

ЗМІСТ

Про компанію	02	Тримачі круглого дроту	27
Вступ	03	З'єднувачі	29
Виникнення грозових розрядів	03	Заземлення	29
Основні вражаючі фактори удару блискавки	04	Внутрішній блискавкозахист	31
Зовнішній блискавкозахист	05	Імпульсні перенапруги	31
Блискавкоприймачі	06	Імпульсні перенапруги: типи і небезпека	32
Струмівідводи	06	Захист від імпульсних перенапруг	33
Заземлення	08	Захисні елементи ПЗІП	33
Розрахунок об'єктів	10	Робочі параметри ПЗІП	35
Приклади розрахунків	13	Комбіновані ПЗІП	36
Блискавкозахист приватного будинку	13	Схеми під'єднання ПЗІП	36
Блискавкозахист промислового об'єкту	19	Приклади застосування ПЗІП для різних об'єктів	39
Робоче заземлення приватного будинку	25	Пристрої захисту від імпульсних перенапруг ASCO	42
Конструктивні елементи	27	Пристрої захисту від імпульсних перенапруг KIWA	42
Дріт	27	ПЗІП серії e.industrial	43
Блискавкоприймальне обладнання	27	Пристрої захисту від імпульсних перенапруг OBO Bettermann	43

КОМПЛЕКСНІ РІШЕННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ

E.NEXT INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL GROUP — міжнародна група компаній, яка спеціалізується на впровадженні комплексних електротехнічних рішень і автоматизації управління технологічними процесами, виробництві та постачанні щитового устаткування низької та середньої напруги, кабельно-проводникової та світлотехнічної продукції.

Сьогодні бренд E.NEXT об'єднує сучасні виробничі потужності, інжинірингові служби, технічні лабораторії, сервісні центри, регіональні комерційні й адміністративні представництва в Польщі, Болгарії, Румунії, Україні, Молдові, Чеській Республіці, Словаччині, Литві, Латвії й Естонії. Продукція ТМ E.NEXT сертифікована за європейськими стандартами та доступна через нашу партнерську мережу.

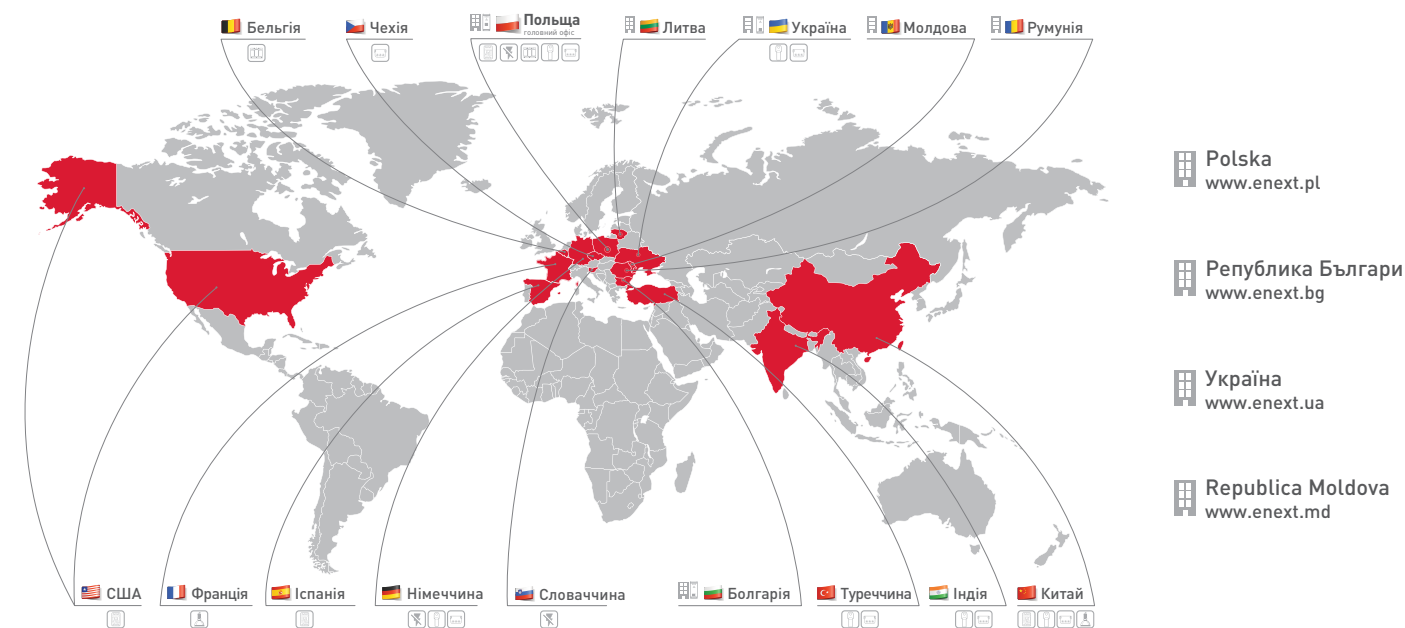
За роки роботи команда E.NEXT накопичила великий досвід реалізації проектів для аграрної, будівельної, транспортної, промислової й енергетичної галузей економіки. Працюючи індивідуально з кожним нашим клієнтом, ми відповідально підходимо до вирішення технічно складних завдань, виконуючи: проектування, комплексне постачання обладнання, пусконаладжувальні роботи, сервісне, гарантійне та післягарантійне обслуговування.

В основу нашого успіху закладено прагнення бути кращими, не зупинятися на досягнутих результатах, слідуючи новим технологіям та світовим тенденціям, виготовляти якісну продукцію за доступними цінами, шукати новаторські ідеї та втілювати їх у життя.

Запрошуємо Вас у коло наших шанованих Партнерів і Клієнтів! Ми добре розуміємо завдання, які стоять перед Вами, і знаємо, як їх розв'язати, цінуємо Ваш час і співпрацю та прагнемо завжди бути першим номером для вашого бізнесу!

Let's build the future together!

Карта представництв та постачальників



Представництва



Шафи та вироби для монтажу



Обладнання для середньої напруги (6 ... 35 кВ)



Виготовлення щитового обладнання



Системи прокладки кабелю



Системи блискавкозахисту та заземлення



Низьковольтне обладнання



Світлотехнічна продукція

www.enext.com

ВСТУП

Блискавка — гігантський електричний іскровий розряд в атмосфері, зазвичай, може відбуватися під час зливи, виявляється яскравим спалахом світла і громом, який її супроводжує. Струм у розряді блискавки сягає 200 тисяч ампер.

Упродовж багатьох століть люди були переконані, що блискавка — це вогняна куля, затиснута у водяній парі хмар. Розширюючись, вона прориває їх у найслабшому місці та швидко спрямовується вниз, до далекої поверхні землі.

У 1752 році Бенджамін Франклін експериментально довів, що блискавка — це сильний електричний розряд. Франклін провів свій знаменитий дослід із повітряним змієм, який був запущений у повітря при наближенні зливи. На хрестовині експериментального змія був закріплений відрізок загостреного дроту, а на кінці мотузки були прив'язані ключ і шовкова стрічка. Цю шовкову стрічку вчений тримав у своїх руках. Коли нитка намокла, ключ отримав електричний заряд.

Бенджамін Франклін, намагаючись захистити Капітолій столиці штату Меріленд, у 1775 році прикріпив до будівлі товстий залізний стрижень, який височів над куполом на кілька метрів і був з'єднаний із землею. Вчений відмовився патентувати свій винахід, бажаючи, щоб він якомога швидше почав служити людям.

Найчастіше блискавка виникає в купчасто-дощових (грозових) хмарах, іноді вона утворюється в шарувато-дощових хмарах, а також при вулканічних виверженнях, торнадо і порохових буревіях.



Більшість розрядів утворюється в межах однієї хмари або між хмарами. 90% грозових розрядів між хмарою і землею є розрядами «негативно заряджена хмара — позитивно заряджена земля».

ВИНИКНЕННЯ ГРОЗОВИХ РОЗРЯДІВ

Коли вгору підіймаються теплі маси повітря, волога, яка там знаходиться, конденсується, утворюються кристали льоду, які внаслідок зіткнень і тертя електризуються. При цьому позитивно заряджені частинки виявляються у верхній частині хмари, а негативно заряджені — в нижній. Поверхня землі отримує позитивний заряд. Необхідна для розряду блискавки напруженість поля лежить у межах 0,5 – 10 кВ/см. На першій стадії в зоні, де електричне поле досягає критичного значення, починається ударна іонізація, яка створюється спочатку вільними зарядами, завжди наявними в невеликій кількості в повітрі, що під дією електричного поля набирають значних швидкостей у напрямку до землі та, стикаючись із молекулами — складовими повітря, іонізують їх.

Виникають електронні лавини, які переходять у нитки електричних розрядів — стримери, що є добрими каналами-провідниками, які, зливаючись, утворюють яскравий термоіонізований канал із високою провідністю — ступінчастий лідер блискавки.

Рух лідера до земної поверхні відбувається ступенями в кілька десятків метрів зі швидкістю ~ 50 000 кілометрів на секунду, після чого його рух припиняється на кілька десятків мікросекунд, а світіння сильно слабшає; потім у наступній стадії лідер знову просувається на кілька десятків метрів. Яскраве світіння охоплює при цьому всі пройдені ступені; потім слідує знову зупинка й ослаблення світіння. Ці процеси повторюються під час руху лідера до поверхні землі з середньою швидкістю 200 000 метрів на секунду.

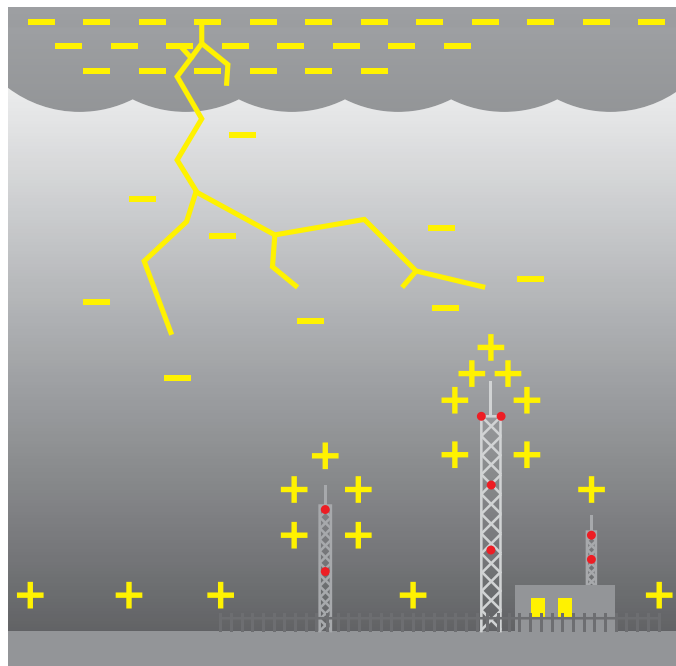
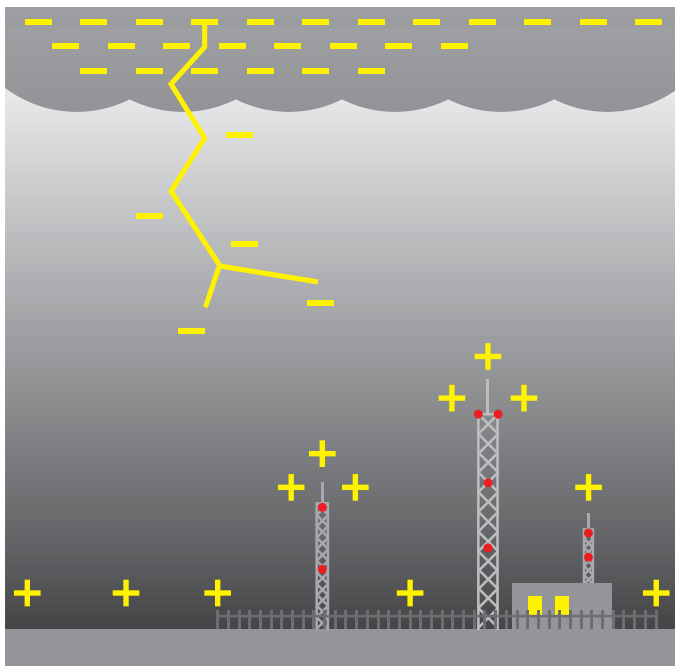


Розподіл розряду: 1 — близько 6 000 м.,
2 — електричне поле

Розряд грозової хмари на землю починається з формування «ступеневого лідера блискавки». Через кожну 1 Нс відбувається імпульс. Кожні 20 Нс відбувається зупинка

У міру просування лідера до землі напруженість поля на його кінці посилюється і під його дією з предметів, які виступають на поверхні Землі, викидається у відповідь стример, який з'єднується з лідером. Ця особливість блискавки використовується для створення громовідводу.

Температура каналу при головному розряді може перевищувати 20000-30000°C. Довжина каналу блискавки може бути від 1 до 10 км, діаметр — кілька сантиметрів.



ОСНОВНІ ВРАЖАЮЧІ ФАКТОРИ УДАРУ БЛИСКАВКИ

Залежно від точки ураження будівлі беруться до уваги первинні та вторинні вражаючі фактори:

ПЕРВИННИЙ ВРАЖАЮЧИЙ ФАКТОР

Удар блискавки в будинок може призвести до таких наслідків:

- миттєвого механічного пошкодження, пожежі та/або вибуху внаслідок впливу гарячої плазмової дуги самої блискавки, внаслідок впливу струму, який з'являється в результаті омичного нагрівання дротів або внаслідок електричного заряду, який виникає в результаті ерозії в основі дуги (розплавлений метал);
- пожежі та/або вибуху, ініційованих іскрами, викликаними перенапруженнями в результаті резистивного й індуктивного зв'язку і протікання частини струмів блискавки;
- загрози для життя через контактну і крокову напругу внаслідок резистивного й індуктивного зв'язку.

ВТОРИННІ ВРАЖАЮЧІ ЕФЕКТИ

Удар блискавки поблизу будівлі може призвести:

- до пошкодження або виходу з ладу внутрішніх систем у результаті впливу електромагнітних імпульсів грозових розрядів.

Удар блискавки в систему енергопостачання будівлі може призвести до таких наслідків:

- пожежі та/або вибуху, викликаних іскрами, внаслідок перенапруги і впливу струмів блискавки, які проходять через системи енергопостачання;
- загрози для життя через контактну і крокову напругу всередині будівлі, викликані струмами блискавки, передані через під'єднані системи енергопостачання;
- пошкодження або вихід із ладу внутрішніх систем внаслідок перенапруг, які виникають на приєднаних лініях електропередачі та переданих на будівлю.

Удар блискавки поблизу систем енергопостачання будівлі може призвести:

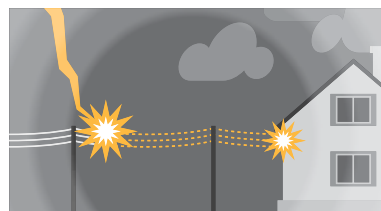
- до пошкодження або виходу з ладу внутрішніх систем внаслідок перенапруг, індукованих на приєднаних лініях і переданих на будівлю;
- до пошкодження або виходу з ладу внутрішніх систем у результаті впливу електромагнітних імпульсів грозових розрядів.



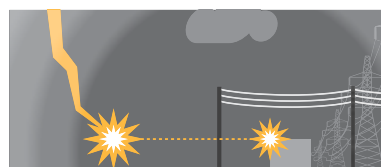
S1 — удар блискавки в об'єкт



S2 — удар блискавки поблизу об'єкта



S3 — удар блискавки в систему енергопостачання



S4 — удар блискавки поблизу систем енергопостачання



ЗОВНІШНІЙ БЛИСКАВКОЗАХИСТ

З усіх загроз, притаманних удару блискавки, найбільшу завжди несе саме прямий удар. Його руйнівна сила здатна завдати серйозних механічних пошкоджень, висока температура каналу блискавки може викликати пожежу. Струм блискавки, який досягає 200 кА, є дуже серйозною загрозою для людського життя. Єдиний спосіб уникнути цієї небезпеки — застосувати правильно спроектовану і надійно змонтовану систему зовнішнього блискавкозахисту. Проектування системи здійснюється з урахуванням класу блискавкозахисту. Всього прийнято чотири класи залежно від ступеня надійності. Перший клас передбачає надійність захисту на рівні понад 99%, другий — від 95 до 99%,

третій — від 90 до 95%, четвертий — не менше 85%. Вибір класу залежить від очікуваної кількості ударів блискавки в об'єкт, його цінності та загроз для життя людей і навколишнього середовища у випадку ураження грозовим розрядом. Наприклад, першим класом захищають АЕС, склади з боєприпасами, НПЗ, другим — великі промислові підприємства з цінним обладнанням і підприємства, які становлять загрозу навколишньому середовищу, третім — житловий фонд, торгові, офісні комплекси, четвертим — споруди, в яких люди не перебувають постійно і де немає електричної проводки.



Зовнішня система блискавкозахисту складається з блискавкоприймачів, струмовідводів і заземлювачів:

- блискавкоприймач (1)
- струмовідвід (2)
- заземлювач (3)



БЛИСКАВКОПРИЙМАЧІ

Блискавкоприймачі призначені для прийняття на себе удару блискавки. Блискавкоприймачі можуть бути природними або спеціально встановленими. Останні можуть бути виконані у вигляді стрижнів, тросів, сітки або їх комбінацій. Можуть монтуватися на самому об'єкті або бути розташовані окремо.



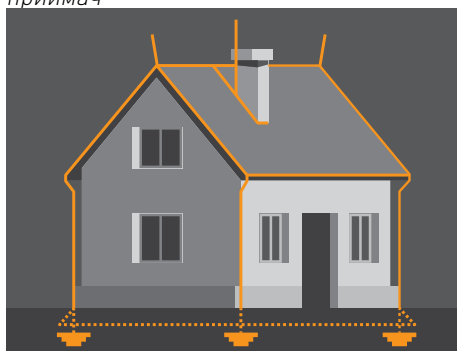
Стрижневий блискавкоприймач



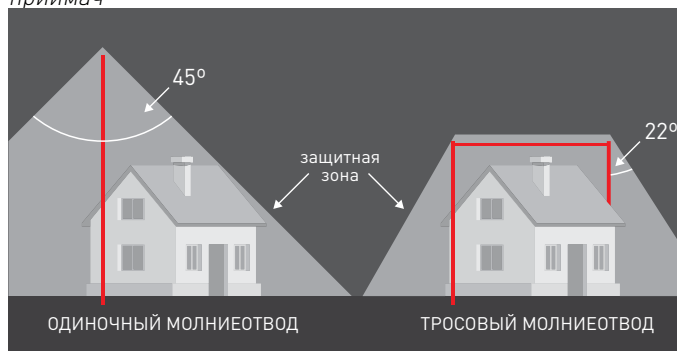
Тросовий блискавкоприймач



Сітчастий блискавкоприймач



Блискавкоприймачі на об'єкті, який захищається



Блискавкоприймачі, які стоять окремо

Матеріали і перетини блискавкоприймачів відповідно до вимог ДСТУ Б. в.2.5-38:2008:

Матеріал	Перетин, мм ²
Сталь	50
Алюміній	70
Мідь	35

Матеріали і перетини блискавкоприймачів відповідно до вимог ДСТУ Б. в.2.5-38:2008:

Матеріал	Сечение, мм ²
Сталь	50
Алюміній	25
Мідь	16

СТРУМОВІДВОДИ

Струмівідвід повинен з'єднувати блискавкоприймач і заземлювач найкоротшим шляхом. Вкрай небажано допускати його підйом. У кожного стрижня повинен бути як мінімум один струмівідвід. У при тросовій системі до кожного кінця троса повинен бути приєднаний струмівідвід. На об'єкті, який підлягає захисту, повинно бути не менше двох струмівідводів, вони повинні розташовуватися рівномірно по периметру, по можливості, в кутах. Якщо стіна виготовлена з негорючого матеріалу — струмівідводи можуть бути прокладені на поверхні стіни або в стіні, якщо з горючого — на поверхні стіни. Струмівідводи слід розміщувати на відстані не менше 3 м від входів, у місцях, недоступних для доторкання людей. Не слід прокладати струмівідводи у ринвах, навіть якщо вони покриті ізоляційним матеріалом. Допускається застосування природних струмівідводів (наприклад, металевий каркас фасаду або арматура з/б конструкцій), якщо вони відповідають необхідним умовам. Кріплення струмівідводу робиться через 0,8-1,0 м.



