

R E P U B L I C A M O L D O V A



N O R M A T I V Î N C O N S T R U C Ț I I

G.02.02

REȚELE ȘI ECHIPAMENTE AFERENTE CONSTRUCȚIILOR

NCM G.02.02:2018

**Instalații electrice de automatizare, semnalizare
și telecomunicații**

**Amenajarea protecției clădirilor și construcțiilor
contra trăsnetului**

EDIȚIE OFICIALĂ

MINISTERUL ECONOMIEI ȘI INFRASTRUCTURII

CHIȘINĂU 2018

NORMATIV ÎN CONSTRUCȚII**NCM G.02.02:2018**ICS 93.010

**Instalații electrice de automatizare, semnalizare și telecomunicații
Amenajarea protecției clădirilor și construcțiilor contra trăsnetului**

CZU

Cuvinte cheie: curent de trăsnet, lovitură de trăsnet, riscurile loviturii de trăsnet, zonă de protecție împotriva trăsnetului, sistem de protecție împotriva loviturilor de trăsnet, sistem aerian de captare, conductoare de coborâre, eficiența sistemului de protecție împotriva loviturilor de trăsnet, descărcătoare pentru protecția împotriva supratensiunilor, înălțimea paratrăsnetului, dispozitive de protecție la supratensiuni.

Preambul

- 1 ELABORAT de Institutul de Cercetări Științifice în Construcții "INCERCOM" Î.S.:
dr. ing. C. Codreanu
- 2 ACCEPTAT de către Comitetul Tehnic pentru Normare Tehnică în Construcții CT-C G.02 "Instalații electrice, de automatizare, semnalizare și telecomunicații", procesul-verbal nr. 02 din 23.05.2018.
- 3 APROBAT ȘI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministrului Economiei și Infrastructurii nr. 403 din 09.08.2018 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2018, nr. 430-439, art. 1684), cu aplicare din 23.11.2018.
- 4 Până la punerea în aplicare a codului de practică respectiv, care va asigura executarea dispozițiilor prezentului document normativ NCM G.02.02, va rămâne în vigoare PD 34.21.122-87.

Introducere

Prezentul Normativ în construcții este elaborat în scopul perfecționării bazei normativ-tehnice de proiectare a sistemelor de protecție contra supratensiunilor de trăsnet.

Loviturile de trăsnet pot fi sursa unor importante daune sau pericole pentru structurile aflate la sol cât și pentru instalațiile electrice conectate la aceste structuri. Cunoașterea probabilității de apariție a acestor evenimente precum și a riscului acceptat, a daunelor care rezultă în urma căderii trăsnetului va permite dimensionarea măsurilor de protecție, astfel încât să se realizeze atât condițiile tehnice dar și cele economice, precum și asigurarea securității pentru utilizatorii clădirilor și construcțiilor și va fi direcționat pentru realizarea sarcinilor determinate în documentele normative ale Republicii Moldova în domeniul asigurării securității clădirilor și construcțiilor contra loviturilor de trăsnet.

Cuprins

1	Domeniu de aplicare	1
2	Referințe normative	1
3	Termeni și definiții	2
4	Prevederi generale	5
4.1	Clasificarea clădirilor și construcțiilor conform dotării cu protecție contra trăsnetului	5
4.2	Parametrii curenților de trăsnet	6
4.2.1	Clasificarea acțiunilor curenților de trăsnet	8
4.2.2	Densitatea loviturilor de trăsnet în pământ	8
4.2.3	Parametrii curenților de trăsnet, propuși pentru normarea mijloacelor de protecție împotriva acțiunilor electromagnetice ale trăsnetului	8
5	Stabilirea necesității prevederii unei IPT pentru o construcție și alegerea nivelului de protecție împotriva trăsnetului.	9
5.1	Cazuri în care echiparea cu IPT este obligatorie	9
5.2	Avarii și pierderi	10
5.3	Risc și componente de risc	12
5.4	Compunerea componentelor de risc asociate unei structuri	14
6	Evaluarea riscului	16
6.1	Procedura de bază	16
6.2	Structura de luat în considerare pentru evaluarea riscului	16
6.3	Serviciu de luat în considerare pentru evaluarea riscului	16
6.4	Risc acceptabil	17
6.5	Procedura pentru evaluarea necesității unei protecții	17
6.6	Procedura pentru evaluarea eficienței tehnice și economice a unei protecții	17
6.7	Alegerea măsurilor de protecție contra trăsnetului	19
6.7.1	Măsuri de protecție a persoanelor contra electrocutării mortale și traumelor grave	20
6.7.2	Măsuri de protecție pentru reducerea avariilor fizice ale clădirii (construcției)	20
6.7.3	Măsuri de protecție pentru reducerea refuzurilor sistemelor electrice și electronice	20
6.7.4	Alegerea măsurilor de protecție	20
7	Evaluarea componentelor de risc pentru o structură	21
7.1	Ecuția de bază	21
7.2	Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului pe structură (S1)	21
7.3	Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului lângă structură (S2)	21
7.4	Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului pe o linie racordată la structură (S3)	21
7.5	Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului lângă o linie racordată la structură (S4)	22
7.6	Sinteza componentelor de risc pentru o structură	23
7.7	Împărțirea structurii în zone Zs	23
7.8	Evaluarea componentelor de risc într-o structură cu zone Zs	24
7.8.1	Principii generale	24
7.8.2	Structura cu o singură zonă	24

7.8.3	Structura cu zone multiple	24
7.8.4	Analiza eficienței economice a măsurilor de protecție împotriva pierderilor economice (L4)	24
8.	Protecția împotriva loviturilor directe ale trăsnetului	25
8.1	Complexul mijloacelor de protecție contra trăsnetului	25
8.2	Sistem exterior de protecție contra trăsnetului	25
8.2.1	Paratrăsnete	25
8.2.2	Conductoare de coborâre	26
8.2.3	Prizele de legare la pământ	28
8.2.4	Fixarea și conexiunea elementelor de exterior a protecției contra trăsnetului	28
8.3	Alegerea paratrăsnetului	28
8.3.1	Considerații generale	28
8.3.2	Zonele tip de protecție a paratrăsnetelor de tip tijă și de tip funie	29
8.3.3	Determinarea zonelor de protecție conform recomandărilor IEC	35
8.3.4	Protecția liniilor în cablu optice a rețelelor magistrale și interzonale de comunicații electronice	36
8.3.5	Protecția împotriva loviturilor de trăsnet a cablurilor electrice și optice de comunicații electronice, pozate în localitate sătească	36
8.3.6	Protecția cablurilor pozate de-a lungul marginii pădurii, în apropierea copacilor singolari, stâlpilor, pilonilor	36
9	Protecția contra acțiunilor secundare ale trăsnetului	37
9.1	Considerente generale	37
9.2	Zonele protecției contra acțiunii trăsnetului	37
9.3	Ecranarea	40
9.4	Conexiuni	41
9.4.1	Conexiuni la granițele zonelor	41
9.4.2	Conexiuni din interiorul obiectului protejat	42
9.5	Legarea la pământ	44
9.6	Dispozitive de protecție contra supratensiunilor	44
9.7	Protecția utilajului din clădirile existente	45
9.7.1	Măsurile de protecție la utilizarea sistemului exterior de protecție contra trăsnetului	46
9.7.2	Măsurile de protecție la utilizarea cablurilor	47
9.7.3	Măsurile de protecție la utilizarea antenelor și a altui utilaj	47
9.7.4	Măsurile de protecție a cablurilor de forță și a cablurilor de comunicații electronice dintre clădiri	48
	Anexa A Caracteristicile intensităților activităților de furtună și afecțiunilor clădirilor și construcțiilor datorate furtunilor	49
	Anexa B Recomandări privitor la documentația de exploatare tehnică, ordinea de primire în exploatare și exploatarea instalațiilor de protecție contra loviturilor de trăsnet	50
	Traducerea autentică a documentului în limba rusă	54

N O R M A T I V Î N C O N S T R U C Ţ I I

Amenajarea protecției clădirilor și construcțiilor contra trăsnetului

Устройство молниезащиты зданий и сооружений

Lighting protection of buildings and structures

Data punerii în aplicare: 2018-11-23

1 Domeniu de aplicare

1.1 Cerințele prezentului Normativ privind la amenajarea clădirilor și construcțiilor contra trăsnetului trebuie executat pentru toate tipurile de clădiri și construcții indiferent de apartenența departamentală și forma de proprietate.

1.2 Prezentul Normativ în construcții stabilește ansamblul necesar de măsuri și mijloace destinate pentru asigurarea securității persoanelor (animalelor domestice), protecția clădirilor, construcțiilor, utilajului și materialelor contra exploziilor, incendiilor și distrugerilor posibile cauzate de acțiunea trăsnetului.

Prezentul Normativ în Construcții trebuie respectat la elaborarea proiectelor clădirilor și construcțiilor.

1.3 Cerințele prezentului Normativ în construcții nu se aplică la proiectarea și amenajarea protecției contra trăsnetului a sistemelor feroviare, vehiculelor, navelor maritime și aeriene, instalațiilor maritime, conductelor de mare presiune îngropate, conducte, linii de alimentare cu energie electrică și de comunicații electronice care nu sunt racordate la o structură, a părții electrice a stațiilor și centralelor electrice, a rețelelor de contact, a antenelor radio și de recepție TV, a liniilor de telefonie și de difuzare radio, precum și a clădirilor și construcțiilor exploatarea cărora este legată de utilizarea, producerea sau păstrarea pulberii și substanțelor explozibile.

1.4 Prezentul Normativ în construcții reglementează măsurile de protecție contra trăsnetului, executate în timpul construcției, și nu exclude utilizarea mijloacelor suplimentare de protecție contra trăsnetului din incinta clădirii și construcției la efectuarea reconstrucției sau instalarea utilajului tehnologic sau electric suplimentar.

1.5 La elaborarea proiectelor clădirilor și construcțiilor pe lângă cerințele prezentului Normativ în Construcții trebuie luate în considerație cerințele de executare a protecției contra trăsnetului a altor norme în vigoare, reguli, instrucțiuni și standarde.

2 Referințe normative

În prezentul normativ în construcții sunt utilizate referințe la următoarele documente normative:

NCM E.03.02:2014	Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor
SM EN 60079-10-1:2016	Atmosfere explozive. Partea 10-1: Clasificarea ariilor. Atmosfere explozive gazoase
SM EN 60079-10-2:2016	Atmosfere explozive. Partea 10-2: Clasificarea ariilor. Atmosfere explozive de praf
SM EN 62305-1:2014	Protecția împotriva trăsnetului. Partea 1: Principii generale
SM EN 62305-2:2014	Protecția împotriva trăsnetului. Partea 2: Managementul riscului
SM EN 62305-3:2014	Protecția împotriva trăsnetului. Partea 3: Avarii fizice ale structurilor și punerea în pericol a vieții

NOTĂ – La utilizarea acestui document normativ este oportun de a verifica valabilitatea documentelor normative conform Catalogului documentelor normative (DN) în construcții actualizat în fiecare an, cu situația la 1 ianuarie a anului curent, conform indicatorilor informativi, publicați în anul curent, precum și valabilitatea/actualizarea sau anularea funcționării standardului respectiv pe site-ul www.estandard.md.

Dacă documentele normative de referință au fost înlocuite (modificate), atunci la utilizarea actualului document normativ trebuie utilizate aceste documentele normative. Dacă documentul de referință a fost anulat fără înlocuire, atunci, poziția în care se face trimitere la acesta este utilizată în măsura în care nu afectează această referință.

3 Termeni și definiții

În prezentul normativ sunt utilizați următorii termeni cu definițiile corespunzătoare:

Avarie fizică (physical damage) – avarie a unei structuri (sau a conținutului ei) sau a unui serviciu din cauza efectelor mecanice, termice, chimice și de explozie ale trăsnetului

Conductor de coborâre (down-conductor system) – o parte din sistemul de exterior al protecției contra trăsnetului destinat pentru transmiterea curentului trăsnetului de la captorul de trăsnet la priza de pământ.

Conductor de conexiune (bonding conductor) – conductor care conectează părți conductoare separate cu sistemul de protecție contra trăsnetului.

Defectarea rețelelor electrice și a sistemelor electronice (failure of electrical and electronic systems) – avarie permanentă a rețelelor electrice și a sistemelor electronice din cauza impulsului electromagnetic generat de trăsnet.

Dispozitiv de protecție la supratensiuni și supracurenți DPS (surge and overcurrent protection device SPD) – dispozitiv destinat să limiteze supratensiunile tranzitorii și să devieze supracurenți. Acesta conține cel puțin o componentă neliniară (descărcător cu rezistență variabilă).

Durata trăsnetului T (flash duration) – timp în care există circulație de curent electric prin punctul de impact.

Ecran magnetic (magnetic shield) – anvelopă metalică tip grilă sau continuă care îmbracă obiectul de protejat sau o parte a acestuia, utilizată pentru reducerea defectărilor rețelelor electrice și sistemelor electronice.

Elemente conductoare exterioare (external conductive parts) – orice fel de element metalic care pătrunde sau iese din structura de protejat cum ar fi conducte, elemente metalice ale cablurilor, canale metalice etc., care pot transporta o parte a curentului de trăsnet.

Eveniment periculos (dangerous event DE) – trăsnet care cade pe obiectul de protejat sau în apropierea acestuia.

Inducerea potențialului înalt (induction of high potential) – transferarea în clădirea sau construcția protejată prin comunicațiile metalice extinse (subterane și supraterane), conductele (supraterane), linii în cablu etc.) a potențialelor electrice, care apar la loviturile directe și apropiate ale trăsnetului și care creează pericolul de scânteiere din incinta obiectului protejat.

Impuls electromagnetic generat de trăsnet IEMT (lightning-induced electromagnetic impulse LIEI) – efecte electromagnetice ale curentului de trăsnet

Instalație de protecție împotriva trăsnetului IPT (lightning protection system LPS) – sistem complex de protecție împotriva trăsnetului, destinat pentru reducerea avariilor fizice ale structurilor la lovitura de trăsnet, care se clasifică în două tipuri:

- **Instalație exterioară a sistemului de protecție împotriva trăsnetului IESPT** (external lightning protection system **ELPS**) care cuprinde un dispozitiv de captare, conductoare de coborâre și o priză de pământ.

- **Instalație interioară a sistemului de protecție împotriva trăsnetului IISPT** (internal lightning protection system **ILPS**) care cuprinde legăturile de echipotențializare și/sau izolația electrică a unei instalații exterioare a sistemului de protecție împotriva trăsnetului.

Măsuri de protecție MP (protection measure PM) – măsuri luate pentru clădirea (construcția) protejată în scopul reducerii riscului

Nivel de protecție împotriva trăsnetului NPT (lightning protection level **LPL**) – număr, care corespunde setului de valori a parametrilor curentului de trăsnet și care caracterizează probabilitatea la aceea, că valorile maxime și minime ale parametrilor construcției nu vor fi depășite la acțiunea trăsnetului

Obiect de protejat (object to be protected) – structură sau serviciu de protejat împotriva efectelor trăsnetului.

Panta medie a impulsului de curent (average steepness of the front of impulse current) – valoarea medie variației intensității curentului pentru durata $\Delta t = t_2 - t_1$, care caracterizează intensitatea majorării intensității curentului pentru perioada inițială secvenței trăsnetului

Paratrăsnet (lightning rod **LR**) - *dispozitiv*, care preia lovitura trăsnetului și direcționează curentul acestuia în pământ. În caz general paratrăsnetul este alcătuit din suport; paratrăsnet, care preia nemijlocit lovitura trăsnetului; conductoare de coborâre, prin care curentul trăsnetului se transmite în pământ; instalația de dispersie în sol a curenților de trăsnet. În unele cazuri, funcțiile suportului, captorului de trăsnet și conductoarelor de coborâre sunt combinate, de exemplu, la utilizarea în calitate de paratrăsnet a tuburilor sau fermelor metalice.

Protecție contra trăsnetului PCT (lightning protection LP) – sistem mixt de protecție a clădirii (construcției) și/sau a sistemelor electrice și electronice ale acestuia contra acțiunii loviturii trăsnetului, care de obicei include sistemul de protecție contra trăsnetului și măsuri de protecție contra impulsului electromagnetic de la lovitura de trăsnet.

Paratrăsnete situate separat (lightning strikes located separately) – stâlpii cărora sunt situați pe pământ la o anumită distanță de la obiectul protejat.

Paratrăsnet singular (single lightning strike) – este o construcție unică a paratrăsnetului de construcție de tip tijă sau de tip funie.

Paratrăsnet dublu (double lightning light) – două (sau mai multe) paratrăsnete de tip tijă și de tip funie, care formează o zonă comună de protecție.

Priza de legare la pământ a protecției contra trăsnetului (the earthing socket of the lightning protection) – unul sau câteva conductoare, care se află în contact cu solul și sunt destinate pentru a dispersa în pământ curenții de trăsnet sau a limita supratensiunile care apar pe corpuri metalice ale utilajelor, comunicațiilor la descărcările apropiate ale trăsnetului. Prizele de pământ se clasifică în naturale și artificiale.

Protecție coordonată prin SPD (coordinated SPD system) – ansamblu de SPD alese în mod corespunzător, coordonate și puse în funcțiune pentru a reduce defectările rețelelor electrice și sistemelor electronice.

Punct de impact (point of strike PS) – punct în care trăsnetul lovește pământul sau un obiect înalt (de exemplu o structură, o instalație de protecție împotriva trăsnetului, servicii, copaci etc.). Un trăsnet poate să aibă mai multe puncte de impact.

Risc (risk) - raportul probabilităților pierderilor medii de vieți omenești și producție care apar din cauza acțiunii trăsnetului către numărul total de persoane și producție care se află în clădire (construcția) protejată.

Risc tolerabil (*tolerable risk*)- Valoarea maximală a riscului pentru structura protejată.

Sarcina secvenței de lungă durată - Q_{long} (long-term sequence load) - integrala în raport cu timpul a curentului electric de trăsnet pe durata secvenței de lungă durată

Secvență de scurtă durată (short stroke) – parte a trăsnetului care corespunde la un impuls de curent. Secvența de scurtă durată durează pe durata de timp T_2 (de obicei sub 2 ms), pentru care valoarea intensității curentului se reduce până la nivelul de două ori mai mic de valoarea de vârf.

Secvență de lungă durată (long stroke) – parte a trăsnetului care corespunde unei circulații continue de curent electric. Durata de timp T_{LONG} , pe durata căruia intensitatea curentului de trăsnet depășește 10% de la valoarea de vârf I , de obicei care constituie de la 2 ms până la 1 s.

Secvențe multiple (multiple strokes) – trăsnet care cuprinde în medie 3 sau 4 secvențe, cu o pauză de timp între ele în mod tipic de aproximativ 50 ms. Au fost observate fenomene care au avut câteva zeci de secvențe cu o pauză între ele de la 10 ms până la 250 ms.

Sistem de captare – parte exterioră a unei IPT care utilizează elemente metalice cum ar fi tije, rețea de conductoare sau conductoare întinse destinată captării trăsnetelor

Constructiv, paratrăsnetele sistemelor de captare se clasifică în următoarele tipuri:

- **de tip tijă** – cu amplasarea verticală a captorului de trăsnet;

- **de tip funie (extinsă)** – cu amplasarea orizontală a captorului de trăsnet, fixat pe doi stâlpi legați la pământ;

- **de tip grilă** – paratrăsnete multiple orizontale, care se intersectează sub un unghi drept și aranjate pe clădirea protejată.

Sisteme interioare (indoor systems)– rețele electrice și sisteme electronice din interiorul unei structuri

Supratensiune/supracurent electric (overvoltage/overcurrent) – undă tranzitorie care apare ca o supratensiune/supracurent electric din cauza IEMT.

Structuri cu riscuri de explozie (structures with risk of explosion) – structuri care conțin materiale explozibile solide sau zone periculoase ca acelea determinate în conformitate cu recomandările din SM EN 60079-10-1 și SM EN 60079-10-2.

Structuri periculoase pentru mediul înconjurător (structures dangerous to the environment) – structuri care pot fi cauza unor emisii biologice, chimice sau radioactive ca o consecință a trăsnetului (precum uzine chimice, uzine petrochimice, centrale nucleare etc.)

Structură de protejat (structure to be protected) – structură pentru care este necesară protecția împotriva efectelor trăsnetului în conformitate cu acest normativ. O structură de protejat poate fi și o parte a unei structuri mai mari.

Trăsnet (thunderbolt) – descărcare electrică care se produce între nor și pământ constând din una sau mai multe secvențe.

Trăsnet ascendent (upward flash) – trăsnet inițiat de un precursor ascendent care se propagă de pe o structură de pe pământ către nor.

Trăsnet descendent (downward flash) – trăsnet inițiat de un precursor descendent care se propagă de la nor la pământ.

Trăsnet în apropierea unui obiect (lightning flash near a structure) – trăsnet care lovește în vecinătatea unui obiect de protejat și care poate provoca supratensiuni periculoase.

Trăsnet pe un obiect (lightning flash to a structure) –trăsnet care lovește un obiect de protejat.

Vătămarea ființelor vii (Injury to living beings) – vătămări inclusiv pierderea vieții a persoanelor sau animalelor din cauza tensiunilor de atingere și de pas generate de trăsnet.

Zonă de protecție împotriva trăsnetului ZPT (lightning protection area LPZ) – zonă în care mediul electromagnetic al trăsnetului este definit. Limitele unei ZPT nu sunt în mod necesar limite fizice (de exemplu pereți, planșeu sau plafon).

4 Prevederi generale

4.1 Clasificarea clădirilor și construcțiilor conform dotării cu protecție contra trăsnetului

Clasificarea obiectelor se efectuează în conformitate SM EN 62305-1 se determină conform pericolului acțiunii loviturilor de trăsnet pentru însăși obiectul și pentru împrejurimile acestuia. Acțiunile nemijlocite periculoase ale trăsnetului sunt incendiile, deteriorările mecanice, traumele oamenilor și animalelor, precum și deteriorări ale utilajului electric și electronic. Consecințele loviturilor de trăsnet pot fi exploziile și degajarea de produse nocive – a substanțelor radioactive și otrăvitoare, precum și a bacteriilor și virușilor.

Loviturile trăsnetului pot fi extrem de periculoase pentru sistemele informaționale, sistemele de comandă, control și de alimentare cu energie electrică. Pentru dispozitivele electronice, instalate în obiecte de diverse destinații, este necesară protecția specială.

Obiectele examinate pot fi divizate în obișnuite și speciale.

Obiectele obișnuite – construcții de locuit și administrative, precum și clădiri și construcții cu înălțimea sub 60 m, destinate pentru comerț, producție industrială, agricultură.

Obiectele speciale:

- obiectele, care reprezintă pericol pentru imediata împrejurime;
- obiectele, care reprezintă pericol pentru mediul social și fizic (obiectele, care la lovitura de trăsnet pot cauza degajări biologice, chimice și radioactive nocive);
- alte obiecte, pentru care poate fi prevăzută protecție specială contra trăsnetului, de exemplu, construcții cu înălțimea de peste 60 m, terenuri de joacă, construcții temporare, obiecte în fază de construcție.

În tabelul 4.1 sunt prezentate exemple de divizare a obiectelor în patru clase.

Tabelul 4.1 – Exemple de clasificare a obiectelor

Obiectul	Tipul obiectului	Consecințele loviturii de trăsnet
Obișnuit	Clădire de locuit	Refuzul instalațiilor electrice, incendiu și deteriorarea averii. De obicei deteriorare neînsemnată a obiectelor situate în locul loviturii de trăsnet sau atinse de canalul ei
	Fermă	Inițial – incendiu și inducere a tensiunii periculoase, apoi – pierderea alimentării cu energie electrică cu riscul morții animalelor din cauza refuzului sistemului electronic de control a ventilației, transportării furajelor etc.
	Teatru; școală; magazin; facilități sportive	Înteruperea în alimentarea cu energie electrică (de exemplu, a iluminatului electric), care poate provoca panică. Refuzul sistemului de semnalizare contra incendiului, care conduce la reținerea executării măsurilor contra incendiului.
	Bancă; companie de asigurare; oficiu comercial	Înteruperea în alimentarea cu energie electrică (de exemplu, a iluminatului electric), care poate provoca panică. Refuzul sistemului de semnalizare contra incendiului, care conduce la reținerea executării măsurilor contra incendiului. Pierderi ale mijloacelor de telecomunicații, perturbări în funcționarea calculatoarelor însoțite de pierderea datelor.

	Tipul obiectului	Consecințele loviturii de trăsnet
	Spital; grădiniță de copii; casă pentru bătrâni	Înteruperea în alimentarea cu energie electrică (de exemplu, a iluminatului electric), care poate provoca panică. Refuzul sistemului de semnalizare contra incendiului, care conduce la reținerea executării măsurilor contra incendiului. Pierderi ale mijloacelor de telecomunicații, perturbări în funcționarea calculatoarelor însoțite de pierderea datelor. Necesitatea ajutorului persoanelor grav bolnave și persoanelor cu dizabilități locomotorii
	Întreprinderi industriale	Urmări adiacente, care depind de condițiile de producere – de la deteriorări neînsemnate până la daune considerabile din cauza pierderii producției
	Muzee și monumente arheologice	Pierderi ireparabile a bunurilor culturale
Special, cu pericol limitat	Mijloace de telecomunicații; stații electrice; producții cu pericol de incendiu	Înterupere inadmisibilă a deservirii comunale (telecomunicații). Pericol indirect de incendiu pentru obiectele vecine
Special, care prezintă pericol pentru împrejurimea imediată	Întreprinderi de prelucrare a petrolului; stații de benzinărie; de producere a petardelor și a focurilor de artificii	Incendii și explozii în interiorul obiectului și în nemijlocita apropiere
Special, periculos ecologic	Uzină chimică; stație atomoelectrică; fabrici biochimice și laboratoare	Incendiu și ieșirea din funcțiune a utilajului cu consecințe nocive pentru mediul ambiant

La construcția și reconstrucția pentru fiecare clasă de obiecte trebuie determinat gradul necesar de fiabilitate a protecției contra loviturilor directe ale trăsnetului (LDT).

Sunt acceptate patru niveluri de protecție a construcțiilor/structurilor împotriva trăsnetului:

- întărit: I și II:

- normal: III și IV.

Astfel, pentru obiectele obișnuite sunt propuse patru niveluri de fiabilitate a protecției, prezentate în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2 – Niveluri de protecție contra LDT pentru obiecte obișnuite

Nivelul protecției	Fiabilitatea protecției contra LDT
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Pentru obiectele speciale nivelul minimal admisibil al protecției contra LDT se stabilește în limitele 0,9-0,999 în funcție de gradul importanței sociale ale acestuia și gravității consecințelor așteptate de la LDT.

La dorința beneficiarului în proiect poate fi inclus nivelul de fiabilitate care depășește cel de limită admisibil.

4.2 Parametri curenților de trăsnet

Parametrii curenților de trăsnet, (a se vedea anexele A-E din SM EN 62305-1) sunt necesari pentru calculul acțiunilor mecanice și termice, precum și pentru normarea mijloacelor de protecție contra acțiunilor electromagnetice.

Valorile maxime ale parametrilor curenților de trăsnet pentru diferite niveluri de protecție sunt indicate în tabelul 4.3 și sunt utilizate pentru concepția componentelor de protecție împotriva trăsnetului (de

exemplu secțiunea conductoarelor, grosimea foilor din metal, dimensionarea dispozitivelor de protecție la supratensiuni și supracurenți (SPD), distanțele de separare împotriva scânteilor periculoase) și pentru definirea parametrilor de încercare de simulare a efectelor trăsnetului asupra componentelor.

