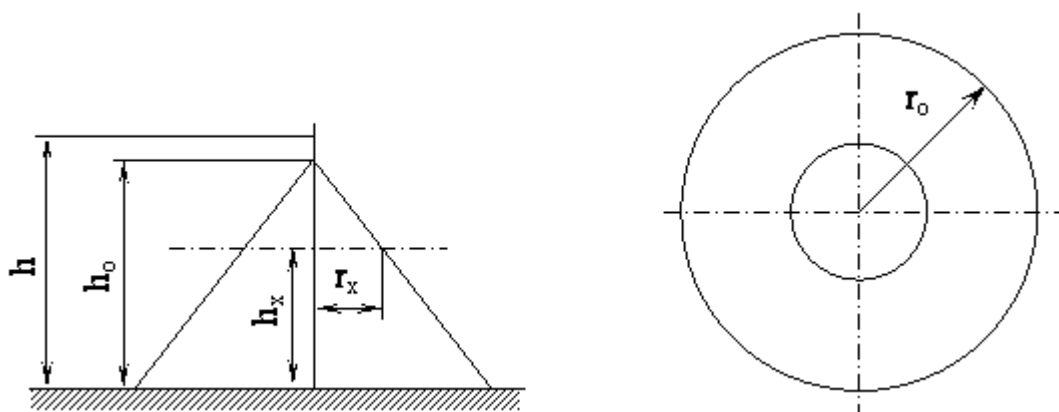


Рис.8 - Зона захисту блискавкозахисту прикладу.

5) Визначення інших нормованих параметрів блискавкоприймача, струмовідводів, заземлювача.

У якості блискавкоприймача вибираємо сталевий прут діаметром 15 мм (перетин $177 \text{ мм}^2 > 100 \text{ мм}^2$).

Як струмовідвід вибираємо сталеве коло діаметром 6 мм. Струмовідвід прокладається зовні будинку по повітрю.

Припускаючи, що в якості заземлювача фундамент будинку використовувати неможливо, улаштуємо штучний заземлювач, що відповідає вимогам п.2.2.м . А саме: заземлювач складається з трьох вертикальних круглих електродів довжиною 3 м, об'єднаних горизонтальним круглим електродом; відстань між вертикальними електродами 5 м; діаметр всіх електродів 10 мм.

б) Заходи щодо захисту від вторинних проявів блискавки і заносу високого потенціалу.

Для захисту від вторинних проявів блискавки необхідно :

- заземлити всі металеві частини електроустаткування через контур захисного заземлення;

- усередині будинку між трубопроводами й іншими протяжними металевими конструкціями в місцях зближення на відстань менше 10 см виконати металеві перемички (з огляду на те, що довжина будинку менше 30 м, перемички ставляться в єдиному екземплярі);

- у фланцевих з'єднаннях забезпечити нормальне затягування не менше 4-х болтів на кожен фланець.

Захист від заносу високого потенціалу здійснюється приєднанням підземних трубопроводів до заземлювача блискавкозахисту.

Висоту блискавковідводу і параметри зони захисту також можна визначити за номограмами, приведеними в Посібнику до РД 34.21.122087 (тільки для одиночних і подвійних однакової висоти блискавковідводів). До кожної номограми є ключ.

Вихідні дані для варіанта

Для свого індивідуального варіанта студент отримує/приймає такі дані:

1. **Локація будівлі (місто)** — для визначення густоти розрядів до землі N_g або альтернативного кліматичного показника.
2. **Геометрія будівлі:** довжина L , ширина W , висота будівлі H , висота надбудов H_n ; наявність виступаючих елементів (антени, борти, парапети, шахти, блисковідводи існуючі).

3. **Призначення будівлі та категорії приміщень:** перебування людей (кількість/час), наявність пожежо- та вибухонебезпечних зон, цінність майна/послуг, наявність культурної спадщини/архівів, чутливого електронного обладнання.
4. **Підвід комунікацій:** електроживлення (повітряне/кабельне), інженерні мережі (зв'язок, газ, вода), металеві конструкції/трубопроводи, заземлювальні пристрої, природні провідники.
5. **Обмеження архітектури та експлуатації:** заборона видимих елементів на фасаді, вимоги щодо проникності покрівлі, доступність для монтажу/огляду.

Завдання студенту (послідовність виконання)

1. **Аналіз вихідних даних і формування спрощеної 2D-схеми будівлі з габаритами та надбудовами.**
2. **Оцінювання ризиків за IEC/ДСТУ EN 62305-2:**
 - Визначити тип(и) ризику: R1 (втрата життя/здоров'я), R2 (втрата можливості надання громадських послуг), R3 (втрата культурної спадщини), R4 (економічні втрати).
 - Розкласти ризик на складові (впливи L1–L4, джерела пошкоджень S1–S4) і **кількісно** оцінити відповідно до методики стандарту (з посиланням на таблиці коефіцієнтів).
 - Порівняти з **допустимим ризиком** R_t (згідно зі стандартом/завданням).
 - Обґрунтувати потребу у БЗ та/або заходах зниження ризику (LPS, SPD, вирівнювання потенціалів, екранування).
3. **Вибір рівня LPS (I–IV)** за результатами порівняння $R > R_t$ та характером будівлі/ризиків; зафіксувати аргументи вибору.
4. **Проект зовнішньої системи БЗ (EN 62305-3):**
 - Обрати метод забезпечення зони захисту: *метод сфери, що котиться, метод захисного кута, сітка, або їх комбінація.*

- Підібрати та розмістити елементи приймання струму (штирі/мачти, троси, покрівельна сітка) так, щоб уся будівля та надбудови потрапляли в зону захисту обраного рівня.
 - Визначити кількість і трасування **струмопровідних спусків**, узгодити їх з архітектурою та вимогами стандарту.
 - Спроекувати **заземлювач** (тип А/В або комбінований), розміщення, з'єднання з природними провідниками, точки приєднання.
5. **Проект внутрішньої системи БЗ (EN 62305-4):**
- Система **вирівнювання потенціалів** і з'єднань металевих частин.
 - **Вибір та каскадування ПЗП** (тип 1/2/3/4) на вводі живлення та лініях зв'язку; узгодження категорій випробувальних струмів і рівнів захисту з класом LPS та чутливістю обладнання.
6. **Перевірки відповідності:** зона захисту (геометрично), мінімальні перерізи провідників, кроки кріплення, корозійна сумісність, маркування та доступність для огляду/ремонту.
7. **Специфікація матеріалів і обладнання:** перелік елементів LPS, SPD, заземлювальні комплектуючі, з'єднувачі, кріплення, спосіб монтажу.
8. **Графічна частина:** план покрівлі з зонами захисту, план заземлювача, вузли приєднання, схема зрівнювання потенціалів (потенційного вирівнювання). Згідно з додатками г) та Е.
9. **Висновки:** стислий аналіз ризиків «до/після» та достатності обраних рішень.