Природні блискавкоприймачі повинні відповідати таким вимогам:

Матеріал	Товщина, достатня для відводу струму блискавки до заземлювача, мм	Товщина, достатня для безпечного прийому удару блискавки, мм
Сталь	0,5	4
Алюміній	0,5	5
Мідь	0,65	7

Матеріали, а також перетини блискавкоприймачів і струмовідводів відповідно до вимог IEC 63205 ¹⁾:

Матеріал	Конфігурація дроту	Площа поперечного перетину, мм ²
Мідь	Суцільний плоский	50
	Суцільний круглий	50
Луджена мідь	Багатожильний ²⁾	50
	Багатожильний круглий ³⁾	176
Алюміній	Суцільний плоский	70
	Суцільний круглий	50
	Багатожильний	50
Алюмінієвий сплав	Суцільний плоский	50
	Суцільний круглий	50
	Багатожильний	50
	Багатожильний круглий 3)	176
Обміднений алюмінієвий сплав	Багатожильний круглий	50
Сталь оцинкована методом гарячого занурення	Суцільний плоский	50
	Суцільний круглий	50
	Багатожильний	50
	Багатожильний круглий 3)	176
Обміднена сталь	Суцільний плоский	50
	Суцільний круглий	50
Нержавіюча сталь	Суцільний плоский 4)	50
	Суцільний круглий 4)	50
	Багатожильний	70
	Багатожильний круглий 3)	176

1) — Механічні й електричні характеристики, а також антикорозійні властивості повинні відповідати вимогам IEC 62561;
 2) — 50 мм² (8 мм в діаметрі) може бути зменшено до 25 мм² в окремих випадках, коли механічна міцність не є обов'язковою вимогою. У цьому випадку слід приділити увагу зменшенню відстані між кріпленнями;

3) — Для блискавкоприймачів, у яких механічне напруження, зокрема вітрове навантаження, не є критичним, може застосовуватися дріт діаметром 9,5 мм і довжиною 1 м;
 4) — Якщо теплові та механічні характеристики мають велике значення, ці значення повинні бути збільшені до 75 мм²;

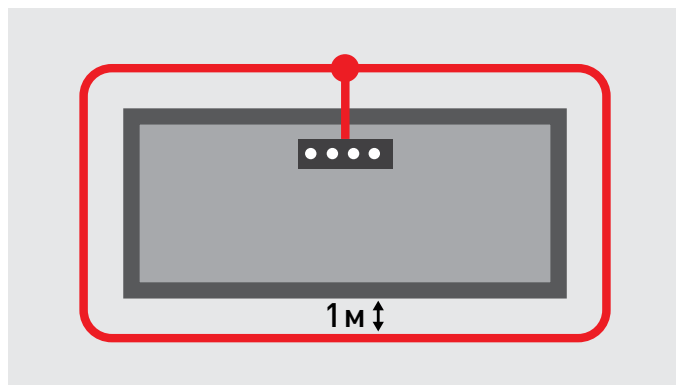
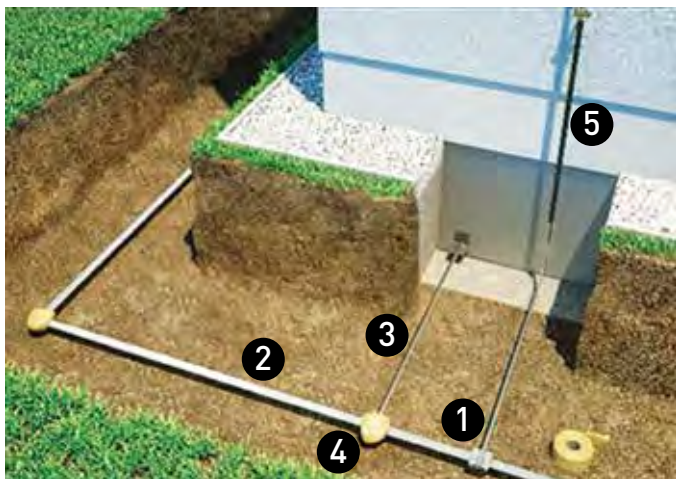
ЗАЗЕМЛЕННЯ

За своїм призначенням прийнято розрізняти робоче функціональне і захисне заземлення. Під робочим розуміють з'єднання елементів будь-якої системи або обладнання з заземлювальним пристроєм, не пов'язане з вимогами електробезпеки. Захисне заземлення служить для захисту від ураження електричним струмом.

Нині чинна нормативна база передбачає створення єдиного контура заземлення на об'єкті. У разі, якщо це неможливо, то контури потрібно між собою з'єднати. Основною вимогою до контура робочого заземлення є його опір, який не повинен

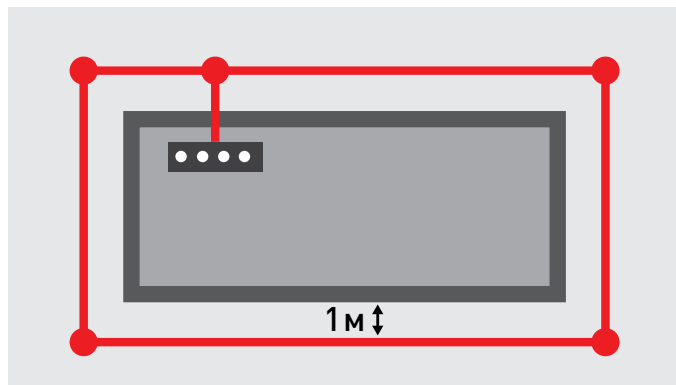
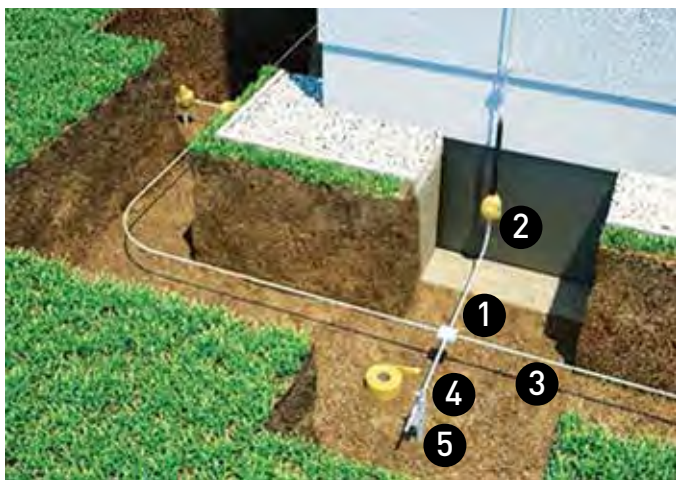
перевищувати певне значення — 4 Ом (наприклад, для житлового фонду), а в деяких випадках — до 1,5 Ом і менше. Блискавкозахисне заземлення, призначене для безпечного розсіювання струму блискавки в ґрунті, може бути природним (фундаментним) або штучно змонтованим (кільцевим або глибинним). Кожен струмовідвід обов'язково повинен бути з'єднаний із заземлювачем. Заземлювачі повинні прокладатися в землю на глибині не менше 0,5 м і на відстані не менше 1 м від фундаменту.

КІЛЬЦЕВЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ



1 — хрестовий з'єднувач, 2 — плоский провідник, 3 — круглий провідник, 4 — антикорозійна стрічка.

ГЛИБИННЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ



1 — хрестовий з'єднувач, 2 — антикорозійна стрічка, 3 — круглий провідник, 4 — з'єднувальні клєми, 5 — стержень заземлення.

Мінімально допустимий перетин елементів заземлення повинен відповідати таблиці (відповідно до ДСТУ Б В.2.5-38:2008)

Матеріал	Перетин, мм ²
Сталь	100
Алюміній	не застосовується
Мідь	50

Матеріали, а також розміри і перетини елементів системи заземлення відповідно до вимог IEC 63205 ^{1), 5)}:

Матеріал	Конфігурація	Мінімальні розміри		
		Діаметр стрижня заземлення, мм	Провід заземлення, мм ²	Пластина заземлення, мм
Мідь Луджена мідь	Багатожильний		50	
	Суцільний круглий	15	50	
	Суцільний плоский		50	
	Труба	20		
	Суцільна пластина			500×500
	Сітчаста пластина ³⁾			600×600
Сталь оцинкована методом гарячого занурення	Суцільний круглий	14	78	
	Труба	25		
	Суцільний плоский		90	
	Суцільна пластина			500×500
	Сітчаста пластина ³⁾			600×600
	Профіль	4)		
Сталь без покриття ²⁾	Багатожильний		70	
	Суцільний круглий		78	
	Суцільний плоский		75	
Обміднена сталь	Суцільний круглий	14 ⁴⁾	50	
	Суцільний плоский		90	
Нержавіюча сталь	Суцільний круглий	15 ⁴⁾	78	
	Суцільний плоский		100	

1) — Механічні й електричні характеристики, а також антикорозійні властивості повинні відповідати вимогам IEC 62561;

2) — Повинна бути занурена в бетон мінімум на 50 мм;

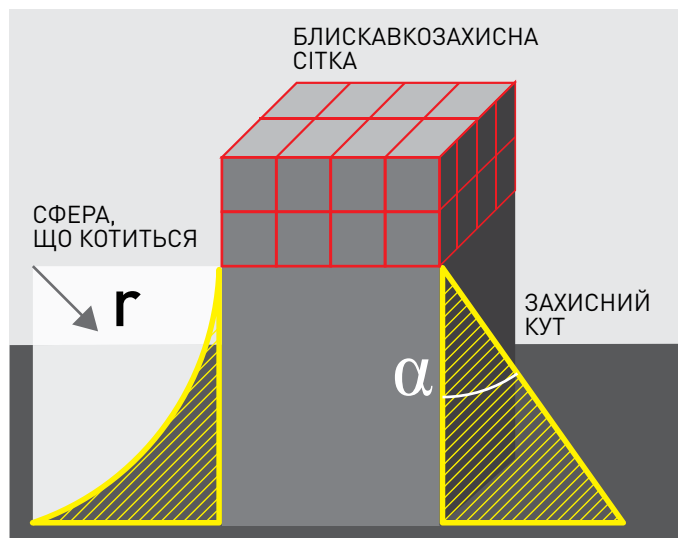
3) — Допускаються різні профілі з поперечним перерізом 290 мм² і товщиною не менше 3 мм, наприклад, хрестовий профіль;

4) — У разі використання фундаментного заземлювача за типом В заземлювальний електрод повинен бути з'єднаний належним чином, як мінімум, 5 м зі сталевую арматурою залізобетону;

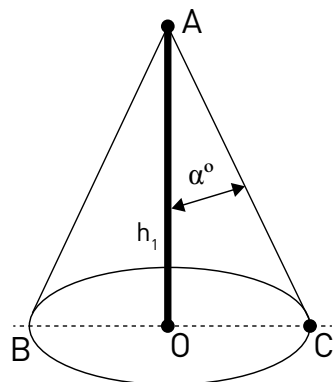
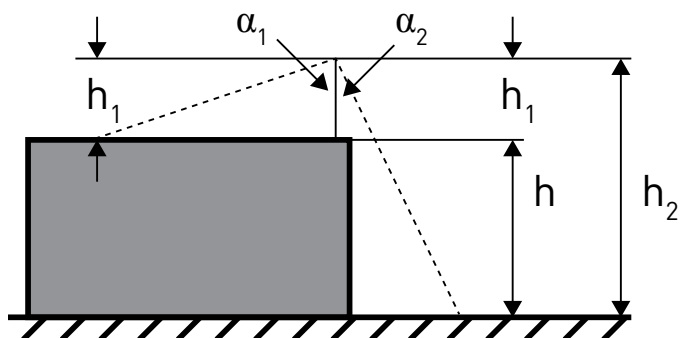
5) — У деяких країнах діаметр може бути зменшений до 12,7 мм

РОЗРАХУНОК ОБ'ЄКТІВ

Розрахунок системи блискавкозахисту проводиться відповідно до вимог чинної нормативної бази. У нашій країні облаштування систем блискавкозахисту регламентується міжнародним стандартом IEC 62305 і національним ДСТУ Б В.2.5-38: 2008. розрахунок зон захисту блискавкоприймачів проводиться відповідно до методів захисного кута або сфери, що котиться. У разі застосування блискавкоприймальної сітки встановлюється її крок. Метод сфери, що котиться, підходить для всіх випадків. Метод захисного кута рекомендується застосовувати для будинків простої форми. Метод сітки є придатною формою захисту рівних поверхонь.



Метод захисних кутів



Зона захисту, що захищається одиночним вертикальним блискавкоприймачем

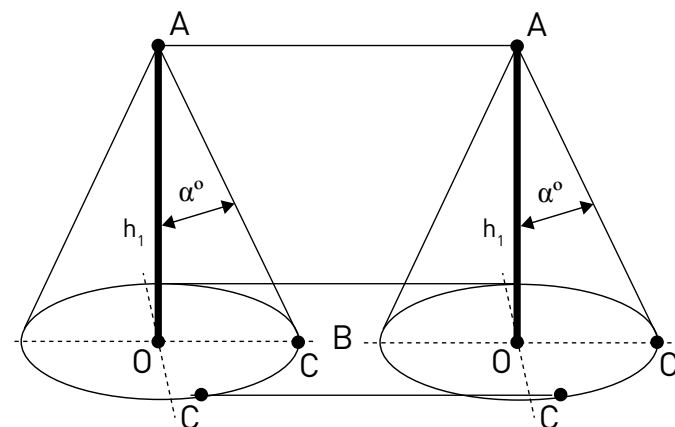
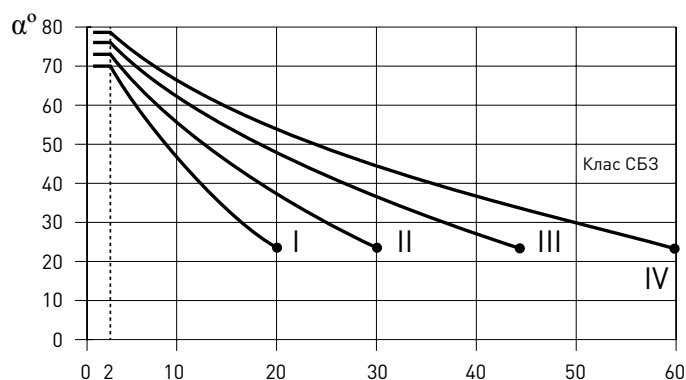
Розрахунок зон захисту блискавкоприймачів відповідно до норм ДСТУ Б В.2.5-38:2008

Рівень захисту	Радіус сфери, що котиться R, м	Кут α° , для будівель різної висоти $h_{об}$, м				Крок комірки сітки, м
		20	30	45	60	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

* У цих випадках застосовуються тільки сітки або сфери, що котяться

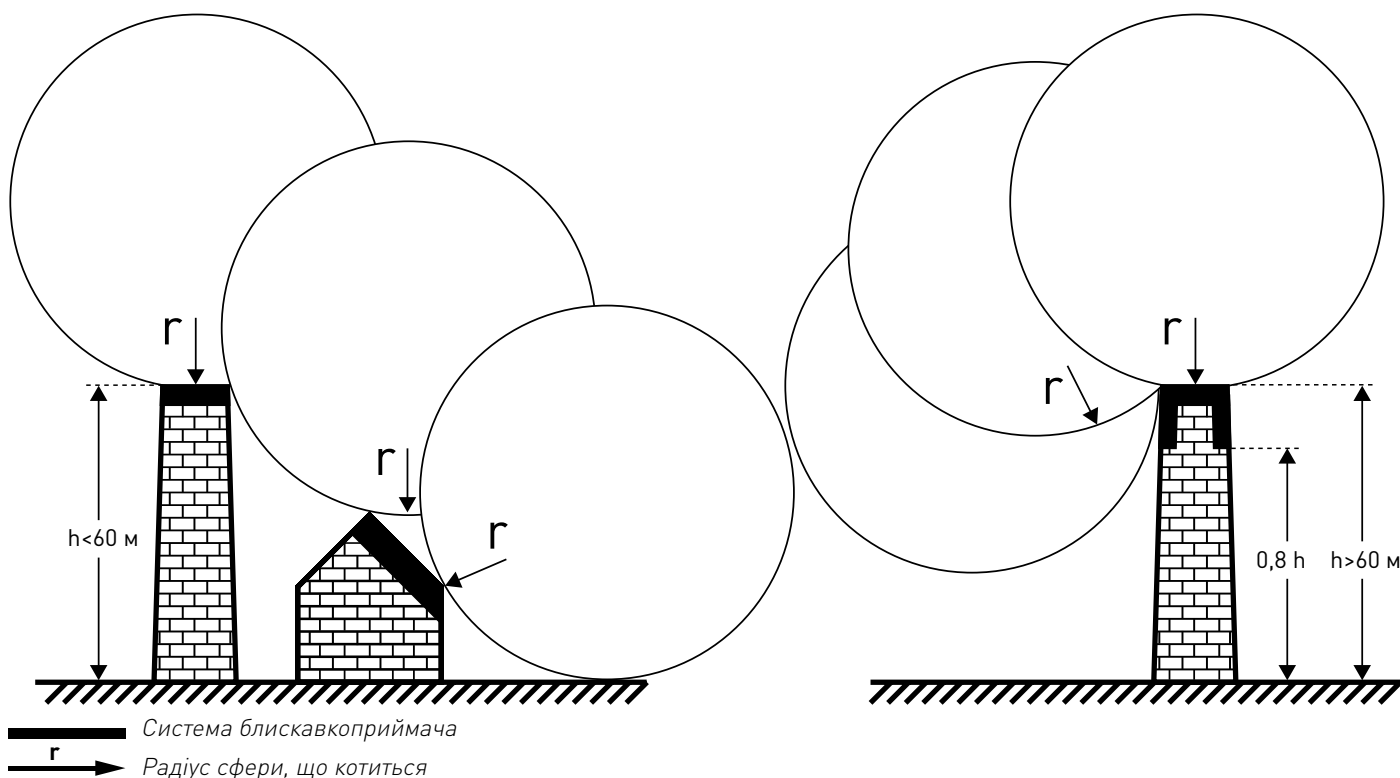
Розрахунок зон захисту блискавкоприймачів відповідно до норм IEC 62305

Клас СБЗ	Метод захисту		
	Радіус сфери, що котиться, r, м	Розмір комірки сітки W, м	Захисний кут α°
I	20	5×5	См. рисунок ниже
II	30	10×10	
III	45	15×15	
IV	60	20×20	



Зона захисту тросового блискавкоприймача

Метод сфери, що котиться



У всіх випадках, крім випадку окремо розташованих блискавкоприймачів, кількість струмовідводів повинна бути не менше двох. Якщо блискавкоприймач складається зі стрижнів, встановлених на окремих опорах (або одній опорі), на кожен опору повинен бути передбачений як мінімум один струмовідвід. Якщо блискавкоприймач складається з окремих горизонтальних дротів (тросів) або з одного дроту (троса), то на кожен кінець троса потрібен як мінімум один струмовідвід. Якщо блискавкоприймач є сітчастою конструкцією, підвішеною над об'єктом, що захищається, на кожен її опору потрібно не менше одного струмовідводу. Струмовідводи слід розташовувати по периметру об'єкта, що захищається, так, щоб середня відстань між ними була не меншою за значення, наведені в таблиці.

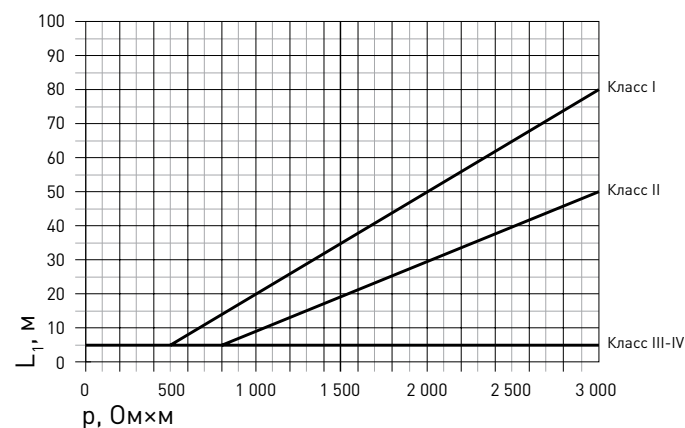
Згідно з нормами стандарту IEC 62305, для контура блискавкозахисного заземлення рекомендується низький опір розтікання струму в ґрунті (по можливості менше 10 Ом, вимірний на низькій частоті). Застосовуються два основні типи (А і В) розміщення заземлювальних електродів. Тип А передбачає використання горизонтальних або вертикальних електродів, встановлених за межами будівлі, яка захищається, і приєднаних до кожного струмовідводу.

У розміщенні типу А загальна кількість використовуваних заземлюючих електродів повинна бути не менше двох.

Середня відстань між струмовідводами

Рівень захисту	Відстань відповідно до ДСТУ Б В.2.5-38:2008, м	Відстань відповідно IEC 62305, м
I	10	10
II	15	10
III	20	15
IV	25	20

Мінімальна довжина заземлювального електрода визначається за графіком



Мінімальна довжина l_1 кожного заземлювального електрода на підставі кожного струмовідводу становить:

— l_1 — для горизонтальних електродів, або — $0,5 l_1$ — для вертикальних (або горизонтальних) електродів, де l_1 — мінімальна довжина горизонтальних електродів, вказана на графіку.

Тип В включає або кільцевий провідник, що знаходиться за межами будинку, що захищається, дотичний до ґрунту на 80% своєї повної довжини, або заземлювальний електрод у фундаменті. Ці заземлювальні електроди також можуть бути сітчастими. Для кільцевого заземлювального електрода (або заземлювального електрода в фундаменті) середній радіус r_e ділянки, охоплюваної кільцевим заземлювальним електродом, повинен бути не менше значення l_1 :

$$r_e \geq l_1$$

де l_1 — визначається за графіком.

$$r_e = L_e / 2\pi$$

L_e — довжина еквівалентної окружності, що дорівнює загальній довжині кільцевого заземлювального електрода.

Якщо потрібне значення l_1 перевищує відповідне значення r_e , то необхідно додати горизонтальні або вертикальні електроди довжиною l_r (горизонтальний) і l_v (вертикальний), які розраховуються за такими формулами:

$$l_r = l_1 - r_e \text{ і } l_v = (l_1 - r_e) / 2$$

Рекомендується, щоб кількість електродів була не меншою, ніж кількість струмовідводів (не менше двох). Додаткові електроди повинні з'єднуватися з кільцевим заземлювальним електродом у точках з'єднання струмовідводів і по можливості на рівній відстані.

Згідно з ДСТУ Б В.2.5-38: 2008, блискавкозахисне заземлення має відповідати наведеним нижче вимогам.