Valorile minime ale amplitudinii curentului de trăsnet pentru diferite niveluri de protecție sunt utilizate pentru a se obține raza sferei fictive, cu scopul de a se defini zona de protecție împotriva trăsnetului ZPT 0_B care nu poate fi atinsă de o lovitură directă. Valorile minime ale parametrilor curentului de trăsnet împreună cu raza sferei fictive sunt indicate în tabelul 4.3. Aceste valori sunt utilizate pentru poziționarea dispozitivului de captare și pentru definirea zonei de protecție ZPT 0_B.

Tabelul 4.3 -Valorile maxime ale parametrilor trăsnetului corespunzătoare nivelului de protecție

Prima secvență de scurtă durată			Nivel de protecție împotriva trăsnetului			
Parametrii curentului	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Valoare de vârf a curentului	<i>I</i>	kA	200	150	100	
Sarcina secvenței de scurtă durată	<i>Qshort</i>	C	100	75	50	
Energia specifică	<i>W/R</i>	MJ/Ohm	10	5,6	2,5	
Parametrii timp	<i>T1/T2</i>	$\mu s / \mu s$	10 / 350			
Secvență de scurtă durată ulterioară			Nivel de protecție împotriva trăsnetului			
Parametrii curentului	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Valoare de vârf a curentului	<i>I</i>	kA	50	37,5	25	
Panta medie	<i>di/dt</i>	kA/ μs	200	150	100	
Parametrii timp	<i>T1/T2</i>	$\mu s / \mu s$	0,25 / 100			
Secvență de lungă durată			Nivel de protecție împotriva trăsnetului			
Parametrii curentului	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Sarcina secvenței de lungă durată	<i>Qlong</i>	C	200	150	100	
Parametrii de timp	<i>Tlong</i>	s	0,5			
Trăsnet			Nivel de protecție împotriva trăsnetului			
Parametrii curentului	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Sarcina trăsnetului	<i>Qflash</i>	C	300	225	150	

Tabelul 4.4- Valori minime ale parametrilor trăsnetului și raza sferei fictive asociată corespunzătoare nivelului de protecție

Criterii de captare			Nivel de protecție împotriva trăsnetului			
	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Valoare de vârf minimă a curentului	<i>I</i>	kA	3	5	10	16
Raza sferei fictive	<i>r</i>	m	20	30	45	60

Poate fi determinată o probabilitate ponderată astfel încât parametrii curentului de trăsnet să fie mai mici decât valorile maxime și respectiv, mai mari decât valorile minime definite pentru fiecare nivel de protecție (a se vedea tabelul 4.5).

Tabelul 4.5 – Probabilități pentru limitele parametrilor curentului de trăsnet

Probabilitatea ca parametrii curentului de trăsnet să fie	Nivel de protecție împotriva trăsnetului			
	I	II	III	IV
Mai mici decât valorile maxime definite în tabelul 4.3	0,99	0,98	0,97	0,97
Mai mari decât valorile minime definite în tabelul 4.4	0,99	0,97	0,91	0,84

Măsurile de protecție specificate în SM EN 62305-3 și SM EN 62305-4 sunt eficiente împotriva trăsnetului dacă parametrii curentului de trăsnet sunt în domeniul definit pentru nivelul de protecție prezumat prin concepție.

Astfel, eficacitatea unei măsuri de protecție se presupune că este egală cu probabilitatea ca parametrii curentului de trăsnet să fie în interiorul acestui domeniu.

4.2.1 Clasificarea acțiunilor curenților de trăsnet

Pentru fiecare nivel de protecție contra trăsnetului trebuie să fie determinați parametrii limită admisibili a curentului de trăsnet. Datele prezentate în normativ se referă la trăsnetele ascendente și descendente.

Raportul polarităților descărcărilor de trăsnet depinde de amplasarea geografică a localității. În lipsa datelor locale, această valoare este stabilită ca 10% pentru descărcările cu curenți pozitivi și 90% pentru descărcările cu curenți negativi.

Acțiunile mecanice și termice ale trăsnetului sunt cauzate de valoarea de vârf al curentului I , de sarcina totală Q_{tot} , de sarcina din impuls Q_{imp} și de energia specifică W/R . Valorile maxime ale acestor parametri se observă în cazul descărcărilor pozitive.

Pagubele, cauzate de supratensiunile induse, sunt cauzate de panta frontului curentului de trăsnet. Panta se estimează în limitele de 30% și de 90% de nivele de la valoarea maximală a curentului. Valoarea maximală a acestui parametru se observă în impulsurile consecutive ale descărcărilor de polaritate negativă.

4.2.2 Densitatea loviturilor de trăsnet în pământ

Densitatea loviturilor de trăsnet în pământ, exprimată prin numărul de lovituri per 1 km² din suprafață pământului pe an, se determină conform datelor de observații meteorologice în locul amplasării obiectului.

Dacă densitatea loviturilor de trăsnet în pământ N_G este necunoscută, ea poate fi calculată cu expresia, 1/(km² · an):

$$N_G = 6,7 \cdot T_d / 100, \quad (4.1)$$

unde

T_d este durata medie a furtunilor în ore, determinată conform hărților regionale (hărților keraunice) de intensitate a furtunilor.

4.2.3 Parametrii curenților de trăsnet, propuși pentru normarea mijloacelor de protecție împotriva acțiunilor electromagnetice ale trăsnetului

În afară de acțiunile mecanice și termice, curentul de trăsnet creează impulsuri puternice de radiație electromagnetice, care pot fi cauza defectării sistemelor, care includ utilaj de telecomunicație, de comandă, automată, dispozitive de calcul și informaționale etc. Aceste sisteme compuse și scumpe sunt utilizate în multe ramuri de producere și bussines. Defectarea lor în rezultatul loviturii de trăsnet este extrem de nedorită din considerente de securitate, precum și din considerente economice.

Lovitura de trăsnet poate conține un singur impuls al curentului, sau să fie constituită dintr-o consecutivitate de impulsuri, separate prin intervale de timp, după care trece un curent slab însoțitor. Parametrii curentului de impuls a primei componente esențial se deosebește de caracteristicile de impuls a componentelor consecutive. În tabelul 4.3 se conțin datele care caracterizează parametrii de calcul a primului impuls de curent și a impulsurilor ulterioare și a curentului de lungă durată în pauze dintre impulsuri pentru obiecte obișnuite a diverse niveluri de protecției.

Impulsul de durată poate fi considerat dreptunghiular cu valoare medie a curentului I și durata T , care corespund datelor din tabelul 4.3.

5 Stabilirea necesității prevederii unei IPT pentru o construcție și alegerea nivelului de protecție împotriva trăsnetului

5.1 Cazuri în care echiparea cu IPT este obligatorie

5.1.1 Instalația de protecție împotriva trăsnetului este formată din:

A. Instalație IPT exterioară, compusă din următoarele elemente legate între ele:

- dispozitivul de captare;
- conductoare de coborâre;
- piese de separație pentru fiecare coborâre;
- priză de pământ tip IPT;
- piesă de legătură deconectabilă;
- legături între prizele de pământ;
- legături echipotențiale;
- legături echipotențiale prin intermediul eclatoarelor la suportul antenei;

B. Instalația IPT interioară, compusă din:

- legături de echipotențializare;
- bare pentru egalizarea potențialelor (BEP);

5.1.2 O construcție sau o parte a unei construcții pentru care este necesară o IPT normală (de nivel III sau IV) nu este necesar să fie echipată cu IPT exterioară dacă intră complet în volumul de protecție creat de IPT exterioară al unei alte construcții (cu excepția situației în care dispozitivul de captare este constituit dintr-o singură tijă simplă).

În toate cazurile se prevăd IPT interioare pentru construcțiile care intră în raza de protecție.

5.1.3 În situațiile în care numai unele spații dintr-o construcție necesită IPT și aceste spații nu determină încadrarea întregii construcții în categoria lor (deci nu se impune IPT pentru întreaga construcție) se procedează astfel:

- dacă spațiile sunt situate la ultimul nivel al construcției, se realizează IPT numai pentru spațiile respective;
- dacă spațiile se găsesc la parterul sau la etajele intermediare ale unei construcții etajate și există pericolul ca efectele secundare ale trăsnetului să producă daune, se realizează IPT interioare necesare în spațiile respective.

5.1.4 La construcțiile etajate cu arhitectură asimetrică sau formate din mai multe corpuri de clădiri de înălțimi diferite, IPT se rezolvă separat pentru fiecare corp de clădire și se leagă între ele.

5.1.5 Se prevede obligatoriu protecție la trăsnet de nivelul stabilit pentru următoarele categorii de construcții sau instalații, ținând cont și de cerințele speciale a altor documente normative:

a) Construcții care cuprind încăperi cu aglomerări de persoane sau săli aglomerate, indiferent de nivelul la care aceste încăperi sunt situate, având următoarele capacități sau suprafețe:

- teatre, cinematografe, săli de concert și de întruniri, cămine culturale, săli de sport acoperite, circuri etc., cu o capacitate mai mare de 400 locuri;
- clădiri bloc pentru spitale, sanatorii etc., cu mai mult de 75 paturi;
- hoteluri, cămine, cazărmi cu mai mult de 400 de paturi;
- construcții pentru învățământ - universități, școli, grădinițe de copii și creșe, cu mai multe de 10 săli de clasă sau joc, de laborator sau de atelier;
- restaurante și magazine cu o suprafață desfășurată mai mare de 1000 m², exclusiv depozitele și spațiile anexe de deservire;
- clădiri pentru călători, din categoriile I și II, în care în perioada de vârf a traficului, la ora de maximă aglomerare se pot afla mai mult de 300 de călători.

b) Construcții care constituie sau adăpostesc valori de importanță națională, cum sunt muzeele, expozițiile permanente, monumentele istorice sau de arhitectură, arhivele pentru documente de valoare etc.

În cazul monumentelor istorice soluția se stabilește de comun acord cu forurile de specialitate.

c) Construcții înalte și foarte înalte definite conform NCM E.03.02 și reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcțiilor.

d) Construcții de locuit înalte și foarte înalte, conform NCM E.03.02.

În cazul în care la aceste construcții, deasupra ultimului nivel se mai află o construcție cu un singur nivel ce ocupă până la 70% din aria construită a clădirii și este compusă numai din încăperi pentru spălătorii, uscătorii sau mașini ale ascensoarelor, IPT se prevede și la această porțiune (sau tronson) de construcție.

e) Construcții și instalații tehnologice exterioare care sunt cel puțin de două ori mai înalte decât construcțiile, proeminențele de teren sau copacii din jur și au cel puțin 10 m înălțime (de ex. coșuri de fum, castele de apă, silozuri, turnuri, clădiri în formă de turn etc.).

f) Construcții și instalații tehnologice exterioare amplasate izolat, în zone cu N_x mai mare de 30 cum sunt: căsuțe, cabane sau construcțiile similare amplasate izolat, clădirile pentru călători de pe liniile de cale ferată.

g) Construcții stabilite ca prezentând importanță pentru diverse domenii a economiei naționale (de ex. clădiri destinate producerii de energie electrică, centrale de telecomunicații, centrele de calcul etc.).

h) Construcții și instalații tehnologice exterioare încadrate în categoria cu risc mare de incendiu, dacă sunt situate în zone cu N_x mai mare de 30 și dacă materialele combustibile care se prelucrează, utilizează sau depozitează în ele sunt considerate obiecte de bază ale întreprinderii sau ca având valoare mare sau importanță deosebită.

i) Depozite deschise de materiale și substanțe încadrate în clasele de pericolozitate prevăzute în reglementărilor specifice referitoare la securitatea la incendiu a construcțiilor, dacă sunt situate în zone cu N_x mai mare de 30 și dacă sunt considerate obiecte de bază ale întreprinderii sau ca având valoare mare sau importanță deosebită.

j) Construcții și instalații tehnologice exterioare încadrate în categoria cu risc foarte mare la incendiu.

k) Construcții pentru adăpostirea animalelor dacă sunt:

- grajduri pentru animale mari de rasă, indiferent de capacitate;
- grajduri pentru animale mari, cu o capacitate de peste 200 capete;
- grajduri pentru animale mari, cu o capacitate de peste 100 capete, amplasate în zone cu indice N_x mai mare de 30;
- depozite de furaje fibroase amplasate în zone cu indice N_x mai mare de 30;

l) Amenajări sportive cu public, cu peste 5000 locuri.

m) Poduri amplasate izolat, în zone cu indice N_x mai mare de 30.

n) Instalații mobile de ridicat și transportat, existente în aer liber (de ex. macarale).

NOTĂ - N_x este numărul de evenimente periculoase pe an.

5.2 Avarii și pierderi

a. Surse de avarii

Curentul de trăsnet este prima sursă de avarie. În funcție de situarea punctului de impact al trăsnetului se disting următoarele surse (a se vedea tabelul 5.1):

- S1:** căderea trăsnetului pe o structură;
- S2:** căderea trăsnetului lângă o structură;
- S3:** căderea trăsnetului pe un serviciu;
- S4:** căderea trăsnetului lângă un serviciu.

b. Tipuri de avarii

Un trăsnet poate cauza avarii în funcție de caracteristicile obiectului de protejat. Unele dintre cele mai importante caracteristici sunt: tipul construcției, conținutul și modul de utilizare, materialele din care este construită clădirea, destinația funcțională, conținutul clădirii, particularitățile locuitorilor (oameni și animale), prezența în clădire a materialelor combustibile și incombustibile, materialelor explozibile sau neexplozibile, sistemelor electrice și electronice cu o rezistență înaltă la tensiune; linii de comunicații electronice, măsuri de protecție existente și furnizate și gradul de răspândire a pericolului: clădiri (construcții) cu evacuare dificilă; clădiri (construcții), în care poate apărea panica; clădiri (construcții), periculoase pentru teritoriile adiacente; clădiri (construcții) periculoase pentru mediul înconjurător.

Pentru aplicațiile practice de evaluare a riscului, este util să se facă distincție între cele trei tipuri de bază de avarii care pot apărea ca urmare a căderii trăsnetului. Acestea sunt următoarele (a se vedea tabelele 5.1 și 5.2):

D1: vătămarea ființelor vii;

D2: avarie fizică;

D3: defectări ale sistemelor electrice și electronice.

Avarierea unei structuri datorită trăsnetului poate fi limitată la o parte a structurii sau poate fi extinsă la întreaga structură. Pot fi implicate, de asemenea, structurile înconjurătoare sau mediul înconjurător (de exemplu emisii chimice sau radioactive).

Trăsnetul care afectează un serviciu poate cauza o avariere a mijloacelor fizice ale acesteia - linie sau conductă - utilizate pentru furnizarea serviciului, precum și a sistemelor electrice și electronice asociate.

Avarierea poate fi, de asemenea, extinsă la sistemele interioare conectate la serviciu

c. Tipuri de pierderi

Fiecare tip de avarie, singură sau în combinație cu altele, poate să producă pierderi diferite în obiectul de protejat. Tipul de pierdere care poate apărea depinde de caracteristicile obiectului de protejat și de conținutul său.

Trebuie luate în considerare următoarele tipuri de pierderi (tabelul 5.1):

L1: pierderea de vieți omenești;

L2: pierderea unui serviciu public;

L3: pierderea unor elemente din patrimoniu cultural;

L4: pierdere economică (structura și conținutul său, serviciul și pierderea activității lui).

Tipurile de pierderi care pot să apară într-o structură sunt următoarele:

L1: pierderea de vieți omenești;

L2: pierderea unui serviciu public;

L3: pierderea unui element de patrimoniu cultural;

L4: pierdere economică (structura și conținutul acesteia).


Tipurile de pierderi care pot să apară într-un serviciu sunt următoarele:




L'2: pierderea serviciului public;

L'4: pierdere economică (serviciu și activitatea lui).

Pentru scopul acestui normativ nu este luată în considerare pierderea de vieți omenești asociată unui serviciu.

Tabelul 5.1 – Surse de avarii, tipuri de avarii și tipuri de pierderi în funcție de punctul de impact al trăsnetului

Punct de impact	Sursa de avarie	Structura		Serviciu	
		Tip de avarie	Tip de pierdere	Tip de avarie	Tip de pierdere
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ² L1, L2, L3, L4 L1 ¹ , L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4

	S2	D3	L1 ¹ , L2, L4		
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ² L1, L2, L3, L4 L1 ¹ , L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
	S4	D3	L1 ¹ , L2, L4	D3	L'2, L'4

NOTE:

1. Numai pentru clădiri (construcții) cu risc de explozie și pentru spitale sau alte structuri în care defectări ale sistemelor interioare pun imediat în pericol viața oamenilor.
2. Numai pentru clădiri (construcții) în care la lovitura de trăsnet în clădire pot surveni pierderi de animale

Tabelul 5.2 – Componente de risc într-o structură pentru fiecare tip de avarie și de pierdere

Pierdere \ Avarie	L1 Pierdere de vieți omenești	L2 Pierdere a unui serviciu public	L3 Pierdere a unui element de patrimoniu cultural	L4 Pierdere economică
D1 Vătămare a ființelor vii	Rs	-	-	Rs ¹
D2 Avarie fizică	Rf	Rf	Rf	Rf
D3 Defectare a sistemelor electrice și electronice	Ro ²	Ro	-	Ro

NOTE:

1. Numai pentru proprietăți în care pot surveni pierderi de animale
2. Numai pentru structuri cu risc de explozie și pentru spitale sau alte structuri în care defectări ale sistemelor interioare pun imediat în pericol viața oamenilor

5.3 Risc și componentele de risc

a. Risc

Riscul R este o măsură a pierderii medii anuale probabile. Pentru fiecare tip de pierdere care poate apărea într-o structură sau într-un serviciu trebuie evaluat riscul corespunzător.

Riscurile care pot fi evaluate într-o structură pot fi următoarele:

- R₁: risc de pierdere de vieți omenești;
- R₂: risc de pierdere a unui serviciu public;
- R₃: risc de pierdere a unui element din patrimoniul cultural;
- R₄: risc de pierdere economică.

Riscurile care pot fi evaluate într-un serviciu pot fi următoarele:

- R'₂: risc de pierdere a serviciului public;
- R'₄: risc de pierdere economică.

Pentru a evalua riscurile, R, trebuie definite și calculate componentele de risc relevante (riscurile parțiale depind de sursa și de tipul avariei) .

Fiecare risc, R, este suma componentelor sale. Când se calculează un risc, componentele de risc pot fi grupate în funcție de sursa avariei și de tipul avariei.

b. Componente de risc pentru o structură datorită căderii trăsnetului pe structură

R_A: Componentă asociată vătămării ființelor vii, produsă de tensiunile de atingere și de pas în zonele de până la 3 m în afara structurii. Pot să apară pierderi de tip L1 și, în cazul unor structuri care adăpostesc ferme de animale, pierderi de tip L4 cu posibile pierderi de animale.

NOTĂ - În structuri speciale, oamenii pot fi în pericol datorită căderii directe a trăsnetului (de exemplu parcuri de mașini sau stadioane). Principiile acestui normativ pot fi utilizate și pentru aceste cazuri.

R_B: Componentă de risc asociată avariilor fizice produse de scântei periculoase în interiorul structurii capabile să inițieze un incendiu sau o explozie reprezentând, la rândul său, un pericol pentru mediul înconjurător. Ar putea să apară toate tipurile de pierderi (L1, L2, L3 și L4) .

R_C: Componentă de risc asociată defectelor produse de acțiunea IEMT asupra sistemelor interioare. În toate cazurile ar putea să apară pierderi de tipurile L2 și L4 însoțite de tipul L1 în cazul structurilor cu risc de explozie și a spitalelor sau a altor structuri în care defectarea unor sisteme interioare pune imediat în pericol viața oamenilor.

c. Componentă de risc pentru o structură datorită căderii trăsnetului lângă structură

R_M: Componentă de risc asociată defectelor produse de acțiunea IEMT asupra sistemelor interioare. În toate cazurile ar putea să apară pierderi de tipurile L2 și L4 însoțite de tipul L1 în cazul structurilor cu risc de explozie și a spitalelor sau a altor structuri în care defectarea unor sisteme interioare pun imediat în pericol viața oamenilor

d. Componentă de risc pentru o structură datorită căderii trăsnetului pe un serviciu racordat la o structură

R_U: Componentă de risc asociată vătămării ființelor vii prin acțiunea tensiunii de atingere în interiorul structurii datorată curentului de trăsnet injectat într-o linie racordată la structură. Pot apare pierderi de tip L1 și, în cazul proprietăților agricole, pierderi de tip L4 cu posibile pierderi de animale.

R_V: Componentă de risc asociată avariilor fizice (inițierea unui incendiu sau a unei explozii datorită unor scântei periculoase între o instalație exterioară și părțile metalice prezente în general în punctul de pătrundere a unei linii în interiorul structurii) datorită curentului de trăsnet circulând prin sau în lungul serviciilor care pătrund în structură. Pot să apară toate tipurile de pierderi (L1, L2, L3, L4).

R_W: Componentă de risc asociată defectării sistemelor interioare, produsă prin acțiunea supratensiunilor induse pe liniile care pătrund în structură și transmise acesteia. În toate cazurile ar putea să apară pierderi de tipurile L2 și L4 împreună cu tipul L1 în cazul structurilor cu risc de explozie și a spitalelor sau a altor structuri în care defectarea unor sisteme interioare pune imediat în pericol viața oamenilor.

NOTE:

1 Serviciile luate în considerare pentru evaluarea acestei componente sunt numai liniile care intră în structură.

2 Căderea trăsnetului pe conducte sau lângă acestea nu este luată în considerare ca sursă de avarie dacă conductele sunt conectate la o bară de echipotențializare. Dacă nu există o bară de echipotențializare, un astfel de pericol trebuie să fie de asemenea luat în considerare.

e. Componentă de risc pentru o structură datorită căderii trăsnetului lângă un serviciu racordat la o structură

R_Z: Componentă de risc asociată defectării sistemelor interioare prin acțiunea supratensiunilor induse pe liniile care intră în structură și transmise acesteia. În toate cazurile ar putea să apară pierderi de tipurile L2 și L4 împreună cu tipul L1 în cazul structurilor cu risc de explozie și a spitalelor sau a altor structuri în care defectarea unor sisteme interioare pune imediat în pericol viața oamenilor.

NOTE:

1 Serviciile luate în considerare pentru evaluarea acestei componente sunt numai liniile care intră în structură.

2 Căderea trăsnetului pe conducte sau lângă acestea nu este luată în considerare ca sursă de avarie dacă conductele sunt conectate la o bară de echipotențializare. Dacă nu există o bară de echipotențializare, un astfel de pericol trebuie să fie de asemenea luat în considerare.

f. Componente de risc pentru un serviciu datorită căderii trăsnetului pe serviciu

R'_v: Componentă de risc asociată avariilor fizice produse de efectele mecanice și termice ale curentului de trăsnet. Ar putea să apară pierderi de tipurile L'2 și L'4;

R'_w: Componentă de risc asociată defectării echipamentului conectat, prin acțiunea supratensiunilor produse datorită unui cuplaj rezistiv. Ar putea să apară pierderi de tipurile L'2 și L'4.

g. Componentă de risc pentru un serviciu datorită căderii trăsnetului lângă serviciu

R'_z: Componentă de risc asociată defectării liniilor și echipamentului conectat produsă de supratensiunile induse pe linii. Ar putea să apară pierderi de tipurile L'2 și L'4.

h. Componente de risc pentru un serviciu datorită căderii trăsnetului pe structura la care este racordat serviciul

R'_B: Componentă de risc asociată avariilor fizice produse prin efectele mecanice și termice ale curentului de trăsnet care circulă pe linie. Ar putea să apară pierderi de tipurile L'2 și L'4;

R'_C: Componentă de risc asociată defectării echipamentului conectat prin acțiunea supratensiunilor produse datorită unui cuplaj rezistiv. Ar putea să apară pierderi de tipurile L'2 și L'4.

5.4 Compunerea componentelor de risc asociate unei structuri

Componentele de risc care trebuie luate în considerare pentru fiecare tip de pierdere într-o structură sunt:

R₁: riscul de pierdere de vieți omenești:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^{1)} + R_{M1}^{1)} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^{1)} + R_{Z1}^{1)} \quad (5.1)$$

R₂: risc de pierdere a unui serviciu public:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (5.2)$$

R₃: riscul de pierdere a unui element de patrimoniu cultural:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (5.3)$$

R₄: risc de pierdere economică:

$$R_4 = R_{A4}^{1)} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}^{2)} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (5.4)$$

NOTE:

1) Numai pentru structuri cu risc de explozie și pentru spitale cu echipament electric de reanimare sau alte structuri în care defectarea unor sisteme interioare pun imediat în pericol viața oamenilor.

2) Numai în domenii în care pot fi pierderi de animale.

Componentele de risc care corespund fiecărui tip de pierdere sunt sintetizate de asemenea în tabelul 5.3

Factorii care influențează componentele de risc într-o structură sunt prezentate în tabelul 5.4.

Tabelul 5.3 – Componente de risc care trebuie luate în considerare pentru fiecare tip de pierdere într-o structură

Sursă de avarie	Căderea trăsnetului pe o structură S1			Căderea trăsnetului lângă o structură	Căderea trăsnetului pe o linie racordată la o structură S3			Căderea trăsnetului lângă o linie racordată la o structură S4
	Componentă de risc							
	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Risc pentru fiecare tip de pierdere								
R ₁	*	*	*1)	*1)	*	*	*1)	*1)
R ₂		*	*	*		*	*	*
R ₃		*				*		
R ₄	*2)	*	*	*	*2)	*	*	*

NOTE:

1) Numai pentru structuri cu risc de explozie și pentru spitale sau alte structuri la care defectarea unor sisteme interioare pun imediat în pericol viața oamenilor.

2) Numai pentru domenii în care pot fi pierderi de animale

Tabelul 5.4 – Factori, care influențează componentele de risc într-o structură

Caracteristici ale structurii sau ale sistemelor interioare	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Măsurile de protecție								
Suprafața echivalentă de expunere	x	x	x	x	x	x	x	x
Rezistivitatea de suprafață a solului	x							
Rezistivitatea planșei					x			
Restricții fizice, izolație, panouri de avertizare, echipotențializarea solului	x				x			
IPT – Instalație de protecție împotriva trăsnetului	x	x	x	x ¹⁾	x ²⁾	x ²⁾		
Conexiuni a mijloacelor de protecție contra supratensiunilor de impuls	x				x	x		
Mijloace de izolare			x ³⁾	x ³⁾	x	x	x	x
Protecție cu SPD coordonate			x	x			x	x
Ecran tridimensional			x	x				
Ecranarea liniilor exterioare					x	x	x	x
Ecranarea liniilor interioare			x	x				
Măsurile de protecție pentru trasee			x	x				
Rețea de echipotențializare			x					
Măsurile împotriva incendiilor		x				x		
Sensibilitatea senzorilor la foc		x				x		
Pericol special		x				x		
Tensiune de ținere la impuls			x	x	x	x	x	x

NOTE:

1) În cazul unui IPT "natural" sau standardizat, cu o distanță între conductoarele de coborâre mai mică de 10 m sau dacă este asigurată o restricție fizică, se poate neglija riscul asociat vătămării ființelor vii prin acțiunea tensiunilor de atingere și de pas.