Що має надати студент

1. **Пояснювальна записка** (5-15 стор.): мета, вихідні дані, методика, розрахунки, результати, перелік посилань на стандарти/довідники.
2. **Розрахунковий файл** (скріншот з програми розрахунку ризиків) з вихідними даними до влаштування блискавкозахисту та після.
3. **Графічні матеріали** (план/фасади/вузли) у PDF або CAD.

Індивідуальні варіанти (приклад)

За потреби викладач може призначити інші параметри.

Варіант	L×W×H, м	Надбудови	Тип фасаду / природні уземлювачі (якщо є) — деталі	Категорія приміщень	Тип покрівлі (плоска) — парапет (ширина)	Підвід живлення (додаткові вводи)	Особливості
1	30×18×12	вентиляційна шахта 3 м	Фасад — вентиляований композит; природні провідники: металеві колони каркасу доступні по периметру, крок колон 6 м (арматура в колоні може використовуватись як природ. провідник)	Офіс (>50 осіб)	Мембрана, плоска; парапет 0.6 м	Підземний (основний), резервний кабельний ввід з іншого боку будівлі	Поруч металевий навіс на опорах (включити в ПБП)
2	42×24×10	антена 2 м	Фасад — профільований метал/алюміній. панелі; природні провідники: сталеві стійкі фасаду через 4 м — можна підключити до контуру	Торгівля (стала присутність людей)	Бітумна рулонна, плоска; парапет 0.4 м	Повітряний ввід 10 kV + аварійний повітряний ввід	Біля будинку сусідній вище на 8 м — врахувати захист від бічних розрядів
3	20×20×9	немає	Фасад — цегла/штукатурка; природні провідники: відсутні (арматура не доступна)	Житловий	Бітумна рулонна, плоска; парапет 0.3 м	Підземний+ резервний підземний ввід для генератора	Поблизу теплотраса (метал. трубопровід) — прокласти стикування за вимогами
4	60×30×16	2 шахти по 4 м	Фасад — скло-алюм. системи; природні провідники: сталеві несучі балки у тех.	Лікарня (відділення, перевантаження)	Мембрана, плоска; парапет 1.0 м (високий	Кабельний ввід декілька зон + резервний	Висока критичність, чутлива апаратура, потреба LPS високого рівня

			поверсі, крок 8 м, доступні місця підключення		технічний парапет)	підземний ввід для генератора	
5	15×12×7	антена 5 м	Фасад — штукатурка по газоблоку; природні провідники: немає; колони з легкого металу (крок 5 м) — не використовується	Приватний будинок	Черепиця (але плоска в цьому варіанті); парапет 0.2 м	Повітряний	Поруч високі дерева; антена на даху — окремий захист
6	80×40×22	ліфтовий блок 6 м	Фасад — металоклінкер/сталеві панелі; природні провідники: сталеві колони каркасу через 8 м (можливість підключення)	Бізнес-центр (офіси, сервери)	Мембрана, плоска; парапет 0.6 м	Підземні два вводи + аварійний повітряний	Підземна парковка (врахувати заземлення паркінгу), велика площа покрівлі
7	25×14×8	вентиляційна шахта 2 м	Фасад — сендвіч-панелі на сталевому каркасі; природні провідники: арматура колон у цоколі, крок 5 м — доступна	Склад (матеріали горючі)	Мембрана, плоска; парапет 0.25 м	Кабельний ввід	Поруч трубопровід (метал) — можливе підключення до ПБП
8	50×28×14	2 антени по 3 м	Фасад — бетон/оштукатурка; природні провідники: арматура перекриттів доступна на даху (крок колон 6 м)	Школа (велика кількість людей, спортивний зал)	Мембрана, плоска; парапет 0.5 м	Підземний (основний) + кабель для спортивного залу	Спортивний зал прилягає — велика зона скупчення людей
9	36×18×11	парапет 1 м	Фасад — скло-фасад + сталеві елементи; природні провідники: сталеві рамні конструкції фасаду крок	Готель	Бітумна рулонна, плоска; парапет 1.0 м (широкий)	Кабельний ввід + резервний повітряний ввід	Відкрита тераса — елементи меблів/огороження металеві

			4 м — можуть бути використані				
10	24×24×9	немає	Фасад — серверна будівля, металевий каркас; природні провідники: арматура колон і заземлені металеві стійки, крок 6 м	Дата-центр (чутлива техніка)	Мембрана, плоска; парапет 0.4 м	Подвійний підземний ввід (основний+резерв), окремий ввід для ДБЖ	Високі вимоги до узгодження SPD, мінімізація імпульсного впливу
11	70×32×18	антена 4 м	Фасад — великий сталевий каркас/скляні вставки; природні провідники: основні сталеві колони крок 8 м, прив'язка арматури можлива	ТРЦ (великий рух людей)	Мембрана, плоска; парапет 0.8 м	Повітряний основний ввід + кабельні вводи в секціях	Великий навіс/вітрина зі сталі — природний провідник, ризики від великої площі відвідувачів
12	18×10×6	немає	Фасад — цегла; природні провідники: газопровід поруч (метал) — не використовувати як заземлювач, лише ізоляція	Житловий блок	Черепиця (симульовано плоска); парапет 0.25 м	Кабельний ввід	Газопровід поруч — додаткова вимога безпечного відокремлення і екранування

Додатково: викладач видає значення N_g для регіону (або карту ізокерунічних/грози), критерії допустимих ризиків R_t та інші коефіцієнти за стандартом.

Методичні підказки (що перевіряється)

- **Ризик-аналіз (EN 62305-2):** чітка структура розрахунку, обґрунтовані припущення, посилання на таблиці коефіцієнтів, підсумкове порівняння R_f з R_t , аналіз «до/після» заходів.
- **Рівень LPS:** логічний вибір рівня I–IV відповідно до ризиків та призначення будівлі.
- **Зовнішній БЗ (EN 62305-3):** коректне застосування методів захисту; накриття зоною всіх елементів даху й фасадів, мінімізація проникнень в покрівлю.
- **Спуски і заземлення:** достатня кількість спусків, раціональне трасування, корозійна сумісність матеріалів, вибір типу заземлювача (A/B/комб.), реалістичний розрахунок/перевірка опору заземлення за умов ґрунту.
- **Внутрішній БЗ (EN 62305-4):** система вирівнювання потенціалів (схема), коректне каскадування ПЗП (типи 1/2/3/4).
- **Оформлення:** креслення (план, фасади, вузли), специфікація, посилання на пункти стандарту, охайність та відтворюваність обчислень у розрахунковому файлі.

Вимоги до оформлення пояснювальної записки

- Титульний аркуш, завдання, зміст.
- Вступ (актуальність, мета, нормативна база).
- Вихідні дані та припущення.
- Розрахунок ризиків із таблицями та посиланнями на стандарт.
- Вибір рівня LPS та структура системи БЗ.
- Зовнішня система: розміщення елементів, перевірка зони захисту.
- Внутрішня система: ПЗП, схема зрівнювання потенціалів, роздільна відстань.
- Перевірки, специфікація, кошторис (за наявності).
- Висновки; перелік посилань.
- Додатки: плани/фасади/схеми, скріни/експорт з CAD.