У випадку застосування окремо розташованих блискавкоприймачів використовуються такі штучні заземлювачі:

— для 1-го і 2-го рівнів захисту від блискавок — заземлювач, який складається з трьох і більше вертикальних електродів довжиною не менше 3 м, об'єднаних горизонтальним електродом і відстанню між ними не менше 3 м;

— для 3-го рівня захисту від блискавок — заземлювач, який складається як мінімум із двох вертикальних електродів довжиною не менше 3 м, об'єднаних горизонтальним електродом і відстанню між ними не менше 3 м;

У випадку розташування блискавкоприймачів на покрівлі об'єкта, що захищається, по периметру будівлі або споруди слід прокладати в землі зовнішній контур із штучних горизонтальних заземлювачів.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОПОРУ КОНТУРУ ЗАЗЕМЛЕННЯ

У випадках, коли значення опору контуру заземлення є визначальним параметром, його значення можна попередньо визначити відповідно до методики.

1. Опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_{ov} = \frac{0,366}{L} \times P \times K_m \times \left(\lg \frac{2 \times L}{d} + 0,5 \times \lg \frac{4 \times t + L}{4 \times t - L} \right)$$

де L і d — довжина і діаметр стрижня відповідно, м;

P — еквівалентний питомий опір ґрунту, Ом·м;

t — заглиблення електроду (відстань від поверхні землі до середини електроду), м.

якщо ґрунт двошаровий, еквівалентний питомий опір визначається за виразом:

$$P = \rho_2 L / [\rho(L - H + t\pi) + \rho_2(H - t\pi)]$$

де K_m — коефіцієнт сезонності (за табл. 1 — для стрижневих заземлювачів)

ρ — питомий опір верхнього шару ґрунту, Ом·м;

ρ_2 — питомий опір нижнього шару ґрунту Ом·м;

H — товщина верхнього шару ґрунту, м;

$t\pi$ — заглиблення смуги, м.

Заглиблення стержня визначається за формулою: $t = (L/2) + t\pi$

2. Опір розтікання струму сполучної смуги:

$$R_r = \frac{0,366}{L_\pi} \times \rho \times K_m \times \lg \frac{2 \times L_\pi^2}{b \times t}$$

де L_π , b — довжина і ширина сполучної смуги, м

t — заглиблення сполучної смуги;

K_m — коефіцієнт сезонності для смуги (за табл. 1 — для смугових заземлювачів);

ρ — питомий опір верхнього шару ґрунту, Ом·м;

3. Опір сполучної смуги з урахуванням коефіцієнта використання:

$$R_r = R_r / h_\pi$$

h_π — коефіцієнт використання смуги (табл. 2)

4. Опір одиночного заземлювача з урахуванням коефіцієнта використання:

$$R_{sp} = R_{ov} / h_c$$

У ґрунті:

— з еквівалентним питомим опором $\rho \leq 500$ Ом·м при площі будівлі менше 250 м² до цього контуру в місцях приєднання струмовідводів для 1-го і 2-го рівнів блискавкозахисту кріпляться по одному вертикальному або горизонтальному променевому електроду довжиною $2 \div 3$ м.

— з еквівалентним питомим опором $500 < \rho \leq 1000$ Ом·м при площі будівлі менше 900 м² до зовнішнього контуру з горизонтальних електродів у місцях приєднання струмовідводів для 1-го і 2-го рівнів блискавкозахисту слід прикріпити не менше, ніж два вертикальні або горизонтальні променеві електроди довжиною $2 \div 3$ м на відстані $3 \div 5$ м один від одного, а в місцях приєднання струмовідводів для 3-го рівня блискавкозахисту слід приварити по одному вертикальному або горизонтальному променевому електроду довжиною $2 \div 3$ м.

h_c — коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (табл. 2)

5. Загальний опір вертикальних заземлювачів

$$R_v = R_{sp} / n$$

n — кількість заземлювачів

6. Загальний опір контура заземлення

$$R = R_v \times R_n / (R_n + R_v)$$

Таблиця 1 — Значення розрахункових кліматичних коефіцієнтів сезонності опору ґрунту

Заземлювач	Кліматична зона			
	I	II	III	IV
Стрижневий	1,8...2,0	1,6...1,8	1,4...1,5	1,2...1,4
Смуговий	4,5...7,0	3,5...4,5	2,0...2,5	1,5...2,0

таблиця 2 — Коефіцієнти використання вертикальних заземлювачів h_c і сполучної смуги h_π

Кількість заземлювачів	Заземлювачі розміщені в ряд		Заземлювачі розміщені по замкнутому контуру	
	h_π	h_c	h_π	h_c
2	0,91	-	-	-
4	0,83	0,89	0,78	0,55
6	0,77	0,82	0,73	0,48



Схема розподілу кліматичних зон України

ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКІВ

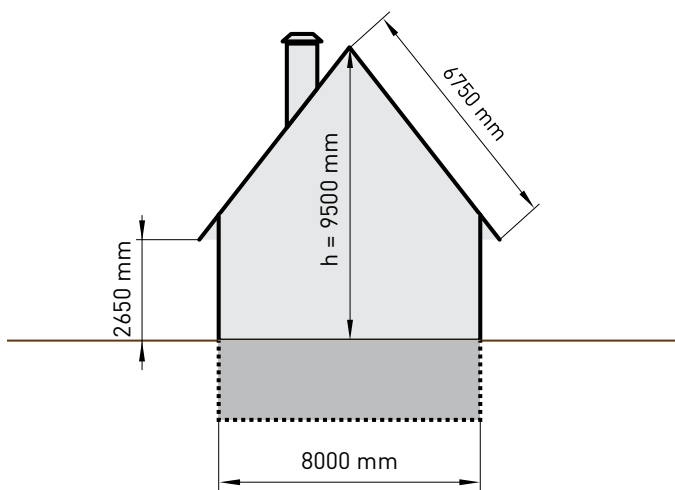
Розрахунок системи блискавкозахисту повинен проводитися відповідно до вимог стандартів ІЕС 62305 або ДСТУ Б В.2.5-38:2008. При проектуванні, монтажі, експлуатації й обслуговуванні систем рекомендується виконувати норми обох стандартів або стандарту, який дає суворіше тлумачення в кожному конкретному випадку. Системи заземлення повинні відповідати вимогам розділу 1.7 ПУЕ:2011.

БЛИСКАВКОЗАХИСТ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

1. Отримання й узгодження технічного завдання

1.1. Отримання геометричних розмірів, конструктивних особливостей об'єкта.

Об'єкт, який захищається, — дерев'яний котедж (зруб) із гострим двосхилим дахом і одним димарем. Отримано план покрівлі та фасадів із габаритними розмірами. Зазначено розташування зовнішньої водостічної системи — в кутах будівлі. Покрівля виготовлена з керамічної черепиці, димар — із цегли, фасад дерев'яний. Вимощення — відсутнє (є тимчасова ґрунтова доріжка навколо будівлі). Ґрунт — злегка зволожений пісок із питомим опором орієнтовно 800 Ом·м.

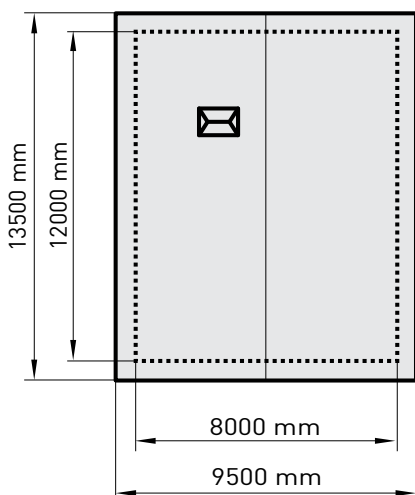
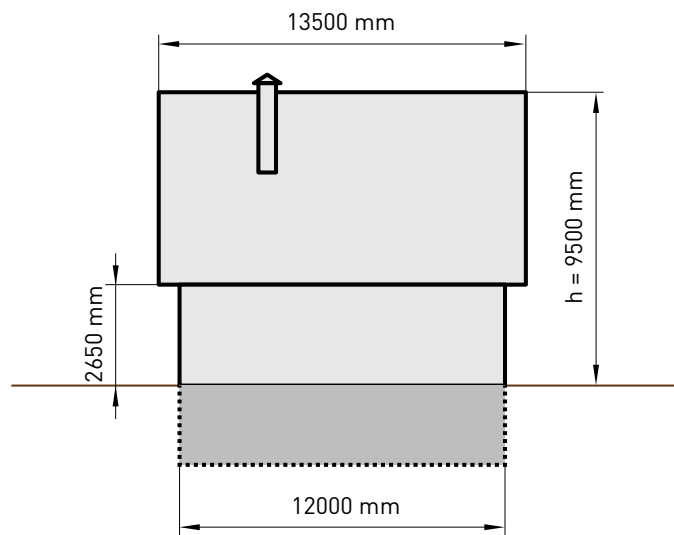


1.2. Визначення класу блискавкозахисту.

Згідно з нормами стандартів ІЕС 62305 та ДСТУ Б В.2.5-38:2008, для даного типу споруд приймається ІІІ клас захисту від блискавки.

1.3. Вибір матеріалів.

Матеріали блискавкоприймальної системи, струмовідводів і заземлювачів вибираються відповідно до діючих нормативів, виходячи з естетичних, економічних міркувань, трудовитрат, агресивності навколишнього середовища, санітарно-гігієнічних норм, і затверджуються Замовником. Для даного об'єкта на вимогу Замовника матеріалом блискавкоприймачів і струмовідводів обраний алюміній, для системи заземлення — оцинкована сталь.



2. Розробка концепції.

2.1. Розрахунок зон захисту, вибір блискавкоприймальної системи.

Розрахунок зони захисту блискавкоприймальної системи проведено за методом захисного кута, який рекомендується для невеликих будинків простої форми. Для розрахунку зон захисту в даному прикладі використовуються норми ДСТУ Б В.2.5-38:2008, які дають суворіше трактування. Основою блискавкозахисної системи є горизонтальний дріт, прокладений по коньку. Його захисний кут для будівель до 20 м заввишки при III класі блискавкозахисту складає 45° . У захисну зону потрапляє весь будинок, крім димаря. Його захист здійснюється стрижневим блискавкоприймачем, розміщеним на самому димарі.

2.2. Визначення кількості та шляхи прокладання струмовідводів.

Відповідно до стандарту, який визначає жорсткіші вимоги, IEC 62305, відстань між струмовідводами при III класі блискавкозахисту не повинна перевищувати 15 м. У результаті визначено необхідну кількість — чотири струмовідводи, розміщені в кутах будівлі. Вони з'єднують між собою блискавкоприймачі в єдину систему і прокладаються від них до заземлювачів схилами покрівлі та далі — по водостічній системі. Один зі струмовідводів прокладається таким чином, щоб з'єднати найкоротшим шляхом горизонтальний і стрижневий блискавкоприймачі, далі проходить до кромки

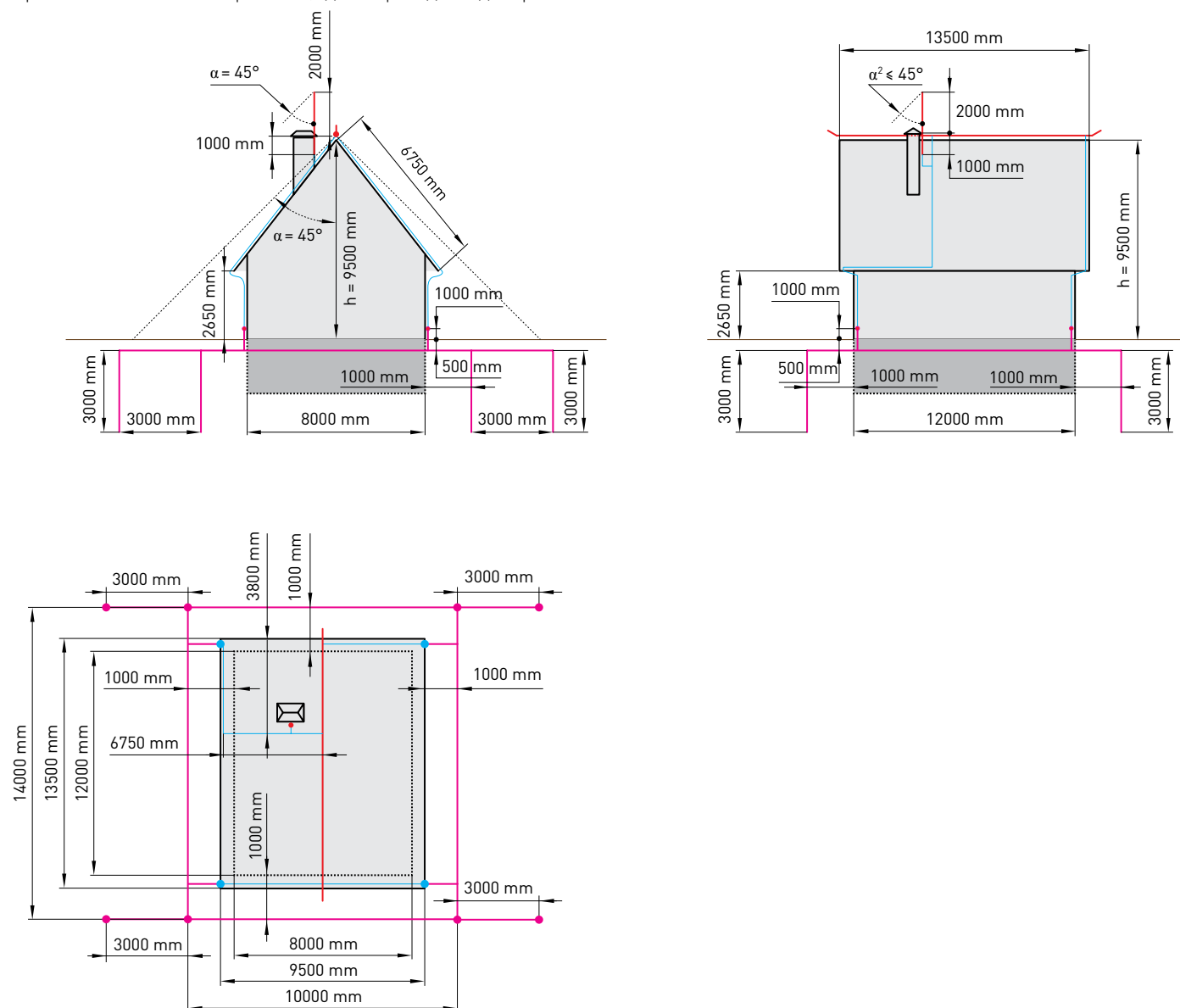
покрівлі й уздовж неї до кута будівлі, потім по ринві — до заземлювача.

2.3. Вибір контура заземлення.

Згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.5-38:2008, для ґрунтів із питомим опором від 500 до 1000 Ом $\times$ м при III класі блискавкозахисту повинен бути створений замкнутий контур заземлення по периметру будівлі, яка захищається, а в місцях з'єднання зі струмовідводами потрібно прикріпити по одному вертикальному або горизонтальному променевому електроду довжиною 2-3 м.

Відповідно до вимог IEC 62305, при розташуванні типу А (стрижневого), при III класі блискавкозахисту до кожного струмовідводу повинен бути прикріплений заземлювач, який складається з двох горизонтальних електродів довжиною 5 м або вертикальних електродів довжиною 2,5 м. Відстань між електродами повинна бути не меншою за їх довжину.

У результаті прийняте технічне рішення, яке відповідає вимогам обох стандартів: до кожного струмовідводу приєднаний заземлювач, який складається з двох вертикальних електродів довжиною 3 м і відстанню 3 м між ними. Заземлювачі з'єднані між собою замкнутим кільцевим провідником, прокладеним по периметру будівлі. Згідно з діючими нормами стандартів, глибина залягання контуру складає 0,5 м, його відстань до стіни — 1 м.



3. Розрахунок обладнання та комплектації системи

3.1. Розрахунок блискавкоприймального обладнання.

Згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.5-38:2008, який дає суворіше трактування, перетин блискавкоприймача з алюмінію має бути не меншим за 70 мм² (для круглого дроту — Ø 10 мм). З кожного кінця провідник повинен виступати над покрівлею приблизно на 0,5 м і бути загнутий на 45° угору. Довжина конька становить 13,5 м. Довжина горизонтального провідника — не менше: $13,5 + 2 \times 0,5 = 14,5$ м. У результаті в якості горизонтального блискавко-приймача прийнятий круглий дріт з алюмінію Ø 10 мм довжиною 15 м.

З обох сторін на його кінці прикріплюються струмоприймачі — всього 2 шт. Для кріплення дроту застосовуються покрівельні тримачі дроту для конькової черепиці з кроком 0,8–1 м. Їх кількість приблизно: $13,5 / 0,8 + 1 \approx 18$. Прийнято — 18 шт. Для захисту димаря обраний стрижневий блискавкоприймач довжиною 3 м — 1 шт. Для його кріплення до димаря застосовуються тримачі блискавкоприймача — 2 шт. Застосовувані матеріали, комплектуючі та їх кількість вказані в таблиці.

Стрижень блискавкоприймача

використовується для перехоплення удару блискавки



Тримач блискавкоприймача

використовується для кріплення блискавкоприймача до труби димаря



Покрівельний тримач дроту для конькової черепиці

використовується для кріплення круглого дроту на коньку



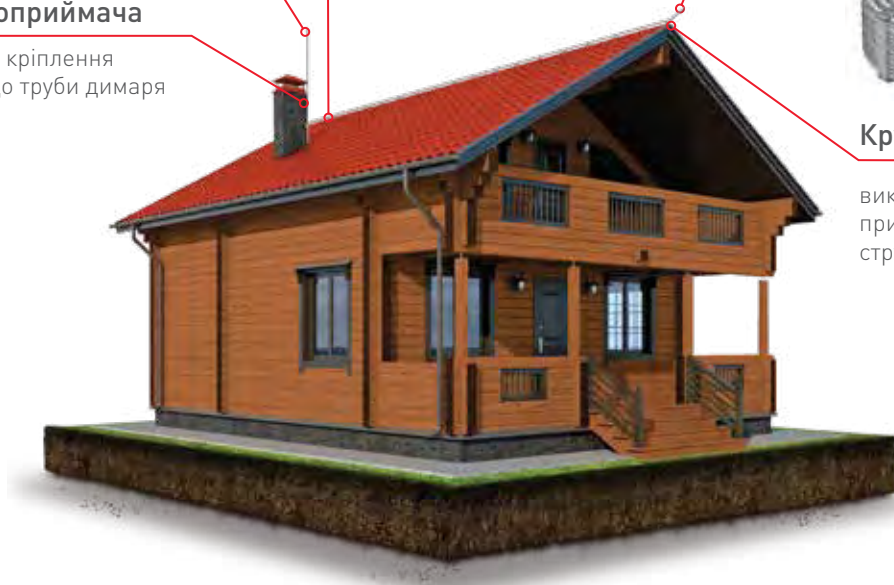
Струмоприймач

використовується для безпечного прийняття удару блискавки дротом



Круглий дріт

використовується для прийняття і відведення струму блискавки



Блискавкоприймальне обладнання

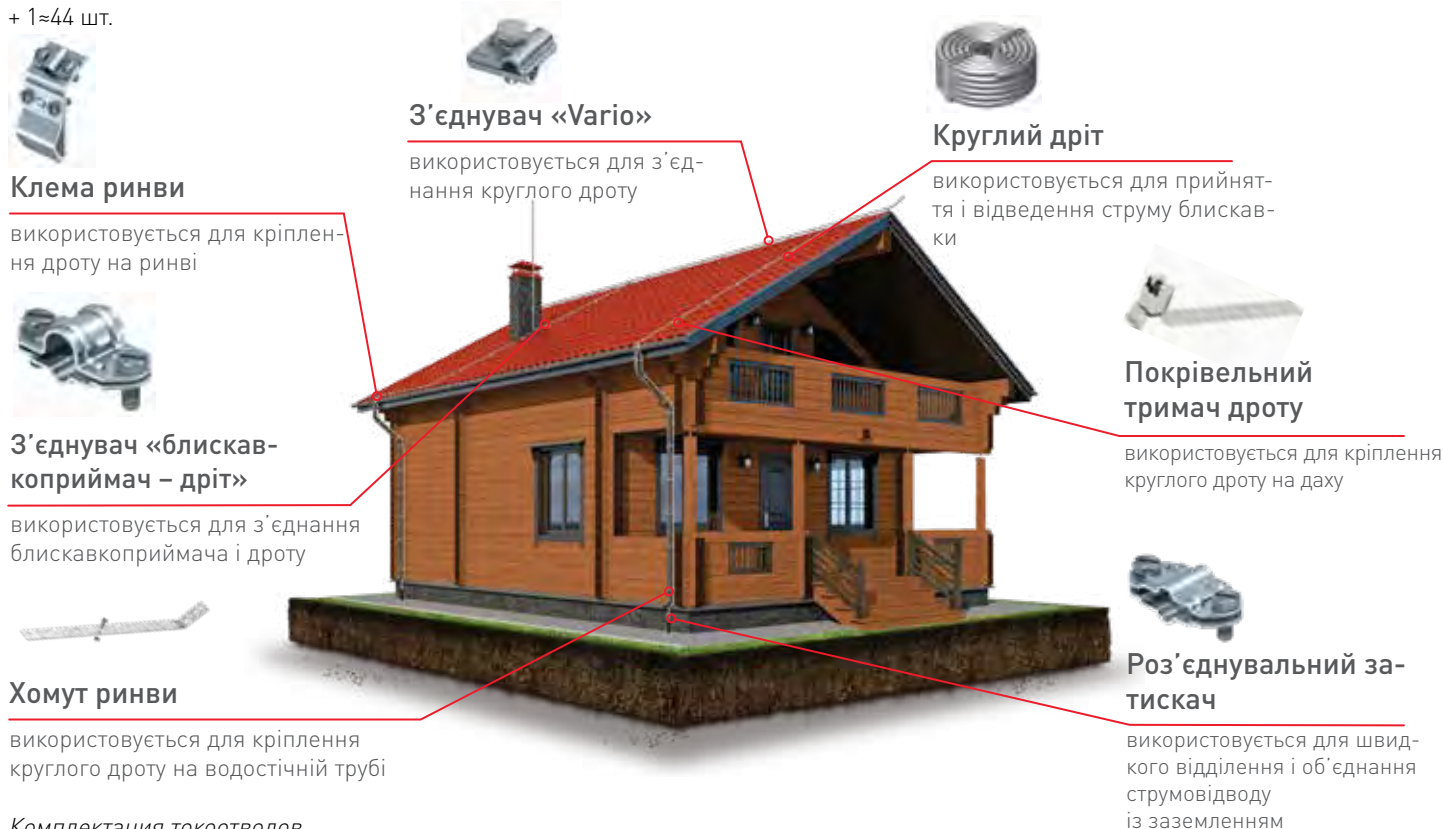
№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця вимірювання	Зображення	Кількість
1	5021308	RD 10-ALU	Круглий алюмінієвий провідник d 10 мм	м		45
2	5401989	101 VL3000	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 3 м	шт.		1
3	5405068	120 A	Наконечник блискавкоприймального стрижня d 8-10.	шт.		2
4	5202833	132 VA	Покрівельний тримач дроту для конькової черепиці, 185-260 мм, нержавіюча сталь	шт.		18
5	5229960	113 Z8-10	Тримач дроту з перегородкою d 8-10 мм, цинк. сплав	шт.		2

3.2. Розрахунок струмовідводів

Згідно з вимогами IEC 62305, який дає суворіше трактування, перетин струмовідводу з алюмінію має бути не менше, ніж 50 мм² (для круглого дроту — Ø 8 мм). Довжина струмовідводу, прокладеного по водостічній системі, становить 2,65 м. Довжина струмовідводу від конька до кромки даху становить 6,75 м. Довжина струмовідводу, прокладеного вздовж кромки, — 3,8 м. Між стрижнем на димарі та струмовідводом на схилі даху потрібно прокласти провідник довжиною приблизно 1 м. Загальна довжина струмовідводів повинна бути не менше: $(2,65 + 6,75) \times 4 + 3,8 + 1 = 42,4$ м. У результаті в якості матеріалу для струмовідводів обраний круглий суцільний дріт з алюмінію Ø 8 мм довжиною 45 м. Для кріплення дроту струмовідводу на керамічну черепицю використовуються покрівельні тримачі дроту, які встановлюються з кроком 0,8 — 1 м: $4 \times (6,75 / 0,8 + 1) + 3,8 / 0,8 + 1 \approx 44$ шт.