2) Numai pentru IPT exterioară de tip grilă

3) Datorită legăturii de echipotențializare

Caracteristicile serviciului, a structurii la care acesta este racordat și a măsurilor de protecție care pot influența componentele de risc sunt prezentate în tabelul 5.5.

Tabelul 5.5 - Factori care influențează componentele de risc pentru un serviciu

Caracteristici ale serviciului Măsură de protecție	R _v	R _w	R _z	R _B	R _C
Suprafața echivalentă de expunere	X	X	X	X	X
Ecranarea cablurilor	X	X	X	X	X
Cablu de protecție împotriva trăsnetului	X	X	X	X	X
Canal de protecție a cablurilor împotriva trăsnetului	X	X	X	X	X
Conductoare ecranate suplimentare	X	X	X	X	X
Tensiune de ținere la impuls	X	X	X	X	X
SPD	X	X	X	X	X

6 Evaluarea riscului

6.1 Procedura de bază

Trebuie aplicată următoarea procedură:

- identificarea obiectului de protejat și a caracteristicilor sale;
- identificarea tuturor tipurilor de pierderi în obiect și a riscului asociat R (de la R₁ până la R₄);
- evaluarea riscului R pentru fiecare tip de pierdere (de la R₁ până la R₄);
- evaluarea necesității protecției, prin compararea riscurilor R₁, R₂ și R₃ pentru o structură (R'₂ pentru un serviciu) cu riscul acceptabil R_T;
- evaluarea eficienței tehnice și economice a protecției prin compararea costurilor pierderilor totale cu și fără măsuri de protecție. În acest caz, evaluarea componentelor de risc R₄ pentru o structură (R'₄ pentru un serviciu) trebuie realizată în vederea evaluării acestor costuri (a se vedea anexa D, SM EN 62305-2).

6.2 Structura de luat în considerare pentru evaluarea riscului

Structura de luat în considerare include:

- structura în sine;
- instalațiile din structură;
- conținutul structurii;
- persoanele din interiorul structurii sau care stau într-o zonă de până la 3 m în partea exterioară a structurii;
- mediul afectat de o avarie a structurii.

Protecția poate să nu includă serviciile conectate în afara structurii.

Notă: Structura de protejat poate fi divizată în mai multe zone.

6.3 Serviciu de luat în considerare pentru evaluarea riscului

Serviciul care se ia în considerare cuprinde mijloacele fizice prin care sunt conectate:

- clădirea centralei de telecomunicații și clădirea utilizatorului sau două clădiri de centrale de telecomunicații sau două clădiri ale utilizatorilor, pentru liniile de telecomunicații,
- clădirea centralei de telecomunicații sau clădirea utilizatorului și un nod de distribuție sau între două noduri de distribuție, pentru liniile de telecomunicații,
- stația de transformare de onaltă tensiune și clădirea utilizatorului pentru liniile de alimentare cu energie electrică,
- stația principală de distribuție și clădirea utilizatorului pentru conducte.

Serviciul considerat cuprinde echipamentul liniei și echipamentul de la extremitățile liniilor, cum ar fi:

- multiplexor, amplificator, optocuplor, contoare, echipamentul de la extremitatea liniei etc.;
- întreruptoare, protecții împotriva supracurenților, contoare etc.;
- sisteme de comandă, sisteme de securitate, contoare etc.

NOTĂ - Protecția nu include echipamentul utilizatorului sau oricare altă structură conectată la extremitățile serviciului

6.4 Risc acceptabil R_T

Identificarea valorii riscului acceptabil este în responsabilitatea unei autorități cu competență juridică. Valori reprezentative ale riscului acceptabil R_T , când căderea trăsnetului poate produce pierderi de vieți omenești sau pierderi de valori sociale sau de valori culturale sunt indicate în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1 – Valori pentru riscul acceptabil

Tipuri de pierderi	$R_T (y^{-1})$, SM EN 62305-2
Pierderi de vieți omenești sau vătămări permanente	10^{-5}
Pierderea unui serviciu public	10^{-3}
Pierderea unui element din patrimoniul cultural	10^{-4}

6.5 Procedura pentru evaluarea necesității unei protecții

În corespundere cu SM EN 62305-1 pentru evaluarea necesității unei protecții împotriva trăsnetului pentru un obiect, trebuie luate în considerare următoarele riscuri:

- riscurile R_1 , R_2 și R_3 pentru o structură;
- riscurile R'_1 și R'_2 pentru un serviciu.

Pentru fiecare risc sxaminat trebuie să fie parcurse următoarele etape:

- identificarea componentelor R_x care conțin riscul;
- calculul componentelor de risc identificate R_x ;
- calculul riscului total R ;
- identificarea riscului acceptabil R_T ;
- compararea riscului R cu valoarea acceptabilă R_T .

Dacă $R \leq R_T$, protecția împotriva trăsnetului nu este necesară.

Dacă $R > R_T$ trebuie adoptate măsuri de protecție în vederea reducerii lui $R \leq R_T$ pentru toate riscurile care obiectul este supus.

Procedura pentru evaluarea necesității unei protecții este prezentată în figura 6.1.

6.6 Procedura pentru evaluarea eficienței tehnice și economice a unei protecții

Pe lângă necesitatea unei protecții împotriva trăsnetului pentru o structură sau un serviciu, poate fi utilă determinarea beneficiilor economice ale instalării măsurilor de protecție în vederea reducerii pierderilor economice L_4 .

Evaluarea componentelor de risc R_4 pentru o structură (R'_4 pentru un serviciu) permite utilizatorului să evalueze pierderile economice cu măsuri de protecție adoptate și fără acestea (a se vedea anexa D, SM EN 62305-2).

Procedura de determinare a eficienței tehnice și economice a unei protecții necesită:

- identificarea componentelor R_x care compun riscul R_4 pentru o structură (R'_4 pentru un serviciu);
- calculul componentelor de risc identificate R_x în absența unor măsuri de protecție noi/suplimentare;
- calculul costului anual al pierderii datorită fiecărei componente de risc R_x ;
- calculul costului anual C_L al pierderii totale în absența unor măsuri de protecție;
- adoptarea măsurilor de protecție alese;
- calculul componentelor de risc R_x cu luarea în considerare a măsurilor de protecție alese;
- calculul costului anual al pierderilor reziduale datorită fiecărei componente de risc R_x în structura sau serviciul protejat;
- calculul costului anual total C_{RL} al pierderilor reziduale cu luarea în considerare a măsurilor de protecție alese;
- calculul costului anual C_{PM} al măsurilor de protecție alese;
- compararea costurilor la utilizarea măsurilor de protecție și fără ele.

Dacă $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, protecția împotriva trăsnetului nu poate fi considerată eficientă economic.

Dacă $C_L > C_{RL} + C_{PM}$, măsurile de protecție pot realiza economii pe durata de viață a structurii sau a serviciului.

Procedura de evaluare a eficienței tehnice și economice a protecției este prezentată sintetic în figura 6.2.

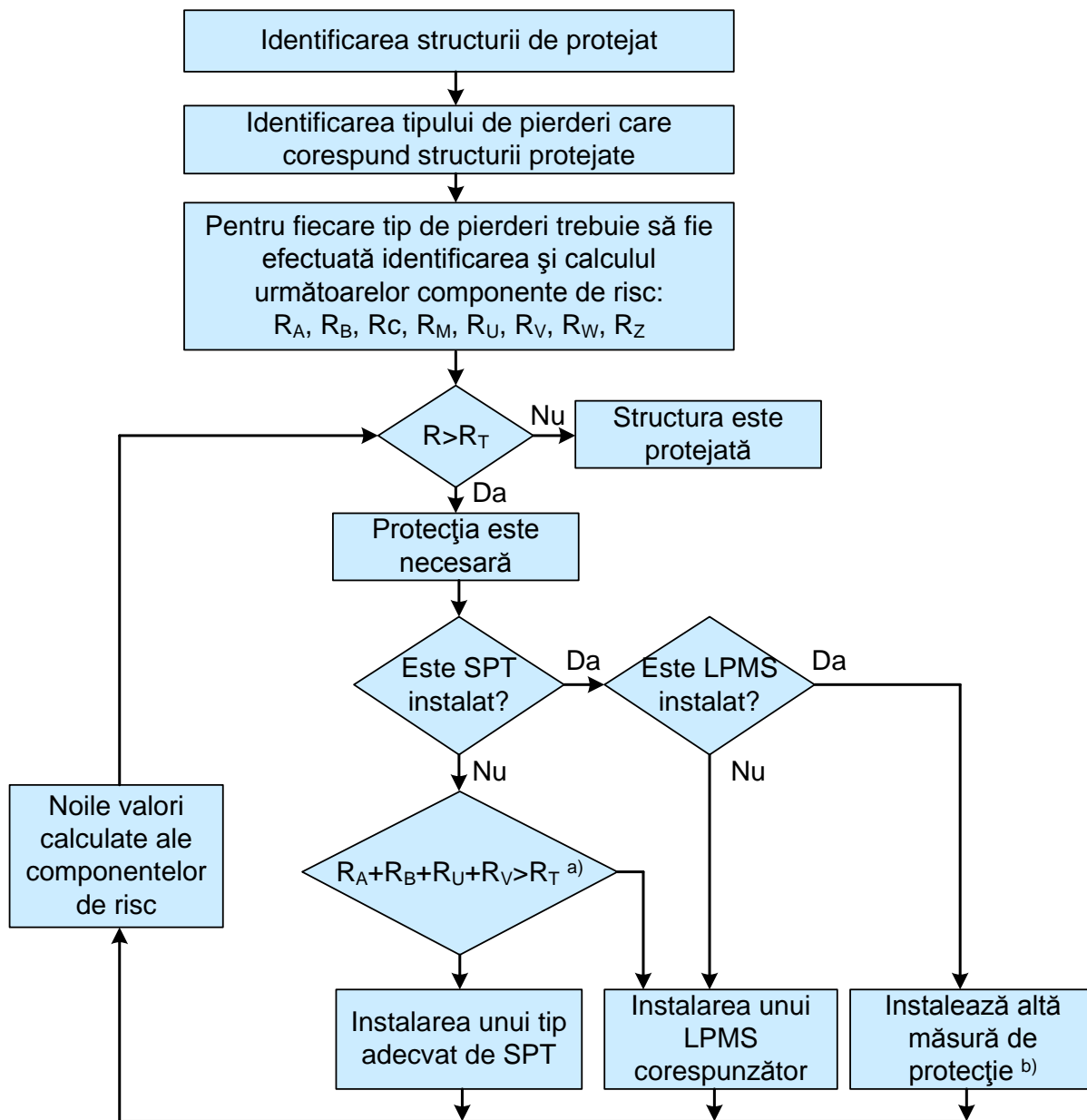


Figura 6.1 – Bloc-schema analizei necesității protecției structurii împotriva trăsnetului

NOTE:

a) Dacă $R_A + R_B < R_T$, atunci nu este necesar sistemul SPT integral, pot fi utilizate dispozitive de protecție împotriva supratensiunilor de impuls în corespundere cu SM EN 62305-3.

b) vezi tabelul 5.4.

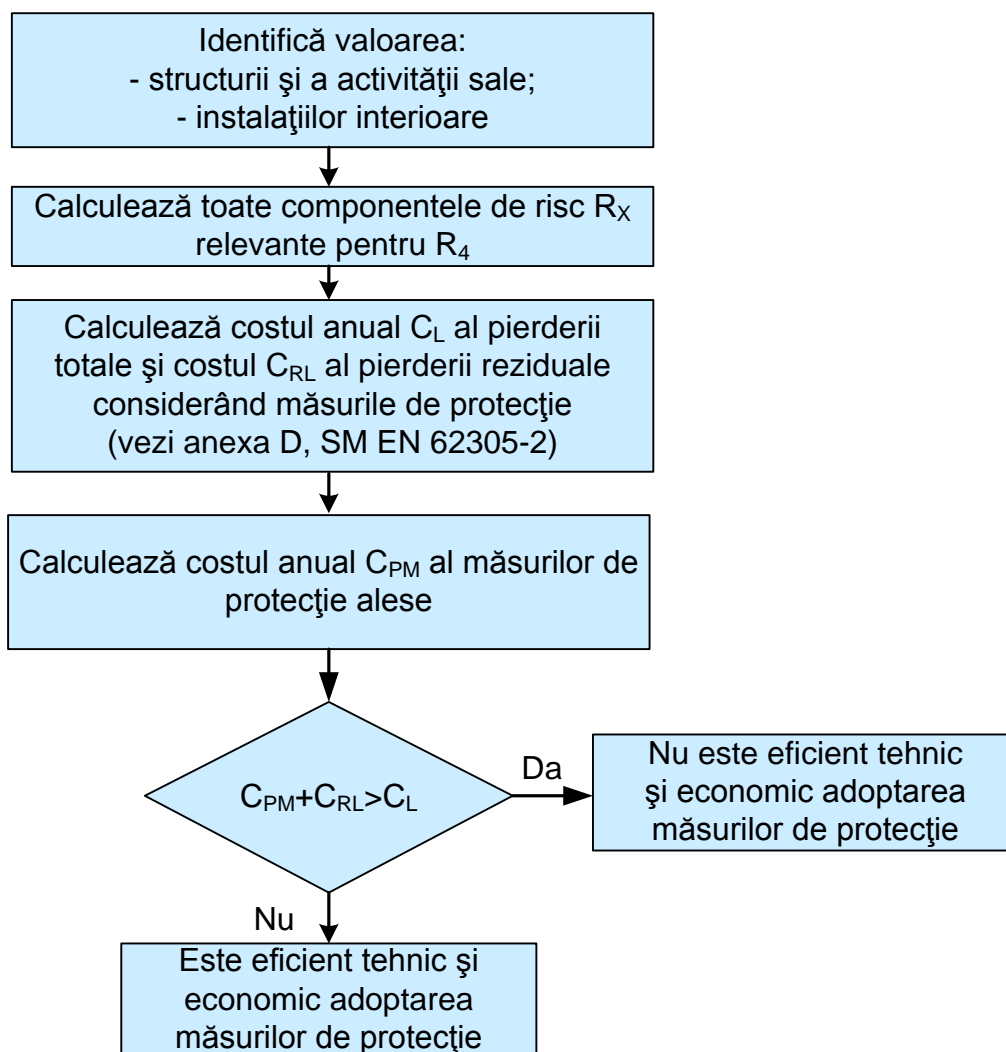


Figura 6.2 – Bloc-schema procedurii evaluării eficienței tehnice și economice a măsurilor de protecție

6.7 Alegerea măsurilor de protecție contra trăsnetului

Măsurile de protecție sunt destinate să reducă riscul asociat tipurilor de avarii.

Măsurile de protecție trebuie să fie considerate eficiente numai dacă ele sunt conforme cu recomandările din următoarele standarde importante:

SM EN 62305-3 pentru protecția împotriva vătămării ființelor vii și a avariilor fizice într-o structură;

SM EN 62305-4 pentru protecția împotriva defectării sistemelor interioare.

Alegerea măsurilor de protecție

Alegerea celor mai potrivite măsuri de protecție trebuie să fie făcută de proiectant în funcție de ponderea fiecărei componente de risc în riscul total R și în funcție de aspectele tehnice și economice ale diferitelor măsuri de protecție.

Pentru fiecare tip de pierdere, există un număr de măsuri de protecție care, individual sau în combinație, realizează condiția $R \leq R_T$.

Soluția care va fi adoptată trebuie să fie aleasă ținând seama de aspectele tehnice și economice. O procedură simplificată pentru alegerea măsurilor de protecție este indicată în figura 6.1 pentru structuri. Instalatorul sau proiectantul trebuie să identifice componentele de risc cele mai critice și să le reducă, luând în considerare de asemenea aspectele economice.

Pentru reducerea riscului în corespundere cu tipul avariei pot fi luate măsuri de protecție corespunzătoare.

6.7.1 Măsuri de protecție a persoanelor contra electrocutării mortale și traumelor grave

Măsurile posibile includ:

- izolația părților proeminente conductoare de curent electric;
- crearea mediului echipotențial prin conectarea obiectelor care înconjoară persoana cu sistemul de legare la pământ;
- limitări fizice și semne de preîntâmpinare și interdicere;
- egalarea potențialelor.

Notă 1 - Создание равнопотенциальной среды и улучшение системы заземления внутри и снаружи здания (сооружения) может уменьшить опасность для жизни людей (см. раздел 8 МЭК 62305-3).

Notă 2 – Măsurile de protecție de obicei sunt eficiente numai în clădire (construcție), dotată cu LPS.

Notă 3 – Utilizarea detectoarelor de furtună poate reduce pericolul pentru viața persoanelor.

6.7.2 Măsuri de protecție pentru reducerea avariilor fizice ale clădirii (construcției)

Protecția este asigurată prin utilizarea sistemului de protecție împotriva trăsnetului (LPS), care include:

- sistemul de captoare a trăsnetului;
- sistemul conductoarelor de coborâre;
- sistemul de legare la pământ;
- sistemul de egalare a potențialelor;
- izolația electrică (ecartament) de la sistemul exterior LPS.

Notă 1 – La prezența LPS asigurarea echipotențialului reprezintă o măsură importantă pentru reducerea apariției incendiului și a exploziei, precum și a pericolului asupra vieții. Informație mai detaliată este prezentată în IEC 62305-3.

Notă 2 – Pentru reducerea deteriorării clădirilor și a bunurilor aflate în ele este necesar de a utiliza mijloace, care limitează apariția și răspândirea incendiului, astfel, ca dulapuri incombustibile, stingătoare de incendiu, hidranți, semnalizarea de incendiu, instalații de stingere a incendiului.

Notă 3 – Ieșirile de rezervă protejate asigură protecția personalului.

6.7.3 Măsuri de protecție pentru reducerea refuzurilor sistemelor electrice și electronice

Măsurile posibile pentru protecția sistemelor electrice și electronice (LPM) include în sine:

- utilizarea măsurilor de legare la pământ;
- utilizarea ecranelor magnetice;
- utilizarea unor metode mai sigure de canalizare a liniilor de comunicații;
- utilizarea mijloacelor de izolare;
- prezența dispozitivelor de protecție contra supratensiunilor de impuls.

Aceste măsuri pot fi utilizate separat sau în combinație una cu alta.

Nota 1 – Pentru sursa de avarie S1 măsurile de protecție sunt eficiente numai în clădire (construcție), dotată cu LPS.

Nota 2 – Utilizarea detectoarelor de fulger și a utilajului corespunzător poate reduce refuzurile sistemelor electrice și electronice.

6.7.4 Alegerea măsurilor de protecție

Toate măsurile, prezentate în p. 6.7.1, 6.7.2 și 6.7.3, în ansamblu formează sistemul general de protecție contra trăsnetului.

7 Evaluarea componentelor de risc pentru o structură

7.1 Ecuația de bază

Fiecare componentă de risc R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W și R_Z poate fi exprimată prin relația generală următoare:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x \quad (7.1)$$

unde:

N_x este numărul de evenimente periculoase pe an (vezi anexa A, SM EN 62305-2);

P_x - probabilitatea de avariere a unei structuri (vezi anexa B, SM EN 62305-2);

L_x - pierderea rezultantă (vezi anexa C, SM EN 62305-2).

Numărul N_x de evenimente periculoase este influențat de densitatea de trăsnete la sol (N_G) și de caracteristicile fizice ale obiectului de protejat, vecinătățile sale și de sol.

Probabilitatea de avariere P_x este influențată de caracteristicile obiectului de protejat și de măsurile de protecție asigurate.

Pierderea rezultantă L_x este influențată de utilizarea atribuită obiectului, de prezența unor persoane, de tipul serviciului public, de valoarea bunurilor afectate de avarie și de măsurile prevăzute pentru a limita valoarea pierderilor.

7.2 Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului pe structură (S1)

Pentru evaluarea componentelor de risc asociate căderii trăsnetului pe structură, se utilizează următoarele relații:

- componentă asociată vătămării ființelor vii (D1):

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

- componentă asociată avariilor fizice (D2):

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (7.3)$$

- componentă asociată defectării sistemelor interioare (D3):

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (7.4)$$

Parametrii pentru evaluarea acestor componente de risc sunt indicați în tabelul 7.1.

7.3 Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului lângă structură (S2)

Pentru evaluarea componentei de risc asociate căderii trăsnetului lângă structură, se utilizează următoarele relații:

- componentă asociată defectării sistemelor interioare (D3):

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (7.5)$$

Parametrii pentru evaluarea acestei componente de risc sunt indicați în tabelul 7.1.

7.4 Evaluarea componentelor de risc datorită căderii trăsnetului pe o linie racordată la structură (S3)

Pentru evaluarea componentelor de risc asociate căderii trăsnetului pe o linie racordată la structură, se utilizează următoarele relații:

- componentă asociată vătămării ființelor vii (D1):

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U \quad (7.6)$$

- componentă asociată avariilor fizice (D2):

$$R_v = (N_L + N_{DJ}) \times P_v \times L_v \quad (7.7)$$

- componentă asociată defectării sistemelor interioare (D3):

$$R_w = (N_L + N_{DJ}) \times P_w \times L_w \quad (7.8)$$

Parametrii pentru evaluarea acestor componente de risc sunt indicați în tabelul 7.1.

Dacă linia are mai multe secții, valorile R_U , R_v și R_w sunt suma valorilor R_U , R_v și R_w corespunzătoare fiecărei secții a liniei (figura 6.5). Secțiile care trebuie luate în considerare sunt cele dintre structură și primul nod de distribuție.

În cazul unei structuri la care sunt racordate mai multe linii cu trasee diferite, calculele trebuie realizate pentru fiecare linie.

7.5 Evaluarea componentei de risc datorită căderii trăsnetului lângă o linie racordată la structură (S4)

Pentru evaluarea componentei de risc asociate căderii trăsnetului lângă o linie racordată la structură, se aplică următoarele relații:

- componentă asociată defectării sistemelor interioare (D3):

$$R_z = (N_I - N_L) \times P_z \times L \quad (7.9)$$

Parametrii pentru evaluarea acestei componente de risc sunt indicați în tabelul 7.1.

Dacă linia are mai multe secții, valoarea lui R_z este suma R_z a componentelor corespunzătoare fiecărei secții a liniei. Secțiile care trebuie luate în considerare sunt cele dintre structură și primul nod de distribuție.

În cazul unei structuri la care sunt racordate mai multe linii cu trasee diferite, calculele trebuie realizate pentru fiecare linie.

Dacă $(N_I - N_L) < 0$, atunci se presupune că $(N_I - N_L) = 0$.

Tabelul 7.1 - Parametrii asociați evaluării componentelor de risc pentru o structură

Simbol	Denumire	Valoare conform cu
Număr mediu anual de evenimente periculoase datorită căderii trăsnetului		
N_D	- pe structură	A.2, SM EN 62305-2
N_M	- în proximitatea unei structuri	A.3, SM EN 62305-2
N_L	- pe o linie racordată la structură	A.4, SM EN 62305-2
N_I	- lângă o linie racordată la structură	A.5, SM EN 62305-2
N_{DJ}	- pe structură la extremitatea "a" a liniei	A.2, SM EN 62305-2
Probabilitatea ca trăsnetul care cade pe structură să producă		
P_A	- vătămarea ființelor vii	B.2, SM EN 62305-2
P_B	- avarii fizice	B.3, SM EN 62305-2
P_C	- defectarea sistemelor interioare	B.4, SM EN 62305-2
Probabilitatea ca trăsnetul care cade lângă structură să producă		
P_M	- defectarea sistemelor interioare	B.5, SM EN 62305-2
Probabilitatea ca trăsnetul care cade pe o linie să producă		
P_U	- vătămarea ființelor vii	B.6, SM EN 62305-2
P_V	- avarii fizice	B.7, SM EN 62305-2
P_W	- defectarea sistemelor interioare	B.8, SM EN 62305-2
Probabilitatea ca trăsnetul care cade lângă o linie să producă		
P_Z	- defectarea sistemelor interioare	B.9, SM EN 62305-2

Pierderi datorită		
$L_A = L_U = r_a \times L_t$	- vătămării ființelor vii	C.3, SM EN 62305-2
$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f$	- avariilor fizice	C.3,C.4,C.5,C.6, SM EN 62305-2
$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O$	- defectării sistemelor interioare	C.3, C.4, C.6, SM EN 62305-2
NOTĂ - Valori ale pierderilor L_t, L_f, L_o ; factorii r_p, r_a, r_u, r_f de reducere a pierderilor și factorul h_z de amplificare a pierderilor sunt indicați în anexa C, SM EN 62305-2.		

7.6 Sinteza componentelor de risc pentru o structură

Componentele de risc pentru structuri sunt sintetizate în tabelul 7.2, în funcție de diferite tipuri de avarii și diferite surse ale avariei.

Tabelul 7.2 - Componentele de risc pentru o structură pentru diferite tipuri de avarii produse de diferite surse

Sursă de avarii Avarie	Sursa de avarie				Risc rezultat în funcție de tipul avariei
	S1 Căderea trăsnetului pe o structură	S2 Căderea trăsnetului lângă o structură	S3 Căderea trăsnetului pe un serviciu racordat	S4 Căderea trăsnetului lângă un serviciu	
D1 Vătămarea ființelor vii	$R_A = N_k \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$		$R_S = R_A + R_U$
D2 Avarii fizice	$R_B = N_k \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$		$R_F = R_B + R_V$
D3 Defectarea sistemelor electrice și electronice	$R_C = N_k \times P_C \times L_C$	$R_M = N_m \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_i \times P_Z \times L_Z$	$R_O = R_C + R_M + R_W + R_Z$
Risc rezultat în funcție de sursa de avarie	$R_D = R_A + R_B + R_C$	$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$			

Dacă structura este împărțită în zone Z_s , fiecare componentă de risc trebuie să fie evaluată pentru fiecare zonă Z_s .

Riscul total R al structurii este suma componentelor de risc asociate zonelor Z_s care constituie structura.

7.7 Împărțirea structurii în zone Z_s

Pentru evaluarea fiecărei componente de risc, structura poate fi împărțită în zone Z_s fiecare având caracteristici omogene. Totuși, o structură poate fi, sau poate fi luată în considerație ca fiind o singură zonă.

Zonele Z_s sunt definite în principal prin:

- tipul solului sau al planșeului (componente de risc R_A și R_U),
- compartimente rezistente la foc (componente de risc R_B și R_V),
- ecrane tridimensionale (componente de risc R_C și R_M).

Ulterior, pentru identificarea zonei pot fi luate în considerare următoarele particularități:

- amplasarea sistemelor interioare (componente de risc R_C și R_M),
- măsurile de protecție existente sau care vor fi prevăzute (toate componentele de risc),
- valorile pierderilor L_x (toate componentele de risc).

Divizarea structurii în zone Z_s trebuie să țină cont de posibilitatea utilizării celor mai potrivite măsuri de protecție împotriva trăsnetului.

NOTĂ - Zonele Z_s conform SM EN 62305-2, pot fi LPZ, care corespund SM EN 62305-4, dare le pot să se deosebească de zonele de protecție împotriva trăsnetului.

7.8 Evaluarea componentelor de risc într-o structură cu zone Z_s

7.8.1 Principii generale

Regulile de evaluare a componentelor de risc depind de tipul de risc.

Riscuri R_1 , R_2 și R_3

Pentru evaluarea componentelor de risc și selectarea parametrilor semnificativi implicați, se aplică regulile următoare:

- parametrii care se referă la numărul de evenimente periculoase N trebuie evaluați în conformitate cu anexa A, SM EN 62305-2;

- parametrii care se referă la probabilitatea P de avariere trebuie evaluați în conformitate cu anexa B, SM EN 62305-2.