Здача і захист

- Формат: PDF (записка + графіка) і електронна таблиця/книга з розрахунками.
- На захисті студент демонструє: вихідні дані, ключові таблиці ризик-аналізу, обґрунтування рівня LPS, схеми та креслення, результати перевірок і відповідності стандартам.

Корисні вказівки

- Для швидких перевірок зони захисту використовуйте комбінування методів (метод сфери, що котиться - для високих/окремих елементів, сітка для суцільних покрівель).
- Враховуйте природні провідники (металеві конструкції, сталеві колони, арматура) — це може зменшити кількість штучних провідників і спусків.
- Усі вузли й з'єднання повинні бути **доступні** для огляду; передбачайте маршрути обходу і захист від механічних пошкоджень.

Нормативні посилання (використовувати актуальні видання)

- ІЕС/EN/ДСТУ EN 62305-1: Загальні принципи.
- ІЕС/EN/ ДСТУ EN 62305-2: Оцінювання ризику.
- ІЕС/EN/ ДСТУ EN 62305-3: Фізичний захист споруд.
- ІЕС/EN/ ДСТУ EN 62305-4: Захист електричних та електронних систем у спорудах.

Увага: конкретні числові коефіцієнти (радіуси кулі, що котиться, допустимі рівні ризику, мінімальні перерізи провідників, кроки сітки, відстані між спусками тощо) беріть із стандартизованих таблиць і наведіть у звіті з точними посиланнями.

Додаток А.

Дані грозової активності за 2015-2023 роки та значення Ng

Офіційні дані про к-сть днів з грозою на основі метеоспостережень надані Українським Гідрометеорологічним центром ДСНС (УкрГМЦ).

Область	Станції Назва метеостанції	Днів з грозою протягом року										Ng = Середнє знач./10	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
Вінницька	Хмільник	22	28	37	27	51	34	34	20	29	3,1	Хмільницький, Лтіинський (північ).	
	ВІННИЦЯ	22	35	26	34	47	29	35			3,3	Вінницький, Лтіинський (південь), Тиврівський, Калинівський, Нємирівський (захід)	
	Жмеринка	27	38	30	35	50	35	34	25	25	3,3	Жмеринський, Барський, Шаргородський.	
	Гайсин	15	30	20	26	38	25	33	26	17	2,6	Гайсинський, Ілпінєцький (південь), Нємирівський (схід), Тульчинський, Тростянецький, Теплицький.	
	Липовець						28	36	28	20	2,8		
	Мгігів-Підльський	21	30	24	31	44	26	31	15	22	2,7	Мгігів-Підльський, Чернівецький, Мурованкуриповецький.	
Волинська	Любешів	29	36	30	37	39	39	33	20	25	3,2	Любешівський, Камінь-Каширський (пн частина).	
	Світязь	19	29	28	35	23	38	25	22	31	2,8	Щацький, Любомльський, Ратнівський, Старовижівський (пн-зх частина).	
	Маневичі	27	25	29	28	39	37	31	18	29	2,9	Маневичький, Камінь-Каширський (пд частина), Ківерцівський (пн частина).	
	Ковель	24	24	19	27	32	30	25	15	20	2,4	Ковельський, Турійський, Старовижівський (пд-сх частина).	
	Володимир-Волинський	27	22	19	31	33	30	25	20	26	2,6	Володимир-Волинський, Локачинський, Іваничівський	
	ЛМЦРК	29	35	28	33	31	41	22	19	33	3,0	Луцький, Ківерцівський (південно-західна частина), Рожищенський, Горохівський.	
Дніпропетровська	Губиниха	15	21	13	21	19	30	33	30	15	2,2	Магдалинівський, Нєвomosковський, Павлоградський, Петриківський (пн.част.), Царичанський, КФТівський	
	Слобожанське	25	41	16	15	23	22	24	21	29	4,3	/	
	ДНПРО	25	38	21	28	29	34	39		22	3,0	Дніпропетровський, Петриківський (південна частина), Солонянський (східна частина)	
	Павлоград	16	24	12	23	22	25	32	27	23	2,3	Павлоградський, Петропавлівський (пн.част.), Синельниківський (пн.част.), КФТівський	
	Комсарівка	30	41	18	35	36	31	36	39	33	3,3	Верхньодніпровський, Криворізький (пн.част.), Криничанський (зх.част.), Пятихатський, Сфтівський (північна частина)	
	Синельникове	26	36	17	31	34	31	45	34	27	3,1	Дніпропетровський (агромет дані), Павлоградський (пд.част.), Синельниківський, Солонянський (східна частина)	
	Чаплине	24	39	14	28	33	27	33	30	32	2,9	Васильківський, Межівський, Павлоградський (пд.част.), Петропавлівський, Покровський	
	Кривий Ріг	22	42	16	38	34	31	38	32	21	3,0	Апостолівський (західна частина) Криворізький, Широківський	
	Лощкарівка	28	41	21	30	39	39	37	42	29	3,4	Криворізький, Криничанський (східна частина), Солонянський (західна частина), Сфтівський	
		Нкополь	27	33	12	28	31	25	40	33	27	2,8	Апостолівський (сх.част.), Нкопольський, Томаківський, Широківський

Область	Станції Назва метеостанції	Днів з грозою протягом року										N _г = Середнє знач 10	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
22	Донецька	Бахмут	18	27	18	27	25	23	41			2,6	Лиманський, Артемівський, Стів'янський, Олександрівський, Костянтинівський
23		Гокровськ	24	34	16	22	24	25	46			2,7	Красноармійський, Добропільський
24		Волноваха	18	31	12	22	22	22	42			2,4	Волноваський, Тельманівський, Великоновоселківський
25		Маріуполь	27	24	11	23	35	24	23			2,4	Новоазовський, Першотравневий, Володарський, Тельманівський
26	Житомирська	Олевськ	26	36	32	35	47	35	31	16	26	3,2	Лугинський, Олевський
27		Свруч	23	26	21	24	34	26	27	11	25	2,4	Народицький, Свручський
28		Коростень	23	23	27	31	22	21	27	10	18	2,2	Володар-Волинський, Ємільчинський, Коростенський, Малинський
29		Звягель	22	24	27	25	36	23	29	8	22	2,4	Баранівський, Новгород-Волинський
30		ЖИТОМІР	16	31	33	38	41	28	39	20	21	3,0	Андрушівський, Бердичівський, Брусилівський, Держинський, Житомирський, Коростишівський, Любарський, Радомисльський, Ружинський, Чуднівський, Черняхівський
31	Закарпатська	Великий Березний	38	33	38	51	38	40	34	33	40	3,8	В.Березнянський, Перечинський (в залежності від розташування)
32		Нижні Ворота	36	38	33	50	50	39	32	39	47	4,0	Воловецький, Свалявський
33		Плай	41	48	43	49	56	44	43	44	52	4,7	/
34		Нижній Студений	33	40	36	40	48	38	33	36	35	3,8	Північна частина Свалявського району та Мжгірського (в залежності від розташування)
35		УЖГОРД	35	37	37	64	45	39	32	28	37	3,9	Ужгородський, Перечинський, північна частина Мукачівського району
36		Мжгір'я	32	38	33	43	49	46	35	32	33	3,8	Мжгірський, північна частина Іршавського та Тячівського районів
37		Берегове	19	28	29	35	28	37	21	19	25	2,7	Берегівський, Виноградівський, південна частина Мукачівського та Іршавського районів
38		Хуст	30	32	31	51	50	43	35	30	37	3,8	Хустський, південно-західна частина Тячівського району
39		Рахів	37	45	38	52	51	45	38	34	42	4,2	Рахівський
40		Запорізька	ЗАПОРІЖНЯ	28	32	13	25	36	29	35	35	26	2,9
41	Гуляйполе		14	30	11	22	26	28	25			2,2	Гуляйпільський, Сріхівський, Новомиколаївський
42	Гришів		27	42	23	30	42	32	42			3,4	Михайлівський, Василівський, Веселівський, Кам'яно-Дніпровський, Токмацький, Білозерський