Прийнято — 45 шт. Для прокладання струмовідводів на ринвах використовуються хомути з кроком 0,8 — 1 м, їх орієнтовна кількість: $4 \times (2,65 / 0,8 + 1) \approx 18$ шт.

Прийнято — 20 шт. Для з'єднання стрижневого блискавкоприймача і струмовідводу використовується з'єднувач — 1 шт. Для з'єднання між собою круглих провідників струмовідводів і блискавкоприймачів використовуються універсальні з'єднувачі Vario, їх загальна кількість становить 10 шт. Для кріплення дроту струмовідводу на ринві використовуються клеми ринви — 4 шт. Приблизно на відстані 1 м від рівня землі між струмовідводами і заземлювачами встановлюються роз'ємні з'єднання за допомогою роз'єднувальних затискачів — 4 шт. У таблиці вказані застосовувані конструктивні елементи.



Комплектація токоотводів

№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця виміру	Зображення	Кількість
1	5021286	RD 8-ALU	Круглий алюмінієвий провідник d 8 мм.	м		45
2	5215552	157 F-VA 230	Покрівельний тримач дроту для черепичної покрівлі, d 8 L = 230 мм, нержавіюча сталь	шт.		45
3	5350905	301 V-VA	Універсальна скоба ринви, 60-130 мм, нержавіюча сталь	шт.		20
4	5336058	226 VA	Універсальна з'єднувальна вставка для припасування круглих провідників Rd 8-10 до Rd 16, нержавіюча сталь	шт.		1
5	5311519	249 8-10 ALU	З'єднувач швидкого монтажу Vario d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань, алюміній	шт.		10
6	5316014	262	Клема для покрівельної ринви, для будь-якого борту	шт.		4
7	5336457	233 A VA	Роз'єднувальна вставка Rd 8-10 і FL 30 мм, нержавіюча сталь	шт.		4

3.3. Розрахунок контуру заземлення.

Згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.5-38: 2008, який дає суворіше трактування, перетин сталевого заземлювача повинен бути не меншим, ніж 100 мм². В якості горизонтального заземлюючого провідника, а також з'єднувального провідника вертикальних і горизонтальних заземлювачів обраний плоский дрід перетином 30 × 3,5 мм з оцинкованої методом гарячого занурення сталі з цинковим покриттям 70 мкм. Розміри сторін траншеї, викопаної по периметру будівлі для прокладання горизонтального заземлювача, складають 14 і 10 м відповідно. Відстань між вертикальними електродами — 3 м. На з'єднання кожного струмовідводу з контуром необхідно 2,5 м дроту. В результаті загальна довжина плоского дроту: $(14 + 10) \times 2 + 3 \times 4 + 2,5 \times 4 = 70$ м. Для кріплення плоских дротів до стіни будинку застосовуються тримачі, всього 8 шт. Вертикальні електроди виготовляються з 1,5-метрових набірних стрижнів діаметром 20 мм. Матеріал стрижнів —

оцинкована методом гарячого занурення сталь із покриттям 70 мкм. Кожен електрод складається з двох набірних стрижнів, кожен вертикальний заземлювач складається з двох електродів. У підсумку загальна кількість стрижнів: $2 \times 2 \times 4 = 16$ шт. Для забивання стрижнів у землю необхідні наконечники, їх кількість дорівнює кількості вертикальних електродів — $2 \times 4 = 8$ шт. Стільки ж має бути клем, які з'єднують стрижні з плоским дротом — 8 шт. Кількість хрестових з'єднувачів для плоского дроту має бути не менше 12 шт. Прийнято кількість із запасом — 15 шт. З метою захисту болтових з'єднань у ґрунті використовується антикорозійна стрічка — один рулон на два з'єднання, всього 8 рулонів. Матеріали, які застосовуються в системі заземлення, наведені в таблиці.



Контур заземлення

№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця виміру	Зображення	Кількість
1	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский сталевий провідник, оцинкований для укладання в землі 30×3,5 мм	м		70
2	5032032	831 30	Тримач для плоских провідників 30 мм	шт.		8
3	5000750	219 20 ST FT	Стрижень заземлення для стандартного застосування L = 1,5 м 20 мм гарячеоцинкований. Цинкове покриття 70 мкм. 3 цапфами й отвором для встановлення в ряд	шт.		16
4	3041212	1819 20BP	Наконечник для стрижня заземлення 20 мм	шт.		8
5	5001641	2760 20 FT	З'єднувальна клема для стрижнів заземлення, універсальна, підходить для під'єднання круглого провідника Rd8-10 або плоского провідника FL40, із проміжною пластиною, оцинкована сталь.	шт.		8
6	5314658	256 A-DIN 30 FT	Хрестовий з'єднувач для плоских провідників 30 мм	шт.		15
7	2360055	356 50	Пластична антикорозійна стрічка 50 мм із нетканого матеріалу з хімічними волокнами, з вазеліновим покриттям	шт.		8

Система блискавкозахисту даного об'єкту складається з блискавкоприймачів у вигляді горизонтального дроту, прокладеного по коньку будівлі, та стрижня на димарі, струмовідводів, прокладених у кутах будівлі та заземлювача з вертикальних електродів, з'єднаних кільцевим горизонтальним дротом. Загальна кількість матеріалів і комплектуючих деталей наведена в підсумковій таблиці.

Система блискавкозахисту приватного будинку

№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця виміру	Кількість
1	5021308	RD 10-ALU	Круглий алюмінієвий провідник d 10 мм	м	45
2	5401989	101 VL3000	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 3 м	шт.	1
3	5405068	120 A	Наконечник блискавкоприймального стрижня d 8-10	шт.	2
4	5202833	132 VA	Покрівельний тримач дроту для конькової черепиці, 185-260 мм, нержавіюча сталь	шт.	18
5	5229960	113 Z8-10	Тримач дроту з перегородкою d 8-10 мм, цинк. сплав	шт.	2
6	5021286	RD 8-ALU	Круглий алюмінієвий провідник d 8 мм	м	45
7	5215552	157 F-VA 230	Покрівельний тримач дроту для черепичної покрівлі, d 8 L=230 мм, нержавіюча сталь	шт.	45
8	5350905	301 V-VA	Універсальна скоба ринви, 60-130 мм, нержавіюча сталь	шт.	20
9	5336058	226 VA	Універсальна з'єднувальна вставка для припасування круглих провідників Rd 8-10 до Rd 16, нержавіюча сталь	шт.	1
10	5311519	249 8-10 ALU	З'єднувач швидкого монтажу Vario d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань, алюміній	шт.	10
11	5316014	262	Клема для покрівельної ринви, для будь-якого борту	шт.	4
12	5336457	233 A VA	Роз'єднувальна вставка Rd 8-10 і FL 30 мм, нержавіюча сталь	шт.	4
13	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский сталевий провідник, оцинкований для вкладання в землі 30х3,5 мм.	м	70
14	5032032	831 30	Тримач для плоских провідників 30 мм	шт.	8
15	5000750	219 20 ST FT	Стрижень заземлення для стандартного застосування L = 1,5 м 20 мм гарячеоцинкований. Цинкове покриття 70 мкм, 3 цапфами й отвором для встановлення в ряд	шт.	16
16	3041212	1819 20BP	Наконечник для стрижня заземлення 20 мм	шт.	8
17	5001641	2760 20 FT	З'єднувальна клема для стрижнів заземлення, універсальна, підходить для під'єднання круглого провідника Rd8-10 або плоского провідника FL40, з проміжною пластиною, оцинкована сталь	шт.	8
18	5314658	256 A-DIN 30 FT	Хрестовий з'єднувач для плоских провідників 30 мм	шт.	15
19	2360055	356 50	Пластична антикорозійна стрічка 50 мм із нетканого матеріалу з хімічними волокнами, з вазеліновим покриттям	шт.	8

БЛИСКАВКОЗАХИСТ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Розрахунок виконано згідно з нормами стандарту IEC 62305.

1. Отримання й узгодження технічного завдання.

1.1. Отримання геометричних розмірів, конструктивних особливостей об'єкта.

Об'єкт, який захищається, — слюсарний цех зі складськими й офісними приміщеннями. Це прямокутна будівля з плоским дахом. На даху є надбудова і мансардне вікно. Отримано план покрівлі та фасадів із габаритними розмірами. Покрівля виготовлена з руберойду, фасад — із цегли. Вимощення — асфальтне покриття, його ширина становить 1 м. Навколо будівлі прокладено велику кількість підземних комунікацій, план відсутній. Ґрунт, згідно з даними геологічних розвідок

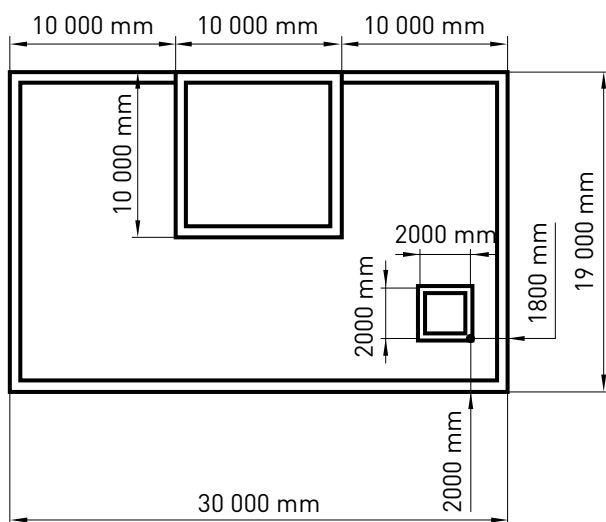
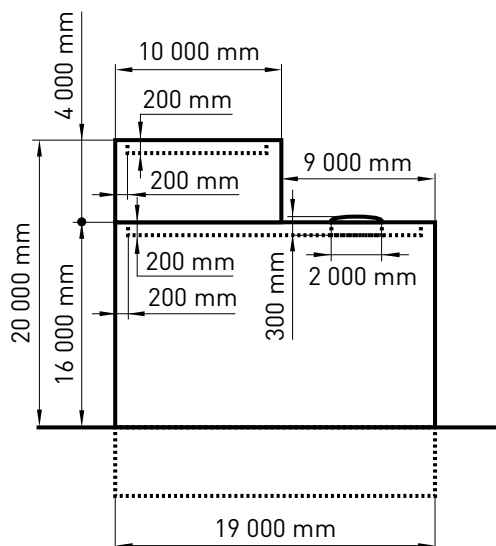
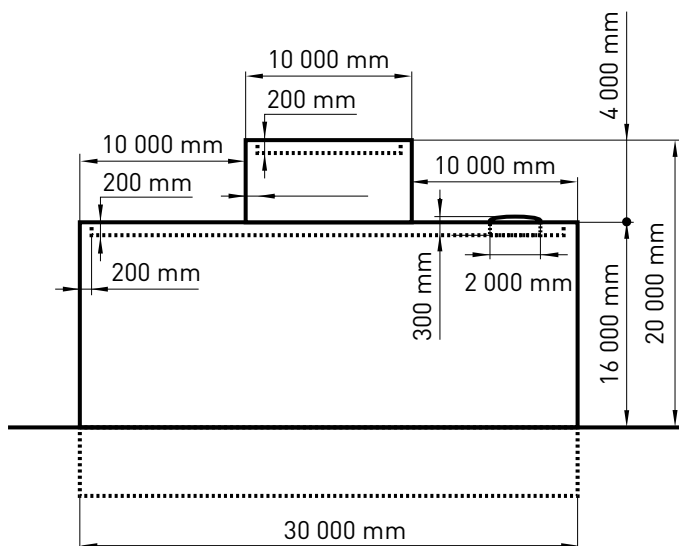
— злегка зволожений пісок із питомим опором $1000 \text{ Ом} \times \text{м}$.

1.2. Визначення класу блискавкозахисту.

Згідно з нормами стандарту IEC 62305, дана споруда відповідає III класу захисту від блискавки. На вимогу Замовника з метою підвищення надійності системи прийнятий II клас захисту від блискавки.

1.3. Вибір матеріалів.

Виходячи з економічних міркувань, система виконана з оцинкованої сталі.



3. Розрахунок обладнання та комплектації системи

3.1. Розрахунок блискавкоприймального обладнання.

Згідно з вимогами IEC 62305, перетин провідника блискавкоприймальної сітки з оцинкованої сталі повинен бути не меншим, ніж 50 мм² (Ø 8 мм). Для захисту надбудови, яка має довжину і ширину по 10 м, потрібно 40 м дроту. Для захисту нижнього рівня з довжиною 30 м і шириною 19 м необхідна така кількість дроту: $4 \times 19 + 2 \times 30 + 3 \times 10 = 166$ м. Для з'єднання стрижневого блискавкоприймача з сіткою потрібно 2 м дроту. Всього для облаштування блискавкоза-хисної сітки необхідно не менше: $40 + 166 + 2 = 208$ м дроту. Остаточного прийнято 220 м оцинкованого сталевих дроту Ø 8 мм. Для захисту мансардного вікна використовується алюмінієвий стрижневий блискавкоприймач довжиною 3,5 м. Він встановлюється на покрівлю за допомогою двох бетонних основ по 16 кг. Кількість

компенсаторів, які застосовуються у випадку, коли довжина провідника перевищує 20 м, — 2 шт. Для кріплення круглого провідника використовуються тримачі для плоскої покрівлі, встановлені з кроком 0,8 – 1 м. Їхня кількість для надбудови — не менше: $(10 / 0,8 + 1) \times 4 = 54$ шт. Для нижнього рівня потрібно не менше: $4 \times (19 / 0,8 + 1) + 4 \times (15 / 0,8 + 1) + 3 \times (10 / 0,8 + 1) \approx 219$ шт. Тримачі для з'єднання стрижневого блискавкоприймача з сіткою: $2 / 0,8 + 1 \approx 4$ шт. Всього потрібно не менше: $54 + 219 + 4 = 277$ шт. Остаточного прийнято 280 тримачів. Для електричного з'єднання провідників у єдину систему застосовуються універсальні з'єднувачі Varigo — 25 шт. Застосовувані матеріали, комплектуючі та їхня кількість вказані в таблиці.



Круглий дріт

використовується для приймання ударів блискавки



З'єднувач «Varigo»

використовується для з'єднання круглого дроту



Покрівельний тримач

використовується для утримання круглого дроту на плоских дахах

Молниеприемное оборудование

Блискавкоприймач

використовується для приймання ударів блискавки



Бетонна основа

використовується для встановлення блискавкоприймача на плоскому даху



Компенсатор

використовується для вирівнювання змін довжини круглого дроту

№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця виміру	Зображення	Кількість
1	5021081	RD 8-FT	Круглий сталевий провідник, оцинкований d 8 мм	м		220
2	5401993	101 VL3500	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений із 16 мм до 10 мм. Довжина 3,5 м	шт.		1
3	5403200	F-FIX-16	Бетонна основа для системи FangFix, 16 кг	шт.		1
4	5403227	F-FIX-S16	Бетонна основа для системи FangFix без рамки, 16 кг	шт.		1
5	5218926	172 AR	Компенсатор. Для вирівнювання змін довжини. Необхідно для круглих провідників довжиною понад 20 м. Із круглого дроту d 8-Alu	шт.		2
6	5218691	165 MBG-8	Покрівельний тримач дроту для плоских дахів, полімерна оболонка. Вага наповнення бетоном 1,0 кг. Оболонка з поліетилену, чорна.	шт.		280
7	5311500	249 8-10 ST	З'єднувач швидкого монтажу Varigo d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань, оцинкована сталь	шт.		25

3.2. Розрахунок струмовідводів

Згідно з вимогами IEC 62305, перетин струмовідводу з оцинкованої сталі повинен бути не менше 50 мм² (Ø 8 мм). Кількість струмовідводів, прокладених від надбудови до нижнього рівня будівлі, — чотири, висота надбудови — 4 м, кількість дротів для струмовідводів надбудови становить $4 \times 4 = 16$ м. Кількість струмовідводів, які йдуть від нижнього рівня будівлі, — десять, висота — 16 м, кількість дротів для струмовідводів нижнього рівня — $10 \times 16 = 160$ м. Загальна довжина струмовідводів — не менше: $160 + 16 = 176$ м, прийнято 180 м дроту з оцинкованої сталі Ø 8 мм.

Для кріплення струмовідводів на стіні будівлі використовуються фасадні тримачі дротів, які встановлюються з кроком: $0,8 - 1$ м: $4 \times (4 / 0,8 + 1) + 10 \times (16 / 0,8 + 1) = 234$ шт. Прийнято — 240 шт. Для з'єднання струмовідводів і блискавкоприймальних сіток використовуються універсальні з'єднувачі Vario, їх загальна кількість становить 20 шт. Приблизно на відстані 1 м від рівня землі між струмовідводами і заземлювачами встановлюються роз'ємні з'єднання за допомогою роз'єднувальних затискачів — 10 шт. У таблиці вказані застосовувані конструктивні елементи.



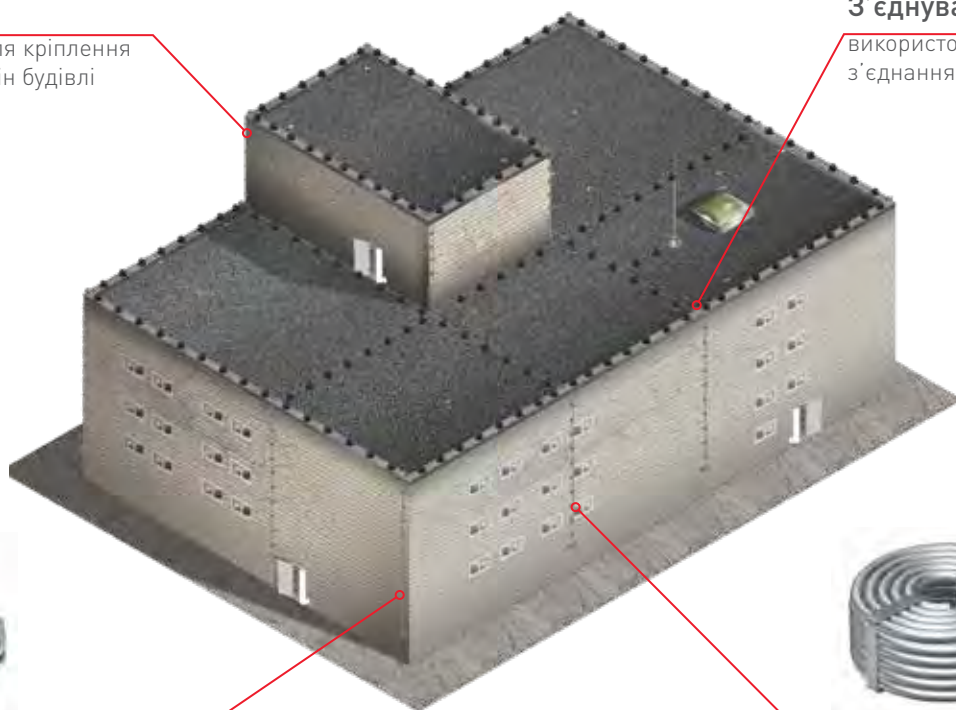
Тримач дроту

використовується для кріплення круглого дроту до стін будівлі



З'єднувач «Vario»

використовується для з'єднання круглого дроту



Роз'єднувальна вставка

використовується для з'єднання круглого дроту з плоским провідником



Круглий дріт

використовується для відведення струмів

Комплектація струмовідводів

№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця виміру	Зображення	Кількість
1	5021081	RD 8-FT	Круглий сталевий провідник, оцинкований d 8 мм	м		180
2	5229960	113 Z8-10	Тримач дроту з перегородкою d 8-10 мм цинк. сплав	шт.		240
3	5311500	249 8-10 ST	З'єднувач швидкого монтажу Vario d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань, оцинкована сталь	шт.		20
4	5336457	233 A VA	Роз'єднувальна вставка Rd 8-10 и FL 30 мм, нержавіюча сталь	шт.		10

3.3. Розрахунок контуру заземлення.