În plus:

- pentru componentele R_A , R_B , R_U , R_V , R_W și R_Z , numai o singură valoare trebuie determinată pentru fiecare parametru implicat. Dacă se pot aplica mai multe valori, trebuie aleasă valoarea cea mai mare.

Pentru componentele R_C și R_M , dacă în zonă sunt implicate mai multe sisteme interioare, valorile P_C și P_M sunt date de:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}), \quad (7.10)$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}), \quad (7.11)$$

unde

P_{Ci} și P_{Mi} sunt parametrii care se referă la sistemul interior ($i=1, 2, 3, \dots$).

- parametrii care se referă la volumul pierderilor L trebuie evaluați în conformitate cu anexa C, SM EN 62305-2.

Valorile medii tipice care derivă din anexa C, SM EN 62305-2 pot fi asumate pentru zonă, în conformitate cu utilizarea structurii.

Cu excepția făcută pentru P_C și P_M , dacă, într-o zonă, există mai mult de o valoare pentru oricare alt parametru, este asumată valoarea parametrului care conduce la cea mai mare valoare a riscului. Definirea structurii cu o singură zonă poate conduce la măsuri de protecție costisitoare deoarece fiecare măsură trebuie extinsă la întreaga structură.

7.8.2 Structură cu o singură zonă

În acest caz este definită o singură zonă Z_s care cuprinde toată structura. Riscul R este suma componentelor de risc R_x dintr-o structură.

7.8.3 Structură cu zone multiple

În acest caz, structura este împărțită în mai multe zone Z_s . Riscul pentru structură este suma riscurilor asociate fiecăreia dintre zonele structurii; în fiecare zonă, riscul este suma tuturor componentelor de risc asociate zonei.

Pentru evaluarea componentelor de risc și selectarea parametrilor implicați, se aplică regulile de la structura cu o singură zonă.

Împărțirea structurii în zone permite proiectantului să țină seama de caracteristicile particulare ale fiecărei părți a structurii în evaluarea componentelor de risc și să aleagă măsurile de protecție potrivite, zonă cu zonă, reducând costul total al protecției împotriva trăsnetului.

7.8.4 Analiza eficienței economice a măsurilor de protecție împotriva pierderilor economice, (L4)

Independent de decizia privind adoptarea unei protecții împotriva trăsnetului pentru reducerea riscurilor R_1 , R_2 , și R_3 , este util să se evalueze consecințele economice ale adoptării măsurilor de protecție în vederea reducerii riscului R_4 al pierderilor economice.

Elementele pentru care se realizează evaluarea riscului R_4 trebuie definite pentru:

- întreaga structură;

- o parte a structurii;
- o instalație interioară;
- o parte a instalației interioare;
- un echipament;
- conținutul structurii.

Costul pierderilor dintr-o zonă trebuie evaluat conform cu anexa D, SM EN 62305-2. Costul total al pierderilor pentru structură este suma costurilor pierderilor tuturor zonelor. Dacă date concrete nu sunt accesibile, atunci în calitate de risc acceptabil R_T se va accepta valoarea $R_T = 10^{-3}$.

8 Protecția împotriva loviturilor directe ale trăsnetului

8.1 Complexul mijloacelor de protecție contra trăsnetului

Complexul mijloacelor de protecție a clădirilor sau construcțiilor contra trăsnetului include în sine dispozitive de protecție contra loviturilor directe ale trăsnetului (instalație exterioară a sistemului de protecție contra trăsnetului - IESPT) și dispozitive de protecție contra acțiunilor secundare ale trăsnetului (instalație interioară a sistemului de protecție împotriva trăsnetului - IISPT). În cazuri particulare protecția contra trăsnetului poate conține numai dispozitive interne sau externe. În caz general, o parte dintre curenții trăsnetului circulă prin elementele protecției interne contra trăsnetului.

SPCT exterior poate fi izolat de construcție (paratrăsnete situate separat – de tip tijă sau de tip funie, precum și construcțiile vecine, care îndeplinesc funcția de paratrăsnete naturale) sau poate fi instalat pe construcția protejată și chiar să fie parte componenta a acesteia.

Dispozitivele interioare ale protecției contra trăsnetului sunt destinate pentru limitarea acțiunilor electromagnetice ale curentului trăsnetului și prevenirea scânteierii în interiorul obiectului protejat.

Curenții de trăsnet, care nimeresc în paratrăsnet, sunt direcționați la priza de pământ printr-un sistem de conductoare de coborâre (coborâri) și sunt disipați în pământ.

8.2 Sistem exterior de protecție contra trăsnetului

SPCT de exterior în caz general este alcătuit din paratrăsnet, conductoare de coborâre și prize de legare la pământ. În caz de fabricare specială, materialul lor și secțiunea trebuie să corespundă cerințelor din tabelul 8.1.

Cerințele către sistemul exterior de protecție împotriva trăsnetului sunt date în SM EN 62305-3.

Tabelul 8.1 – Materialul și secțiunile minime ale elementelor exterioare ale SPCT

Nivelul protecției	Material	Secțiunea, mm ²		
		Captor de trăsnet	Conductor de coborâre	Priza de pământ
I-IV	Oțel	50	50	80
I-IV	Aluminiu	70	25	Nu se utilizează
I-IV	Cupru	35	16	50

NOTĂ - Valorile indicate pot fi majorate în dependență de o coroziune majorată sau acțiuni mecanice.

8.2.1 Paratrăsnete

8.2.1.1 Considerații generale

Paratrăsnetele pot fi special instalate, inclusiv pe obiect, sau funcțiile lor sunt executate de elementele constructive ale obiectului protejat; în ultimul caz ele se numesc paratrăsnete naturale.

Paratrăsnetele pot fi constituite din combinație arbitrară a următoarelor elemente: tije, conductoare întinse (funii), conductoare-plasă (plasă).

8.2.1.2 Paratrăsnete naturale

Următoarele elemente constructive ale clădirilor și construcțiilor pot fi examinate ca paratrăsnete naturale:

- a) acoperișurile metalice ale obiectelor protejate cu condiția că:
 - continuitatea electrică dintre diverse părți este asigurată pe un timp îndelungat;
 - grosimea metalului acoperișului constituie nu mai puțin decât valoarea t , prezentată în tabelul 3.2, dacă este necesar de a proteja acoperișul contra deteriorării sau arsurii;
 - grosimea metalului acoperișului constituie peste 0,5 mm, dacă nu este obligatoriu de a o proteja contra deteriorării și nu există pericolul aprinderii materialelor combustibile aflate sub acoperiș;
 - acoperișul nu are un strat de izolație. În acest caz un mic strat de vopsea anticorrosivă sau un strat de 0,5 mm de acoperire de asfalt sau un strat de 1 mm de acoperire de masă plastică nu este considerat izolație;
 - acoperiri nemetalice deasupra sau acoperiș metalic care nu iese în afara limitelor obiectului protejat;
- b) construcțiile metalice ale acoperișului (ferme, conexiuni între ele a armaturii de oțel);
- c) elemente metalice de tipul burlanelor pluviale, înfrumusețări, garduri pe marginea acoperișului etc., dacă secțiunea lor nu este mai mică de cât valorile prescrise pentru paratrăsnete obișnuite;
- d) țevi metalice tehnologice și rezervoare, dacă ele sunt executate din metal cu grosimea de peste 2,5 mm și topirea sau arderea acestui metal nu va aduce la consecințe periculoase sau inadmisibile;
- e) țevi metalice și rezervoare, dacă ele sunt executate din metal cu grosimea de peste valorile t , prezentate în tabelul 8.2, și dacă majorarea temperaturii din partea interioară al obiectului în punctul de impact al trăsnetului nu prezintă pericol.

Tabelul 8.2 – Grosimea acoperișului, tubului sau corpului rezervorului, care execută funcția de captor natural al trăsnetului

Nivelul protecției	Material	Grosimea t , mm, peste
I-IV	Fier	4
I-IV	Cupru	5
I-IV	Aluminiu	7

8.2.2 Conductoarele de coborâre

8.2.2.1 Considerații generale

În scopul reducerii probabilității apariției scânteierii periculoase conductoarele de coborâre trebuie să fie amplasate astfel, ca între punctul de impact și pământ:

- a) curentul să circule pe câteva căi paralele;
- b) lungimea acestor căi să fie limitată la minimum.

8.2.2.2 Amplasarea conductoarelor de coborâre în dispozitivele de protecție contra trăsnetului, izolate de la obiectul protejat

Dacă captorul de trăsnete constă din tije instalate pe stâlpi situați separat (sau pe un stâlp), pe fiecare stâlp trebuie să fie prevăzut minimum un conductor de coborâre.

Dacă captorul de trăsnete constă din conductoare orizontale separate (funii) sau dintr-un singur conductor (funie), la fiecare extremitate a funiei este necesar a câte un conductor de coborâre.

Dacă captorul de trăsnete constă dintr-o construcție de tip plasă, atârnată deasupra obiectului protejat, pe fiecare stâlp al ei trebuie nu mai puțin de un conductor de coborâre. Cantitatea totală a conductoarelor de coborâre trebuie să fie nu mai puțin de două.

8.2.2.3 Amplasarea conductoarelor de coborâre în cazul dispozitivelor neizolate ale protecției contra trăsnetului

Conductoarele de coborâre se amplasează pe perimetrul obiectului protejat astfel, ca distanța medie dintre ele să fie peste valorile indicate în tabelul 8.3.

Conductoarele de coborâre se conectează prin benzi orizontale în apropierea suprafeței pământului și peste fiecare 20 m de înălțime a clădirii.

Tabelul 8.3 – Distanța medie dintre conductoarele de coborâre în funcție de nivelul protecției

Nivelul protecției	Distanța medie, m
I	10
II	15
III	20
IV	25

8.2.2.4 Indicații de amplasare a conductoarelor de coborâre

Este de dorit ca conductoarele de coborâre să fie amplasate uniform pe perimetrul obiectului protejat. După posibilitate ele se amplasează în apropierea unghiurilor clădirilor.

Conductoarele neizolate față de obiectul protejat sunt amplasate în următorul mod:

- dacă peretele este executat din material necombustibil, conductoarele de coborâre pot fi fixate pe suprafața peretelui sau să treacă prin perete;
- dacă peretele este executat din material combustibil, conductoarele de coborâre pot fi fixate nemijlocit pe suprafața peretelui, astfel ca majorarea temperaturii la trecerea curentului de trăsnet să nu prezinte pericol pentru materialul peretelui;
- dacă peretele este executat din material combustibil și majorarea temperaturii conductoarelor de coborâre prezintă pentru acesta pericol, conductoarele de coborâre trebuie amplasate astfel, ca distanța dintre ele și obiectul protejat întotdeauna să depășească 0,1 m. Cleme metalice pentru fixarea conductoarelor de coborâre pot fi în contact cu peretele.

Nu trebuie de amplasat conductoarele de coborâre în burlanele de apă pluvială. Se recomandă de a amplasa conductoarele de coborâre la distanțe maximal posibile de la ferestre și uși.

Conductoarele de coborâre se amplasează pe linii drepte și verticale, astfel ca calea lor până la pământ să fie după posibilitate cea mai scurtă. Nu se recomandă amplasarea conductoarelor de coborâre sub formă de bucle.

8.2.2.5 Elemente naturale ale conductoarelor de coborâre

Următoarele elemente constructive ale clădirilor pot fi considerate ca conductoare de coborâre naturale:

a) construcțiile metalice cu condiția că:

- continuitatea electrică dintre diverse elemente este trainică, durabilă și corespunde cerințelor pct. 8.2.4.2;
- ele au dimensiuni nu mai mici, decât care se cer pentru conductoare de coborâre special prevăzute. Construcțiile metalice pot avea acoperire de izolare;

b) carcasa metalică a clădirii sau construcției;

c) armatura de oțel a clădirii sau construcției conectată între ele;

d) părți ale fațadei, elemente de profil și construcțiile metalice de suport a fațadei cu condiția, că dimensiunile lor corespund cerințelor care se referă la conductoarele de coborâre, iar grosimea lor este de peste 0,5 mm.

Armatura metalică a construcțiilor de beton armat se consideră că asigură continuitatea electrică, dacă ea satisface următoarele condiții:

- aproximativ 50% de conexiuni a tijelor verticale și orizontale sunt executate prin sudare sau au o legătură strânsă (fixare cu bolțuri, legare cu sârmă);
- continuitatea electrică este asigurată între armatura de oțel a diferitor blocuri de beton preparate dinainte și armatura blocurilor de beton preparate pe loc.

Nu este necesitate în pozarea brâurilor orizontale dacă carcassele metalice ale clădirii sau armatura de oțel a betonului armat sunt utilizate ca conductoare de coborâre.

8.2.3 Prizele de legare la pământ

8.2.3.1 Considerații generale

În toate cazurile, cu excepția utilizării unui paratrăsnet situat separat, priza de legare la pământ a protecției contra trăsnetului trebuie combinată cu prizele de legare la pământ a instalațiilor electrice și a mijloacelor de comunicații electronice. Dacă aceste prize de legare la pământ trebuie să fie separate din motive tehnologice, ele trebuie unite într-un sistem comun cu ajutorul sistemului de egalizare a potențialelor.

8.2.3.2 Electrozi de legare la pământ pentru instalare specială

Este oportună utilizarea următoarelor tipuri de prize de legare la pământ: unul sau câteva contururi, electrozi verticali (sau înclinați), electrozi radial divergenți sau contur de legare la pământ, așezat în partea inferioară a găurii de fundație, plase de legare la pământ.

Prize de pământ sunt eficiente, dacă rezistența specifică a solului se micșorează odată cu adâncimea și la o mare adâncime devine esențial mai mică decât la nivelul amplasării obișnuite.

Priza de legare la pământ sub forma unui contur exterior este oportun de pozat la adâncimea de peste 0,5 m de la suprafața pământului și la distanța de peste 1 m de la perete. Electrozii de legare la pământ trebuie să fie amplasați la adâncimea de peste 0,5 m în afara zonei obiectului protejat și să fie cât se poate de uniform repartizați; în acest caz trebuie de redus la minimum ecranarea lor mutuală.

Adâncimea de pozare și tipul electrozilor de împământare se alege din condiția asigurării coroziunii minime, precum și a variației sezoniere minime a rezistenței legăturii la pământ în rezultatul uscării și înghețării solului.

8.2.3.3 Electrozi naturali de legare la pământ

În calitate de electrozi de legare la pământ pot fi utilizate armătură de beton armat legată între ele sau alte construcții metalice, care corespund cerințelor pct. 8.2.2.5. Dacă armătura de beton armat este utilizată în calitate de electrozi de legare la pământ, sunt impuse cerințe înalte către locurile de conexiune a acestora, pentru a exclude distrugerea mecanică a betonului. Dacă este utilizat beton precomprimat, trebuie de ținut cont de posibilele urmări de trecere a curentului de trăsnet, care poate cauza sarcini mecanice inadmisibile.

8.2.4 Fixarea și conexiunea elementelor de exterior a protecției contra trăsnetului

8.2.4.1 Fixarea

Paratrăsnetul și conductoarele de coborâre sunt fixate rigid, astfel pentru a exclude orice ruptură sau slăbire de fixare a conductoarelor sub acțiunea forțelor electrodinamice sau acțiunilor mecanice întâmplătoare (de exemplu, de la o răfală de vânt sau de la căderea unui strat de zăpadă).

8.2.4.2 Conexiuni

Numărul de conexiuni ale conductoarelor trebuie redus la minim. Conexiunea se efectuează prin sudare, lipire, se admite de asemenea înserarea în suportul de fixare sau în suportul bolțului.

8.3 Alegerea paratrăsnetului

8.3.1 Considerații generale

Alegerea tipului și înălțimii paratrăsnetului se efectuează reieșind din valoarea fiabilității necesare P_s . Obiectul se consideră protejat, dacă ansamblul tuturor paratrăsnetelor al acestuia asigură fiabilitatea protecției nu mai puțin de cea necesară P_s .

În toate cazurile sistemul de protecție contra loviturilor directe ale trăsnetului se alege astfel, pentru a utiliza maximal paratrăsnetele naturale, iar dacă protecția asigurată de acesta este insuficientă – atunci în combinație cu paratrăsnetele special instalate.

În caz general alegerea paratrăsnetelor trebuie să se efectueze cu ajutorul programelor speciale de calcul, care pot calcula zonele de protecție sau probabilitatea de lovire a trăsnetului în obiect (sau grup de obiecte) de orice configurație la amplasarea arbitrară practic a oricărui număr de paratrăsnete de diferite tipuri.

Pentru condiții similare, înălțimea paratrăsnetelor poate fi redusă, dacă în locul construcțiilor de tip tijă de utilizat construcții de tip funie, mai ales la atârnarea lor pe perimetrul exterior al obiectului.

Dacă protecția obiectului este asigurată de cele mai simple paratrăsnete (de tip tijă singular, de tip funie singular, de tip tijă dublă, de tip funie dublă, de tip funie buclată închisă), dimensiunile paratrăsnetelor se pot determina, utilizând zonele de protecție prezentate în prezentul normativ.

În cazul proiectării protecției contra loviturii de trăsnet pentru un obiect obișnuit, este posibilă determinarea zonelor de protecție conform unghiului de protecție sau prin metoda sferei rulante conform SM EN 62305-3, cu condiția, că cerințele de calcul ale IEC vor fi mai dure decât cele ale prezentului document.

8.3.2 Zonele tip de protecție a paratrăsnetelor de tip tijă și de tip funie

8.3.2.1 Zonele de protecție a unui paratrăsnet de tip tijă

Zona standard de protecție a unui paratrăsnet singular de tip tijă cu înălțimea h reprezintă un con circular cu înălțimea $h_0 < h$, vârful căruia coincide cu axa verticală a paratrăsnetului (figura 5.1). Gabaritele zonei sunt determinate de doi parametri: înălțimea conului h_0 și raza conului la nivelul pământului r_0 .

Expresiile de calcul prezentate mai jos (tabelul 8.4) sunt acceptabile pentru paratrăsnete cu înălțimea de până la 150 m. Pentru înălțimi mai mari trebuie utilizată o metodă specială de calcul.

Pentru zona de protecție cu fiabilitatea cerută (figura 8.1) raza secțiunii orizontale r_x la înălțimea h_x se determină cu expresia:

$$r_x = \frac{r_0 (h_0 - h_x)}{h_0} \tag{5.1}$$

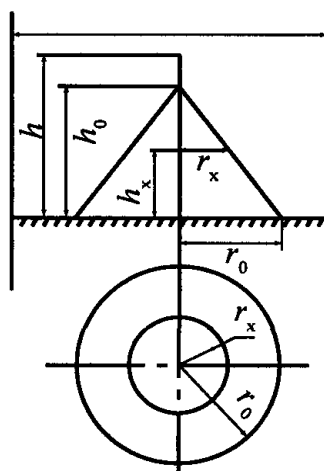


Figura 8.1 - Zona de protecție a unui paratrăsnet singular de tip tijă

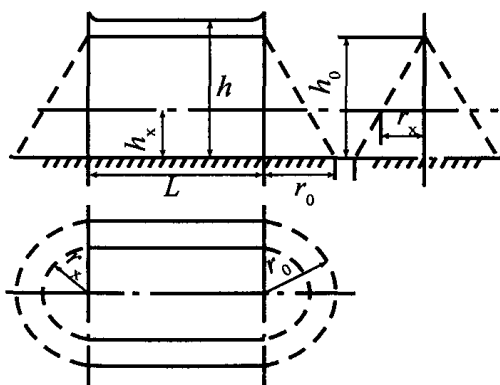
Tabelul 8.4 – Calculul zonei de protecție a unui paratrăsnet singular de tip tijă

Fiabilitatea protecției P_3	Înălțimea paratrăsnetului h , m	Înălțimea conului h_0 , m	Raza conului r_0 , m
0,9	De la 0 până la 100	$0,85h$	$1,2h$
	De la 100 până la 150	$0,85h$	$[1,2 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$
0,99	De la 0 până la 30	$0,8h$	$0,8h$
	De la 30 până la 100	$0,8h$	$[0,8 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	De la 100 până la 150	$[0,8 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$0,7h$
0,999	De la 0 până la 30	$0,7h$	$0,6h$
	De la 30 până la 100	$[0,7 - 7,14 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$	$[0,6 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	De la 100 până la 150	$[0,65 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$[0,5 - 2 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$

8.3.2.2 Zonele de protecție a unui paratrăsnet singular de tip funie

Zonele standarde de protecție a unui paratrăsnet singular de tip funie cu înălțimea h sunt limitate de cele două suprafețe simetrice în pantă, care formează în secțiunea verticală un triunghi echilateral cu vârful la înălțimea $h_0 < h$ și baza la nivelul pământului $2r_0$ (figura 8.2).

Formulele de calcul prezentate mai jos (tabelul 8.5) sunt acceptabile pentru paratrăsnete cu înălțimea de până la 150 m. Pentru o înălțime mai mare trebuie de utilizat un program de soft special. Aici și mai departe sub h se subînțelege înălțimea minimă a funiei deasupra pământului (ținând cont de deschiderea respectivă).



**Figura 8.2 - Zona de protecție a unui paratrăsnet singular de tip funie:
L – distanța dintre punctele de susținere a funiilor**

Semi-lățimea r_x a zonei de protecție de fiabilitate necesară (figura 8.2) la înălțimea h_x de la suprafața pământului se determină cu expresia:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} \tag{8.2}$$

În caz de necesitate de a lărgi volumul protejat la capetele zonei de protecție a însăși paratrăsnetului de tip funie pot fi adăugate zonele de protecție ale stâlpilor portanți, care se calculează conform expresiilor pentru paratrăsnetele singulare de tip tijă, prezentate în tabelul 8.4. În cazul unor săgeți mari, de exemplu a liniilor electrice aeriene, se recomandă de a calcula asigurarea probabilității de impact al trăsnetului prin metode de program, deoarece construirea zonelor de protecție conform înălțimii minime a funiei în tronson poate aduce la costuri nejustificate.

Tabelul 8.5 – Determinarea zonei de protecție a unui paratrăsnet singular de tip funie

Fiabilitatea protecției P_3	Înălțimea paratrăsnetului h , m	Înălțimea conului h_0 , m	Raza conului r_0 , m
0,9	De la 0 până la 150	$0,87h$	$1,5h$
0,99	De la 0 până la 30	$0,8h$	$0,95h$
	De la 30 până la 100	$0,8h$	$[0,95-7,14 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$
	De la 100 până la 150	$0,8h$	$[0,9 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$
0,999	De la 0 până la 30	$0,75h$	$0,7h$
	De la 30 până la 100	$[0,75-4,28 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$	$[0,7-1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	De la 100 până la 150	$[0,72 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$[0,6 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$

8.3.2.3 Zone de protecție a paratrăsnetului dublu de tip tijă

Paratrăsnetul se consideră dublu, când distanța dintre paratrăsnete L nu depășește valoarea limită L_{max} . În caz contrar ambele paratrăsnete sunt examinate ca singulare.

Configurația secțiunilor verticale și orizontale pentru zonele standarde ale protecției a unui paratrăsnet dublu de tip tijă (cu înălțimea h și distanța L dintre paratrăsnete) este prezentată în figura 8.3.

Construcția a zonelor exterioare ale paratrăsnetului dublu (semi-conurilor cu gabaritele h_0 , r_0) se efectuează cu expresiile din tabelul tabelul 8.4 pentru paratrăsnetele singulare de tip tijă. Dimensiunile regiunilor interioare se determină de parametrii h_0 și h_c , primul dintre care indică înălțimea maximală a zonei nemijlocit lângă paratrăsnete, iar al doilea – înălțimea minimală a zonei la mijlocul paratrăsnetelor. La o distanță dintre paratrăsnete $L \leq L_c$ granița zonei nu are săgeată ($h_c = h_0$). Pentru distanțe $L_c \leq L \leq L_{max}$ înălțimea h_c se determină cu expresia:

$$h_c = \frac{L_{max} - L}{L_{max} - L_c} h_0. \quad (8.3)$$

Distanțele limită care intră în expresie se determină cu formule empirice din tabelul 8.6, juste pentru paratrăsnete cu înălțimea de până la 150 m. Pentru o înălțime mai mare trebuie de utilizat un soft de program special.

Dimensiunile secțiunilor orizontale ale zonei se calculează cu următoarele expresii, comune pentru toate nivelele de fiabilitate de protecție:

- semilățimea maximală a zonei r_x în secțiunea orizontală la înălțimea h_x :

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0}; \quad (8.4)$$

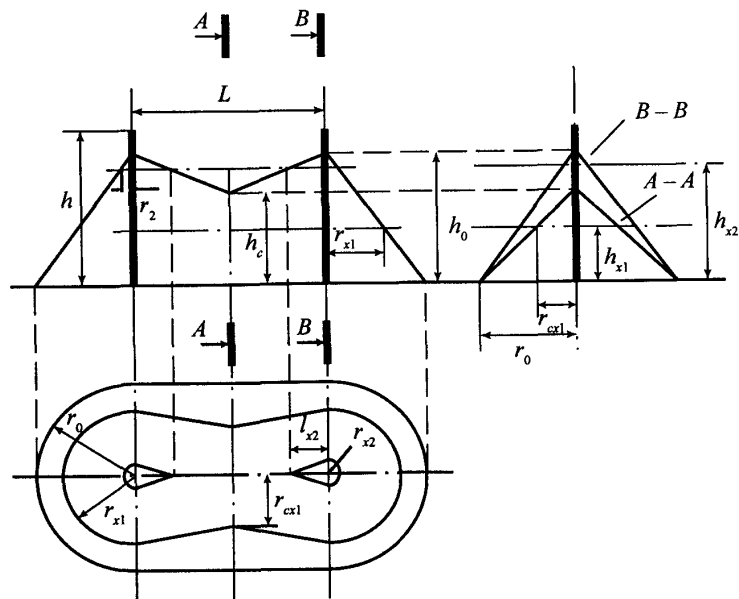


Figura 8.3 - Zona de protecție a paratrăsnetului dublu de tip tijă

Lungimea secțiunii orizontale L_x , pentru înălțimea $h_x \geq h_c$:

$$l_x = \frac{L(h_0 - h_x)}{2(h_0 - h_c)}, \quad (8.5)$$

precum pentru $h_x < h_c$ $L_x = L/2$;

lățimea secțiunii orizontale în centru între paratrăsnetele $2r_{cx}$ la înălțimea $h_x \leq h_c$:

$$r_{cx} = \frac{r_0(h_c - h_x)}{h_c}. \quad (8.6)$$

Tabelul 8.6 – Calculul zonelor de protecție ale paratrăsnetului dublu de tip tijă

Fiabilitatea protecției P_3	Înălțimea paratrăsnetului h , m	L_{max} , m	L_0 , m
0,9	De la 0 până la 30	$5,75h$	$2,5h$
	De la 30 până la 100	$[5,75-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$2,5h$
	De la 100 până la 150	$5,5h$	$2,5h$
0,99	De la 0 până la 30	$4,75h$	$2,25h$
	De la 30 până la 100	$[4,75-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$[2,25-0,01007(h-30)]h$
	De la 100 până la 150	$4,5h$	$1,5h$
0,999	De la 0 până la 30	$4,25h$	$2,25h$
	De la 30 până la 100	$[4,25-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$[2,25-0,01007(h-30)]h$
	De la 100 până la 150	$4,0h$	$1,5h$

8.3.2.4 Zonele de protecție ale paratrăsnetului dublu de tip funie

Paratrăsnetul se consideră dublu, când distanța dintre funii L nu depășește valoarea limită L_{max} . În caz contrar ambele paratrăsnete sunt examinate ca singulare.