Область	Станції Назва метеостанції	Днів з грозою протягом року										№ = Середнє знач 10	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
43	Запорізька	Кирилівка	19	34	11	26	30	26	32			2,5	Пологівський, Куйбишевський, Чернігівський, Розівський
44		Мелітополь	24	34	15	34	30	26	43			2,9	Мелітопольський, Якимівський
45		Бердянськ	7	14	10	15	22	17	19			1,5	Бердянський, східна частина Приморського
46		Ботієве	20	30	14	24	21	18	31	24		2,3	Приазовський, західна частина Приморського
47	Ів-Фр/ Закарпатська	Гьжежевська	37	33	32	45	46	39	29	32	41	3,7	Високогір'я Карпат
48	Івано- Франківська	Долина	45	44	46	59	49	51	40	38	37	4,5	Болехівська міська рада (пн), Долинський (пн), Рожнятівський (пн.ч.), Богородчанський (пн.ч.), Калузький (пд.ч.), Тисменицький (пн.ч.), Надвірнянський (пн-сх.ч.), Коломийський (зх.ч.), Кошовський (зх.част.).
49		ІВАНО ФРАНКІВСЬК	37	39	45	53	48	43	39	28	46	4,2	Рогатинський, Галицький, Калузький, Тисменицький, Богородчанський (пн-сх.ч.), Надвірнянський (пн.ч.), Тлумацький (пн.ч.), Коломийський (пн-зх.частина).
50		Яремче	37	39	35	43	51	48	31	28	40	3,9	Болехівська міська рада (пд.ч.), Долинський (пд.ч.), Рожнятівський (пд.ч.), Богородчанський (пд.частина), Надвірнянський (пд.ч.), Кошовський (пд.ч.), Яремчанська міська
51		Коломия	18	24	22	42	31	43	28	19	28	2,8	Коломийський, Тлумацький (пд.частина), Городенківський, Снятинський.
52	Київська	Чернобиль	16	33	23	32	32	28	28	14	19	2,5	Іванківський, Поліський
53		Тетерів	15	30	25	30	32	22	32	14	20	2,4	Бородянський, Макарівецький
54		Вишгород	12	22	18	27	21	22	25		16	2,0	Вишгородський
55		КІВ	11	20	19	25	28	21	32	10	18	2,0	К-Святошинський
56		Бориспіль	11	24	21	30	38	27	35	15	21	2,5	Бориспільський, Броварський
57		Баришівка	16	36	19	34	34	29	36	22	28	2,8	Баришівський
58		Яотин	17	24	14	23	28	26	36	22	28	2,4	Згурівський, П-Хмельницький, Яотинський
59		Фастів	17	26	25	35	41	27	37	19	27	2,8	Васильківський, Обухівський, Фастівський
60		Біла Церква	21	24	22	34	35	30	35	22	25	2,8	Білоцерківський, Володарський, Сквирський, Ставищенський, Таращанський, Тетіївський
61		Миронівка	27	38	26	30	43	35	45	29	30	3,4	Богуславський, Кагарлицький, Миронівський, Рокитнянський

Область	Станції Назва метеостанції	Днів з грозою протягом року										N _г = Середнє знач./10	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
62	Кіровоградська	Світловодськ	23	43	20	24	29	23	34	33	23	2,8	Світловодський, Онуфріївський
63		Нвомиргород	19	34	19	31	35	29	44	25	32	3,0	Нвомиргородський, Нвоархангельський, північ Маловишківського, захід Олександрівського
64		Знамянка	21	34	11	22	24	27	31	29	26	2,5	Знамянський, схід Олександрівського, Олександрійський, північ Петрівського
65		КРОПИВНИЦЬКИЙ	27	39	21	32	41	35	40	33	30	3,3	Кіровоградський, північ Компанієвського, захід Нвогородківського,
66		Гайворон	24	31	30	33	44	26	31	26	24	3,0	Гайворонський, Ульяновський, Голованівський
67		Гвічна	18	30	24	28	36	35	36	23	28	2,9	Добровеличківський, Віпшанський, захід Нвоукраїнського
68		Бобринець	19	24	18	30	25	33	42	27	25	2,7	Бобринецький, південь Компанієвського, захід Устинівського
69		Долинська	20	31	16	36	31	27	30	28	21	2,7	Долинський, південь Петрівського, південь Нвогородківського, схід Устинівського
70		Луганська	Троїцьке	23	44	23	18	27	26	27			2,7
71	Нвопсков		29	40	28	33	26	22	40			3,1	Нвопсковський, Білокуракинський, Старобільський
72	Сватове		22	38	22	18	22	21	33			2,5	Сватовський, Кремінський
73	Біловодськ		28	47	26	35	22	16	39			3,0	Біловодський, Марківський, Мловський
74	Лисчанськ						26	17	36			2,6	/
75	Львівська	Рава-Руська	27	34	28	47	36	43	30	24	35	3,4	Жовківський, Скальський
76		Кам'янка-Бузька	28	38	29	45	39	39	33	24	34	3,4	Кам'янка-Бузький
77		Броди	30	34	36	45	31	42	30	21	28	3,3	Бродівський, Радехівський, Буський, Золочівський
78		Яворів	34	39	36	51	38	36	33	23	37	3,6	Яворівський
79		Мвстиська	24	30	29	36	21	22	24	18	27	2,6	Мвстиський, Городоцький
80		ЛВВВ	33	39	37	49	41	41	35	25	31	3,7	Пустомитівський, Перемишлянський
81		Дрогобин	31	37	31	41	33	40	30	27	33	3,4	Дрогобицький, Самбірський
82		Стрий	37	42	43	51	42	42	38	32	35	4,0	Стрийський, Миколаївський, Жидачівський
83		Турка	32	40	36	48	41	33	26	32	28	3,5	Турківський, Старосамбірський
84		Славське	33	40	27	37	42	35	30	34	33	3,5	Скалівський