З'єднання вертикальних заземлювачів і струмовідводів здійснюється за допомогою плоского провідника. Згідно з вимогами IEC 62305, його переріз повинен бути не менше 90 мм². Обрано плоский провідник перетином 30 × 3,5 мм з оцинкованої сталі з цинковим покриттям 70 мкм. Для з'єднання струмовідводу з вертикальним електродом необхідно 2,5 м дроту, відстань між електродами — 4,5 м, кількість заземлювачів, що відповідає кількості струмовідводів — 10, разом необхідна кількість плоского дроту для системи: $10 \times (2,5 + 4,5) = 70$ м. Для кріплення плоских дротів до стіни об'єкта застосовуються тримачі, всього 20 шт. Вертикальні електроди виготовляються з 1,5-метрових набраних стрижнів діаметром 20 мм.

Матеріал стрижнів — оцинкована методом гарячого занурення сталь із покриттям 70 мкм. Кожен електрод складається з трьох стрижнів, кожен вертикальний заземлювач складається з двох електродів. У підсумку загальна кількість стрижнів: $3 \times 2 \times 10 = 60$ шт. Для забивання стрижнів у землю необхідні наконечники, їх кількість дорівнює кількості вертикальних електродів — $2 \times 10 = 20$ шт. Стільки ж має бути клем, які з'єднують стрижні з плоским дротом — 20 шт. Кількість хрестових з'єднувачів для плоского провідника повинна бути 10 шт. З метою захисту болтових з'єднань у ґрунті використовується антикорозійна стрічка — один рулон на два з'єднання, разом 10 рулонів. Матеріали, які застосовуються в системі заземлення, наведені в таблиці.



Тримач

використовується для кріплення плоских провідників до стін будівель



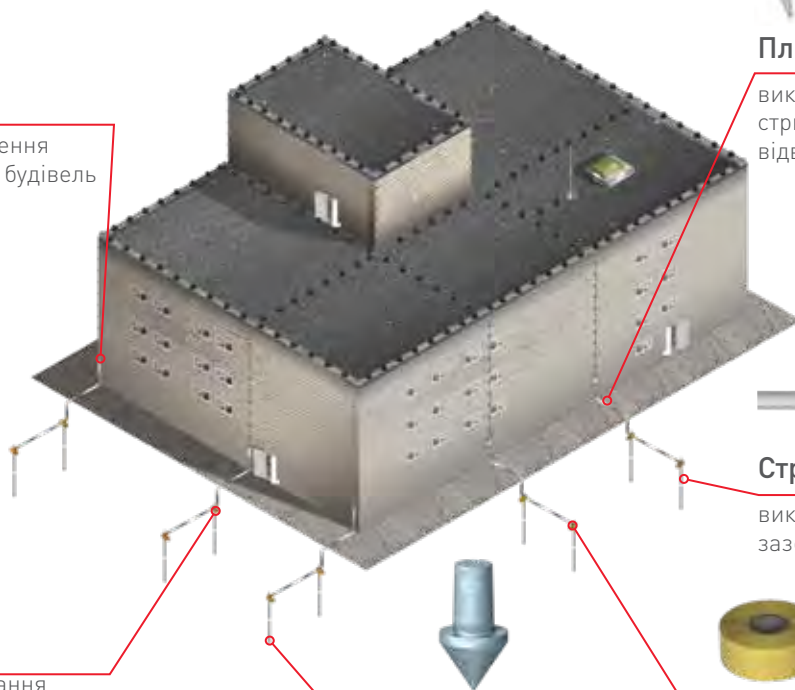
Плоский провідник

використовується для з'єднання стрижнів заземлення та відведення струму в землю



З'єднувальна клема

використовується для з'єднання стрижнів заземлення з провідником



Стрижень заземлення

використовується для заземлення струмів



Стрічка гідроізоляційна

використовується для гідроізоляції елементів з'єднання системи заземлення

Наконечник

служить для забивання стрижня

Контур заземлення

№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця виміру	Зображення	Кількість
1	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский сталевий провідник, оцинкований для вкладання в землю 30×3,5 мм	м		70
2	5032032	831 30	Тримач для плоских провідників 30 мм	шт.		20
3	5000750	219 20 ST FT	Стрижень заземлення для стандартного застосування L=1,5 м 20 мм гарячеоцинкований. Цинкове покриття 70 мкм 3 цапфами й отвором для встановлення в ряд	шт.		60
4	3041212	1819 20BP	Наконечник для стрижня заземлення 20 мм	шт.		20
5	5001641	2760 20 FT	З'єднувальна клема для стрижнів заземлення, універсальна, підходить для під'єднання круглого провідника Rd8-10 або плоского провідника FL40, з проміжною пластиною, оцинкована сталь	шт.		20
6	2360055	356 50	Пластична антикорозійна стрічка 50 мм із нетканого матеріалу з хімічними волокнами, з вазеліновим покриттям	шт.		10

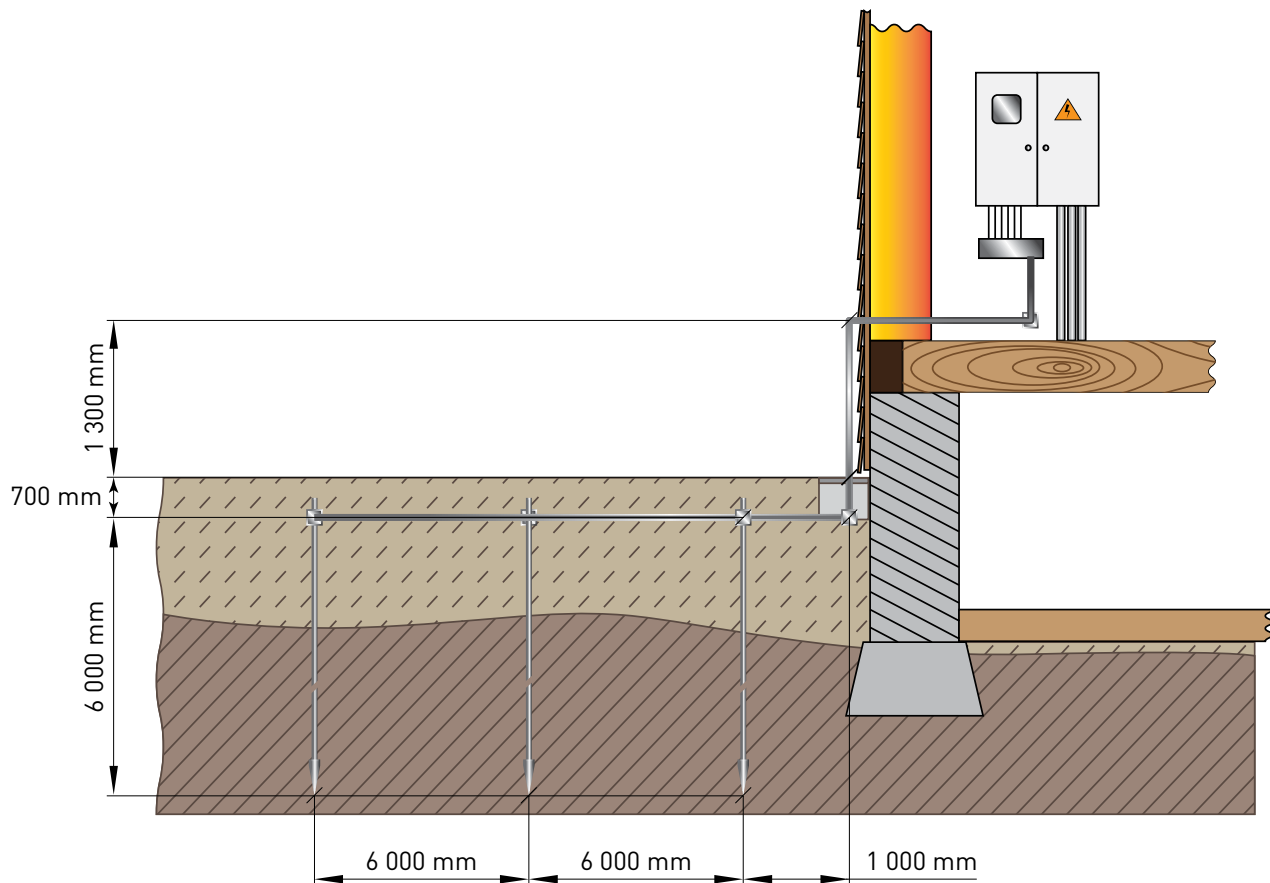
Система блискавкозахисту даного об'єкта складається з блискавкоприймачів у вигляді блискавкозахисної сітки, прокладеної по плоскій покрівлі будинку і стрижневого блискавкоприймача для захисту мансардного вікна, струмовідводів, прокладених по фасаді будівлі, та заземлювачів із вертикальних електродів. Загальна кількість матеріалів і комплектуючих деталей наведена в підсумковій таблиці.

Система блискавкозахисту промислової будівлі

№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця виміру	Кількість
1	5021081	RD 8-FT	Круглий сталевий провідник, оцинкований d 8 мм	м	400
2	5401993	101 VL3500	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 3,5 м	шт.	1
3	5403200	F-FIX-16	Бетонна основа для системи FangFix, 16 кг	шт.	1
4	5403227	F-FIX-S16	Бетонна основа для системи FangFix без рамки, 16 кг	шт.	1
5	5218926	172 AR	Компенсатор. Для вирівнювання змін довжини. Необхідно для круглих провідників довжиною понад 20 м. Із круглого дроту d 8-Alu	шт.	2
6	5218691	165 MBG-8	Покрівельний тримач дроту для плоских дахів, полімерна оболонка. Вага наповнення бетоном 1,0 кг Оболонка з поліетилену, чорна.	шт.	280
7	5311500	249 8-10 ST	З'єднувач швидкого монтажу Varig d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань, оцинкована сталь	шт.	45
8	5229960	113 Z8-10	Тримач дроту з перегородкою d 8-10 мм цинк. сплав	шт.	240
9	5336457	233 A VA	Роз'єднувальна вставка Rd 8-10 и FL 30 мм, нержавіюча сталь	шт.	10
10	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский сталевий провідник, оцинкований для вкладання в землі 30x3,5 мм	м	70
11	5032032	831 30	Тримач для плоских провідників 30 мм	шт.	20
12	5000750	219 20 ST FT	Стрижень заземлення для стандартного застосування L=1,5 м 20 мм гарячеоцинкований. Цинкове покриття 70 мкм 3 цапами й отвором для встановлення в ряд	шт.	60
13	3041212	1819 20BP	Наконечник для стрижня заземлення 20 мм	шт.	20
14	5001641	2760 20 FT	З'єднувальна клема для стрижнів заземлення, універсальна, підходить для під'єднання круглого провідника Rd8-10 або плоского провідника FL40, з проміжною пластиною, сталь	шт.	20
15	2360055	356 50	Пластична антикорозійна стрічка 50 мм із нетканого матеріалу з хімічними волокнами, з вазеліновим покриттям	шт.	10

Примітка: черговість проведення монтажних робіт не обов'язково повинна збігатися з етапами розрахунку систем захисту від блискавок

РОБОЧЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ



Робоче заземлення для приватного будинку, згідно з вимогами ПУЕ, повинно мати опір не більше 4 Ом. Його значення залежить від питомого опору ґрунту, кліматичної зони, а також від форми і геометричних розмірів самого контуру заземлення.

У даному прикладі ґрунт двошаровий, верхній шар — це суглинок із питомим опором 150 Ом × м, глибина залягання досягає 2 м, нижній шар — глина з питомим опором 40 Ом × м. Об'єкт розташований у Центральній Україні, на кордоні

I і II кліматичних зон.

Попередньо визначена конфігурація контура: 3 вертикальні електроди довжиною 6 м, з'єднані між собою плоским дротом, прокладеним на глибині промерзання ґрунту — 0,7 м. Відстань між електродами — 6 м. Згідно з цими даними, за наведеною в даному каталозі методикою проведено орієнтовний розрахунок, результати якого представлені в таблиці:

Параметри заземлювача

1	Діаметр стрижня заземлення	d	м	0,2
2	Діаметр стрижня заземлення	L	м	6
3	Кількість заземлювачів	n		3
4	Ширина з'єднувальної смуги	b	м	0,03
5	Довжина з'єднувальної смуги	L _n	м	13
6	Заглиблення з'єднувальної смуги	t _n	м	0,7

Параметри ґрунту

1	Питомий опір верхнього шару ґрунту (суглинок). За довідковою літературою, орієнтовно	ρ	Ом×м	150
2	Питомий опір нижнього шару ґрунту (глина). За довідковою літературою, орієнтовно	ρ ₂	Ом×м	40
3	Товщина верхнього шару ґрунту. За даними геологічних розвідок	H	м	2

Коефіцієнти

1	Коефіцієнт сезонності для вертикального заземлювача	K _м		1,8
2	Коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача	K _м		4,5
3	Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів	h _c		0,89
4	Коефіцієнт використання смуги	h _п		0,83

Розраховувані величини

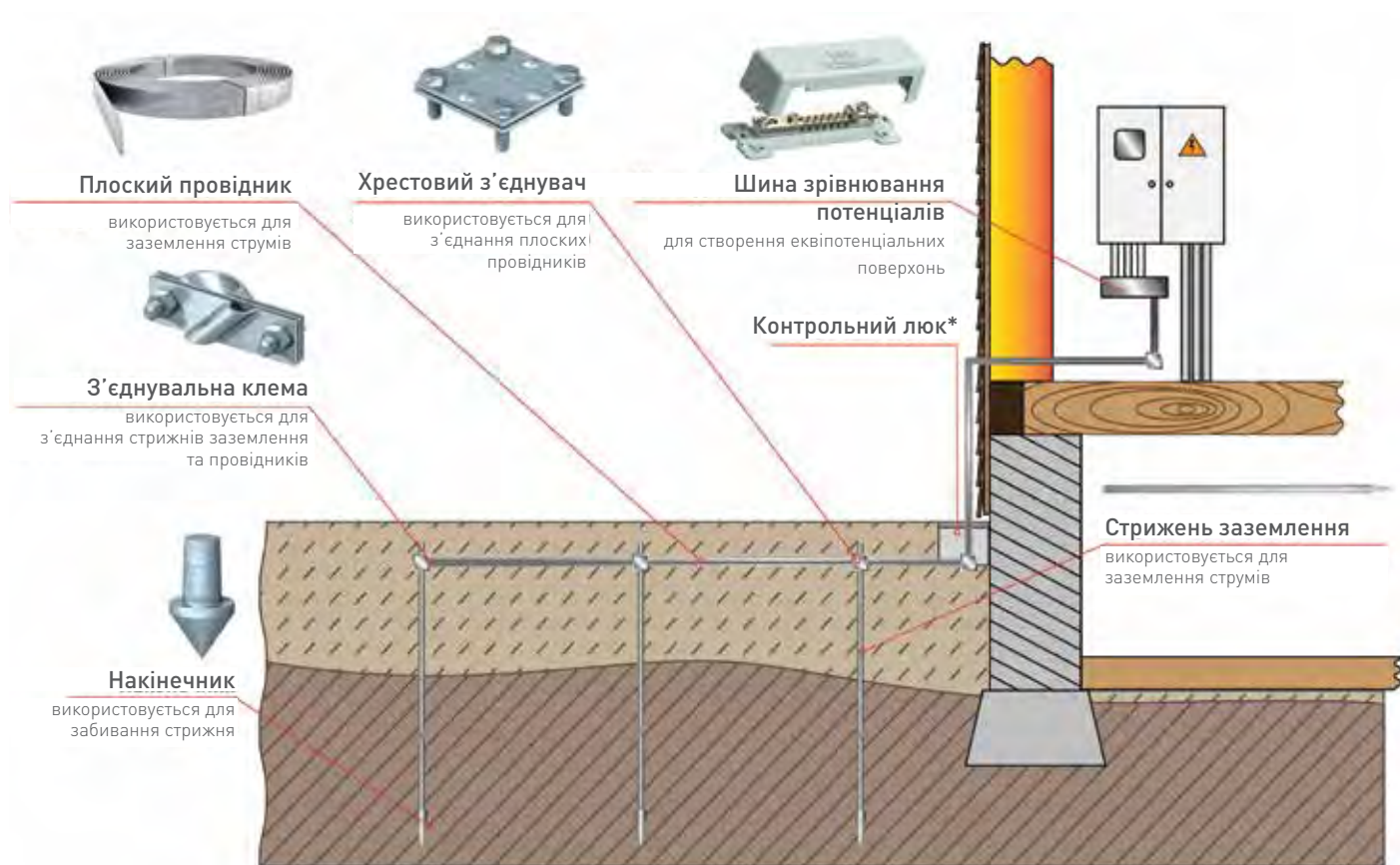
1	Еквівалентний питомий опір	ρ _{екв}	Ом×м	47,56
2	Заглиблення стрижня	t	м	3,70
3	Опір одиночного вертикального заземлювача	R _{ов}	Ом	10,26
4	Опір розтіканню струму сполучної смуги	R _г	Ом	96,32
5	Загальний опір вертикальних заземлювачів	R _в	Ом	3,84
6	Загальний опір контура заземлення	R	Ом	3,70

У результаті отримано значення опору контура заземлення 3,7 Ом, що відповідає пропонованим до нього вимогам. На практиці теоретично розраховане і фактично виміряне значення можуть відрізнятись.

У випадку, коли фактичне значення опору контура заземлення буде вищим від пропонованих до нього вимог, необхідно на місці вносити відповідні зміни: збільшувати кількість стрижнів, точок забивання, довжину горизонтального заземлювача тощо.

Для облаштування контура необхідна така кількість 1,5-метрових заземлювальних стрижнів: $6 / 1,5 = 4$ — на одну точку забивання, в цілому на контур: $4 \times 3 = 12$ шт.

В якості горизонтального заземлювального і з'єднувального провідника застосовується плоский дрід перетином $30 \times 3,5$ мм. Його загальна довжина складає 20 м. Для забивання стрижнів у землю необхідні наконечники, їхня кількість дорівнює кількості вертикальних електродів — 3 шт. Стільки ж має бути клем, які з'єднують стрижні з плоским дротом — 3 шт. Кількість хрестових з'єднувачів для плоского провідника — 3 шт. З метою захисту болтових з'єднань у ґрунті використовується антикорозійна стрічка — один рулон на два з'єднання, разом — 2 рулони. Контур заземлення виведений на шину зрівнювання потенціалів — 1 шт. Матеріали, які застосовуються в системі заземлення, наведені в таблиці.