Configurarea secțiunilor verticale și orizontale pentru zonele standard de protecție ale unui paratrăsnet dublu de tip funie (cu înălțimea h și distanța dintre funii L) este prezentată în figura 8.4.

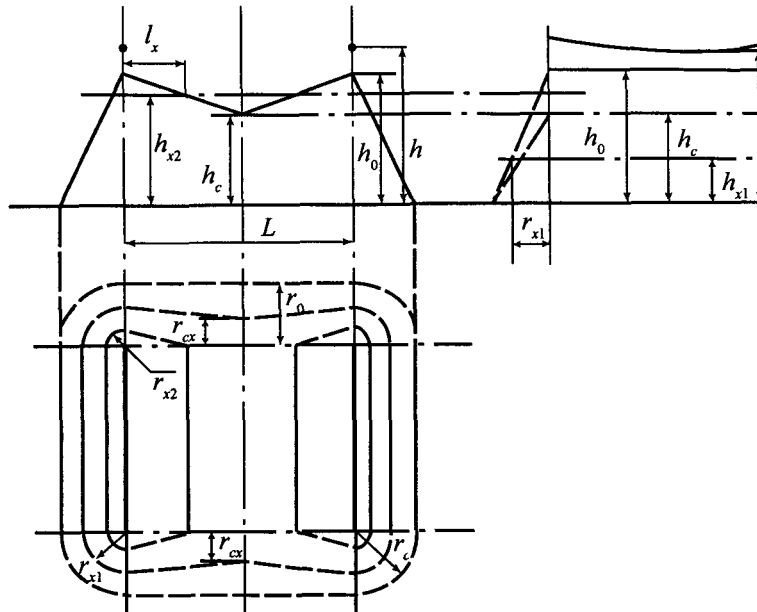


Figura 8.4 – Zona de protecție a paratrăsnetului dublu de tip funie

Construcția zonelor exterioare (două suprafețe în pantă cu gabaritele h_0 , r_0) se efectuează cu expresiile prezentate în tabelul 8.5 pentru paratrăsnetele singulare de tip funie.

Dimensiunile regiunilor interioare sunt determinate de parametrii h_0 și h_c , primul dintre care indică înălțimea maximală a zonei nemijlocit lângă funii, al doilea – înălțimea minimă la mijloc între funii. La o distanță între funii $L \leq L_c$ granița zonei nu are săgeată ($h_c = h_0$).

Pentru distanțe $L_c \leq L \leq L_{max}$ înălțimea h_c se determină cu expresia:

$$h_c = \frac{L_{max} - L}{L_{max} - L_c} h_0. \quad (8.7)$$

Distanțele limită care intră în expresie, L_{max} și L_c se determină cu expresii empirice din tabelul 3.7, acceptate pentru funii cu înălțimea de suspensie de până la 150 m. Pentru o înălțime mai mare a paratrăsnetului este necesar de a utiliza programe speciale de calcul.

Lungimea secțiunii orizontale a zonei de protecție la înălțimea h_x se determină cu expresiile:

$$l_x = L/2 \text{ при } h_c \geq h_x; \quad (8.8)$$

$$l_x = \frac{L(h_0 - h_x)}{2(h_0 - h_c)} \text{ при } 0 < h_c < h_x.$$

Pentru extinderea volumului protejat pentru zona paratrăsnetului dublu de tip funie poate fi suprapusă zona protecției stâlpilor portanți a funiilor, care se construiește ca zona paratrăsnetului dublu de tip tijă, dacă distanța L dintre stâlpi este mai mică decât L_{max} , calculată cu expresiile prezentate în tabelul 8.6. În caz contrar stâlpii trebuie să fie examinați ca paratrăsnete singulare de tip tijă.

Uneori funiile sunt neparalele sau de diverse înălțimi, sau înălțimea lor variază pe lungimea tronsonului, pentru estimarea fiabilității protecției acestora trebuie de utilizat un program de calcul specializat. Identic se recomandă de procedat în cazul unor săgeți mari ale funiilor pe tronson, pentru a evita rezerve inutile de fiabilitate a protecției.

Tabelul 8.7 – Calculul parametrilor zonei protecției paratrăsnetului dublu de tip funie

Fiabilitatea protecției P_3	Înălțimea paratrăsnetului h , m	L_{max} , m	L_c , m
0,9	de la 0 până la 150	$6,0h$	$3,0h$
0,99	de la 0 până la 30	$5,0h$	$2,5h$
	de la 30 până la 100	$5,0h$	$[2,5-7,14 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	de la 100 până la 150	$[5,0-5 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$[2,0-5 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$
0,999	de la 0 până la 30	$4,75h$	$2,25h$
	de la 30 până la 100	$[4,75-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$[2,25-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	de la 100 până la 150	$[4,5-5 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$[2,0-5 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$

8.3.2.5 Zonele protecției paratrăsnetului închis de tip funie

Formulele de calcul din pct.8.3.2.5 pot fi utilizate pentru determinarea înălțimii de suspensie a paratrăsnetului buclat de tip funie, destinat pentru protecția cu fiabilitatea necesară a obiectelor cu înălțimea de $h_0 < 30$ m, amplasate pe un teren dreptunghiular S_0 în olumul intern al zonei pentru o deplasare orizontală minimală dintre paratrăsnet și obiect, egală cu D (figura 8.5). Sub înălțimea de suspensie a funiei se subînțelege distanța minimală de la funie până la suprafața pământului ținând cont de posibilele săgeți pe timpul verii.

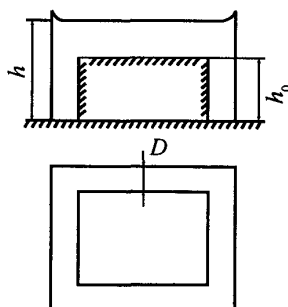


Figura 8.5 - Zona protecției paratrăsnetului buclat de tip funie

Pentru calculul h este utilizată următoarea expresie:

$$h = A + Bh_0, \quad (8.9)$$

în care constantele A și B se determină în funcție de nivelul de fiabilitate a protecției conform următoarelor expresii:

a) fiabilitatea protecției $P_3 = 0,99$

$$A = -0,14 + 0,252(D - 5) + [0,127 + 6,4 \cdot 10^{-4}(D - 5)]\sqrt{S_0}; \quad (8.10)$$

$$B = 1,05 - 9,08 \cdot 10^{-3}(D - 5) + [-3,44 \cdot 10^{-3} + 5,87 \cdot 10^{-5}(D - 5)]\sqrt{S_0}; \quad (8.11)$$

b) fiabilitatea protecției $P_3 = 0,999$

$$A = -0,08 + 0,324(D - 5) + [0,161 + 2,41 \cdot 10^{-4}(D - 5)]\sqrt{S_0}; \quad (8.12)$$

$$B = 1,1 - 0,0115(D - 5) + [-4,24 \cdot 10^{-3} + 1,25 \cdot 10^{-4}(D - 5)]\sqrt{S_0}. \quad (8.13)$$

Expresiile de calcul sunt adevărate când $D > 5$ m. Lucrul cu deplasări mai mici ale funiei este inoportun din cauza probabilității înalte de acoperire a trăsnetului de pe funie la obiectul protejat. Din

considerente economice paratrăsnetele de tip funie buclate nu se recomandă când fiabilitatea cerută a protecției este sub 0,99.

Dacă înălțimea obiectului depășește 30 m, înălțimea paratrăsnetului buclat de tip funie se determină cu ajutorul softului de program. Asemenea trebuie de procedat pentru un contur închis de formă compusă.

După alegerea înălțimii paratrăsnetului conform zonelor lor de protecție se recomandă de a verifica probabilitatea reală a loviturii de trăsnet prin mijloace de calcul computerizate, iar în cazul unei rezerve mari de fiabilitate de a introduce corecție, prin micșorarea înălțimii paratrăsnetului.

8.3.3 Determinarea zonelor de protecție conform recomandărilor IEC

Mai jos sunt prezentate regulile de determinare a zonelor de protecție pentru obiecte cu înălțimea de până la 60 m. La proiectare poate fi utilizată orice metodă de protecție, însă practica demonstrează oportunitatea utilizării metodelor separate în următoarele cazuri:

- metoda unghiului de protecție este utilizată pentru forme simple ale construcțiilor sau pentru părțile mici ale construcțiilor mari;
- metoda sferei fictive este utilizată pentru construcții de formă compusă;
- utilizarea plasei de protecție este oportună în caz general și mai ales pentru protecția suprafețelor.

În tabelul 8.8 pentru nivelele de protecție I - IV sunt prezentate valorile unghiurilor pentru vârful zonei de protecție, raza sferei fictive, precum și pasul admisibil al celulelor plasei.

Tabelul 8.8 - Parametrii pentru calculul paratrăsnetului conform recomandărilor IEC

Nivelul protecției	Raza sferei fictive R , m	Unghiul α° , pentru vârful paratrăsnetului pentru clădirile de diverse înălțime h , m				Pasul celulei plasei, m
		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

NOTĂ:

* În aceste cazuri sunt utilizate numai plase sau sferele fictive.

Paratrăsnetele de tip tijă, stâlpii și funiile se amplasează astfel, încât toate părțile construcției să se afle în zona protecției, creată sub un unghi α către verticală. Unghiul de protecție se alege conform tabelului 8.8, unde h este înălțimea paratrăsnetului deasupra suprafeței care va fi protejată.

Metoda unghiului de protecție nu este utilizată dacă h este mai mare, decât raza sferei fictive, determinate conform tabelului 8.8 pentru gradul corespunzător de protecție.

Metoda sferei fictive este utilizată, pentru a determina zona protecției pentru o parte sau o zonă a construcției, când conform tabelului 8.4 este exclusă determinarea zonei de protecție conform unghiului de protecție. Obiectul se consideră protejat, dacă sfera fictivă, atingând suprafețele paratrăsnetului și planului pe care este instalată, nu are puncte comune cu obiectul protejat.

Plasa protejează suprafața, dacă sunt executate următoarele condiții:

- conductoarele plasei trec pe marginea acoperișului, dacă acoperișul iese în afara gabaritelor dimensiunii clădirii;
- conductorul plasei trece pe creasta acoperișului, dacă panta acoperișului depășește 1/10;
- suprafețele laterale ale construcției pe niveluri sunt mai înalte decât raza sferei fictive (vezi tabelul 5.8), sunt protejate de paratrăsnete sau plasă;
- dimensiunile celulei plasei nu sunt mai mari decât cele prezentate în tabelul 8.8;
- plasa este executată astfel, ca curenții de trăsnet să aibă întotdeauna, două căi la priza de legare la pământ; nici un fel de părți metalice nu trebuie să iasă în afara conturilor exterioare ale plasei.

Conductoarele plasei trebuie să fie plasate pe cât este posibil pe căile cele mai scurte.

8.3.4 Protecția liniilor în cablu optice a rețelelor magistrale și interzonale de comunicații electronice

8.3.4.1 Numărul admisibil de lovituri periculoase ale trăsnetului în liniile magistrale optice și rețelele interzonale de comunicații electronice

Pe liniile în cablu optice proiectate ale rețelelor magistrale și interzonale de comunicații electronice, măsurile de protecție contra deteriorărilor de lovituri de trăsnet sunt prevăzute în mod obligatoriu pe acele sectoare, unde probabilitatea loviturilor periculoase ale trăsnetului (probabilitatea densității de deteriorări) în cabluri depășește valoarea admisibilă, indicată în tabelul 8.9.

Tabelul 8.9 – Numărul admisibil a loviturilor periculoase de trăsnet la 100 km traseu pe an pentru cablurile optice de comunicații electronice

Destinația cablului	În regiunile de munte cu sol de munte la rezistența specifică de peste 500 Ohm·m	În restul raioanelor
Cablurile magistrale ale rețelei de comunicații electronice	0,1	0,2
Cablurile rețelei de comunicații electronice din zona internă	0,3	0,5

8.3.4.2 Categoriile recomandate de stabilitate la trăsnet a cablurilor optice

La proiectarea liniilor în cablu optice de transport se prevede utilizarea cablurilor, care au categoria de stabilitate la loviturile de trăsnet nu mai joasă de cea care este prezentată în tabelul 8.10, în dependență de destinația cablurilor și condițiile de pozare. În acest caz la pozarea cablurilor în zone deschise, măsurile de protecție pot fi necesare foarte rar, numai în raioane cu rezistența specifică mare a solului și activitate înaltă a furtunilor.

Tabelul 8.10 – Categoriile recomandate de stabilitate la trăsnet a cablurilor optice

Regiuni	Pentru rețeaua magistrală de comunicații	Pentru zonele interne ale rețelelor de comunicații electronice
Cu rezistența specifică a solului până la 1000 Ohm·m	I-III	I-IV
Cu rezistența specifică a solului de peste 1000 Ohm·m	I, II	I-III

8.3.4.3 Protecția liniilor optice în cablu existente

Pentru liniile în cablu existente de transport optice măsurile de protecție sunt realizate pe acele sectoare, unde au avut loc deteriorări de la loviturile de trăsnet, precum lungimea sectorului protejat se determină de condițiile localității (lungimea înălțimii sau a sectorului cu rezistența mărită a solului etc.), dar trebuie să fie nu mai puțin de 100 m în fiecare direcție de la locul deteriorării. În aceste cazuri este necesar de a prevedea pozarea conductoarelor de protecție. Lucrările de dotare cu măsuri de protecție se efectuează imediat după lichidarea deteriorării în urma loviturii de trăsnet.

8.3.5 Protecția împotriva loviturilor de trăsnet a cablurilor electrice și optice de comunicații electronice, pozate în localitate sătească

La pozarea cablurilor în localități sătești, în afară de cazul de intersecție și apropiere cu LEA de tensiune 110 kV și mai înaltă, protecția contra loviturilor de trăsnet nu se prevede.

8.3.6 Protecția cablurilor pozate de-a lungul marginii pădurii, în apropierea copacilor singurari, stâlpilor, pilonilor

Protecția cablurilor de comunicații electronice, pozate de-a lungul marginii pădurii, precum și în apropierea obiectelor cu înălțimea de peste 6 m (copacilor singuratici, stâlpilor liniilor de comunicații

electronice, liniilor de transport electric, stâlpilor paratrăsnetelor etc.) este prevăzută, dacă distanța dintre cablu și obiect (sau partea lui subterană) este mai mică de distanțele prezentate în tabelul 8.11 pentru diverse valori ale rezistenței solului.

Tabelul 8.11- Distanțele admisibile dintre cablul și conturul de legare la pământ (stâlpul)

Rezistența specifică a solului, Ohm·m	Distanța minimă admisibilă, m
Până la 100	5
Peste 100 până la 1000	10
Peste 1000	15

9 Protecția contra acțiunilor secundare ale trăsnetului

9.1 Considerente generale

În punctul 6 sunt expuse principiile de bază ale protecției contra acțiunilor secundare ale trăsnetului a sistemelor electrice și electronice ținând cont de recomandările SM EN 62305-3 și SM EN 62305-4. Aceste sisteme sunt utilizate în mai multe domenii de producere care utilizează utilaj destul de compus și scump. Ele sunt mai sensibile la acțiunile trăsnetului, decât dispozitivele de generațiile precedente, de aceea este necesar de a lua măsuri de protecție ale lor contra acțiunilor periculoase ale trăsnetului.

9.2 Zonele protecției contra acțiunii trăsnetului

Spațiul în care sunt amplasate sistemele electrice și electronice, trebuie să fie divizată în zone de diverse grade de protecție. Zonele se caracterizează prin variația esențială a parametrilor electromagnetice la granițe. În caz general, cu cât mai mare este numărul zonei, cu atât mai mică este valoarea parametrilor câmpurilor electromagnetice, a curenților și tensiunilor în spațiul zonei.

Măsurile de protecție, astfel ca LPS, ecranarea conductoarelor, ecranele magnetice și dispozitivele de protecție contra supratensiunilor de impuls, determină caracteristicile zonei de protecție contra trăsnetului (LPZ).

Mai jos este prezentată descrierea măsurilor de protecție contra trăsnetului LPZ în corespundere cu micșorarea acțiunii impulsului electromagnetic al trăsnetului (vezi figurile 9.1 și 9.2).

LPZ O_A - zona, în care pericolul apare din cauza loviturii directe a trăsnetului și acțiunea câmpului electromagnetic al trăsnetului. Sistemul din interior pot fi supuse acțiunii curentului electric total sau parțial al trăsnetului și saltului de tensiune;

LPZ O_B - zona, protejată contra loviturilor directe ale trăsnetului, în care există pericolul acțiunii câmpului electromagnetic al trăsnetului. Sistemul de interior pot fi supuse acțiunii curentului parțial al trăsnetului și salturilor de tensiune;

LPZ 1 - zona, în care curentul electric și salturile de tensiune sunt limitate prin redistribuția curentului electric și utilizarea mijloacelor de izolare și/sau a câteva dispozitive de protecție contra supratensiunilor de impuls la hotarele zonelor de protecție contra trăsnetului. Utilizarea ecranării spațiale poate diminua acțiunea câmpului electromagnetic al trăsnetului;

LPZ 2, ..., n - zona, în care curentul electric și salturile de tensiune pot fi limitate prin redistribuirea curentului electric și utilizarea mijloacelor de izolare și/sau a câteva dispozitive adiționale de protecție contra supratensiunii de impuls la hotarele zonelor de protecție contra trăsnetului. Utilizarea ecranării adiționale spațiale poate diminua acțiunea câmpului electromagnetic al trăsnetului.

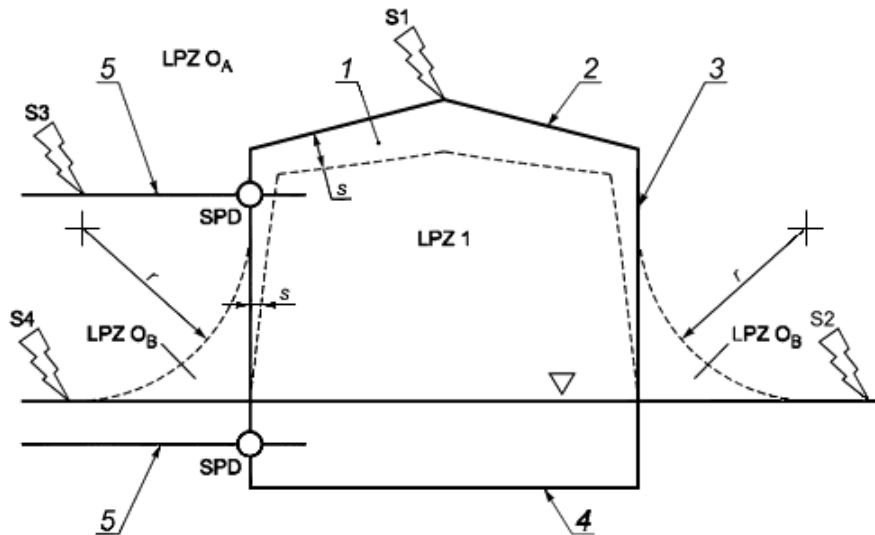


Figura 9.1 – Zona protecției contra trăsnetului, determinată în corespundere cu LPS (SM EN 62305-3)

1 - clădire (construcție);	S1 – lovitură trăsnetului în structură;
2 – sistem de paratrăsnet;	S2 – lovitură trăsnetului în apropierea structurii;
3 – sistem conductoare de coborâre;	S3 – lovitură trăsnetului în rețelele de comunicații ale structurii;
4 – sistem de legare la pământ;	S4 – lovitură trăsnetului în apropierea rețelelor de comunicații ale structurii;
5 – comunicațiile de intrare	r - raza sferei fictive;
	s - distanța de siguranță la scânteiere;

▽ - nivel al solului;

○ - sistem de egalare a potențialelor prin utilizarea dispozitivelor de protecție contra supratensiunilor de impuls;

LPZ O_A - lovitură directă, curentul total al trăsnetului;

LPZ O_B - lipsa loviturii directe, curentul parțial de trăsnet sau curentul indus;

LPZ 1 – lipsa loviturii directe, curentul parțial de trăsnet sau curentul indus; volumul protejat din interiorul LPZ 1 trebuie să țină cont de distanța s .

NOTĂ 1 – Cu cât mai mare este indicele zonei, cu atât mai inferioare sunt parametrii electromagnetici ai mediului înconjurător.

Pentru asigurarea protecției, de regulă, clădirea protejată (construcția) trebuie să se afle în zona protejată de trăsnet, caracteristicile electromagnetice ale căreia sunt compatibile cu posibilitățile clădirii (construcției) de a rezista acțiunilor care apar, ceea ce contribuie la reducerea deteriorărilor (deteriorărilor fizice, refuzului sistemelor electrice și electronice și aparaturii informația despre nivelul admis de tensiune este stabilit de producător.

NOTĂ 2 – Pentru majoritatea sistemelor electrice și electronice și aparaturii informația despre nivelul admis de tensiune este stabilit de producător.

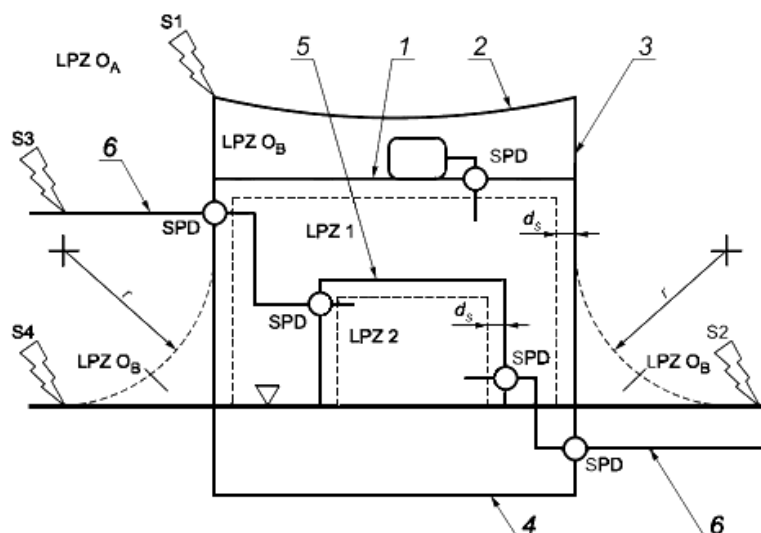


Рисунок 9.2 – Zona protecției contra trăsnetului, zona, care corespunde măsurilor de protecție contra impulsului electromagnetic a loviturii de trăsnet (SM EN 62305-4)

1 - clădire (construcție) (ecran LPZ 1);	S1 – lovitură trăsnetului în structură;
2 – sistem de paratrăsnet;	S2 lovitură trăsnetului în apropierea structurii;
3 – sistem conductoare de coborâre;	S3 – lovitură trăsnetului în rețelele de comunicații ale structurii;
4 – sistem de legare la pământ;	S4 - lovitură trăsnetului în apropierea rețelelor de comunicații ale structurii;
5 - încăperea (ecran LPZ 2);	r - raza sferei fictive;
6 – comunicațiile clădirii (construcției)	d_s - distanța de siguranță de la acțiunea câmpului magnetic;

▽ - nivel al solului;

○ - sistem de egalare a potențialelor prin utilizarea dispozitivelor de protecție contra supratensiunilor de impuls;

LPZ OA - lovitură directă, curentul total al trăsnetului;

LPZ OB - lipsa loviturii directe, curentul parțial de trăsnet sau curentul indus;

LPZ 1 – lipsa loviturii directe, curentul parțial sau indus, acțiunea a unui câmp magnetic mai slab;

LPZ 2 – lipsa loviturii directe, curentul parțial al trăsnetului sau curentul indus, acțiunea a unui câmp încă mai slab.

În volumul protejat în interiorul LPZ 1 și LPZ 2 trebuie de respectat distanța de siguranță d_s .

La hotarul zonelor trebuie să se efectueze măsurile de ecranare și conectare a tuturor elementelor metalice și a comunicațiilor care intersectează această graniță.

Două zone separate spațial 1 cu ajutorul conexiunii ecranate pot crea zona comună (figura 9.3).

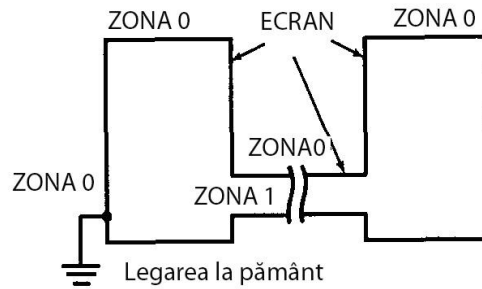


Figura 9.3 – Conectarea a două zone

9.3 Ecranarea

Ecranarea este unica metodă de micșorare a interferențelor electromagnetice.

Construcția metalică a ansamblului de construcție se utilizează sau poate fi utilizată în calitate de ecran. O astfel de structură de tip ecran se formează de exemplu de armatura metalică a acoperișului, pereților, pardoselii clădirii, precum și de piesele metalice ale acoperișului, fațadei carcasele metalice, de grila metalică. Această structură de ecranare formează ecran electromagnetic cu găuri (din contul ferestrelor, ușilor, găurilor de ventilare, pasul plasei în armatură, fisurilor în fațada metalică, găurilor pentru liniile de alimentare cu energie electrică etc.). Pentru micșorarea acțiunii câmpurilor electromagnetice toate elementele metalice ale obiectului se unesc electric și se conectează la sistemul de protecție contra trăsnetului (figura 9.4).

Dacă cablurile trec printre obiectele vecine, prizele de legare la pământ ale ultimelor se conectează pentru majorarea numărului de conductoare paralele și micșorarea datorită acestora a curenților în cabluri. Astfel de cerințe satisface sistemul de legare la pământ de tip grilă. Pentru micșorarea interferențelor induse pot fi utilizate:

- ecranarea exterioară;
- pozarea rațională a liniilor în cablu;
- ecranarea liniilor de alimentare și comunicații electronice.

Toate aceste măsuri pot fi executate simultan, în același timp.

Dacă în interiorul spațiului protejat există cabluri ecranate, ecranele lor sunt conectate cu sistemul de protecție contra trăsnetului pe ambele extremități și la granițele zonelor.

Cablurile, care merg de la un obiect la altul, pe toată lungimea lor sunt pozate în tuburi metalice, cutii cu ochiuri sau cutii de beton armat cu armatură de grilă. Elementele metalice ale tuburilor, cutiilor și ecranele cablurilor sunt conectate cu barele comune indicate ale obiectelor. Dacă ecranele cablurilor pot suporta curentul estimat al trăsnetului, nu este necesar utilizarea cutiilor metalice sau jgheburilor.

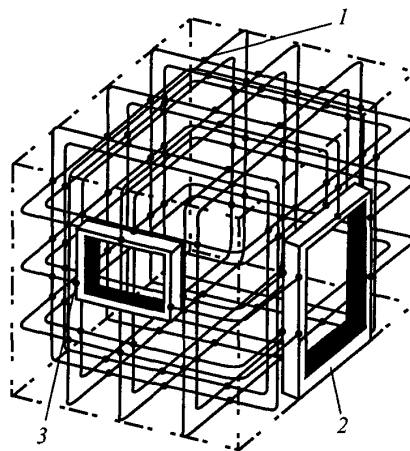


Figura 9.4 – Conectarea elementelor metalice ale obiectului pentru reducerea influenței câmpurilor electromagnetice: 1 – sudarea la intersecția conductoarelor; 2 – cadru masiv continuu al ramei ușii; 3 – sudarea pe fiecare tijă

9.4 Conexiuni

Conexiunile elementelor metalice sunt necesare pentru reducerea diferenței de potențial dintre ele în interiorul obiectului protejat. Conexiunile elementelor metalice și a sistemelor care se află în interiorul spațiului protejat și a granițelor care intersectează zonele protecției contra loviturilor de trăsnet se execută la granițele zonelor. De a efectua conexiunea trebuie cu ajutorul unor conductoare speciale sau borne și când este necesar cu ajutorul instalațiilor de protecție contra supratensiunilor.