Область	Станції Назва метеостанції	Днів з грозою протягом року										N _г = Середнє знач./10	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанції
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
85	Миколаївська	Первомайськ	20	30	27	39	41	35	38	25	28	3,1	Первомайський, Кривоозерський, Врадіївський, Арбузинський, Братський
86		Вознесенськ	21	29	25	34	27	26	34	34	26	2,8	Вознесенський, Єланецький, Доманівський, Веселинівський
87		Баштанка	22	41	19	41	28	36	42		28	3,2	Баштанський, Новобузький, Казанківський, Березнегуватський
88		МКОПАВ	24	37	32	45	31	37	51		26	3,1	Миколаївський, Новоодеський та західна частина Жовтневого району
89		Очаків	8	15	15	25	22	18	25			1,8	Очаківський
90		Любашівка	29	35	24	34	37	24	39	30	23	3,1	Любашівський, Савранський, Кодимський, Балтський, Котовський, Ананіївський, Миколаївський
91	Одеська	Затишся	22	37	35	27	38	30	34	28	22	3,0	Фрунзівський, Красноокнянський, Ширяївський
92		Сербка	29	40	30	31	28	25	37	29	26	3,1	Комінтернівський, Березівський, Іванівський
93		Роздільна	25	32	25	30	26	23	31	21	24	2,6	Роздільнянський, Великомайківський
94		ОДЕСА	20	32	26	24	23	24	38	35	30	2,8	Біляївський, Свідвопольський
95		Чорноморськ	14	25	21	19	16	26	32	10	23	2,1	/
96		Білогір'я-Дністровський	10	25	14	21	16	18	30	23	19	2,0	/
97		Сарата	19	25	22	28	25	19	26	23	22	2,3	Саратський, Білогір'я-Дністровський, Тарутинський, Арцизький, Татарбунарський
98		Болград	26	34	35	40	36	37	28	32	39	3,4	Болградський
99		Ізмаїл	17	33	27	34	35	34	27	34	32	3,0	Ізмаїльський, Ренійський, Кілійський
100		Вилкове	19	32	27	25	21	20	23	18	23	2,3	/
101	Полтавська	Гадяч	19	38	21	27	29	29	34	24	28	2,8	Гадяцький, Лохвицький, Зіньківський
102		Лубни	19	32	23	32	35	30	34	22	21	2,8	Лубенський, Гребінківський, Пирятинський, Миргородський, Чорнухівський
103		Веселий Поділ	22	33	18	32	37	26	34	34	30	3,0	Семенівський, Глобінський, Хорольський, Фрицький
104		ПОЛТАВА	20	36	18	24	26	35	37	33	27	2,8	Полтавський, Диканський, Решетилівський, Котелевський, Чутівський
105		Кобеляки	16	33	13	25	28	26	37	30	28	2,6	Кобеляцький, Козельщинський, Новосанжарський, Кременецький, Карлівський
106		Сарни	23	23	29	33	37	33	26	10	27	2,7	Заріченський, Дубровицький, Володимирецький, Сарненський, Рокитнівський, Березнівський

Область	Станції Назва метеостанції	Днів з грозою протягом року										№ = Середнє знач 10	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанції
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
107	Рівненська	РВНЕ	28	32	28	30	34	37	38	19	25	3,0	Рівненський, Корецький, Гошанський, Здолбунівський, Острозький, Костопільський
108		Дубно	32	39	36	40	44	45	35	27	20	3,5	Дубенський, Млинівський, Демидівський, Радивилівський
109	Сумська	Дружба	13	29	24	21	27	12	32	22	22	2,2	Ямпільський, Середино-Будський
110		Глухів	15	41	26	27	23	21	31	30	28	2,7	Глухівський, Шосткинський, Путивльський
111		Конотоп	19	30	21	25	33	22	39	29	21	2,7	Конотопський, Кролевецький, Буринський
112		СММ	27	44	21	23	30	28	34		27	2,9	Сумський, Білопільський, Краснопільський, Велико- Писарівський
113		Ромни	23	39	23	28	31	30	33	26	20	2,8	Роменський, Недригайлівський, Липово-Долинський
114		Лебедин	26	40	26	27	32	23	35		28	3,0	Лебединський, Тростянецький, Острівський
115		Білопілля	19	27	26	23	40	29	31	17	29	2,7	/
116		Тернопільська	Кременець	36	41	35	41	33	47	31	19	32	3,5
117	ТЕРНОПЛЬ		22	43	36	35	36	37	30	19	25	3,1	Кременецький (на південь від Кременецького Кряку), Шумський (крім пн-зх), Збарзький, Козівський,
118	Бережани		24	28	31	39	26	26	28	22	22	2,7	Бережанський, Монастирський та південно-західна частина Зборівського (Кальне, Годів).
119	Чортків		26	33	32	34	35	42	30	26	28	3,2	Чортківський, Борщівський, Заліщицький, пд. Буцацького (по лінії)
120	Харківська	Богодухів	30	43	19	18	21	25	28	23	29	2,6	Богодухівський, Дергачівський, Валківський
121		Великий Бурлук	21	29	20	21	31	25	30		27	2,6	Великобурлуцький, Вовчанський, Дворічанський
122		Коломак	22	45	19	26	29	31	38	32	27	3,0	Коломацький, Краснокутський, Валківський
123		ХАРКІВ, Амог	30	48	23	20	29	26	32		25	2,9	Харківський, Чугуївський, Вовчанський, Печенізький
124		Куп'янськ	22	29	16	19	26	17	27			2,2	Куп'янський, Швченківський, Дворічанський
125		Красноград	29	39	21	26	27	29	46	34	29	3,1	Красноградський, Нововодолазький, Кегичівський, Зачепилівський
126		Ізюм	23	42	21	20	27	27	39		31	2,9	Ізюмський, Барвінківський, Борівський, Балаклійський
127		Золочів	28	41	19	17	25	22	33		25	2,3	/
128		Лозова	22	29	7	19	24	19	30	22	19	2,1	Лозівський, Бізняківський, Первомайський, Сахновщинський