Примітка: * — можливе встановлення

Контур робочого заземлення приватного будинку

№ п/п	Артикул	Назва	Опис	Одиниця виміру	Кількість
1	5015073	1809	Шина зрівнювання потенціалів, з пластмасовою опорною пластиною 7x25, Rd8-10, FL30	шт.	1
2	5019345	5052 DIN 30X3.5	Плоский сталевий провідник, оцинкований для вкладання в землі 30x3,5 мм	м	20
3	5000750	219 20 ST FT	Стрижень заземлення для стандартного застосування L=1,5 м 20 мм гарячеоцинкований. Цинкове покриття 70 мкм. З цапфами й отвором для встановлення в ряд	шт.	12
4	3041212	1819 20BP	Наконечник для стрижня заземлення 20 мм	шт.	3
5	5001641	2760 20 FT	З'єднувальна клема для стрижнів заземлення, універсальна, підходить для під'єднання круглого провідника Rd 8-10 або плоского провідника FL40, з проміжною пластиною, оцинкована сталь	шт.	3
6	5314658	256 A-DIN 30 FT	Хрестовий під'єднувач для плоских провідників 30 мм	шт.	3
7	2360055	356 50	Пластична антикорозійна стрічка 50 мм із нетканого матеріалу з хімічними волокнами, з вазеліновим покриттям	шт.	2

КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ

ДРІТ

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	5052 DIN 30X3.5	Плоский сталевий провідник, оцинкований для вкладання в землі 30×3,5 мм. Вага бухти, приблизно 25 кг, довжина дроту в бухті, приблизно 30 м	Оцинкування методом гарячого занурення	5019345
	5052 DIN 40X4	Плоский сталевий провідник, оцинкований для вкладання в землі 40×4 мм. Вага бухти, приблизно 50 кг, довжина дроту в бухті, приблизно 40 м		5019355
	RD 8-FT	Круглий сталевий провідник, оцинкований d 8 мм. Вага бухти, приблизно 50 кг, довжина дроту в бухті, приблизно 125 м		5021081
	RD 8-ALU	Круглий алюмінієвий провідник d 8 мм. Вага бухти, приблизно 20 кг, довжина дроту в бухті, приблизно 150 м	Алюміній	5021286
	RD 10-ALU	Круглий алюмінієвий провідник d 10 мм. Вага бухти, приблизно 20 кг, довжина дроту в бухті, приблизно 95 м		5021308
	RD 8-Cu	Круглий мідний провідник d 8 мм. Вага бухти, приблизно 45 кг, довжина дроту в бухті, приблизно 100 м	Мідь	5021480

БЛИСКАВКОПРИЙМАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	101 VL1500	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 1,5 м	Алюміній	5401980
	101 VL2000	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 2 м		5401983
	101 VL2500	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 2,5 м		5401986
	101 VL3000	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 3 м		5401989
	101 VL3500	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 3,5 м		5401993
	101 VL4000	Звужений блискавкоприймальний стрижень у трубі. Останній метр звужений з 16 мм до 10 мм. Довжина 4 м		5401995

Наконечник

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	120 A	Наконечник блискавкоприймального стрижня d 8-10	Лиття з цинкового сплаву	5405068

Тримачі блискавкоприймача

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	113 Z-16	Тримач для блискавкоприймальних стрижнів d16 мм	Оцинкована сталь	5412609
	ISO-A-500	Ізольований дистанційний тримач d 16, 500 мм	Алюміній	5408806
	F-FIX-16	Бетонна основа для системи FangFix, 16 кг. Складається з бетонної основи, затискачів і рамки для захисту крайок основи	Бетон	5403200
	F-FIX-S16	Бетонна основа для системи FangFix без рамки, 16 кг		5403227

ТРИМАЧІ КРУГЛОГО ДРОТУ

Тримачі для плоскої покрівлі

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	165 KR	Покрівельний тримач дроту для плоских дахів, полімерна оболонка. Для самостійного заповнення бетоном. Можлива вага наповнення: прибіл. 1,3 кг. Оболонка з поліетилену, чорна	Поліетилен	5218861
	165 MBG-8	Покрівельний тримач дроту для плоских дахів, полімерна оболонка. Вага наповнення бетоном 1,0 кг. Оболонка з поліетилену, чорна		5218691
	165 R-8-10	Покрівельний тримач дроту для плоских дахів, який переробляється. З пластмасовим тримачем із поліетилену, чорний. Камінь із морозостійкого бетону		5218997

Тримачі для черепичної покрівлі

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	157 F-VA 230	Покрівельний тримач дроту для черепичної покрівлі, d 8 L=230 мм, нержавіюча сталь	Нержавіюча сталь	5215552
	157 FK-VA 230	Покрівельний тримач дроту для черепичної покрівлі, d 8 L=230 мм, нержавіюча сталь, тримач дроту з поліаміду	Поліамід	5215544
	159 VA-V	Покрівельний тримач дроту для черепичної, шиферної покрівлі та хвилеподібної шиферної покрівлі, d 8, нижня частина і тримач дроту з нержавіючої сталі	Нержавіюча сталь	5217075
	159 K-VA	Покрівельний тримач дроту для черепичної, шиферної покрівлі та хвилеподібної шиферної покрівлі, d 8-10, нижня частина з нержавіючої сталі, тримач дроту з поліаміду	Поліамід	5216818
	132 VA	Покрівельний тримач дроту для конькової черепиці, 185-260 мм, нержавіюча сталь	Нержавіюча сталь	5202833
	132 K-VA	Покрівельний тримач дроту для конькової черепиці, 185-260 мм, нижня частина – нержавіюча сталь, тримач дроту з поліаміду	Поліамід	5202515

Фасадні тримачі

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	113 Z8-10	Тримач дроту з перегородкою d 8-10 мм, цинк. сплав	Лиття з цинкового сплаву	5229960
	269 8-10	Фальцева клема до 10 мм		5317010

Тримачі для водостічної системи

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	262 A-DIN FT	Клема для покрівельної ринви, для борту 15-22 мм	Оцинкована методом гарячого занурення сталь	5316219
	262	Клема для покрівельної ринви, для будь-якого борту		5316014
	262 ZM	Біметалева клема для покрівельної ринви, для будь-якого борту		5316170
	301 V	Універсальна скоба ринви, 60-130 мм, оцинкована сталь	Оцинкування конвейерним методом	5350867
	301 V-VA	Універсальна скоба ринви, 60-130 мм, нержавіюча сталь	Нержавіюча сталь	5350905

Універсальні тримачі

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	177 20 M8	Універсальний тримач дроту Rd 8-10 мм, цоколь 20 мм/M8 сірий пластик	Поліамід	5207444
	177 30 M8	Універсальний тримач дроту Rd 8-10 мм, цоколь 30 мм/M8 сірий пластик		5207460
	177 55 M8	Універсальний тримач дроту Rd 8-10 мм, цоколь 55 мм/M8 сірий пластик		5207487
	177 20 CU	Універсальний тримач дроту Rd 8-10 мм, цоколь 20 мм/M8 колір міді		5207746
	177 20 VA M6	Безгвинтовий тримач дроту для Rd 8 мм M6	Нержавіюча сталь	5207339
	177 20 VA-VK M6	Безгвинтовий тримач дроту для Rd 8 мм M6 обмінена нержавіюча сталь		5207800

З'ЄДНУВАЧІ

З'єднувачі круглого дроту

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	249 8-10 ST	З'єднувач швидкого монтажу Vario d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань	Оцинкована методом гарячого занурення сталь	5311500
	249 8-10 VA	З'єднувач швидкого монтажу Vario d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань	Нержавіюча сталь	5311551
	249 8-10 ALU	З'єднувач швидкого монтажу Vario d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань	Алюміній	5311519
	249 8-10 CU	З'єднувач швидкого монтажу Vario d 8-10. для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань	Мідь	5311527
	249 8-10 ZV	Біметалевий з'єднувач швидкого монтажу Vario Rd 8-10. Проміжна пластина з алюмінію/міді, верхня/нижня частина з алюмінію та міді, для Т-подібних, хрестоподібних і паралельних з'єднань	Мідь-алюміній	5311535

З'єднувачі блискавкоприймального стрижня

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	226 8-10	Універсальна роз'єднувальна вставка для припасування круглих провідників Rd 8-10 к Rd 16 або до плоских дротів FL30	Оцинкування методом гарячого занурення	5336007
	226 VA	Універсальна роз'єднувальна вставка для припасування круглих провідників Rd 8-10 к Rd 16 або до плоских дротів FL30	Нержавіюча сталь	5336058

З'єднувачі круглого і плоского дротів

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	233 8	Роз'єднувальна вставка d 8-10 и FL 30 мм	Оцинкування методом гарячого занурення	5336309
	233 VA		Нержавіюча сталь	5336341
	233 A VA			5336457

Компенсатор довжини дроту

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	172 AR	Компенсатор. Для вирівнювання змін довжини. Необхідно для круглих провідників довжиною понад 20 м. Із круглого дроту d 8-Alu	Алюміній	5218926

Магнітна карта реєстрації струму блискавки з тримачем

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	МК-В	Магнітна карта реєстрації струму блискавки з тримачем	Пластик	5091322

ЗАЗЕМЛЕННЯ

Стрижень заземлення

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	219 20 ST FT	Стрижень заземлення для стандартного застосування L=1,5 м 20 мм горячеоцинкований. Цинкове покриття 70 мкм З цапами й отвором для встановлення в ряд	Оцинкування методом гарячого занурення	5000750

Наконечник

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	1819 20BP	Наконечник для стрижня заземлення 20 мм	Оцинкована методом гарячого занурення сталь	3041212

Універсальний з'єднувач

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	2760 20 FT	З'єднувальна клема для стрижнів заземлення, універсальна, підходить для під'єднання круглого провідника Rd8-10 або плоского провідника FL40, з проміжною пластиною, оцинкована сталь	Оцинкування методом гарячого занурення	5001641

Хрестові з'єднувачі

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	256 A-DIN 30 FT	Хрестовий з'єднувач для плоских провідників 30 мм	Оцинкована методом гарячого занурення сталь	5314658
	256 A-DIN 40 FT	Хрестовий з'єднувач для плоских провідників 40 мм		5314666

Тримачі

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	831 30	Тримач для плоских провідників 30 мм	Оцинкована методом гарячого занурення сталь	5032032
	831 40	Тримач для плоских провідників 40 мм		5032040

Гідроізоляційна стрічка

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	356 50	Пластична антикорозійна стрічка 50 мм з вазеліновим покриттям	Нетканый матеріал з хімічними волокнами	2360055

Насадки для забивання стрижнів заземлення

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	2536 20	Ударний наконечник для стрижня заземлення 20 мм для вібромолота з кріпленням SDS-Max	Сталь	3044904
	1820 20	Ударний наконечник для стрижня заземлення 20 мм для кувалди		3042200

Заземлювальна скоба

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	927 0	Скоба стрічки заземлення, нікельована для труб d 8-22 мм	Нержавіюча сталь	5057507

Шини зрівнювання потенціалів

Фото	Назва	Опис	Матеріал	Код замовлення
	1801 VDE	Шина зрівнювання потенціалів для внутрішньої області. З клемною шиною 10×10 мм із міді, нікельована	Латунь	5015650
	1809 M	Шина зрівнювання потенціалів, з металевою опорною пластиною 7×25, Rd8-10, FL30	Латунь, із металевою опорою	5015081
	1809	Шина зрівнювання потенціалів, з пластмасовою опорною пластиною 7×25, Rd8-10, FL30	Латунь, із пластиковою опорою	5015073



ВНУТРІШНІЙ БЛИСКАВКОЗАХИСТ

ІМПУЛЬСНІ ПЕРЕНАПРУГИ

ЩО ТАКЕ ІМПУЛЬСНА ПЕРЕНАПРУГА?

Перенапряга — це будь-яка напруга, величина якої перевищує величину найбільшої робочої напруги. На найбільшу робочу напругу розрахована ізоляція будь-якої електроустановки, будь-якого електричного апарата або провідника. Відповідно основна небезпека впливу перенапруг — це порушення цілісності ізоляції електроустановки, яке може призвести до катастрофічних наслідків.

Залежно від тривалості та величини (амплітуди) перенапруги можна розділити на два типи: тривалі й імпульсні. Тривалі перенапруги характеризуються порівняно невеликою амплітудою (кілька сотень вольт) і тривалим часом впливу (від декількох мілісекунд до декількох годин). Джерелом тривалих перенапруг є різні проблеми в системах електроживлення: несправності трансформаторів напруги, перерегулювання, обрив робочого нуля і т. ін. В якості захисту від даного типу перенапруг використовуються стабілізатори напруги, реле контролю напруги, джерела безперебійного живлення.

Амплітуда імпульсних перенапруг може досягати декількох десятків, а іноді й сотень кіловольт, а тривалість набагато менша від одного напівперіоду (0,01 с) — десятки і сотні

мікросекунд. Існують також електростатичні перенапруги з тривалістю імпульсу, вимірюваного наносекундами і амплітудою в декілька кіловольт. Проте електростатичні розряди мають невелику енергію, і дана проблема вирішується в основному організаційними заходами: підтримкою вологості на певному рівні, застосуванням струмопровідних підлогових покриттів, спецодягу тощо.

Існує два основні джерела імпульсних перенапруг: перехідні процеси в електричних мережах при комутації обладнання й атмосферні грозові розряди — блискавки.

Струми, які виникають внаслідок появи даних перенапруг, є імпульсними струмами високої частоти — від декількох десятків до сотень кілогерц при комутаційних перенапругах і близько мегагерца — при атмосферних. Таким чином, крім порушення ізоляції електроустановок, імпульсні перенапруги створюють високочастотні електромагнітні перешкоди, які можуть викликати збої та порушення в інформаційних і управлінських системах.

Відсутність, неправильний вибір або помилки установки засобів захисту від імпульсних перенапруг призводять до вигорання електронних елементів і плат, апаратів і обладнання, встановлених у силових і розподільних щитах. Електродинамічні зусилля, які виникають при розрядах блискавки, виривають електричну проводку зі стін. Крім явного впливу імпульсних перенапруг, що викликає руйнування обладнання, існує також прихований вплив — електронні схеми, які постійно піддаються впливу відносно малих імпульсів перенапруг, у результаті чого перевантажуються і викликають різні перешкоди. При цьому скорочується термін служби і самих електронних елементів і, відповідно, приладів і обладнання, в яких вони встановлені.

Імпульсні перенапруги негативно впливають не тільки на електронну апаратуру, але і на ізоляцію кабелів і дротів систем електропостачання. Високоамплітудний імпульс може викликати пробій ізоляції між дротами. Такий пробій викликає місцеве пошкодження ізоляції, що не призводить до короткого замикання. Таким чином, лінія живлення залишається робочою, але в місці пошкодження починають протікати струми витoku невеликої величини, на які не реагує диференційний захист, особливо якщо пошкодження виникло між фазовими дротами. При цьому



в місці пошкодження ізоляція нагрівається і прискорюється процес її старіння, що, у свою чергу, призводить до скорочення терміну служби електроустановки. У технічній літературі описані сотні випадків виникнення аварійних ситуацій і проблем у промисловості та комерційному секторі, викликаних імпульсними перенапругами. Причому найчастіше фінансові втрати через зупинку виробництва, втрату даних та інформації набагато перевершують збитки, завдані безпосередньо самому обладнанню. Так, наприклад, в одному з європейських банків при віддаленому ударі блискавки були виведені з ладу понад 50 персональних комп'ютерів, робота установи була зупинена на декілька днів. У результаті банк зазнав багатомільйонних збитків. В аеропорту Франкфурта-на-Майні в результаті впливу імпульсної перенапруги помилково спрацювала система пожежогасіння в башті управління польотами, в результаті понад 200 літаків довелося в аварійному порядку відправляти на інші аеродроми. Збитки склали кілька десятків мільйонів доларів, при тому, що витрати на систему захисту від імпульсних перенапруг склали би близько 1,5-2 тис. доларів.

Чому ж проблема імпульсних перенапруг стає з кожним роком все гострішою і гострішою? Адже в принципі злив і відповідно блискавок більше не стає (хоча дослідження американських учених показали, що при збільшенні забруднення навколишнього середовища відбувається істотне збільшення кількості блискавок, а атмосфера Землі з кожним роком чистішою не стає). Справа в тому,

ІМПУЛЬСНІ ПЕРЕНАПРУГИ: ТИПИ І НЕБЕЗПЕКИ

Комутаційні перенапруги виникають при відключенні апаратами захисту коротких замикань, включення або відключення індуктивних навантажень — запуску або зупинки двигунів або відключення понижувальних трансформаторів на підстанціях, при приєднанні ємнісних навантажень — конденсаторних батарей.

Так, наприклад, коротке замикання на стороні високої напруги може викликати імпульс перенапруги на низькій стороні амплітудою до 15 кВ і більше.

У принципі, всі прилади й апарати, які мають у своєму складі котушку індуктивності, конденсатор або трансформатор на

що застосування мікропроцесорної й електронної техніки як у промисловості, так і в побуті стає все масовішим. Без комп'ютера, принтера, музичного центру, мікрохвильової печі вже важко собі уявити офіс компанії чи квартиру, а без програмованих логічних контролерів, частотних перетворювачів і різних реле контролю й управління неможливо організувати сучасне виробництво. А саме електронна, мікропроцесорна техніка найбільше схильна до впливу імпульсних перенапруг і високочастотних перешкод. Тому проблема імпульсних перенапруг — це свого роду «данина» технічному прогресу.

У Європі застосування пристроїв захисту від перенапруг як пристроїв захисного відключення вже досить давно стало обов'язковим. У принципі ніхто прямо не змушує використовувати ПЗІП, але жодна європейська страхова компанія не візьметься страхувати об'єкт без даного виду захисту. І як показує європейська статистика, починаючи з початку цього століття, після початку масового застосування ПЗІП кількість страхових випадків пошкодження і руйнування, викликаних ударами блискавки, знизилася в десятки разів.

вході, можуть бути джерелами комутаційних перенапруг за рахунок вивільнення енергії, накопиченої в реактивних елементах при комутації. А оскільки такі елементи є практично у всьому побутовому і промисловому обладнанні, то виходить, що комутаційні імпульсні перенапруги регулярно впливають на наші мережі й обладнання. Однак слід розуміти, що елементи невеликої потужності можуть бути причиною виникнення незначних електромагнітних перешкод і невеликих за амплітудою перенапруг, до яких стійка ізоляція даного обладнання.

Найнебезпечнішим і найруйнівнішим видом імпульсних перенапруг є атмосферні перенапруги — удари блискавки. Величина струму при розряді блискавки може досягати значень до 400 кА. В умовах Східної Європи в 90% випадків грозових розрядів середня величина досягає 50-70 кА і в 1% — до 100 кА.

Удари блискавки можуть бути прямими, тобто безпосередньо в будівлю або споруду. Ступінь небезпеки при цьому залежить від наявності або відсутності системи зовнішнього блискавкозахисту. Якщо такої системи немає, то внаслідок впливу блискавки можливі пошкодження будівельних конструкцій і їх займання, оскільки температура каналу блискавки досягає 25000°C. Перенапруги, які виникають при цьому, викликають порушення і руйнування електричних приладів і електропроводки.

За наявності зовнішнього блискавкозахисту розряд блискавки буде відведено на землю, при цьому ніяких пошкоджень будівельних конструкцій не відбудеться. Але від занесення високого потенціалу в систему електропостачання й електромагнітних перешкод зовнішній блискавкозахист техніку не вбереже, хоча грамотно побудована система значно знизить величину імпульсу і ймовірність серйозних наслідків. Удари блискавки в лінії електропередач високої та низької напруги, лінії зв'язку, телекомунікаційні мережі викликають

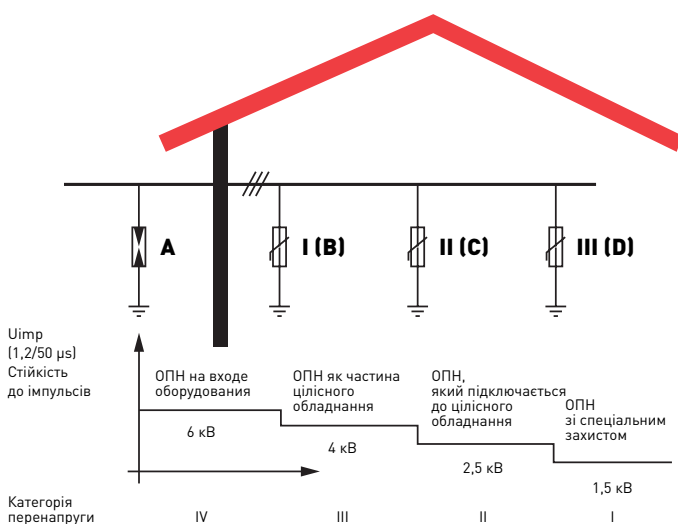


імпульсні перенапруги великої амплітуди. Тому можливе виникнення таких ситуацій, коли грозовий фронт ще далеко, а імпульсні перенапруги вже вивели з ладу електронну техніку. Поширення таких хвиль перенапруг у мережі можливе на відстань до 20 кілометрів від місця попадання блискавки. Можливі також пошкодження обладнання і техніки при непрямих ударах блискавки. Наприклад, при ударі блискавки в окреме дерево можливе виникнення імпульсних перенапруг у системі електропостачання значної амплітуди в радіусі півтора, а за деякими даними — двох кілометрів.

ЗАХИСТ ВІД ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕНАПРУГ

Для захисту від імпульсних перенапруг служить окремий клас захисних апаратів — пристрої захисту від імпульсних перенапруг (ПЗІП). Саме цим загальним терміном ПЗІП, відповідно до європейських нормативних документів, позначаються всі пристрої захисту від імпульсних перенапруг. Основна функція ПЗІП — це зниження імпульсу перенапруги до безпечного для ізоляції обладнання рівня. Все електрообладнання низької напруги, за європейською нормою IEC 664, поділяють на чотири категорії відповідно до імпульсної витримуваної напруги. Згідно з цим поділом і була розроблена зонна концепція внутрішнього блискавкозахисту, викладена у стандарті IEC1312-1. Суть її полягає в послідовному зниженні імпульсу перенапруги при переході з однієї зони блискавкозахисту в іншу, межі яких визначаються імпульсною стійкістю ізоляції обладнання. Кожна наступна зона виділяється в межах попередньої, а на їхніх кордонах встановлюють ПЗІП, які обмежують імпульс перенапруги до рівня безпечного для обладнання, яке знаходиться в межах даної зони захисту.

Відповідно до міжнародної норми IEC 61643, низьковольтні ПЗІП поділяються відповідно до трьох класів випробувань: I, II, III. Згідно з німецьким стандартом E DIN VDE 0675-6, пристрої захисту від імпульсних перенапруг поділяються на чотири класи: A, B, C, D.



Категорія перенапруги

ЗАХИСНІ ЕЛЕМЕНТИ ПЗІП

В основі принципу дії будь-якого ПЗІП лежить нелінійна залежність провідності захисного елемента від прикладеної до його затисків напруги. Найпоширенішими,

Ще можливе наведення імпульсу перенапруги на дротах повітряної лінії при розрядах блискавки між хмарами, тобто без попадання блискавки в об'єкт або землю.

Зважаючи на все вищесказане, ймовірність виникнення і поширення імпульсних перенапруг з усіма негативними наслідками, що впливають звідси, досить висока.

Для розробки, випробування й оцінки надійності пристроїв захисту від перенапруг використовуються моделюючі імпульси двох типів: 10/350 мкс і 8/20 мкс. Перша цифра в характеристиці хвилі струму позначає час наростання імпульсу до максимальної амплітуди. Друга цифра визначає час від виникнення імпульсу до зниження його максимального значення наполовину. Імпульс з формою хвилі 10/350 мкс використовується для імітації імпульсу струму при прямому ударі блискавки в систему блискавкозахисту об'єкта або в повітряну лінію електропередачі. ПЗІП класу I випробовуються саме імпульсом 10/350 мкс, оскільки вони встановлюються на вводі, в головному розподільному щиті або водно-розподільному пристрої. ПЗІП класу II нормуються імпульсом струму з формою хвилі 8/20 мкс, яка характерна для віддалених прямих і непрямих ударів блискавки, а також комутаційних перенапруг. ПЗІП класу III випробовуються комбінованою формою хвилі — при розімкнутому ланцюзі подається випробувальний імпульс 1,2/50 мкс, а при замкнутому накоротко ланцюзі подається імпульс 8/20 мкс. Таким чином, всередині будівлі, в головному розподільному щиті відразу за вступним пристроєм встановлюються ПЗІП класу I (B), які обмежують імпульс перенапруги до рівня 4 кВ. дані ПЗІП призначені для захисту електромережі й обладнання від прямих ударів блискавки в систему зовнішнього блискавкозахисту будівлі або повітряну лінію електропередач.