9.4.1 Conexiunea la granițele zonelor

Toate conductoarele care intră din exterior în obiect trebuie conectate cu sistemul de protecție contra trăsnetului.

Dacă conductoarele exterioare, cablurile de forță sau cablurile de comunicații electronice intră în obiect în diverse puncte, și de aceea există câteva bare comune, ultimele sunt conectate după calea cea mai scurtă la conturul închis de legare la pământ sau armatura construcției și la finisarea metalică exterioară (la prezența acesteia). Dacă nu există contur închis de legare la pământ, barele comune menționate sunt conectate la electrozi separați de legare la pământ și sunt conectați cu conductorul exterior printr-o buclă închisă sau o buclă deschisă. Dacă conductoarele din exterior intră în obiect deasupra pământului, barele comune sunt conectate la conductorul orizontal buclat din interiorul sau exteriorul pereților. Acest conductor, la rândul său este conectat cu conductoarele de mai jos și cu armatura.

Conductoarele și cablurile, care intră în obiect la nivelul pământului, se recomandă de conectat cu sistemul de protecție contra trăsnetului la același nivel. Bara comună în punctul de intrare a cablurilor în clădire este amplasată cât se poate de aproape la electrozodul de împământare și armatura construcției, cu care ea este conectată.

Conductorul buclat se conectează cu armatura sau alte elemente de ecranare, astfel ca finisajul metalic, peste fiecare 5 m. Secțiunea minimă transversală a electrozilor de cupru sau de oțel zincat este de 50 mm².

Barele comune pentru obiectele, care au sisteme informaționale, unde acțiunea curenților de trăsnet se presupune a fi reduse la minimum, trebuie fabricate din plăci metalice cu un număr mare de conexiuni la armatură sau alte elemente ecranate.

Pentru conexiunile de contact și dispozitivele de protecție contra supratensiunilor, amplasate la granițele zonelor 0 și 1, sunt acceptați parametrii curenților, indicați în tabelul 5.3. În cazul prezenței a câteva conductoare trebuie de ținut cont de distribuția curenților prin conductoare.

Pentru conductoare și cabluri, care intră în obiect la nivelul pământului, este estimată partea de curent al trăsnetului transmisă de către acești.

Secțiunile conductoarelor de conexiune se determină conform tabelelor 9.1 și 9.2.

Tabelul 9.1 este utilizat, dacă prin elementul conductor trece peste 25% din curentul trăsnetului, iar tabelul 9.2 – dacă mai puțin de 25%.

Tabelul 9.1 - Secțiunile conductoarelor prin care circulă partea considerabilă a curentului trăsnetului

Nivelul protecției	Material	Secțiunea, mm ² , peste
I-IV	Cupru	16
I-IV	Aluminiu	25
I-IV	Oțel	50

Tabelul 9.2 – Secțiunile conductoarelor prin care circulă o parte neînsemnată a curentului de trăsnet

Nivelul protecției	Material	Secțiunea, mm ² , peste
I-IV	Cupru	6
I-IV	Aluminiu	10
I-IV	Oțel	16

Dispozitivul protecției contra supratensiunii se alege rezistent la o parte a curentului de trăsnet, de limitare a supratensiunilor și de rupere a curenților de însoțire după impulsurile principale.

Supratensiunea maximală U_{max} la intrare în obiect este coordonată cu tensiunea pe care o suportă sistemul.

Pentru ca valoarea U_{max} să se limiteze la minimum, liniile sunt conectate la bara comună cu conductoare de lungime minimală.

Toate elementele conductoare, ca linii în cablu, care intersectează granițele zonelor protecției contra trăsnetului, sunt conectate la aceste granițe. Conectarea se efectuează la bara comună, la care de asemenea sunt conectate și alte elemente metalice (de exemplu, corpurile utilajelor).

Pentru bornele de contact și dispozitivele de compensare a supratensiunilor parametrii curentului sunt estimați în fiecare caz aparte. Supratensiunea maximală la fiecare graniță se coordonează cu tensiunea suportată de către sistem. Dispozitivele protecției contra supratensiunilor la granițele diferitor zone de asemenea sunt coordonate conform caracteristicilor energetice.

9.4.2 Conexiuni din interiorul obiectului protejat

Toate elementele conductoare din interior de dimensiuni considerabile, ca ghidajele ascensoarelor, macaralele, pardoselile metalice, ramele ușilor metalice, țevile, jgheaburile pentru cabluri, sunt conectate la bara comună cea mai apropiată sau la alt element comun de conexiune pe calea cea mai scurtă. Sunt dorite și conexiuni suplimentare ale elementelor conductoare.

Secțiunile transversale ale conductoarelor de conexiune sunt indicate în tabelul 9.2. Se presupune, că în conductoarele de conexiune trece numai o parte neînsemnată a curentului de trăsnet.

Toate părțile conductoare deschise ale sistemelor informaționale sunt conectate într-o rețea unică. În cazuri speciale o astfel de rețea poate să nu aibă conexiune cu priza de legare la pământ.

Există două metode de legare la priza de pământ a părților metalice ale sistemelor informaționale, astfel ca corpurile, membranele sau carcasele: conexiunile se execută sub formă de sistem radial sau sub formă de grilă.

La utilizarea sistemului radial, toate părțile metalice ale acestuia sunt izolate de la priza de pământ pe toată lungimea, în afară de un singur punct de conectare cu el. De obicei astfel de sistem este utilizat pentru obiecte relativ mici, în care toate elementele și cablurile intră în obiect într-un singur punct.

Sistemul radial de legare la pământ este conectat la sistemul comun de legare la pământ numai într-un singur punct (figura 9.5). În acest caz, toate liniile și cablurile dintre dispozitivele utilajului trebuie să fie trasate în paralel cu conductoarele de legare la pământ care formează steaua pentru micșorarea buclei de inductanță. Datorită legării la pământ într-un singur punct, curenții de frecvență joasă, care apar la lovitura trăsnetului, nu nimeresc în sistemul informațional. În afară de aceasta, sursele de interferențe de joasă frecvență din interiorul sistemului informațional nu generează curenți în sistemul de legare la pământ. Intrarea în zona de protecție a conductoarelor se efectuează exclusiv în punctul central al sistemului de egalizare a potențialelor. Punctul comun indicat reprezintă de asemenea cel mai bun loc de conectare a dispozitivelor de protecție contra supratensiunilor.

La utilizarea grilei, părțile ei metalice nu sunt izolate de la sistemul comun de legare la pământ (figura 9.6). Grila este conectată cu sistemul comun în multe puncte. De obicei grila este utilizată pentru sisteme deschise extinse, unde utilajul este legat cu un număr mare de diferite linii și cabluri și unde ele intră în obiect în diverse puncte. În acest caz întregul sistem posedă o rezistență mică la toate frecvențele. În afară de aceasta, un mare număr de contururi scurtcircuitate ale grilei atenuează câmpul magnetic în apropierea sistemului informațional. Aparatele în zona de protecție sunt conectate unul cu altul prin cele mai scurte distanțe cu câteva conductoare, precum și cu părțile metalice ale zonei de protecție și ecranul zonei. În acest caz este utilizat la maximum părțile metalice existente în dispozitiv, cum sunt armatura din pardosea, pereți și pe acoperiș, grătarele metalice, utilajul metalic cu destinație neelectrică, ca țevile, cutiile de cablu și de ventilație.

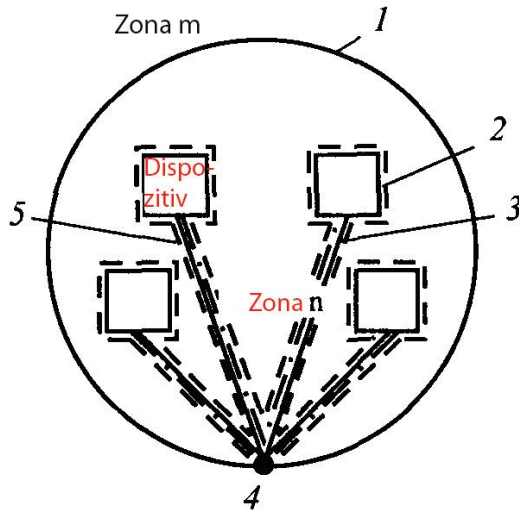


Figura 9.5 – Schema de conectare a conductoarelor de alimentare cu energie electrică și de comunicații electronice în cazul sistemului de egalizare a potențialelor de tip stea:

- 1 – ecranul zonei de protecție; 2 – izolația electrică; 3 – conductorul sistemului de egalizare a potențialelor; 4 – punctul central al sistemului de egalizare a potențialelor;
- 5 – conductoarele de comunicații electronice, de alimentare cu energie electrică

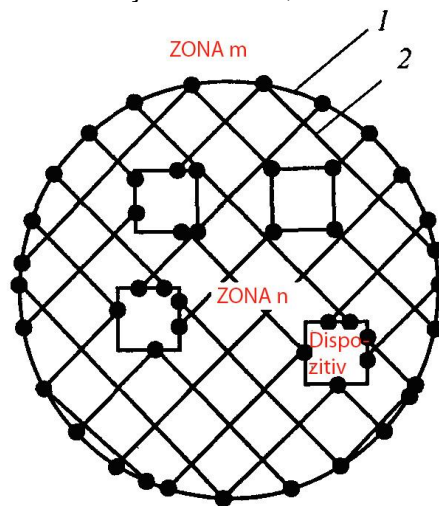


Figura 9.6 - Executarea sistemului de egalizare a potențialelor de tip grilă:

- 1 – Ecranul zonei de protecție; 2 – conductorul de egalizare a potențialelor

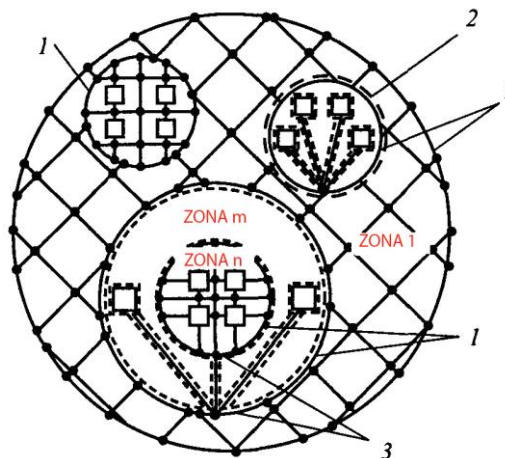


Figura 9.7 – Executare complexă a sistemului de egalizare a potențialelor:

- 1 – ecranul zonei de protecție; 2 – izolația electrică; 3 – punctul central al sistemului de egalizare a potențialelor

Ambele configurații, radială și grilă, pot fi conectate într-un sistem complex, cum este prezentat în figura 9.7. De obicei, deși aceasta nu este obligatoriu, conectarea rețelei locale de legare la pământ cu sistemul general se efectuează la granița zonei de protecție contra loviturilor de trăsnet.

9.5 Legarea la pământ

Sarcina principală a instalației de legare la pământ a protecției contra loviturilor de trăsnet constă în a deriva cea mai mare parte a curentului trăsnetului (peste 50%) în pământ. Partea rămasă a curentului se răspândește prin comunicațiile care parvin la clădire (învelișurile cablurilor, tuburile de apeduct etc.) În acest caz nu apar tensiuni periculoase pe însăși priza de legare la pământ. Această sarcină se execută prin sistem de grilă sub clădire și în jurul acesteia. Conductoarele de legare la pământ formează un contur de tip grilă, care combină armatura betonului în partea de jos a fundației. Aceasta este metoda obișnuită de creare a ecranului electromagnetic din partea de jos a clădirii. Conductorul buclat în jurul clădirii și/sau în beton la periferia fundamentului se conectează cu sistemul de legare la pământ cu electrozi de împământare de obicei peste fiecare 5 m. Electrocul exterior de împământare poate fi conectat cu conductoarele buclate menționate.

Armatura betonului din partea de jos a fundației se conectează cu sistemul de legare la pământ. Armatura trebuie să formeze o grilă conectată cu sistemul de legare la pământ, de obicei peste fiecare 5 m.

Poate fi utilizată grila din oțel zincat cu lățimea celulei de obicei de 5 m, sudată sau fixată mecanic la barele de armare de obicei peste fiecare 1 m. Extremitățile conductoarelor grilei pot îndeplini rolul de conductoare de legare la pământ pentru benzile de conectare. În figura 9.8 și 9.9 sunt prezentate exemple ale dispozitivului de legare la pământ de tip grilă.

Legătura prizei de pământ și a sistemului de conexiuni creează sistemul de legare la pământ. Sarcina de bază a sistemului este de micșora diferența de potențial dintre oricare puncte ale clădirii și a utilajului. Această sarcină este soluționată prin crearea unui număr mare de căi paralele pentru curenții de trăsnet și curenții induși, care creează grila cu rezistență redusă într-un spectru larg de frecvențe. Căile multiple și paralele au diverse frecvențe de rezonanță. Multiple contururi cu rezistențe dependente de frecvență creează o rețea unică cu o rezistență mică pentru interferențele spectrului examinat.

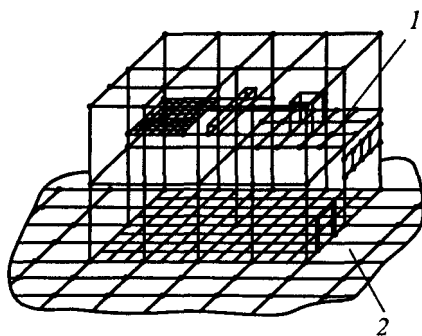


Figura 9.8 - Instalatie de legare la pamant de tip grila: 1 – rețea de conexiuni; 2 – priza de legare la pământ

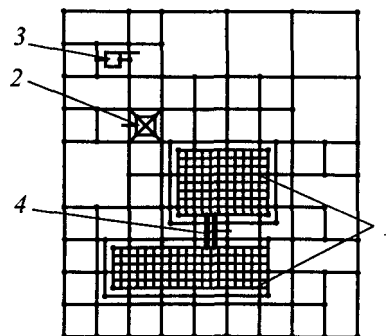


Figura 9.9 – Instalatie de legare la pamant de tip grila a constructiilor industriale: 1 - clădiri; 2 - turn; 3 - utilaj; 4 – jgheab de linii în cablu

9.6 Dispozitive de protecție contra supratensiunilor

Dispozitive de protecție contra supratensiunilor (DPS) sunt instalate în locurile de intersecție de către linia de alimentare cu energie electrică, de comandă, de comunicații electronice, de telecomunicații a granițelor a două zone de ecranare. DPS se coordonează pentru distribuția satisfăcătoare a sarcinii dintre ele în corespundere cu rezistența la distrugere, precum și pentru micșorarea probabilității de distrugere a utilajului protejat sub acțiunea curentului de trăsnet (figura 9.10).

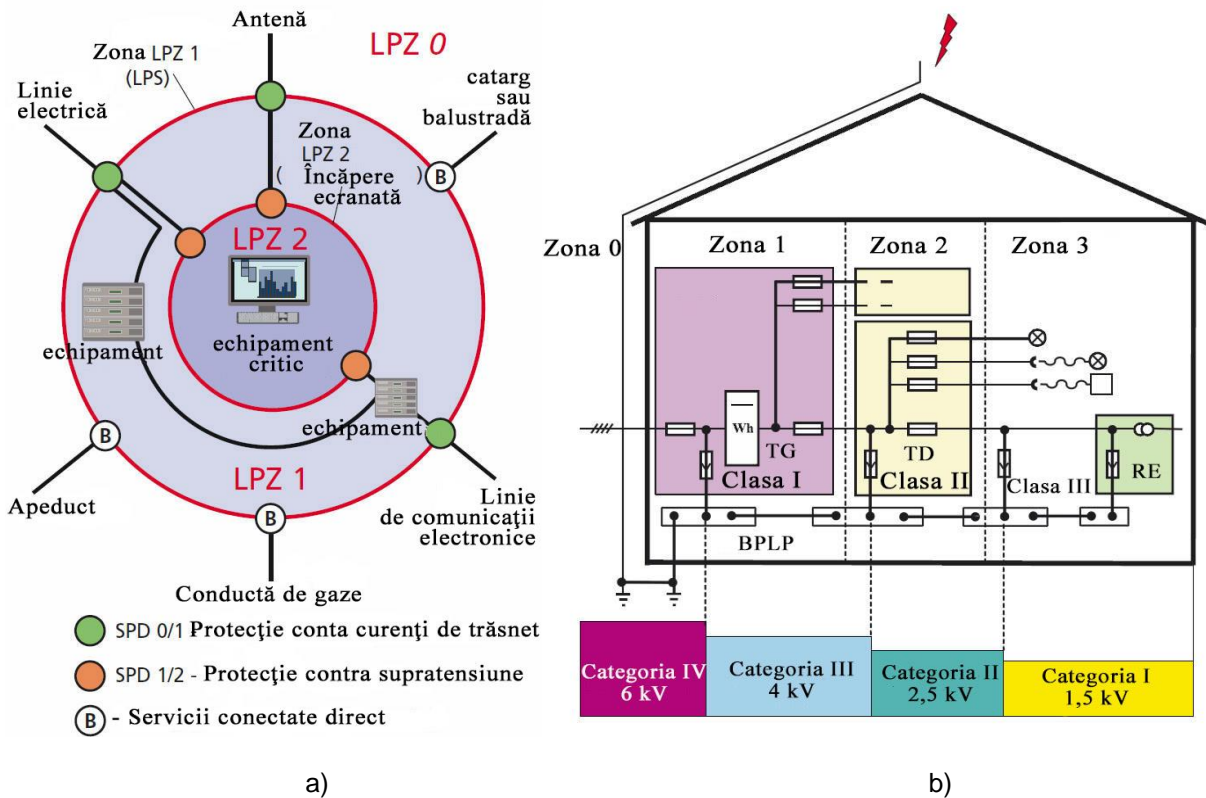


Figura 9.10 – Concepția LPZ (a), legătura dintre zonele protecției contra trăsnetului, clasele dispozitivelor de protecție și categoriile de rezistență a izolației echipamentului la supratensiuni de impuls (b)

Rețelele de alimentare și de comunicații electronice care intră în clădire se recomandă de conectat cu o bară și de le amplasat DPS cât se poate de aproape unul de altul. Aceasta este foarte important în clădirile din material neecranat (lemn, cărămidă etc.). DPS se aleg și se instalează astfel, ca curentul de trăsnet să fie de regulă derivat în sistemul de legare la pământ la granițele zonelor 0 și 1.

Deoarece energia curentului de trăsnet de obicei se disipează la granița indicată, următoarele DPS protejează numai de la energia remanentă și acțiunea câmpului electromagnetic în zona 1. Pentru protecție contra supratensiunilor la instalarea DPS sunt utilizate conductoare scurte de conexiune, borne și cabluri.

Reieșind din cerințele de coordonare a izolației din instalațiile de forță și durabilității la deteriorarea utilajului, este necesar de a alege nivelul DPS în funcție de tensiune mai jos de valoarea maximală, pentru ca acțiunea asupra utilajului protejat să fie întotdeauna mai mică decât tensiunea admisibilă.

Dacă nivelul de rezistență la deteriorări este necunoscut, trebuie de utilizat nivelul orientativ sau cel obținut în rezultatul încercărilor. Numărul de DPS-uri din sistemul de protecție depinde de durabilitatea utilajului protejat la deteriorări și caracteristicile proprii ale DPS.

9.7 Protecția utilajului din clădirile existente

Utilizarea tot mai largă a utilajului electronic compus în clădirile existente necesită o protecție mai fiabilă contra loviturilor de trăsnet și alte perturbații electromagnetice. Se ține cont, că în clădirile existente măsurile necesare de protecție contra loviturilor de trăsnet se aleg în conformitate cu particularitățile clădirii, astfel ca elementele constructive, utilajul existent de forță și de comunicații electronice.

Necesitatea măsurilor de protecție și selectarea lor se determină în baza datelor inițiale, care sunt colectate în faza cercetărilor de pre-proiectare. Lista exemplară a astfel de date este prezentată în tabelele 9.3-9.6.

Tabelul 9.3 – Datele inițiale referitoare la clădire și împrejurime

Nr. d/o	Caracteristica
1	Materialul clădirii – zidărie, cărămidă, lemn, beton armat, carcasă de metal
2	Clădire întreagă sau câteva blocuri separate cu un număr mari de conexiuni
3	Clădire joasă și plană sau clădire înaltă (dimensiunile clădirii)
4	Garnitura este conectată în întreaga clădire?
5	Garnitura metalică este conectată electric?
6	Dimensiuni ale ferestrelor
7	Există sistem exterior de protecție contra trăsnetului?
8	Tipul și calitatea sistemului exterior de protecție contra trăsnetului
9	Tipul solului (piatră, pământ)
10	Elementele legate la pământ ale clădirilor vecine (înălțimea, distanța până la ele)

Tabelul 9.4 – Datele inițiale ale utilajului

Nr. d/o	Caracteristica
1	Liniile de intrare (subterane sau aeriene)
2	Antene și alte dispozitive exterioare
3	Tipul sistemului de alimentare (de înaltă sau joasă tensiune, pe pământ sau subterană)
4	Pozarea cablurilor (numărul și amplasarea sectoarelor verticale, metodele de pozare a cablurilor)
5	Utilizarea jgheburilor de cablu de metal
6	Există în interiorul clădirii utilaj electronic?
7	Există conductoare, care pleacă în alte clădiri?

Tabelul 9.5 – Caracteristicile utilajului

Nr. d/o	Caracteristica
1	Tipul de comunicații dintre utilajul de comunicații electronice (cabluri cu multe conductoare ecranate sau neecranate, cabluri coaxiale; analogice sau digitale, simetrice sau nesimetrice; linii cu fibră optică)
2	Niveluri de rezistență a utilajului la deteriorări

Tabelul 9.6- Alte date, care se referă la alegerea concepției de protecție

Nr. d/o	Caracteristica
1	Sunt conectate ramele metalice?
2	Materialul acoperișului (metal, beton)
3	Configurația rețelei (TN, TT sau IT)
4	Amplasarea utilajului electronic în clădire
5	Amplasarea conexiunilor utilajului electronic cu sistemul general de legare la pământ

În baza analizei de risc și a datelor prezentate în tabelele 6.3-6.6, se ia decizia despre necesitatea construcției sau reconstrucției sistemului de protecție contra loviturilor de trăsnet.

9.7.1 Măsurile de protecție la utilizarea sistemului exterior de protecție contra trăsnetului

Sarcina principală – stabilirea soluției optime pentru îmbunătățirea sistemului exterior de protecție contra trăsnetului și pentru alte măsuri.

Perfecționarea sistemului exterior de protecție contra trăsnetului se obține prin:

1) conectarea finisării metalice exterioare și a acoperișului clădirii în sistemul de protecție contra trăsnetului;

2) utilizarea conductoarelor suplimentare, dacă armatura este conectată pe întreaga înălțime a clădirii – de la acoperiș prin pereți până la legarea la pământ a clădirii;

- 3) micșorarea distanțelor dintre coborârile metalice și reducerea pasului celulei captorului de trăsnete;
- 4) prin instalarea benzilor de conexiune (a conductoarelor plate flexibile) în locurile de joncțiune dintre blocurile vecine, structural separate. Distanța dintre benzi trebuie să fie de două ori mai mică decât distanța dintre coborâri;
- 5) prin conectarea conductorului extins cu blocurile separate ale clădirii. De obicei conexiunile sunt necesare la fiecare colț a jgheabului de cablu și benzile de conexiune se execută cât se poate de scurte;
- 6) prin protecție cu pararăsnete separate, conectate cu sistemul comun de protecție contra trăsnetului, dacă părțile metalice ale acoperișului trebuie să fie protejate contra loviturii directe ale trăsnetului. Captorul de trăsnete trebuie să se afle la o distanță ce asigură securitatea de la elementul indicat.

9.7.2 Măsurile de protecție la utilizarea cablurilor

Măsuri eficiente pentru micșorarea supratensiunilor sunt pozarea rațională a cablurilor și ecranarea lor. Aceste măsuri sunt cu atât mai importante, cu cât mai puțin este ecranat sistemul exterior de protecție contra trăsnetului.

Bucle mari pot fi evitate, pozând împreună cablurile de forță și cablurile ecranate a rețelelor de comunicații electronice. Ecranul se conectează cu utilajul la ambele extremități.

Oricare ecranare suplimentară, de exemplu, pozarea conductoarelor și cablurilor în țevi metalice sau jgheaburi între etaje, reduce rezistența totală a sistemului comun de conexiuni. Aceste măsuri sunt mai importante pentru clădiri înalte și extinse sau când utilajul trebuie să funcționeze extrem de fiabil.

Locurile preferate de instalare a dispozitivelor de protecție contra supratensiunilor sunt granițele zonelor 0/1 și a zonelor 0/1/2 respectiv, amplasate la intrarea în clădire.

De regulă, rețeaua comună de conexiuni nu este utilizată în regim de lucru în calitate de conductor a rețelei de forță sau informaționale pentru retur.

9.7.3 Măsurile de protecție la utilizarea antenelor și a altui utilaj

Exemple de astfel de utilaj sunt diverse dispozitive exterioare, ca antenele, senzori meteorologici, camere de supraveghere video, senzori de exterior la obiecte industriale (senzori de presiune, temperatură, viteza fluxului, poziția supapei etc.) și oricare alta electrică, electronică și utilaj radio, instalat din exterior pe clădire, stâlp, sau rezervor industrial.

După posibilitate paratrăsnetul se instalează astfel, ca utilajul să fie protejat de lovitura directă a trăsnetului. Antene separate se lasă deschise total din condiții tehnologice. Unele din ele au sistemul de protecție contra trăsnetului incorporat și pot fără deteriorări să suporte lovitura de trăsnet. Altele, mai puțin protejate tipuri de antene, pot să ceară instalarea protecției contra supratensiunilor pe cablul de alimentare, pentru a preîntâmpina nimerirea curentului trăsnetului prin cablul antenei în receptor sau emițător. La existența sistemului exterior de protecției contra trăsnetului, fixarea antenei se efectuează la acesta.

Inducere a tensiunii în cablurile dintre clădiri poate fi preîntâmpinat, canalizându-le în jgheaburi de metal sau tuburi. Toate cablurile, care pleacă la utilajul legat de antene, sunt pozate cu ieșirea din tub într-un singur punct. Trebuie de atras o atenție sporită la proprietățile de ecranare ale obiectului însăși și de canalizat cablul în elementele lui tubulare. Dacă aceasta nu este posibil, ca în cazul cu vasele tehnologice, cablurile trebuie de canalizat din exterior, dar cât se poate de aproape de obiect, utilizând maximal în acest caz astfel de ecrane naturale, cum sunt scările metalice, țevile etc. Pe stâlpii cu elemente de tip unghiulare L cablurile sunt pozate în interiorul unghiului pentru protecția maximală naturală. În caz excepțional, alături de cablul antenei trebuie de amplasat conductor de conexiune echipotențial cu secțiunea minimă transversală de 6 mm^2 . Toate aceste măsuri micșorează tensiunea indusă în buclă, generată de cablurile și clădire, și respectiv reduce probabilitatea spargerii dintre ele, deci, probabilitatea de apariție a arcului în interiorul utilajului dintre rețeaua electrică și clădire.