Область	Станції Назва метеостанції	Днів з грозою протягом року									N _г = Середнє знач./10	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанцій	
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
129	Херсонська	Велика Олександрівка	24	36	13	29	29	28	37		29	2,8	Великоолександрівський, Високопільський, Нвоворонцовський
130		Нижні Орогози	26	48	22	38	38	42	53	38		3,8	Нижньосірогоський, Горностайівський, Верхньорогачицький, Іванівський
131		Нова Каховка	24	26	18	33	30	35	42			3,0	Каховський
132		ХЕРСОН	17	31	15	31	28	25	38			2,6	Білозерський
133		Асканія Нова	24	43	20	38	37	31	40			3,3	Чаплинський
134		Бехтери	20	42	28	41	28	33	36			3,3	Голопристанський, Скадовський
135		Генічеськ	21	37	11	23	25	28	35			2,6	Генічеський
136		Хорли	19	36	17	31	24	35	39			2,9	Каланчацький
137		Стрілкове	15	28	11	20	20	21	37			2,2	/
138	Хмельницька	Ямпіль	27	35	30	41	43	47	30	13	30	3,3	Білогірський, Теофіпольський, Ізяславський
139		ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ	26	44	31	40	48	37	32	21	27	3,4	Хмельницький, Красилівський, Старокостянтинівський, Старосинявський, Летинівський, Волочиський, Деражнянський,
140		Нова Ушиця	25	39	36	46	51	37	33	22	28	3,5	Новоушицький, Дунаєвецький, Вінковецький
141		Кам'янець-Подільський	22	26	27	38	46	32	33	18	26	3,0	Кам'янець-Подільський, Чемеровецький
142		Шепетівка	26	31	28	29	40	39	28	17	25	2,9	Шепетівський, Глобонський, Ставутський
143	Черкаська	Канів	27	34	19	30	40	31	41	22	29	3,0	Канівський, Корсунь - Швченківський
144		Золотоноша	26	34	28	34	29	28	38	30	29	3,1	Золотоношський, Чернобаївський, Драбівський
145		ЧЕРКАСИ	29	41	28	39	40	28	50			3,6	Черкаський
146		Жашків	11	24	14	16	26	19	20	17	19	1,8	Жашківський, Мнастирщенський, Маньківський
147		Оміла	21	32	26	37	30	28	38	26	31	3,0	Омілянський, Кам'янський, Городищенський, Шолоянський
148		Чигирин	16	30	15	31	36	31	39	38	17	2,8	Чигиринський
149		Звенигородка	17	24	19	29	35	26	30	24	23	2,5	Звенигородський, Катеринопільський, Тальнівський, Лисянський

Область	Станції Назва метеостанції	Днів з грозою протягом року										N _г = Середнє знач 10	Райони, для яких репрезентативна інформація метеостанції
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
151	Чернівецька	Новодністровськ	22	34	32	38	49	28	32	20	23	3,1	Скирянський район, Кельменецький район, Хотинський район
152		ЧЕРНІВЦІ	31	34	38	48	38	45	42	24	32	3,7	м.Чернівці, Кіцманський район, Новоселицький район, Заставнівський район, Глибоцький район, Герцаївський район
153		Селятин	47	41	45	60	48	50	41	36	45	4,6	Путильський район, Вижницький район, Сторожинецький район
154	Чернігівська	Семенівка	22	44	34	38	29	30	44	17	24	3,1	Семенівський, Новгород-Сверський
155		Сновськ	16	38	29	28	29	32	37	24	15	2,8	Щорський, Городнянський, Корюківський, Меньський
156		Гькошині	20	35	29	30	35	31	42	23	28	3,0	Коропський, Смицький
157		ЧЕРНІПІВ	12	22	23	27	33	29	28		18	2,4	Чернігівський, Ріпкинський
158		Нжин	12	39	24	34	34	23	28	18	18	2,6	Нжинський, Носівський, Куликівський, Борзнянський, Бахмацький
159		Остер	10	28	20	23	31	27	29	22	18	2,3	Козелецький, Бобровицький
160		Прилуки	18	44	29	31	32	29	42	21	22	3,0	Прилуцький, Варвинський, Фібіанський, Ічнянський, Талалаївський

Додаток Б

Приклад розрахунку ризиків за допомогою калькулятора розрахунку ризиків IEC Risk Assessment Calculator. (Можна користуватися іншими програмами для розрахунку ризиків).

1. Встановлюємо і запускаємо програму IEC Risk Assessment Calculator.
2. Вводимо вихідні дані. (Довжина, ширина, висота, властивості споруди, вплив навколишнього середовища). В нашому випадку це буде окремо стоячий житловий будинок 9 поверхів, з машинним приміщенням на покрівлі висотою 4м в м.Києві.

IEC Risk Assessment Calculator Version 1.0.3

Файл Опции Библиотека Помощь

Расчётный риск:	Допустимый риск	Вероятность поражения	Вероятность поражения	Расчётный риск
Потеря человеческой жизни:	1,00E-05 =>	2,27E-05	+ 1,02E-05	= 3,29E-05
Потеря коммун. обслуживания:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00
Потеря культ. ценностей:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00
Экономические потери:	1,00E-03 =>	1,18E-04	+ 4,83E-04	= 6,00E-04

МЭК калькулятор риска предназначен для оказания помощи в анализе различных критериев для определения риска потери из-за молнии. Невозможно охватить каждый элемент, который может сделать структуру более или менее восприимчивой к повреждениям от молнии. В особых случаях, личные и экономические факторы могут иметь очень важное значение и должны рассматриваться отдельно.

Toolbox: ON Database: v1.0.31 Map: ENGLISH 01.09.2025

3. Вводимо параметри системи електроживлення будівлі (наявність додаткових введів за наявності) та міри захисту при відсутності системи блискавкозахисту.

Системы электро питания:

Линии электропитания:

Тип ввода в сооружение :

Тип внешнего кабеля:

Наличие MV / LV трансформатора:

Прочие воздушные вводы:

Количество проводящих вводов:

Тип внешнего кабеля:

Прочие подземные вводы:

Количество проводящих вводов:

Тип внешнего кабеля:

Меры защиты:

Класс СМЗ:

Противопожарные меры:

Защита от перенапряжения:

4. Вибираємо можливе завдання шкоди для нашого типу будівлі:

IEC Risk Assessment Calculator Version 1.0.3

Файл Опции Библиотека Помощь

Размеры сооружения:

Длина сооружения (m):

Ширина сооружения (m):

Высота уровня крыши (m)*:

Высота наивысшего выступающего * измерянное от земли:

Площадь стягивания (m2):

Свойства сооружения:

Риск физ. урона (в т. ч. пожар):

Эффективность экранирования:

Тип внутренней проводки:

Влияние окружающей среды:

Фактор расположения:

Внешний воздействующий фактор:

Количество грозовых дней:

Годовая активность молнии:

Карта активности молнии:

Системы электро питания:

Линии электропитания:

Тип ввода в сооружение :

Тип внешнего кабеля:

Наличие MV / LV трансформатора:

Прочие воздушные вводы:

Количество проводящих вводов:

Тип внешнего кабеля:

Прочие подземные вводы:

Количество проводящих вводов:

Тип внешнего кабеля:

Меры защиты:

Класс СМЗ:

Противопожарные меры:

Защита от перенапряжения:

Типы урона:

Тип 1 - Урон человеческий жизни:

Особая опасность для жизни:

Поражение людей от пожара:

Пораж. людей от перенапр.:

Тип 2 - Потери коммерческого обслуживания:

Нарушение ком. обслужив. огнём:

Нарушение ком. обслужив.:

Тип 3 - Потери культурных ценностей:

Урон культурных ценностей в:

Тип 4 - Экономический урон:

Экономический ущерб:

Экономический урон от огня:

Эконом. урон от перенапряж.:

Урон от шагового напряжения:

Допустимый эконом. риск:

Расчётный риск:

	Допустимый		Вероятность	Вероятность	Расчётный
	риск (R)	=>	риск (R1)	+ риск (R2)	риск (R)
Потеря человеческой жизни:	1,00E-05	=>	4,61E-06	+ 6,23E-06	= 1,08E-05
Потеря коммун. обслуживания:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00
Потеря культ. ценностей:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00
Экономические потери:	1,00E-03	=>	1,81E-05	+ 8,16E-05	= 9,97E-05

IEC

МЭК калькулятор риска предназначен для оказания помощи в анализе различных критериев для определения риска потери из-за молнии. Невозможно охватить каждый элемент, который может сделать структуру более или менее восприимчивой к повреждениям от молнии. В особых случаях, личные и экономические факторы могут иметь очень важное значение и должны рассматриваться в индивидуальном порядке.

Toolkit: DN Database: v1.0.31 Map: ENGLISH 01.09.2025

Як бачимо, ризик втрати життя R1 в нас більший ніж допустимий. Починаємо змінювати значення в полях Міри захисту.

Размеры сооружения:		Системы электро питания:		Типы урона:																										
Длина сооружения (м):	25	Линии электропитания:	Тип ввода в сооружение: Подземный	Тип 1 - Урон человеческий жизни:	Особая опасность для жизни: Средний уровень паники																									
Ширина сооружения (м):	30	Тип внешнего кабеля: Незэкранированный	Тип внешнего кабеля: Незэкранированный	Поражение людей от пожара: Прочие сооружения	Пораж. людей от перенапр.: Не имеет значения																									
Высота уровня крыши (м)*:	30	Наличие MV / LV трансформатора: Отсутствует	Прочие воздушные вводы:	Тип 2 - Потери коммунального обслуживания:	Нарушение ком. обслужив. огнём: Не существует сервис																									
Высота najwyżшего выступающего * измерянное от земли	34	Количество проводящих вводов: 0	Тип внешнего кабеля: Незэкранированный	Нарушение ком. обслужив.: Не существует сервис	Тип 3 - Потери культурных ценностей:																									
Площадь стягивания (m2):	45 239 m2	Прочие подземные вводы:	Количество проводящих вводов: 2	Урон культурных ценностей в: Не имеет значения	Тип 4 - Экономический урон:																									
Свойства сооружения:		Меры защиты:	Тип внешнего кабеля: Незэкранированный	Экономический ущерб: Нет особой опасности	Экономический урон от огня: Прочие сооружения																									
Риск физ. урона (в т. ч. пожар):	Низкий	Класс СМЗ: Класс IV	Противопожарные меры: отсутствует	Эконом. урон от перенапряж.: Прочие сооружения	Урон от шагового напряжения: Риск шагового напряжени																									
Эффективность экранирования:	Средняя	Защита от перенапряжения: Отсутствует	Тип внутренней проводки: Незэкранированна	Допустимый эконом. риск: 1 в 1,000																										
Фактор расположения:	Изолированные	Расчётный риск:		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Допустимый</th> <th>Вероятность</th> <th>Вероятность</th> <th>Расчётный</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Потеря человеческой жизни:</td> <td>1,00E-05 =></td> <td>9,95E-07</td> <td>+ 6,23E-06</td> <td>= 7,22E-06</td> </tr> <tr> <td>Потеря коммун. обслуживания:</td> <td>1,00E-03 =></td> <td>0,00E+00</td> <td>+ 0,00E+00</td> <td>= 0,00E+00</td> </tr> <tr> <td>Потеря культ. ценностей:</td> <td>1,00E-03 =></td> <td>0,00E+00</td> <td>+ 0,00E+00</td> <td>= 0,00E+00</td> </tr> <tr> <td>Экономические потери:</td> <td>1,00E-03 =></td> <td>1,09E-05</td> <td>+ 8,16E-05</td> <td>= 9,25E-05</td> </tr> </tbody> </table>			Допустимый	Вероятность	Вероятность	Расчётный	Потеря человеческой жизни:	1,00E-05 =>	9,95E-07	+ 6,23E-06	= 7,22E-06	Потеря коммун. обслуживания:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00	Потеря культ. ценностей:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00	Экономические потери:	1,00E-03 =>	1,09E-05	+ 8,16E-05	= 9,25E-05
	Допустимый	Вероятность	Вероятность	Расчётный																										
Потеря человеческой жизни:	1,00E-05 =>	9,95E-07	+ 6,23E-06	= 7,22E-06																										
Потеря коммун. обслуживания:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00																										
Потеря культ. ценностей:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00																										
Экономические потери:	1,00E-03 =>	1,09E-05	+ 8,16E-05	= 9,25E-05																										
Внешний воздействующий фактор:	Городские	IEC		МЭК калькулятор риска предназначен для оказания помощи в анализе различных критериев для определения риска потери из-за молнии. Невозможно охватить каждый элемент, который может сделать структуру более или менее восприимчивы к повреждениям от молнии. В особых случаях, личные и экономические факторы могут иметь очень важное значение и должны рассматриваться отдельно.																										
Количество грозовых дней:	20 days/year	Рассчитать		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Toolbox:</th> <th>DN</th> <th>Database:</th> <th>v1.0.3f</th> <th>Map:</th> <th>ENGLISH</th> <th>01.09.2025</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Годовая активность молнии:</td> <td>2,0 flashes/km2</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Карта активности молнии:</td> <td>Карта</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>		Toolbox:	DN	Database:	v1.0.3f	Map:	ENGLISH	01.09.2025	Годовая активность молнии:	2,0 flashes/km2						Карта активности молнии:	Карта									
Toolbox:	DN	Database:	v1.0.3f	Map:	ENGLISH	01.09.2025																								
Годовая активность молнии:	2,0 flashes/km2																													
Карта активности молнии:	Карта																													

При выборе классу блискавкозахисту IV рівня, наші ризики входять в допустимий інтервал. Також додамо протипожежні мри та внутрішню систему блискавкозахисту (ПЗП на вводах).