У розподільних щитах встановлюються ПЗІП класу II (C), які обмежують небезпечний імпульс до 2,5 кВ. ПЗІП класу II призначені для захисту розподільної мережі об'єкта як другого ступеня захисту при ударі блискавки, а також комутаційних перенапруг.

ПЗІП класу III (D) встановлюються для захисту кінцевих споживачів, електронного й іншого чутливого обладнання зі стійкістю ізоляції менше 1,5 кВ і призначені для захисту від залишкових стрибків напруги, несиметричних перенапруг і фільтрації високочастотних перешкод.

ПЗІП класу A призначені тільки для захисту повітряних ліній електропередач. Вони не здатні ефективно захистити обладнання й електричні мережі всередині будинків.

ПЗІП різних класів відрізняються параметрами, типом захисних елементів, схемними рішеннями, конструктивним виконанням.

найефективнішими і найнадійнішими, а також відносно простими конструктивно, захисними елементами ПЗІП є розрядники з іскровим промежутком, варистори, супресорні

діоди. Кожен із цих елементів має свої переваги і недоліки, а також особливості застосування.

Для захисту від імпульсних перенапруг також можуть застосовуватися розподільчі трансформатори, які, з одного боку, є ідеальним захистом, оскільки трансформатор просто не здатний за такий короткий час (мікро- і наносекунди) передати високовольтний імпульс у вторинну обмотку. Однак, з іншого боку, при прямому влученні блискавки в мережу може порушитися цілісність ізоляції первинної обмотки. Також трансформатор сам по собі може бути джерелом перенапруг. Крім того, розподільчі трансформатори відносно дорогі та громіздкі й у даний час для захисту від імпульсних перенапруг практично не використовуються.

Розрядник з іскровим проміжком — це два електроди, розділені повітряним або газонаповненим (інертним газом під низьким тиском — аргон, неон) проміжком, укладені в герметичну металокерамічну оболонку. Один з електродів приєднується до електричного кола, яке захищається, другий — заземлюється. При значенні напруги, яка не перевищує тривало допустиму напругу U_c , розрядник по суті є ізолятором (струми витоку через розрядники з іскровим проміжком не перевищують кількох наноампер, тому ними, зазвичай, нехтують). При досягненні прикладеної між двома електродами напруги певного значення іскровий проміжок пробивається — у проміжку з'являється тліючий розряд. При цьому струм через розрядник зростає, а напруга знижується. При подальшому збільшенні струму відбувається запалювання електричної дуги. Після запалювання дуги напруга на розряднику перестає залежати від струму і, залежно від типу розрядника, залишається в середньому на рівні 20 В.

Одним із недоліків ПЗІП на базі розрядників з іскровим проміжком є таке явище, як супроводжуваний струм I_f . Після проходження імпульсу перенапруги через розрядник починає протікати струм, який підтримується джерелом живлення, тобто самою електросистемою. Іншими словами, електрична дуга при спрацьовуванні розрядника закорочує не тільки імпульс перенапруги, а й ланцюг електроживлення — фактично виникає коротке замикання. Для гасіння дуги, яка виникла в іскровому проміжку розрядника, необхідно знизити струм до рівня струму гасіння дуги або знизити напругу на розряднику. Як правило, струм через розрядник згасає при проходженні значення напруги через нуль. Однак якщо розрядник не зможе погасити супроводжуваний струм, то його тривалий вплив може стати причиною пожежі. Тому значення супроводжувачого



Умовне графічне позначення ПЗІП на основі газонаповненого розрядника

струму розрядника повинне бути більшим, ніж розрахований струм короткого замикання в місці установки ПЗІП. Для газонаповнених розрядників значення I_f знаходиться в межах 100-400 А, тому їх не можна застосовувати для встановлення між провідниками L і N, PE (PEN). Для захисту ПЗІП на базі розрядників з іскровим проміжком від струмів короткого замикання, який сам розрядник без наслідків для себе і всієї системи електроживлення в цілому погасити не в змозі, послідовно з ПЗІП встановлюються апарати захисту від надструмів — запобіжники.

Також одним із недоліків розрядників порівняно з варисторами є більший час реакції — близько 100 наносекунд.

Крім недоліків, у розрядників є також і незаперечні переваги: по-перше, велика пропускна здатність — розрядник може пропускати через себе струми значної величини при порівняно невеликій енергії, що виділяється на ньому, оскільки вона дорівнює добутку струму на залишкову напругу, яка, як зазначалося вище, так само близько 20 В; по-друге, в розрядників, що також уже згадувалося вище, відсутні струми витоку, і вони не схильні до теплового старіння, як варистори. Найпоширенішими елементами захисту в ПЗІП і не лише в них, є варистори. Варистор (від англ. Variable resistor — змінний опір) — це нелінійний напівпровідниковий резистор, який має властивість різко зменшувати свій опір із декількох сотень МОм до десятків Ом при збільшенні напруги на його контактах вище порогового значення (тривало допустимої робочої напруги U_c).



Умовне графічне позначення ПЗІП на основі варистора з вбудованим терморозщеплювачем

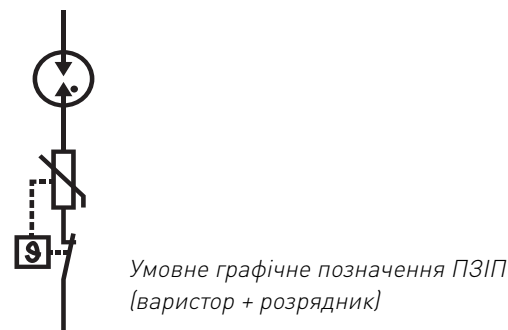
Варистори виготовляються спіканням при температурі близько 1700°C попередньо спресованого порошкоподібного карбиду кремнію SiC або оксиду цинку ZnO. Останній матеріал є кращим, оскільки оксид цинку має коефіцієнт нелінійності (відношення статичного опору до динамічного) близько 20-100, у той час як у варисторів на основі карбиду кремнію — 2-10. Таким чином, варистори на основі ZnO мають кращу здатність відводити високоенергетичні імпульси. При зростанні напруги на затискачах оксидно-цинкового варистора в 1,4-1,6 рази струм через нього зростає в 100000 разів.

Загальний принцип дії та застосування варисторів аналогічні розрядникам з іскровим проміжком: варистори також підключаються паралельно до електричного кола, яке захищається, і при відсутності небезпечних імпульсів перенапруги є діелектриками, практично не впливаючи на нормальну роботу системи. При виникненні імпульсу перенапруги і перевищення напруги спрацьовування варистор різко змінює свій опір практично до нуля, шунтуючи тим самим електричне коло, яке захищається, а поглинута енергія імпульсу розсіюється у вигляді тепла. Потужність розсіювання варистора в основному визначається його геометричними розмірами і конструкцією виводів. Для збільшення потужності розсіювання варистора часто застосовують масивні виводи, які відіграють роль своєрідного радіатора. Також для підвищення вивідної здатності варистори можна підключати паралельно. Варистор практично безінерційний елемент — після спрацьовування і пропускання розрядного струму варистор за дуже короткий час повертається в початковий стан непровідності. Таким чином, у варисторів відсутнє явище супроводжувачого струму, характерне для розрядників. Ще однією перевагою варисторів є швидкодія — час реакції на імпульс перенапруги становить, зазвичай, до 25 наносекунд. Однак у ПЗІП, побудованих на основі варисторів, є і ряд недоліків. По-перше, у варисторів існує струм витоку навіть

у нормальному режимі, що накладає деякі обмеження на їх застосування. Наприклад, чисто варисторні ПЗІП не можна встановлювати до лічильника електричної енергії. По-друге, варисторні елементи схильні до теплового старіння — з часом струм витoku через варистор у нормальному режимі збільшується. Тому пристрої захисного відключення, які реагують на струми витoku, повинні встановлюватися після ПЗІП на основі варисторів по ходу електричної енергії. При необхідності встановлення ПЗВ до варисторного ПЗІП (наприклад, при захисті від імпульсних перенапруг кінцевих споживачів) треба застосовувати дорожчі селективні пристрої захисного відключення, які мають затримку часу на спрацювання при появі струму витoku. Крім того, як показує практика, термічний захист варисторів спрацьовує далеко не у всіх аварійних ситуаціях, тому перед ПЗІП на основі варисторів необхідно встановлювати апарати захисту від надструмів — запобіжники.

Однією з конструктивних особливостей варисторних ПЗІП є обов'язкова наявність термічного захисту (терморозщеплювача) нелінійного елемента, який вимикає варистор від мережі при його перегріві, зумовленому тривалим протіканням великих струмів витoku при старінні варистора чи перевищенням реального струму розряду граничного допустимого значення. На відміну від розрядника, напруга на варисторі при його спрацюванні не знижується, а зростає і тим вище, чим вищий струм, який протікає через варистор. Тому енергія, яка виділяється на варисторі, значно більша, ніж на розряднику при відведенні імпульсу перенапруги однакового розміру.

Для усунення недоліків, властивих розрядникам і варисторам, зниження залишкової напруги й енергії, що виділяється на захисних елементах, застосовуються ПЗІП, у яких варистор з'єднаний послідовно з розрядником.



При цьому варистор виключає появу супроводжуючого струму, а розрядник з іскровим проміжком виключає струми витoku. А при проходженні імпульсу перенапруги їх спільна робота

РОБОЧІ ПАРАМЕТРИ ПЗІП

Нижче наведені основні робочі параметри пристроїв захисту від перенапруг, які безпосередньо впливають на вибір конкретних апаратів захисту для конкретних умов застосування.

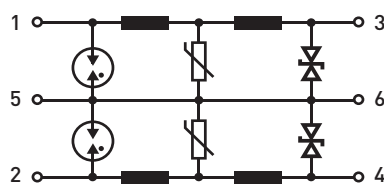
Для ПЗІП класу I вказується імпульсний струм I_{imp} із формою хвилі 10/350 мкс, який апарат витримує без втрати працездатності не менше одного разу.

Номинальний розрядний струм I_n — це значення імпульсу з формою хвилі 8/20 мкс, яке ПЗІП класів I і II має витримувати без наслідків для своєї працездатності не менше 15 разів.

Максимальний розрядний струм I_{max} — це максимальна амплітуда імпульсу з формою хвилі 8/20 мкс, яку ПЗІП класу II має витримати не менше одного разу. Номинальна робоча напруга U_n — це номинальна напруга мережі, для роботи в якій

знижує залишкову напругу й енергію, яка виділяється.

Практично всі ПЗІП класу III, призначені для «тонкого» захисту кінцевих споживачів, чутливого електронного обладнання від імпульсних перенапруг і високочастотних перешкод, є ПЗІП із різними наборами нелінійних елементів і різними схемними рішеннями, які залежать від призначення і конкретного типу обладнання, що захищається. Такі ПЗІП можуть підключатися не паралельно до мережі, а послідовно перед устаткуванням, яке захищається, в безпосередній близькості від нього і можуть містити, крім варисторів і розрядників, супресорні діоди, а також інші елементи в різних комбінаціях. Супресорні діоди — це кремнієві діоди, які мають високий коефіцієнт нелінійності та використовують ефект лавинного пробігу р-п переходів при появі небезпечного імпульсу перенапруги. Супресорні діоди мають час спрацювання, який не перевищує 5 наносекунд, і забезпечують обмеження амплітуди імпульсу перенапруги і згладжування його фронту до безпечного для чутливого обладнання рівня.

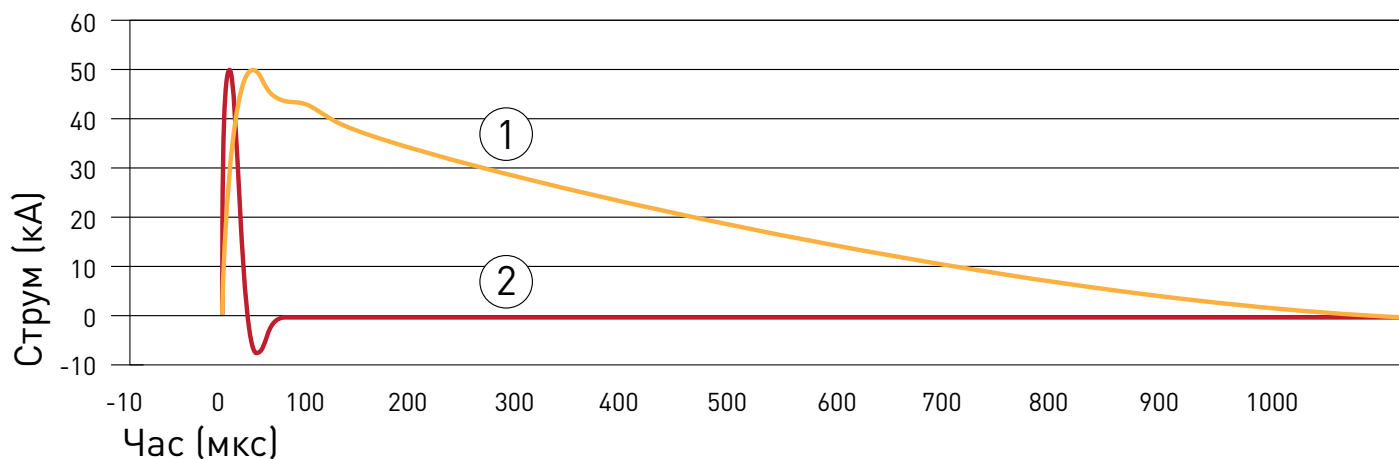


Приклад схемного рішення ПЗІП класу III

призначений ПЗІП. Найтриваліша допустима робоча напруга U_c — це максимальне чинне значення змінної напруги, яка може бути тривалий час, упродовж усього терміну служби виробу, докладена до його виводів.

Один із найважливіших параметрів ПЗІП — рівень захисту U_p . Це параметр, який показує, на яку величину захисний пристрій здатний обмежувати імпульс перенапруги, що з'являється на його затискачах. Рівень захисту визначається при впливі номинального розрядного струму I_n .

Номинальний струм навантаження I_L — це максимально триваюче діюче значення струму в колі навантаження, яке захищається ПЗІП. Даний параметр важливий для ПЗІП, які підключаються до мережі послідовно з устаткуванням, що захищається.



Види імпульсів і їх характеристика:

1 — форма імпульсу, прямий удар блискавки, 10/350 мкс — модельований імпульс блискавки,

2 — форма імпульсу, віддалений удар блискавки або комутаційний процес, 8/20 мкс — модельований імпульс блискавки (перенапруга)

КОМБІНОВАНІ ПЗІП

У міжнародних нормах встановлюється необхідність координації окремих рівнів у системі захисту від перенапруг, щоб захист спрацьовував узгоджено і своєчасно.

Координація спрацьовування між окремими рівнями захисту від перенапруг для ПЗІП класів I (B), II (C), III (D) забезпечується або за рахунок досить довгих проміжків мережі між окремими рівнями — не менше 10 метрів по кабелю (за рахунок власного індуктивного опору), або спеціально підібраною котушкою індуктивності (дроселем). Дана індуктивність створює затримку часу для поширення імпульсу перенапруги і забезпечує послідовне спрацьовування ПЗІП на різних щаблях захисту. Група «E.NEXT» представляє комбіновані пристрої захисту від імпульсних перенапруг виробництва KIWA (Словаччина) класів I + II + III (B + C + D) і II + III (C +

D), а також комбіновані розрядники виробництва OBO Bettermann (Німеччина) класів I + II (B + C) і II + III (C + D), які відповідають класам випробувань I, II, III; I, II, і II, III. При встановленні комбінованого ПЗІП у розподільний щит для всього обладнання в даному щиті й електричній мережі поблизу нього (приблизно до 5 метрів) забезпечується захист на рівні класу III (D), тобто вихідний імпульс перенапруги обмежується до рівня нижче 1,5 кВ, чого в більшості випадків достатньо для захисту електричної проводки й устаткування (виключаючи високочутливу електронну техніку, для захисту якої використовуються спеціальні типи ПЗІП).

СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ПЗІП

Схеми підключення розрядників залежать від застосовуваної системи заземлення. Розрізняють такі основні системи:

TN-S — система, в якій нейтральний і захисний провідники розділені по всій мережі;

TN-C — система, в якій нейтральний і захисний провідники об'єднані в один NPE-провідник по всій мережі;

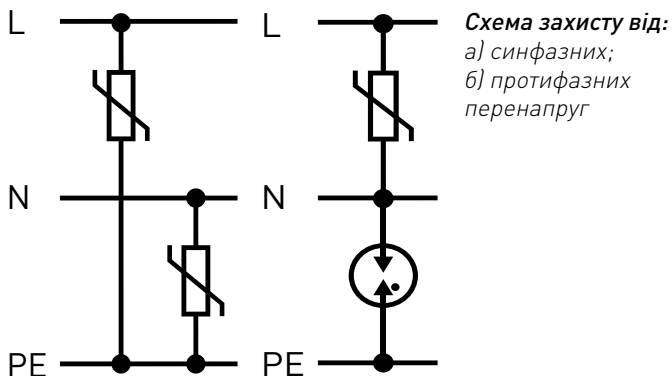
TN-C-S — система, в якій нейтральний і захисний провідники

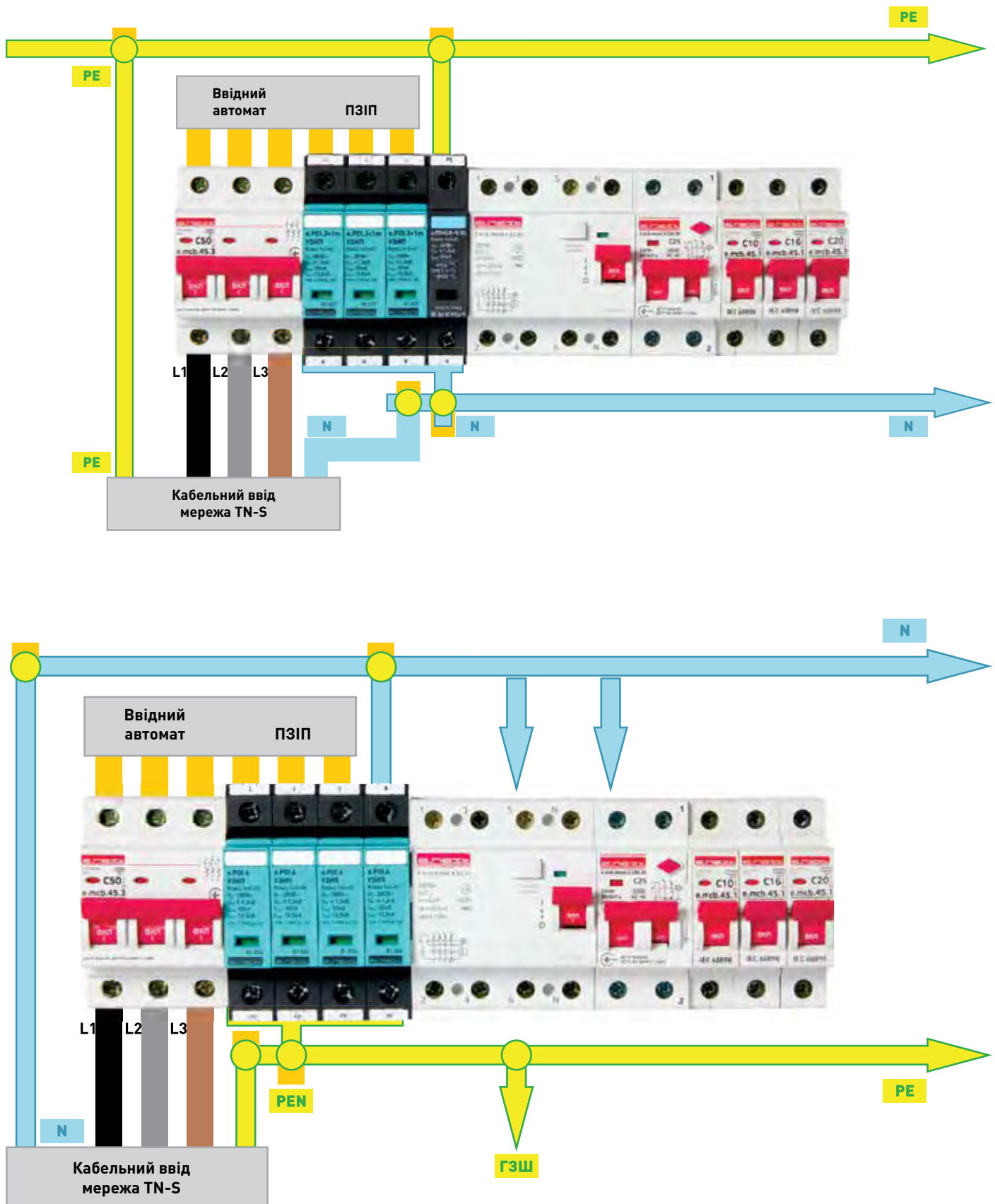
об'єднані в один NPE-провідник у частині мережі, починаючи від джерела живлення;

TT — система, в якій нейтраль джерела живлення глухо заземлена, а відкриті провідні частини електроустановки заземлені за допомогою заземлюючого пристрою, електрично незалежного від глухозаземленої нейтралі джерела.