9.7.4 Măsurile de protecție a cablurilor de forță și a cablurilor de comunicații electronice dintre clădiri

Legăturile între clădiri se clasifică în două tipuri principale: cablurile de forță cu înveliș metalic, metalice (perechea răsucită, ghidurile de undă, coaxiale și cablurile cu multe fire-conductoare) și cablurile optice. Măsurile de protecție depind de tipurile cablurilor, cantitatea lor, precum și de aceea, sunt conectate sau sistemele de protecție contra trăsnetului a celor două clădiri.

Cablul optic complet izolat (fără armură metalică, folie de protecție contra umezelii sau a unui conductor de oțel din interior) poate fi utilizat fără măsuri suplimentare de protecție. Utilizarea unui astfel de cablu este cea mai bună variantă, deoarece asigură protecția totală contra acțiunilor electromagnetice. Însă, dacă cablul conține element metalic extins (cu excepția firelor de alimentare la distanță), ultimul trebuie să fie conectat la intrarea în clădire la sistemul comun de conexiuni și nu trebuie să intre direct în receptorul optic sau emițător. Dacă clădirile sunt situate în apropiere una de alta și sistemele lor de protecție contra trăsnet nu sunt legate între ele, este preferabil de utilizat cablu optic fără elemente metalice pentru evitarea curenților mari în aceste elemente și supraîncălzirea lor. Dacă există cablul conectat cu sistemul de protecție contra trăsnetului, atunci poate fi utilizat cablul optic cu elemente metalice, pentru a devia o parte de curent de la primul cablu.

Cablurile metalice dintre clădiri cu sistemele izolate ale protecției contra trăsnetului. În cazul conexiunii de acest tip al sistemului de protecție contra trăsnetului defecțiunile sunt foarte probabile pe ambele capete ale cablului din cauza trecerii prin el a curentului de trăsnet. De aceea la ambele capete ale cablului trebuie de instalat protecție contra supratensiunilor, și unde este posibil, trebuie conectate sistemele de protecție a celor două clădiri și de a poza cablul în jgheaburi metalice conectate între ele.

Cablurile metalice dintre clădirile cu sistemele de protecție contra trăsnetului conectate. În funcție de numărul de cabluri dintre clădiri, măsurile de protecție pot include conexiunea jgheaburilor de cabluri în cazul a câteva cabluri (pentru cabluri noi) sau în cazul unui număr mare de cabluri, ca în cazul cu producerea substanțelor chimice, ecranarea sau utilizarea furtunurilor metalice flexibile pentru cablurile de control cu multe fire. Conectarea ambelor capete ale cablului la sistemele legate a protecției contra trăsnetului deseori asigură ecranarea suficientă, mai ales dacă cabluri sunt multe și curentul se distribuie între ele.

Anexa A

Caracteristicile intensității activităților de furtună și afectării clădirilor și construcțiilor

Durata medie anuală a furtunilor în orice punct de pe teritoriul Republicii Moldova se determină conform valorilor medii multianuale (de ordinul a 10 ani) datelor stației meteo, celei mai apropiate de locul de aflare a clădirii sau construcției. Calculul numărului preconizat N_k de lovituri a trăsnetului pe an se determină cu expresiile:

- pentru clădirile și construcțiile concentrate (țevile de evacuare a fumului, turnuri):

$$N_k = 9 \cdot \pi \cdot h^2 \cdot n \cdot 10^{-6};$$

- pentru clădiri și construcții de formă dreptunghiulară:

$$N_k = [(S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2] \cdot n \cdot 10^{-6}$$

unde,

h este cea mai mare înălțime a clădirii sau construcției, m;

S, L – respectiv lățimea și lungimea clădirii sau a construcției, m;

n – numărul mediu anual a loviturilor de trăsnet într-un 1 km² de suprafață terestră (densitatea specifică, a loviturilor trăsnetului în pământ) în locul aflării clădirii sau a construcției.

Pentru clădiri și construcții de configurație compusă, în calitate de S și L sunt examinate lățimea și lungimea celui mai mic dreptunghi, în care poate fi circumscrisă clădirea sau construcția în plan.

Pentru orice punct de pe teritoriul Republicii Moldova, densitatea specifică a loviturilor trăsnetului în pământ, n se determină reieșind din durata medie anuală a furtunilor în ore, în modul următor:

Tabelul A.1 - Densitatea specifică a loviturilor de trăsnet în pământ n , în funcție de durata medie a furtunilor

Durata medie anuală a furtunilor, h	Densitatea specifică a loviturilor de trăsnet în pământ n , 1/(km ² ·an)
10 - 20	1
20 - 40	2
40 - 60	4

ANEXA B

Recomandări privitor la documentația de exploatare tehnică, ordinea de primire în exploatare și exploatarea instalațiilor de protecție contra loviturilor de trăsnet

B.1 Elaborarea documentației tehnice de exploatare

În toate organizațiile și întreprinderile indiferent de forma de proprietate se recomandă de avut setul documentației de exploatare tehnică a protecției contra trăsnetului a obiectelor, pentru care sunt necesare dispozitive de protecție contra trăsnetului.

Setul documentației de exploatare tehnică a protecției contra trăsnetului conține:

- memoriul explicativ;
- schemele zonelor de protecție ale paratrăsnetelor;
- schițele de execuție a construcțiilor paratrăsnetelor (partea constructivă), a elementelor constructive ale protecției contra manifestărilor secundare ale trăsnetului, de la inducerea potențialelor înalte prin comunicațiile metalice de teren și subterane, de la canalele de scânteieri în alunecare și a descărcărilor în sol;
- documentația de recepție (actele de recepție în exploatare a dispozitivelor protecției împreună cu anexele: actele pentru lucrări ascunse și acte de încercări a dispozitivelor protecției contra trăsnetului și protecției contra manifestărilor secundare ale trăsnetului și de inducere a potențialelor înalte).

În memoriul explicativ sunt prezentate:

- datele inițiale pentru elaborarea documentației tehnice;
- metodele acceptate de protecție a obiectelor contra trăsnetului;
- calculul zonelor de protecție, a prizelor de pământ, conductoarelor de coborâre și a elementelor de protecție contra manifestărilor secundare ale trăsnetului.

În memoriul explicativ sunt indicate: uzina-producătoare a setului de documentație tehnică de exploatare, temeiul pentru elaborarea acesteia, lista documentelor normative în vigoare și a documentației tehnice care a stat la baza elaborării proiectului, cerințe speciale pentru dispozitivul proiectat.

Datele inițiale pentru proiectarea protecției contra trăsnetului include:

- planul general al obiectelor cu indicarea amplasării tuturor obiectelor, care necesită a fi protejate contra trăsnetului, drumurilor auto, căilor ferate, comunicațiilor terestre și subterane (rețele termice, conducte tehnologice și sanitare, cablurilor electrice și a conductoarelor de oricare destinație etc.);
- categoria de protecție contra trăsnetului pentru fiecare obiect;
- datele despre condițiile climaterice în regiunea de amplasare a clădirilor și construcțiilor protejate (intensitatea apariției furtunilor, presiunii vântului cu viteze mai, grosimea stratului de polei etc.), caracteristica solului cu indicarea structurii, agresivitatea și tipul solului, nivelul apelor subterane;
- rezistența specifică a solului ($\text{Ohm}\cdot\text{m}$) în locurile de amplasare a obiectelor.

În compartimentul „Măsurile acceptate de protecție ale obiectelor contra trăsnetului” sunt expuse metodele alese de protecție a clădirilor și construcțiilor contra contactului nemijlocit cu canalul de trăsnet, a manifestărilor secundare ale trăsnetului și a inducerii potențialelor înalte prin comunicațiile metalice terestre și subterane.

Obiectele construite (proiectate) pe unul și același proiect tip sau proiect utilizat repetat, care are caracteristici constructive unice și dimensiuni geometrice identice ale dispozitivului de protecție contra trăsnetului, pot avea o schemă comună și calculul zonelor de protecție ale paratrăsnetului. Lista obiectelor protejate este prezentată pe schema zonelor de protecție a uneia din construcții.

La verificarea fiabilității protecției cu utilizarea softului de program, sunt prezentate datele calculului de program sun formă de rezumat al opțiunilor variantelor de proiectare și se întocmește concluzia privind eficiența utilizării acestora.

La elaborarea documentației tehnice se propune de utilizat la maximum construcțiile tip al paratrăsnetelor și a pizelor de pământ și proiectele tip de protecție contra trăsnetului. În caz de imposibilitate de utilizare a construcțiilor tip ale dispozitivelor de protecție contra trăsnetului pot fi

elaborate schițe de proiect de execuție a unor elemente separate: fundațiilor, stâlpilor, paratrăsnete, conductoarelor de coborâre, prizelor de pământ.

Pentru reducerea volumului documentației tehnice și a reducerii costului construcției se recomandă de a comasa proiectele protecției contra trăsnetului cu proiectele de execuție pentru lucrări generale în construcții și lucrări de montaj a utilajului sanitar și electrotehnic în scopul utilizării pentru protecția contra trăsnetului a comunicațiilor sanitare și a prizelor de pământ ale dispozitivelor electrotehnice.

B.2 Ordinea de primire a dispozitivelor de protecție contra trăsnetului în exploatare

Dispozitivele de protecție contra trăsnetului ale obiectelor, construcțiilor finisate (reconstrucțiilor), sunt recepționate în exploatare de către comisia de lucru și sunt transmise în exploatare beneficiarului până la începutul montajului utilajului tehnologic, livrării și încărcării în clădire și construcție a utilajului și a bunurilor de valoare.

Recepția dispozitivelor de protecție contra trăsnetului la obiectele în funcțiune se efectuează de către comisia de lucru.

Componența comisiei de lucru se stabilește de către beneficiar. În componența comisiei de lucru de obicei sunt incluși reprezentanții:

- responsabilul de gospodăria electrică;
- organizația contractoare;
- inspecția de pază contra apariției incendiului.

Comisiei de lucru se prezintă următoarele documente:

- proiectele aprobate ale dispozitivelor de protecție contra trăsnetului;
- acte pentru lucrările ascunse (de amenajare și montaj a prizelor de legare la pământ și conductoarelor de coborâre, inaccesibile pentru inspecție);
- actele de încercări ale dispozitivelor de protecție contra trăsnetului și protecției contra manifestărilor secundare ale trăsnetului și inducerii potențialelor înalte prin intermediul comunicațiilor terane și subterane (datele despre rezistențele tuturor prizelor de legare la pământ, rezultatele inspecției și verificării lucrărilor de montaj a paratrăsnetului, conductoarelor de coborâre, prizelor de legare la pământ, elementelor de fixare ale lor, fiabilitatea conexiunilor electrice dintre elementele conductoare de curent etc.).

Comisia de lucru efectuează verificarea integrală și inspecția lucrărilor efectuate de construcție și montaj a dispozitivelor de protecție contra trăsnetului.

Recepția dispozitivelor de protecție contra trăsnetului a obiectelor noi construite se întocmește prin acte de recepție a utilajului dispozitivelor de protecție contra trăsnetului. Introducerea dispozitivelor de protecție contra trăsnetului în exploatare se întocmește, de regulă, prin acte de admitere eliberate de organismele de supraveghere de stat respective.

După recepția în exploatare a dispozitivelor de protecție contra trăsnetului se întocmesc pașapoarte ale dispozitivelor de protecție contra trăsnetului și a pașapoartelor prizelor de legare la pământ a dispozitivelor de protecție contra trăsnetului, care sunt păstrate la responsabilul de gospodăria electrică.

Actele, aprobate de conducătorul organizației, împreună cu actele prezentate pentru lucrările ascunse și protocoalele de măsurări sunt incluse în pașaportul dispozitivelor de protecție contra trăsnetului.

B.3 Exploatarea dispozitivelor de protecție contra trăsnetului

Dispozitivele de protecție contra trăsnetului a clădirilor, construcțiilor și instalațiilor exterioare ale obiectelor sunt exploatate în corespundere cu Regulile de exploatare tehnică a instalațiilor electrice a consumatorilor și de indicațiile Normativului dat. Sarcina exploatării dispozitivelor de protecție contra trăsnetului a obiectelor constă în menținerea lor în stare de fiabilitate și funcționalitate necesară.

Pentru asigurarea fiabilității permanente de funcționare a dispozitivelor de protecție contra trăsnetului, anual, înainte de începerea sezonului de furtuni se efectuează verificarea și inspecția tuturor dispozitivelor protecției contra trăsnetului.

Verificării se supune de asemenea după instalarea sistemului de protecție contra trăsnetului, după introducerea a careva modificări în sistemul de protecție contra trăsnetului, după oricare deteriorare a obiectului protejat. Fiecare verificare se efectuează în corespundere cu programul de lucru.

Pentru efectuarea verificării stării protecției contra trăsnetului, se indică cauza verificărilor și se organizează:

- comisia pentru efectuarea verificării protecției contra trăsnetului cu indicarea obligațiilor funcționale a membrilor comisie pentru inspectarea protecției contra trăsnetului;
- grupul de lucru pentru efectuarea măsurărilor necesare;
- termenul de executare a controlului.

În timpul inspectării și verificării dispozitivelor de protecție contra trăsnetului, se recomandă:

- de a verifica prin inspectare vizuală (cu ajutorul binoclorilor) integritatea paratrăsnetelor și a conductoarelor de coborâre, fiabilitatea conectării lor și fixarea la stâlpi;
- de a stabili elementele dispozitivelor de protecției contra trăsnetului care necesită a fi înlocuite sau reparate în urma deteriorării durabilității mecanice;
- de a determina gradul de deteriorare de coroziune a elementelor separate a dispozitivelor protecției contra trăsnetului, de a lua măsuri de protecție contra coroziunii și întăririi elementelor afectate de coroziune;
- de a verifica fiabilitatea conexiunilor electrice dintre părțile conductoare a tuturor elementelor dispozitivelor de protecție contra trăsnetului;
- de a verifica corespunderea dispozitivelor de protecție contra trăsnetului în funcție de destinația obiectelor și în cazul prezenței modificărilor constructive sau tehnologice pentru perioada premergătoare, de a întocmi măsuri pentru modernizarea și reconstrucția protecției contra trăsnetului în corespundere cu cerințele prezentului Normativ;
- de precizat schema de execuție a dispozitivelor de protecție contra trăsnetului și de a determina căile de răspândire a curentului de trăsnet pe elementele acestora la descărcarea trăsnetului prin metoda de imitație a descărcării de trăsnet în captorul de trăsnet cu ajutorul complexului specializat de măsurare, conectat între captorul de trăsnete și electrodul de curent îndepărtat;
- de a măsura valoarea rezistenței de răspândire a curentului de impuls prin metoda „ampermetru-voltmetru” cu ajutorul complexului de măsurare specializat;
- de a măsura valorile supratensiunilor de impuls în rețelele de alimentare cu energie electrică la lovitură trăsnetului, distribuția potențialelor pe construcțiile metalice și sistemul de legare la pământ al clădirii prin metoda imitării loviturii de trăsnetului în captorul de trăsnet cu ajutorul complexului specializat de măsurare;
- a măsura valoarea câmpurilor electromagnetice în apropierea amplasării dispozitivelor de protecție contra trăsnetului prin metoda de imitare a loviturii de trăsnet în captorul de trăsnet cu ajutorul antenelor speciale;
- a verifica existența documentației necesare pentru dispozitivele de protecție contra trăsnetului.

Controlului periodic cu deschidere pe parcursul a șase ani (pentru obiectele de I-a categorie) sunt supuse toate prizele de pământ artificiale, conductoarele de coborâre și locurile de conexiune ale lor; în acest caz se verifică anual până la 20% din numărul lor total. Prizele de pământ afectate de coroziune și conductoarele de coborâre la reducerea secțiunii lor transversale cu peste 25% trebuie înlocuite cu noi.

Inspectarea în afara termenilor ale dispozitivelor de protecție contra trăsnetului trebuie efectuate după calamități și intemperii (furtună puternică, inundație, cutremur, incendiu) și a furtunilor de intensitate sporită.

Măsurările înainte de termen a rezistenței de legare la pământ a instalațiilor de protecție contra trăsnetului trebuie efectuate după executarea lucrărilor de reparație atât la dispozitivele de protecție contra trăsnetului, cât și la însăși obiectele protejate și în apropierea lor.

Rezultatele de control sunt întocmite sub formă de acte și sunt introduse în pașapoarte și registrul de evidență a stării dispozitivelor de protecție contra trăsnetului.

În baza datelor obținute se întocmește planul de reparație și lichidare a defecțiunilor instalației de protecție contra trăsnetului, depistate în timpul inspecțiilor și controlului.

Lucrările de terasament la clădirile proiectate și la construcțiile obiectelor, la instalațiile de protecție contra trăsnetului, precum și în apropierea lor se efectuează, de obicei, cu acordul organizației de exploatare, care numește persoanele responsabile, care urmăresc de integritatea și păstrarea dispozitivelor protecției contra trăsnetului.

În timpul furtunii lucrările pe dispozitivele de protecție contra trăsnetului și în apropierea lor nu se execută.

Traducerea autentică a documentului în limba rusă

Начало перевода

1 Область применения

1.1 Настоящий нормативный документ по устройству молниезащиты зданий и сооружений распространяется на все виды зданий и сооружений не зависимо от ведомственной принадлежности и формы собственности.

1.2 Настоящие нормы устанавливают необходимый комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей (сельскохозяйственных животных), предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, пожаров и разрушений, возможных при воздействиях молнии.
Настоящие нормы должны соблюдаться при разработке проектов зданий и сооружений.

1.3 Настоящие нормы не распространяются на проектирование и устройство молниезащиты железнодорожных систем, автотранспортных средств, водного и воздушного транспорта, прибрежных сооружений, подземных трубопроводов высокого давления, трубопроводов, линий электропередачи и электронных коммуникаций не связанные с защищаемым зданием, электрической части электростанций и подстанций, контактных сетей, радио- и телевизионных антенн, телеграфных, телефонных и радиотрансляционных линий, а также зданий и сооружений, эксплуатация которых связана с применением, производством или хранением пороха и взрывчатых веществ.

1.4 Настоящие нормы регламентируют мероприятия по молниезащите, выполняемые при строительстве, и не исключают использования дополнительных средств молниезащиты внутри здания и сооружения при проведении реконструкции или установке дополнительного технологического или электрического оборудования.

1.5 При разработке проектов зданий и сооружений помимо требований настоящих норм должны быть учтены требования к выполнению молниезащиты других действующих норм, правил, инструкций, государственных стандартов.

2 Нормативные ссылки

NCM E.03.02:2014	Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor
SM EN 60079-10-1:2016	Взрывоопасные среды. Часть 10-1: Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды
SM EN 60079-10-2:2016	Взрывоопасные среды. Часть 10-2: Классификация зон. Взрывоопасные пылевые среды
SM EN 62305-1:2014	Защита от молнии. Часть 1: Общие принципы
SM EN 62305-2:2014	Защита от молнии. Часть 2: Управление риском
SM EN 62305-3:2014	Защита от молнии. Часть 3: Физические повреждения конструкций и опасность для жизни
SM EN 62305-4:2014	Защита от молнии. Часть 4: Электрические и электронные системы внутри конструкций

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. При пользовании настоящих норм целесообразно проверить действие нормативных документов по Каталогу нормативных документов (НД) в строительстве, составленному по состоянию на 1 января текущего года, по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году, а также действие/обновление или отмена действия соответствующего стандарта на сайте www.estandard.md.

2. Если ссылочные нормативные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящими нормами следует руководствоваться замененными (измененными) НД. Если ссылочные НД отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В тексте настоящих норм используются соответствующие термины и определения:

Физическое повреждение (physical damage) - повреждение здания (сооружения) и его содержимого или линий коммуникаций, полученное вследствие воздействия молнии, повлекшее механическое, термическое, химическое повреждение или взрыв.

Токоотвод (down-conductor system): Часть внешней системы молниезащиты, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю.

Соединяющий проводник (bonding conductor): Проводник, соединяющий отдельные токопроводящие части с системой молниезащиты.

Отказ электрических и электронных систем (failure of electrical and electronic systems) – повреждение электрических и электронных систем вследствие электромагнитного импульса удара молнии.

Устройство защиты от перенапряжения и максимальной токовой защиты УЗП - (surge and overcurrent protection device **SPD**) устройство, предназначенное для ограничения переходных перенапряжений и отклонения сверхтоков. Содержит по крайней мере один нелинейный компонент (вентильный разрядник).

Продолжительность удара молнии T (flash duration) – время наличия тока молнии в точке поражения молнией.

Магнитный экран (magnetic shield) – закрытый, металлический, подобный сетке или сплошной щит, укрывающий защищаемое здание (сооружение) или его часть, предназначенный для сокращения количества отказов электрических и электронных систем.

Внешние токопроводящие части (external conductive parts) – открытые металлические части, входящие в защищаемое здание (сооружение) или выходящие из него, такие, как трубопровод, элементы металлического кабеля, металлический воздуховод и т.д., которые способны принять на себя и провести часть тока молнии.

Опасное событие (dangerous event) – удар молнии в защищаемое здание (сооружение) или его окрестности.

Занос высокого потенциала (induction of high potential)- перенесение в защищаемое здание или сооружение по протяженным металлическим коммуникациям (подземным и наземным (надземным) трубопроводам, кабелям и т.п.) электрических потенциалов, возникающих при прямых и близких ударах молнии и создающих опасность искрения внутри защищаемого объекта.

Электромагнитный импульс генерируемый молнией ЭИГМ (lightning-induced electromagnetic impulse **LIEI**) - электромагнитное воздействие тока молнии, вызывающее, вследствие резистивных, индуктивных и емкостных связей, скачок (нарастание) тока, напряжения и напряженности электрического, магнитного и электромагнитного полей.

Система молниезащиты СМЗ (lightning protection system **LPS**) - это комплексная система защиты от молнии, предназначенная для уменьшения физических повреждений зданий (сооружений) при ударе молнии в здание, которая классифицируется на две системы молниезащиты: внешняя и внутренняя.

Внешняя система молниезащиты ВНЕСМ (external lightning protection system **ELPS**) – часть системы молниезащиты, которая состоит из системы молниеприемников, системы токоотводов и системы заземления.

Внутренняя система молниезащиты ВНУСМ (internal lightning protection system **ILPS**) – часть системы молниезащиты, состоящая из системы уравнивания потенциалов и средств электрической изоляции внешней системы молниезащиты.

Меры защиты МЗ (protection measures **PM**): Меры, предпринимаемые по отношению к защищаемому зданию (сооружению) с целью снижения риска.

Уровень защиты от молнии УЗМ (lightning protection level – **LPL**): Число, соответствующее набору значений параметров тока молнии и характеризующее вероятность того, что взаимосвязанные максимальные и минимальные значения параметров конструкции не будут превышены при воздействии молнии.

Защищаемое здание (сооружение) (structure to be protected) – здание (сооружение), для которого необходима защита от воздействия молнии.

Средняя крутизна импульса тока (average steepness of the front of impulse current): Среднее значение изменения силы тока за период времени $\Delta t = t_2 - t_1$, характеризующее интенсивность увеличения силы тока за начальный период разряда молнии.

Молниеотвод (lightning rod **LR**)- *устройство*, воспринимающее удар молнии и отводящее ее ток в землю. В общем случае молниеотвод состоит из опоры; молниеприемника, непосредственно воспринимающего удар молнии; токоотвода, по которому ток молнии передается в землю; заземлителя, обеспечивающего растекание тока молнии в земле. В некоторых случаях функции опоры, молниеприемника и токоотвода совмещаются, например, при использовании в качестве молниеотвода металлических труб или ферм.

Защита от молнии (lightning protection **LP**): Комплексная система защиты здания (сооружения) и/или его электрических и электронных систем от воздействия молнии, которая обычно включает LPS и меры защиты от электромагнитного импульса удара молнии.

Отдельно стоящие молниеотводы - это те, опоры которых установлены на земле на некотором удалении от защищаемого объекта.

Одиночный молниеотвод - это единичная конструкция стержневого или тросового молниеотвода.

Двойной (многократный) молниеотвод - это два (или более) стержневых и тросовых молниеотвода, образующих общую зону защиты.

Заземлитель молниезащиты (the earthing socket of the lightning protection) - один или несколько проводников, находящихся в соприкосновении с землей и предназначенных для отвода в землю токов молнии или ограничения перенапряжений, возникающих на металлических корпусах, оборудовании, коммуникациях при близких разрядах молнии. Заземлители делятся на естественные и искусственные.

Риск (risk) - отношение вероятных средних ежегодных потерь людей и продукции, возникающее из-за воздействия молнии, к общему количеству людей и продукции, находящихся в защищаемом здании (сооружении).

Приемлемый риск (tolerable risk R_T) – максимальное допустимое значение риска для защищаемого здания (сооружения).

Система защиты от импульсных перенапряжений СЗИП (coordinated **SPD** system) – набор устройств защиты от импульсных перенапряжений, должным образом подобранных, согласованных и установленных, формирующих систему защиты, обеспечивающую снижение количества отказов электрических и электронных систем.

Точка поражения молнией (point of strike) – место на поверхности земли или выступающий объект (например здание, LPS, линии коммуникаций, дерево и т.п.), в которое ударяет молния.
Примечание: молния может иметь несколько точек поражения.

Заряд длительного удара Q_{long} (long stroke charge) – электрический заряд, равный интегралу от функции тока молнии по продолжительности длительного удара.

Короткий удар молнии (short stroke) – часть молнии, представляющая собой краткий импульс тока. Короткий удар продолжается в течении времени T_2 (обычно менее 2 мс), при котором значение силы тока снижается до уровня вдвое меньше пикового значения.

Длительный удар молнии (long stroke) – часть молнии, представляющая собой продолжительный импульс тока. Период времени T_{LONG} , в течении которого сила тока молнии превышает 10% пикового значения I , обычно составляющий от 2 мс до 1 с.

Многократный удар молнии (multiple strokes) – молния, состоящая в среднем из 3-4 ударов, обычно с интервалом времени между ними, приблизительно равным 50 мс. Часто многократный удар молнии представляет собой несколько десятков ударов с интервалом между ними от 10 мс до 250 мс.

Система молниеприемников (air termination system) – часть внешней LPS, в которой используют металлические элементы, такие, как пруты, арматурную сетку, токоотводы или вертикальные тросы, предназначенные для перехвата молнии.
Конструктивно молниеприемники разделяются на следующие виды:

- **стержневые** - с вертикальным расположением молниеприемника;
- **тросовые** (протяженные) - с горизонтальным расположением молниеприемника, закрепленного на двух заземленных опорах;
- **сетки** - многократные горизонтальные молниеприемники, пересекающиеся под прямым углом и укладываемые на защищаемое здание.

Внутренние системы (internal systems IS) – электрические и электронные системы, расположенные внутри здания.

Перенапряжение / перегрузка по току (overvoltage/overcurrent) - переходная волна, которая возникает как перенапряжение / перегрузка по току из-за электромагнитного импульса.