Размеры сооружения:		Системы электро питания:		Типы урона:																										
Длина сооружения (м):	25	Линии электропитания:	Тип ввода в сооружение: Подземный	Тип 1 - Урон человеческий жизни:	Особая опасность для жизни: Средний уровень паники																									
Ширина сооружения (м):	30	Тип внешнего кабеля: Незэкранированный	Тип внешнего кабеля: Незэкранированный	Поражение людей от пожара: Прочие сооружения	Пораж. людей от перенапр.: Не имеет значения																									
Высота уровня крыши (м)*:	30	Наличие MV / LV трансформатора: Отсутствует	Прочие воздушные вводы:	Тип 2 - Потери коммунального обслуживания:	Нарушение ком. обслужив. огнём: Не существует сервис																									
Высота najwyżшего выступающего * измерянное от земли	34	Количество проводящих вводов: 0	Тип внешнего кабеля: Незэкранированный	Нарушение ком. обслужив.: Не существует сервис	Тип 3 - Потери культурных ценностей:																									
Площадь стягивания (m2):	45 239 m2	Прочие подземные вводы:	Количество проводящих вводов: 2	Урон культурных ценностей в: Не имеет значения	Тип 4 - Экономический урон:																									
Свойства сооружения:		Меры защиты:	Тип внешнего кабеля: Незэкранированный	Экономический ущерб: Нет особой опасности	Экономический урон от огня: Прочие сооружения																									
Риск физ. урона (в т. ч. пожар):	Низкий	Класс СМЗ: Класс IV	Противопожарные меры: Ручная	Эконом. урон от перенапряж.: Прочие сооружения	Урон от шагового напряжения: Риск шагового напряжени																									
Эффективность экранирования:	Средняя	Защита от перенапряжения: Только на вводах	Тип внутренней проводки: Незэкранированна	Допустимый эконом. риск: 1 в 1,000																										
Фактор расположения:	Изолированные	Расчётный риск:		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Допустимый</th> <th>Вероятность</th> <th>Вероятность</th> <th>Расчётный</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Потеря человеческой жизни:</td> <td>1,00E-05 =></td> <td>5,43E-07</td> <td>+ 9,52E-08</td> <td>= 6,38E-07</td> </tr> <tr> <td>Потеря коммун. обслуживания:</td> <td>1,00E-03 =></td> <td>0,00E+00</td> <td>+ 0,00E+00</td> <td>= 0,00E+00</td> </tr> <tr> <td>Потеря культ. ценностей:</td> <td>1,00E-03 =></td> <td>0,00E+00</td> <td>+ 0,00E+00</td> <td>= 0,00E+00</td> </tr> <tr> <td>Экономические потери:</td> <td>1,00E-03 =></td> <td>9,95E-06</td> <td>+ 6,96E-05</td> <td>= 7,96E-05</td> </tr> </tbody> </table>			Допустимый	Вероятность	Вероятность	Расчётный	Потеря человеческой жизни:	1,00E-05 =>	5,43E-07	+ 9,52E-08	= 6,38E-07	Потеря коммун. обслуживания:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00	Потеря культ. ценностей:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00	Экономические потери:	1,00E-03 =>	9,95E-06	+ 6,96E-05	= 7,96E-05
	Допустимый	Вероятность	Вероятность	Расчётный																										
Потеря человеческой жизни:	1,00E-05 =>	5,43E-07	+ 9,52E-08	= 6,38E-07																										
Потеря коммун. обслуживания:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00																										
Потеря культ. ценностей:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00																										
Экономические потери:	1,00E-03 =>	9,95E-06	+ 6,96E-05	= 7,96E-05																										
Внешний воздействующий фактор:	Городские	IEC		МЭК калькулятор риска предназначен для оказания помощи в анализе различных критериев для определения риска потери из-за молнии. Невозможно охватить каждый элемент, который может сделать структуру более или менее восприимчивы к повреждениям от молнии. В особых случаях, личные и экономические факторы могут иметь очень важное значение и должны рассматриваться отдельно.																										
Количество грозовых дней:	20 days/year	Рассчитать		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Toolbox:</th> <th>DN</th> <th>Database:</th> <th>v1.0.3f</th> <th>Map:</th> <th>ENGLISH</th> <th>01.09.2025</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Годовая активность молнии:</td> <td>2,0 flashes/km2</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Карта активности молнии:</td> <td>Карта</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>		Toolbox:	DN	Database:	v1.0.3f	Map:	ENGLISH	01.09.2025	Годовая активность молнии:	2,0 flashes/km2						Карта активности молнии:	Карта									
Toolbox:	DN	Database:	v1.0.3f	Map:	ENGLISH	01.09.2025																								
Годовая активность молнии:	2,0 flashes/km2																													
Карта активности молнии:	Карта																													

Таким чином ми визначили, що для нашої будівлі ми приймаємо IV клас блискавкозахисту і подальші розрахунки і вибір обладнання для блискавкозахисту (наприклад визначення радіусу сфери, що котиться, розмір чарунки блискавкоприймальної сітки, відстань між доземними провідниками), будемо приймати згідно даного класу за таблицями, що наведені в IEC/EN/ДСТУ EN 62305-3. Вузли систем влаштування блискавкозахисту див. в окремих альбомах, що додаються.

Додаток Г

FS_TTS-A1-LPS_air-terminations_on_sloping_roof_v1.5 (1)

Додаток Е

FS_TTS-A5-LPS_detached_lightning_rods_v1.5

Контрольні питання

1. Визначення електризації.
2. Умови виникнення зарядів статичної електрики.
3. Заходи щодо захисту від розрядів статичної електрики.
5. Визначення блискавки.
6. Класифікація блискавок.
7. Стадії розвитку блискавки.
8. Характеристики блискавок.
9. Пожежна небезпека прямого удару блискавки.
10. Пожежна небезпека вторинних проявів блискавки.
11. Пожежна небезпека заносу високого потенціалу.
12. Визначення блискавкозахисту.
13. Основні елементи блискавкозахисту.
14. Зони захисту блискавковідводу.
15. Види блискавкоприймачів.
16. Вимоги до заземлювача блискавкозахисту.
17. Категорювання блискавкозахисту.
18. Особливості блискавкозахисту різних категорій.
19. Порядок розрахунку блискавкозахисту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Техніка високих напруг:: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. Б. Абрамов, В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, О. Р. Проценко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 345 с.
2. ПУЕ:2017. Правила улаштування електроустановок. Затв., наказом Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476. – К.: 2017.- 617 с.
3. Техніка і електрофізика високих напруг. За ред. В.О. Бржезицького, В.М. Михайлова/ Харків. НТУ “ХПІ”. – Торнадо, 2005. – 930 с.
4. Рой В. Ф. Конспект лекцій з дисципліни «Техніка високих напруг». - Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 160 с.
5. Техніка високих напруг: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів факультету електроенерготехніки та автоматики / Уклад.: В. О. Бржезицький, В. Б. Абрамов, В. М. Козюра, О. Р. Проценко, В. І. Хомініч, В. О. Шостак, І. М. Маслюченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 85 с.
6. Шостак В. О., Козюра В. М., Хомініч В.І., Абрамов В. Б. Техніка і електрофізика високих напруг (Частина 1). Лабораторний практикум для студентів спеціальності 7.090604, 8.090604 «Техніка і електрофізика високих напруг» (Навчальне електронне видання). – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – 62 с.
7. Шостак В. О., Проценко О.Р. Техніка і електрофізика високих напруг (Частина 2). Лабораторний практикум для студентів спеціальності 7.090604, 8.090604 «Техніка і електрофізика високих напруг» (Навчальне електронне видання). – К.: НТУУ "КПІ", 2011. –70 с.