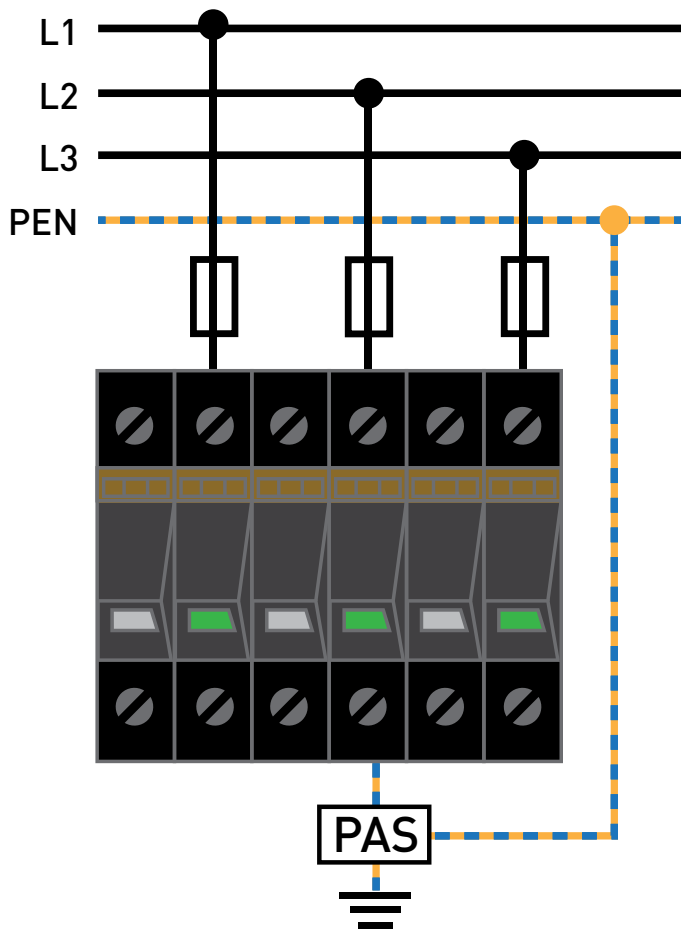
Встановлення ПЗІП у мережу TN-S

Схема (а) призначена, у першу чергу, для захисту від синфазних (поздовжніх) перенапруг (дріт — земля), схема (б), відповідно, від протифазних (поперечних) перенапруг (дріт — дріт). Отримані в цілій серії експериментів дані, а також результати статистичних досліджень, які проводяться фірмами — виробниками захисних пристроїв, показали, що вищу небезпеку для обладнання, яке захищається, становлять протифазні (поперечні) перенапруги (на клеммах електроприймачів L/N) порівняно з поздовжніми перенапругами (на клеммах електроприймачів L/PE та N/PE). При проектуванні різних ступенів захисту можливе комбінування цих схем.

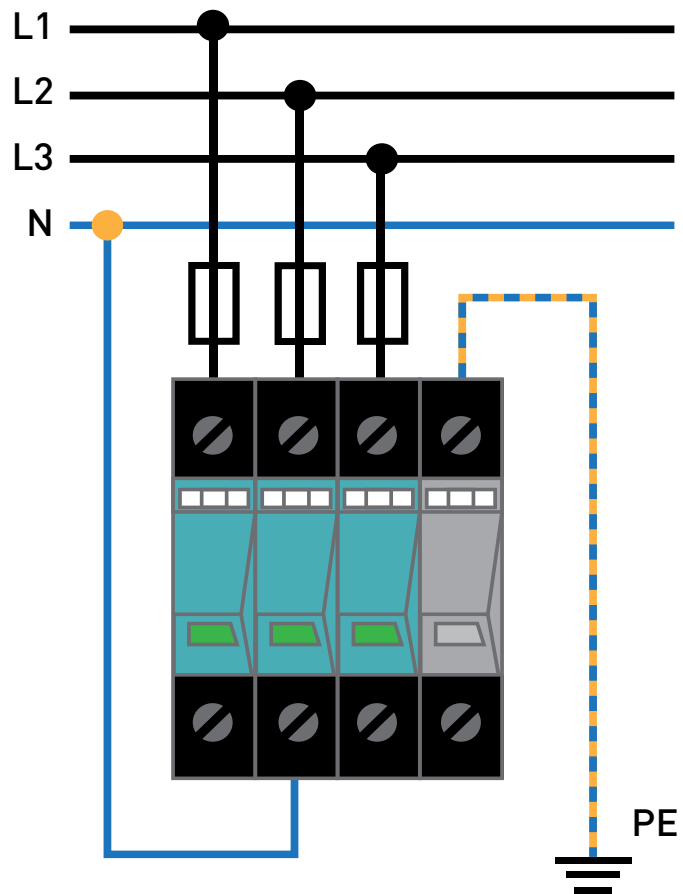




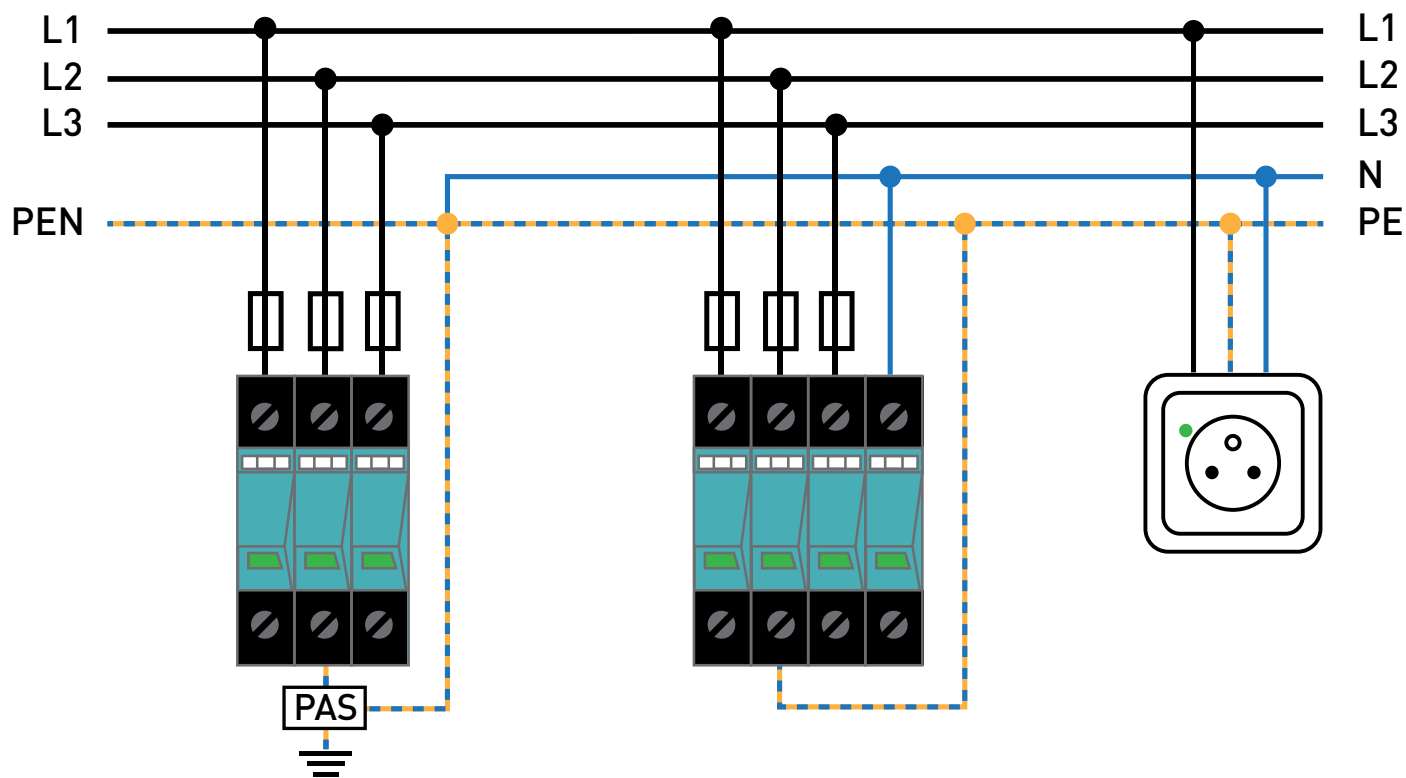
Варіанти встановлення ПЗІП у TN-S мережу



Встановлення ПЗІП у мережу TN-C



Встановлення ПЗІП у мережу TT



Встановлення ПЗІП у мережу TN-C-S

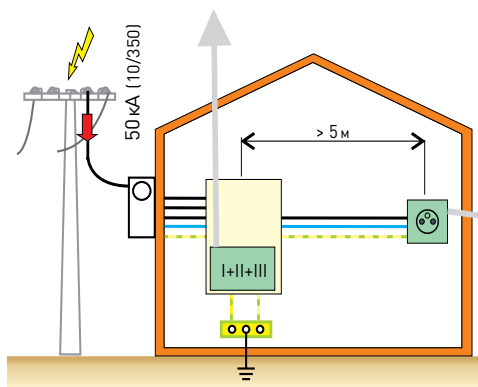
ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЗІП ДЛЯ РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ

TN-S

e.POI.3+1m 280V/12,5kA
e.POI.4 280V/12,5kA
e.POmI.3+1 LCF 50 280V/12,5kA
e.POmI.4 LCF 50 280V/12,5kA
e.POmI.3+1 LCF 100/25 280V/25kA
e.POmI.4 LCF 100 280V/25kA
e.POmI.3+1 LCF 100/30 280V/30kA
e.POmI.4 LCF 120 280V/30kA

TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/12,5kA
e.POmI.3 LCF 37,5 280V/25kA
e.POmI.3 LCF 75 280V/25kA
e.POmI.3 LCF 90 280V/30kA



LPL III, IV $I_{imp} = 50 \text{ kA}(10/350)$

Будівля без громовідводу з повітряним вводом

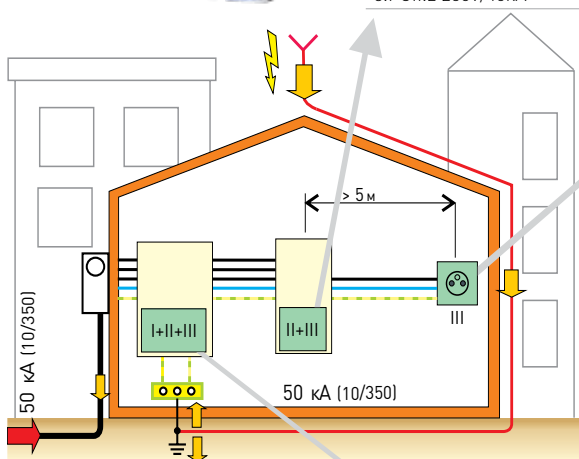


TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA
e.POI.1 280V/40kA

TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA
e.POI.4 280V/40kA
e.POI.1+1 280V/40kA
e.POI.2 280V/40kA



LPL III, IV $I_{imp} = 50 \text{ kA}(10/350)$

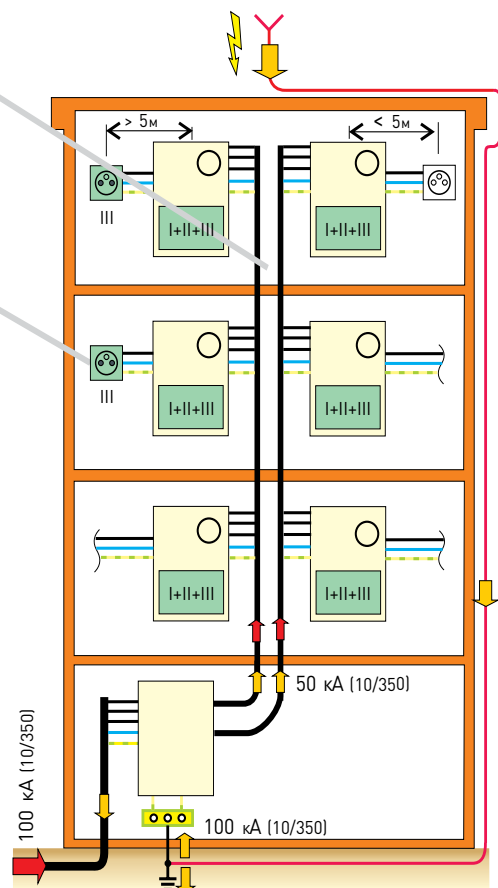
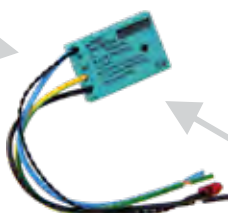
Об'єкт із громовідводом, висота не перевищує сусідніх будівлі.

TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/12,5kA
e.POmI.3 LCF 37,5 280V/25kA
e.POmI.3 LCF 75 280V/25kA
e.POmI.3 LCF 90 280V/30kA

TN-S

e.POI.3+1m 280V/12,5kA
e.POI.4 280V/12,5kA
e.POmI.3+1 LCF 50 280V/12,5kA
e.POmI.4 LCF 50 280V/12,5kA
e.POmI.3+1 LCF 100/25 280V/25kA
e.POmI.4 LCF 100 280V/25kA
e.POmI.3+1 LCF 100/30 280V/30kA
e.POmI.4 LCF 120 280V/30kA

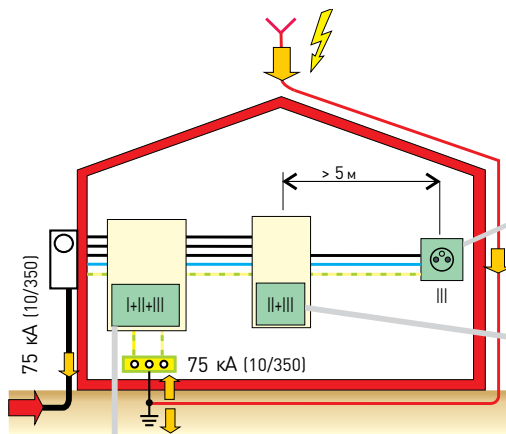


LPL I

$I_{imp} = 100 \text{ kA}(10/350)$

Квартири в багатоквартирних будинках, офіси і господарські об'єкти в адміністративних будівлях без можливості встановлення ПЗІП класу I в ГРЩ.





LPL II $I_{imp} = 75 \text{ kA}(10/350)$

Окремо розташовані будинки з антеною, громовідводом, сонячними панелями тощо



TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA

e.POI.1 280V/40kA

TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA

e.POI.4 280V/40kA

e.POI.1+1 280V/40kA

e.POI.2 280V/40kA



TN-S

e.POI.3+1 LCF 100/25 280V/25kA

e.POI.4 LCF 100 280V/25kA

e.POI.3+1 LCF 100/30 280V/30kA

e.POI.4 LCF 120 280V/30kA

TN-C, TN-C-S

e.POI.3 LCF 75 280V/25kA

e.POI.3 LCF 90 280V/30kA



TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA

e.POI.1 280V/40kA

TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA

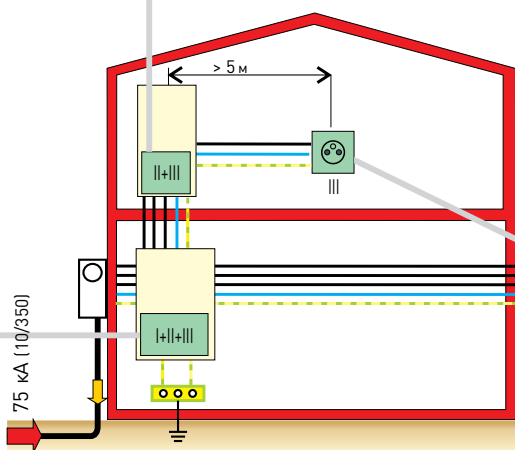
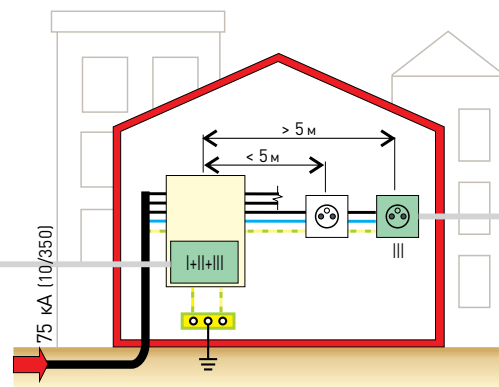
e.POI.4 280V/40kA

e.POI.1+1 280V/40kA

e.POI.2 280V/40kA

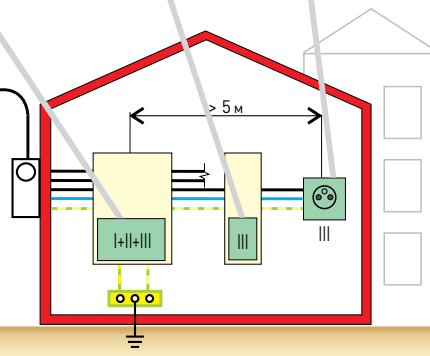
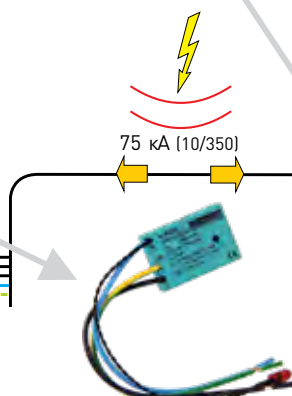
LPL II $I_{imp} = 75 \text{ kA}(10/350)$

Будинки з громовідводом або без, у яких, виходячи з цільового використання об'єкта, обов'язкова відповідність рівню захисту LPL II.



LPL II $I_{imp} = 75 \text{ kA}(10/350)$

Комплекс будівель без громовідводу, з'єднаних повітряною лінією.





TN-C, TN-C-S

e.POI.1 280V/40kA

TN-S

e.POI.1+1 280V/40kA

e.POI.2 280V/40kA



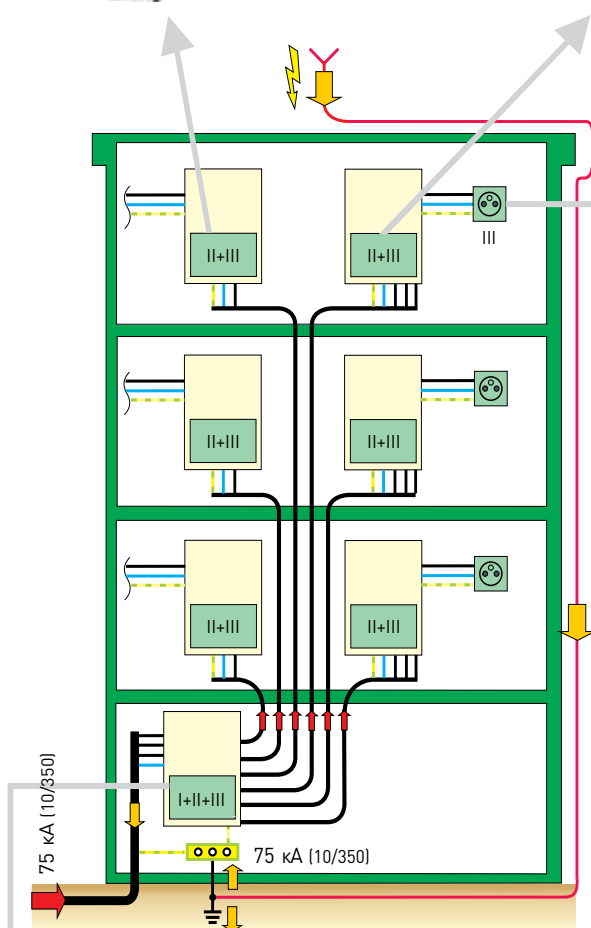
TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA

TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA

e.POI.4 280V/40kA



LPL II $I_{imp} = 75 \text{ kA}(10/350)$

Квартири в багатоквартирних будинках, офіси в адміністративних будівлях із можливістю встановлення ПЗІП класу I.



TN-C, TN-C-S

e.POI.3 LCF 75 280V/25kA

e.POI.3 LCF 90 280V/30kA

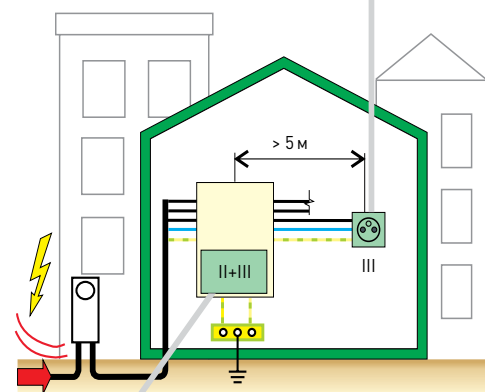
TN-S

e.POI.3+1 LCF 100/25 280V/25kA

e.POI.4 LCF 100 280V/25kA

e.POI.3+1 LCF 100/30 280V/30kA

e.POI.4 LCF 120 280V/30kA



TN-C, TN-C-S

e.POI.3 280V/40kA

e.POI.1 280V/40kA

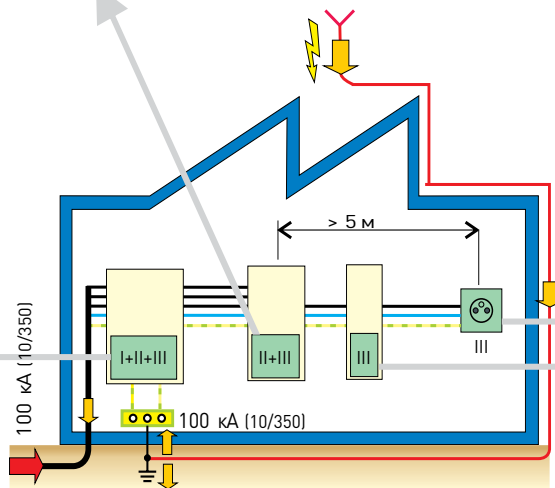
TN-S

e.POI.3+1 280V/40kA

e.POI.4 280V/40kA

e.POI.1+1 280V/40kA

e.POI.2 280V/40kA



LPL I $I_{imp} = 100 \text{ kA}(10/350)$

Об'єкти, в яких обов'язкова відповідність рівню захисту LPL I.