Здание (сооружение) с опасностью взрыва (structures with risk of explosion) – здание (сооружение), содержащее твердые взрывоопасные материалы, взрывчатые вещества или опасные зоны, установленные в соответствии с классификацией SM EN 60079-10-1 и SM EN 60079-10-2.

Здание (сооружение), опасное для окружающей среды (structures with risk of explosion) – здание (сооружение), воздействие молнии на которое может вызвать распространение биологических, химических и радиоактивных веществ (химическое, нефтехимическое производство, ядерная установка и т.д.).

Защищаемое здание (сооружение) (structure to be protected) – здание (сооружение), для которого необходима защита от воздействия молнии. Защищаемое здание (сооружение) может быть частью большого здания (сооружения).

Молния (thunderbolt) - электрический разряд, возникающий между облаком и землей, состоящий из одной или нескольких последовательных разрядов.

Восходящий разряд (upward flash) – электрический разряд молнии от земли к грозовым облакам, начинающийся восходящим лидером.

Нисходящий разряд (downward flash) – электрический разряд молнии от грозовых облаков к земле, начинающийся нисходящим лидером.

Удар молнии вблизи здания (сооружения) (lightning flash near a structure) – удар молнии в точку поражения, расположенную достаточно близко от защищаемого здания (сооружения), который может вызвать перенапряжение в сети.

Удар молнии в здание (lightning flash to a structure) – удар молнии в защищаемое здание (сооружение).

Вред живым существам (Injury to living beings) – увечье, смерть людей или животных, полученные от поражения электрическим током, вызванным электрическим разрядом или скачком напряжения под воздействием молнии.

Зона защиты от молнии ЗЗМ (lightning protection area LPZ) – зона, для которой установлены параметры электромагнитной среды при ударе молнии.

ПРИМЕЧАНИЕ - Границы зоны защиты от молнии не обязательно являются физическими границами (например, стены, пол и перекрытия).

4 Основные положения

4.1 Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты

Классификация объектов в соответствии с SM EN 62305-1 определяется по опасности воздействия ударов молнии для самого объекта и его окружения.

Непосредственное опасное воздействие молнии - это пожары, механические повреждения, травмы людей и животных, а также повреждения электрического и электронного оборудования.

Последствиями удара молнии могут быть взрывы и выделение опасных продуктов - радиоактивных и ядовитых химических веществ, а также бактерий и вирусов.

Удары молнии могут быть особо опасны для информационных систем, систем управления, контроля и электроснабжения. Для электронных устройств, установленных в объектах разного назначения, требуется специальная защита.

Рассматриваемые объекты могут подразделяться на обычные и специальные.

Обычные объекты - жилые и административные строения, а также здания и сооружения, высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства, сельского хозяйства.

Специальные объекты:

- объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения;
- объекты, представляющие опасность для социальной и физической окружающей среды (объекты, которые при поражении молнией могут вызвать вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы);
- прочие объекты, для которых может предусматриваться специальная молниезащита, например, строения высотой более 60 м, игровые площадки, временные сооружения, строящиеся объекты.

В таблице 4.1 даны примеры разделения объектов на четыре класса.

Таблица 4.1 - Примеры классификации объектов

Объект	Тип объекта	Последствия удара молнии
Обычный	Жилой дом	Отказ электроустановок, пожар и повреждение имущества. Обычно небольшое повреждение предметов, расположенных в месте удара молнии или задетых ее каналом
	Ферма	Первоначально - пожар и занос опасного напряжения, затем - потеря электропитания с риском гибели животных из-за отказа электронной системы управления вентиляцией, подачи корма и т. д.
	Театр; школа; универмаг; спортивное сооружение	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий
	Банк; страховая компания; коммерческий офис	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потери средств связи, сбои компьютеров с потерей данных
	Больница; детский сад; дом для престарелых	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потери средств связи, сбои компьютеров с потерей данных. Необходимость помощи тяжелобольным и неподвижным людям
	Промышленные предприятия	Дополнительные последствия, зависящие от условий производства - от незначительных повреждений до больших ущербов из-за потерь продукции
	Музеи и археологические памятники	Невосполнимая потеря культурных ценностей
Специальный, с ограниченной опасностью	Средства связи; электростанции; пожароопасные производства	Недопустимое нарушение коммунального обслуживания (телекоммуникаций). Косвенная опасность пожара для соседних объектов
Специальный, представляющий опасность для непосредственного окружения	Нефтеперерабатывающие предприятия; заправочные станции; производства петард и фейерверков	Пожары и взрывы внутри объекта и в непосредственной близости
Специальный, опасный для экологии	Химический завод; атомная электростанция; биохимические фабрики и лаборатории	Пожар и нарушение работы оборудования с вредными последствиями для окружающей среды

При строительстве и реконструкции для каждого класса объектов требуется определить необходимые уровни надежности защиты от прямых ударов молнии (ПУМ).

На практике приняты четыре уровня защит от прямых ударов молнии:

- высокий: I и II

- нормальный: III и IV.

Таким образом, для обычных объектов предложены четыре уровня надежности защиты от ПУМ, представленные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Уровни защиты от ПУМ для обычных объектов

Уровень защиты	Надежность защиты от ПУМ
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Для специальных объектов минимально допустимый уровень надежности защиты от ПУМ устанавливается в пределах 0,9-0,999 в зависимости от степени его общественной значимости и тяжести ожидаемых последствий от ПУМ.

По желанию заказчика в проект может быть заложен уровень надежности, превышающий предельно допустимый.

4.2 Параметры токов молнии

Параметры токов молнии, (смотри приложения А-Е, SM EN 62305-1) необходимы для расчета механических и термических воздействий, а также для нормирования средств защиты от электромагнитных воздействий.

Максимальные значения параметров токов молнии для различных уровней защит представлены в таблице 4.3 и используются для выбора компонентов защиты против молнии (например, сечения проводников, толщина металлических листов, выбор защитных устройств от перенапряжений и сверхтоков (УЗП), расстояний безопасности от опасного искрения) а также для определения испытательных параметров для моделирования эффектов воздействия молнии на компоненты защиты.

Минимальные значения амплитуд тока молнии для различных уровней защит используются для получения радиуса фиктивной сферы, с целью определения зоны защиты от молнии ZPT 0в, которая не может быть поражена прямым ударом молнии. Минимальные значения параметров тока молнии вместе с радиусом фиктивной сферы представлены в таблице 4.3. Эти значения используются для позиционирования молниеприемника, а также для определения зоны защиты ZPT 0в.

Таблица 4.3 – Максимальные значения параметров молнии, соответствующие уровню защиты от молнии

Первый положительный импульс			Уровень защиты от молнии			
Параметры тока	Символ	Единица измерения	I	II	III	IV
Максимальный ток	<i>I</i>	кА	200	150	100	
Заряд короткого удара	<i>Qshort</i>	С	100	75	50	
Удельная энергия	<i>W/R</i>	МДж/Ом	10	5,6	2,5	
Параметры времени	<i>T1/T2</i>	$\mu s / \mu s$	10 /350			
Последующий импульс			Уровень защиты от молнии			
Parametrii curentului	Символ	Единица измерения	I	II	III	IV
Максимальный ток	<i>I</i>	кА	50	37,5	25	
Средняя крутизна	<i>di/dt</i>	кА/ μs	200	150	100	
Параметры времени	<i>T1/T2</i>	$\mu s / \mu s$	0,25 /100			
Длительный удар			Уровень защиты от молнии			
Параметры тока	Символ	Единица измерения	I	II	III	IV
Заряд длительного удара	<i>Qlong</i>	С	200	150	100	
Параметры времени	<i>Tlong</i>	s	0,5			
Заряд			Уровень защиты от молнии			
Параметры тока	Символ	Единица измерения	I	II	III	IV
Заряд молнии	<i>Qflash</i>	С	300	225	150	

Таблица 4.4 - Минимальные значения параметров молнии и радиуса фиктивной сферы, соответствующие уровню защиты от молнии

	Критерии перехвата молнии		Уровень защиты от молнии			
	Символ	Единица измерения	I	II	III	IV
Минимальное пиковое значение тока молнии	<i>I</i>	kA	3	5	10	16
Радиус фиктивной сферы	<i>r</i>	m	20	30	45	60

Может быть определена средняя вероятность того, что параметры тока молнии меньше максимальных значений и, соответственно, больше минимальных значений, установленных для каждого уровня защиты (смотри таблицу 4.5).

Таблица 4.5 – Вероятности, соответствующие пределам параметров тока молнии

Вероятность, соответствующая параметру тока молнии	Уровень защиты от молнии			
	I	II	III	IV
Меньше максимального значения, установленного в таблице 4.3	0,99	0,98	0,97	0,97
Больше минимального значения, установленного в в таблице 4.4	0,99	0,97	0,91	0,84

Меры защиты, установленные в SM EN 62305-3 и SM EN 62305-4 эффективны, если параметры молнии находятся в диапазоне, определенном уровнем защиты от молнии, принятом для проекта. Поэтому эффективность мер защиты оценивают вероятностью, с которой параметры тока молнии находятся в этом диапазоне.

4.2.1 Классификация воздействия токов молнии

Для каждого уровня молниезащиты, должны быть определены предельно допустимые параметры тока молнии. Данные, приведенные в нормативе, относятся к нисходящим и восходящим молниям.

Соотношение полярностей разрядов молнии зависит от географического положения местности. В отсутствии местных данных принимают это соотношение равным 10% для разрядов с положительными токами и 90% для разрядов с отрицательными токами.

Механические и термические действия молнии обусловлены пиковым значением тока *I*, полным зарядом $Q_{полн}$, зарядом в импульсе $Q_{имп}$ и удельной энергией W/R . Наибольшие значения этих параметров наблюдаются при положительных разрядах.

Повреждения, вызванные индуцированными перенапряжениями, обусловлены крутизной фронта тока молнии. Крутизна оценивается в пределах 30%-ного и 90%-ного уровней от наибольшего значения тока. Наибольшее значение этого параметра наблюдается в последующих импульсах отрицательных разрядов.

4.2.2 Плотность ударов молнии в землю

Плотность ударов молнии в землю, выраженная через число поражений 1 км² земной поверхности за год, определяется по данным метеорологических наблюдений в месте размещения объекта.

Если же плотность ударов молнии в землю N_G неизвестна, ее можно рассчитать по следующей формуле, 1/(км² · год):

$$N_G = 6,7 \cdot T_d / 100, \quad (4.1)$$

где,

T_d - средняя продолжительность гроз в часах, определенная по региональным картам интенсивности грозовой деятельности.

4.2.3 Параметры токов молнии, предлагаемые для нормирования средств защиты от электромагнитных воздействий молнии

Кроме механических и термических воздействий ток молнии создает мощные импульсы электромагнитного излучения, которые могут быть причиной повреждения систем, включающих оборудование связи, управления, автоматики, вычислительные и информационные устройства и т. п. Эти сложные и дорогостоящие системы используются во многих отраслях производства и бизнеса. Их повреждение в результате удара молнии крайне нежелательно по соображениям безопасности, а также по экономическим соображениям.

Удар молнии может содержать либо единственный импульс тока, либо состоять из последовательности импульсов, разделенных промежутками времени, за которые протекает слабый сопровождающий ток. Параметры импульса тока первого компонента существенно отличаются от характеристик импульсов последующих компонентов. Таблица 4.3 содержит данные характеризующие расчетные параметры импульсов тока первого и последующих импульсов, а также длительного тока в паузах между импульсами для обычных объектов при различных уровнях защиты.

5 Определение необходимости предусмотрения системы защиты от молнии (СЗМ) для здания и выбор уровня защиты от молнии

5.1 Случаи, когда оснащение системой молниезащиты является обязательным

5.1.1 Система молниезащиты состоит из:

А. Внешней системы защиты от молнии, которая состоит из следующих взаимосвязанных между ними элементов:

- молниеприемника;
- токоотводов;
- разделительных элементов для каждого спуска;
- заземлителей;
- съемных соединительных деталей;
- соединений между заземлителями;
- эквипотенциальных соединителей;
- эквипотенциальных соединений через наконечники с антенной опорой;

В. Внутренней системы молниезащиты, которая состоит из:

- эквипотенциальных соединений;
- шин для выравнивания потенциалов;

5.1.2 Конструкцию или часть здания, для которой необходима система молниезащиты (уровня III или IV) нет необходимости оборудовать внешней системой молниезащиты, если она полностью входит в объем защиты, созданной внешней системой защиты от молнии другой конструкции (за исключением случая, когда устройство молниеприемника состоит из единственного стержневого молниеприемника).

Во всех случаях предусматривается внутренняя система защиты от молнии, для конструкций, которые входят в радиус защиты.

5.1.3 В случаях, когда только некоторые пространства одного здания требуются оборудовать молниезащитой и данные пространства не определяют принадлежность конструкции целиком к этой категории (т.е. молниезащита не требуется для всей конструкции) поступают следующим образом:

- если пространства расположены на последнем этаже конструкции, выполняется молниезащита только для данных пространств;

- если пространства находятся на партере или на промежуточных этажах многоэтажной конструкции и существует опасность что вторичные проявления молнии приведут к повреждениям, выполняется требуемая внутренняя молниезащита соответствующих пространств.

5.1.4 Для многоэтажных зданий (конструкций) с асимметричной архитектурой или сформированные из множества корпусов зданий различной высоты, молниезащита выполняется отдельно для каждого корпуса здания и соединяются между собой.

5.1.5 Предусматривается обязательная молниезащита требуемой категории для следующих категории зданий (конструкций) и установок, учитывая при этом специальные требования и других нормативных документов:

а) Здания (конструкции) которые включают помещения с одновременным нахождением множества персон или многолюдных залов, независимо от того, на котором этаже находятся эти помещения, имеющие следующую вместимость или площадь:

- театры, кинотеатры, концертные и актовые залы, культурные центры, закрытые спортзалы, цирки и т.д., с вместимостью свыше 400 мест;
- блочные корпуса больниц, санатории и т.д., с количеством свыше 75 коек;
- гостиницы, общежития, казармы с количеством свыше 400 коек;
- конструкции для образования - университеты, школы, детские сады и ясли, с более 10 классных комнат или игровых, лабораторных или мастерских;
- рестораны и магазины с общей торговой площадью свыше 1000 м², за исключением складов и дополнительных пространств для обслуживания;
- здания для пассажиров, I и II категории, в которых во время максимума трафика, в часы максимальной агломерации могут находиться свыше 300 пассажиров.

б) Здания (конструкции) которые составляют или сохраняют ценности национального значения, такие как музеи, постоянные выставки, памятники истории или архитектуры, архивы для ценных документов и т.д.

В случае исторических памятников решение устанавливается совместно со специализируемыми форумами.

с) Высокие и очень высокие здания (конструкции), определенные в соответствии с NCM E.03.02.

д) Высокие и очень высокие жилые здания, в соответствии с NCM E.03.02.

В случае, когда у этих зданий, над последним этажом имеется одноэтажная конструкция, которая занимает до 70% из построенной площади здания и состоит только из помещений для прачечных, сушильных помещений или машинных помещений лифтов, молниезащита предусматривается и на данном участке конструкции.

е) Здания (конструкции) и внешние технологические установки, которые по меньшей мере в два раза выше чем существующие здания (конструкции), выступы пространства или окружающие деревья и имеют не менее 10 м высоты (например, дымоходы, водяные башни, бункеры, башни, здания в форме башен и т.д.).

ф) Внешние технологические конструкции и установки расположенные изолированно, в зоне с N_x более 30, как например: отдельные домики, коттеджи или аналогичные здания (конструкции) расположенные изолированно, здания (конструкции) для пассажирских железных дорог.

г) Конструкции, утвержденные как имеющие значение для различных областей национальной экономики (например, здания предназначенные для производства электрической энергии, центры телекоммуникации, вычислительные центры и т.д.).

h) Внешние технологические конструкции и установки, которые соответствуют категории с высоким риском возникновения пожара, если расположены в зоне с N_x более 30 и если горючие материалы которые применяются или складываются в них, считаются основными объектами предприятия или имеющие большое значение и большую ценность.

и) Открытое хранение материалов и веществ, классифицируемые как опасные, согласно классам предусмотренных в правилах пожарной безопасности конструкций, если они расположены в зонах со значением N_x больше 30 и если считаются основными объектами предприятия или имеющие высокую ценность или особую значимость.

ж) Внешние технологические конструкции и установки, которые соответствуют категориям с очень высоким риском пожара.

к) Здания для животных, если они:

- стойла для животных крупных пород, независимо от их числа;
- стойла для крупных животных, с количеством свыше 200 голов;
- стойла для крупных животных, с количеством свыше 100 голов, размещенные в зонах с индексом N_x свыше 30;
- кормовые хранилища, размещенные в зонах со значением N_x свыше 30;

л) Спортивные арены с количеством свыше 5000 мест.

м) Мосты, расположенные изолировано, в зонах со значением индекса N_x свыше 30.

н) Мобильные подъемные и транспортные установки, на открытом воздухе (например, краны).

ПРИМЕЧАНИЕ - N_x – количество опасных событий в год.

5.2 Повреждения и типы потерь

а. Источники повреждений

Ток молнии является основным источником повреждений. В зависимости от точки поражения молнией, относительно рассматриваемого здания (сооружения), различают следующие ситуации (смотри таблицу 5.1):

S1: удар молнии в здание (сооружение);

S2: удар молнии вблизи здания (сооружения);

S3: удар молнии в линии коммуникаций здания (сооружения);

S4: удар молнии вблизи линии коммуникаций здания (сооружения).

б. Типы повреждений

Молния может вызвать повреждения в зависимости от характеристик защищаемого объекта. Одни из наиболее важных характеристик являются: тип конструкции, состав и способ использования, материалы из которых построено здание, функциональное назначение, содержимое здания, особенности его обитателей (люди и животные), наличие в здании горючих или негорючих, взрывчатых или невзрывчатых материалов, электрических и электронных систем с низким или высоким выдерживаемым напряжением; линии коммуникаций, существующие и предоставляемые меры защиты и масштаба распространения опасности: здания (сооружения) с затрудненной эвакуацией; здания (сооружения), в которых может возникнуть паника; здания (сооружения), опасные для прилегающих территорий; здания (сооружения), опасные для окружающей среды.

Для практического применения по оценки риска, полезно различать три основных типа повреждений, которые могут возникнуть в результате удара молнии. Это следующие (смотри таблицу 5.1 и 5.2):

D1: вред живым существам от поражения электрическим током;

D2: физические повреждения здания (пожар, взрыв, механическое разрушение, химические выбросы) вследствие воздействия тока молнии и искровых разрядов;

D3: отказ внутренних систем вследствие воздействия электромагнитного импульса удара молнии.

Повреждения здания (сооружения) молнией может быть ограничено частью здания (сооружения) или распространяться на всю структуру. Могут быть затронуты также, окружающие здания (сооружения) или внешняя среда (например, химические или радиоактивные выбросы).

Молния, которая влияет на инфраструктуру может нанести повреждение физическим средствам – линии или трубопроводу – используемых для предоставления услуг, а также электрической и электронной системам. Повреждения могут быть также распространены на внутренние системы, подключенные для предоставления услуг.

с. Типы потерь

Каждый тип потерь, один или в комбинации с другими, может привести к различным потерям в защищаемом здании (сооружении). Типы потерь, которые могут возникнуть, зависят от характеристик и состава защищаемого объекта.

Требуется учесть следующие типы потерь (таблица 5.1):

L1: потери, связанные с гибелью или травмированием людей;

L2: потери, связанные с полным или частичным разрушением общественных коммуникаций;

L3: потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения;

L4: экономические потери в здании (сооружении), его содержимом, линиях коммуникаций и/или при нарушении или прекращении деятельности.



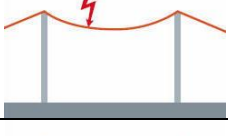

Потери типа tip L1, L2 и L3 могут быть рассмотрены как потери социального значения, потери типа L4 являются экономическими потерями.

Типы потерь, которые могут возникнуть в услуге являются следующими:

L'2: потеря социальной услуги;

L'4: экономическая потеря (услуги, деятельности).

Таблица 5.1 – Повреждения и потери в здании (сооружении) в соответствии с различными точками поражения молнией

Схематическое изображение точки удара молнии	Источник повреждения	Здание (сооружение)		Услуга, деятельность	
		Тип повреждения	Тип потерь	Тип повреждения	Тип потерь
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ² L1, L2, L3, L4 L1 ¹ , L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
	S2	D3	L1 ¹ , L2, L4		
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ² L1, L2, L3, L4 L1 ¹ , L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
	S4	D3	L1 ¹ , L2, L4	D3	L'2, L'4

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Только для зданий (сооружений) с риском возникновения взрыва и для больниц или других зданий (сооружений), в которых при ударе молнии в здание возникает угроза для людей.

2. Только для зданий (сооружений), в которых при ударе молнии в здание возникает угроза для жизни животных.

Таблица 5.2 – Компоненты риска для здания (сооружения) при различных типах и источниках повреждений

Потери Повреждения	L1 потери, связанные с гибелью или травмированием людей	L2 потери, связанные с полным или частичным разрушением общественных коммуникаций	L3 потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения	L4 экономические потери
D1 - Вред живым существам	Rs	-	-	Rs ¹
D2 - физические повреждения здания (сооружения)	Rf	Rf	Rf	Rf
D3 - отказ внутренних электрических и электронных систем	Ro ²	Ro	-	Ro

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Только для зданий где могут быть потери животных.
2. Только для зданий с риском взрыва, а также для больниц и других зданий в которых повреждения внутренних систем ставят под угрозу жизнь людей.

5.3 Риск и компоненты риска

а. Риск

Риск R является значением возможных средних потерь в год, рассчитанных с учетом количества и вероятности появления опасных событий. Для каждого типа потерь должна быть проведена оценка соответствующего риска.

Для здания (сооружения) различают следующие виды риска:

- R₁**: риск гибели и травмирования людей;
- R₂**: риск частичного или полного разрушения общественных коммуникаций;
- R₃**: риск нанесения вреда объектам культурного назначения;
- R₄**: риск экономических потерь.

Риски которые могут быть оценены для предоставления услуг следующие:

- R'₂**: риск потери социальных услуг;
- R'₄**: риск экономических потерь.

Для оценки риска R должны быть определены и вычислены соответствующие компоненты риска (в зависимости от источника и типа повреждений).

Риск R является суммой компонентов риска. При вычислении риска компоненты риска могут быть сгруппированы в зависимости от источника и типа повреждений.

б. Компоненты риска для здания (сооружения) при ударе молнии в здание (сооружение)

R_A: Компонент риска нанесения вреда живым существам в результате поражения электрическим током при ударе молнии в здание (сооружение) или скачке напряжения на расстоянии 3 м от токоотвода. Могут также возникнуть потери типа L1 и, в случае, когда в здании (сооружении) содержатся домашние животные, потери типа L4.

ПРИМЕЧАНИЕ - В зданиях (сооружениях) специального назначения люди могут быть подвергнуты опасности воздействия прямого удара молнии (например, на автостоянках или на стадионах). Эти случаи также могут быть рассмотрены с использованием принципов, установленных в настоящем нормативе.

R_B: Компонент риска физического повреждения здания (сооружения), вызванного искрением в здании (сооружении), которое может привести к пожару или взрыву и подвергнуть опасности окружающую среду. В этом случае могут возникнуть все типы потерь (L1, L2, L3 и L4).

R_C: Компонент риска отказа внутренних систем, вызванного электромагнитным импульсом при ударе молнии. Потери типа L2 и L4 могут произойти во всех случаях вместе с потерями типа L1 для здания (сооружения) с опасностью возникновения взрыва, а также больниц и других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем сразу создает опасность гибели и травмирования людей.

с. Компонент риска для здания (сооружения) при ударе молнии вблизи здания (сооружения)

R_M: Компонент риска отказа внутренних систем, вызванного электромагнитным импульсом при ударе молнии. Потери типа L2 и L4 могут произойти во всех случаях вместе с потерями типа L1 для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва, а также для больниц или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем сразу создает опасность гибели и травмирования людей.

d. Компоненты риска для здания (сооружения) при ударе молнии в линии коммуникаций здания (сооружения)

R_U: Компонент риска нанесения вреда живым существам вследствие поражения их электрическим током при перенапряжении или скачке напряжения внутри здания (сооружения). В этом случае могут произойти потери типа L1, а в сельской местности потери типа L4 с возможностью гибели и травмирования животных.

R_V: Компонент риска физического повреждения здания (сооружения) (пожар или взрыв, вызванные искрением между внешними инженерными сетями и металлическими частями, обычно в точке ввода линий коммуникаций), вызванного током молнии, наведенным через входящие линии коммуникации. В этом случае могут возникнуть все типы потерь (L1, L2, L3 и L4).

R_W: Компонент риска отказа внутренних систем, вызванного скачками напряжения во входящих линиях коммуникаций. Потери типа L2 и L4 могут произойти во всех случаях вместе с потерями типа L1 в случае зданий (сооружений) с опасностью взрыва и для больниц или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем сразу создает опасность гибели и травмирования людей.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. При проведении оценки риска должны быть учтены только линии коммуникаций, входящие в здание (сооружение).
2. Удары молнии в трубопровод или вблизи от него не рассматривают в качестве источника повреждения в связи с тем, что трубы соединены с шиной заземления. Если такое соединение отсутствует, угроза повреждения также должна быть рассмотрена.

е. Компонент риска для здания (сооружения) при ударе молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения)

R_Z: Компонент риска отказа внутренних систем, вызванный перенапряжением на линиях коммуникаций. Потери типа L2 и L4 могут произойти во всех случаях вместе с потерями типа L1 в случае зданий (сооружений) с опасностью взрыва и для больниц или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем сразу создает опасность гибели и травмирования людей.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. При расчете риска следует учитывать только линии коммуникаций здания (сооружения).
2. Удары молнии в трубопровод или вблизи от него не рассматривают в качестве источника повреждений в связи с тем, что трубы соединены с шиной заземления. Если такое соединение отсутствует, угроза повреждения также должна быть рассмотрена.

f. Компоненты риска для услуг при ударе молнии в линии коммуникации

R'v: Компонента риска ассоциируемая физическим повреждением производимых механическими и тепловыми эффектами тока молнии. Могут возникнуть потери типов L'2 и L'4;

R'w: Компонента риска ассоциируемая выходом из строя подключенного оборудования, из-за воздействия перенапряжений возникших в результате резистивного контакта. Могут возникнуть потери типов L'2 и L'4.

g. Компонента риска для сервиса при ударе молнии возле коммуникации

R'z: Компонента риска ассоциируемая с повреждением линий и подключенного оборудования из-за воздействия перенапряжений индуцируемых в линиях. Могут возникнуть потери типов L'2 и L'4.

h. Компоненты риска для сервиса при ударе молнии на здание к которому подклеены коммуникации

R'в: Компонента риска ассоциируемая физическим повреждением производимых механическими и тепловыми эффектами тока молнии протекающего по линии. Могут возникнуть потери типов L'2 и L'4;

R'с: Компонента риска ассоциируемая выходом из строя подключенного оборудования из-за воздействия перенапряжений возникших в результате резистивного контакта. Могут возникнуть потери типов L'2 и L'4.

5.4 Состав компонентов риска для здания (сооружения)

Для каждого типа потерь в здании (сооружении) должны быть рассмотрены следующие компоненты риска:

R₁: риск гибели и травмирования людей:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^{1)} + R_{M1}^{1)} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^{1)} + R_{Z1}^{1)} \quad (5.1)$$

R₂: риск частичного или полного разрушения общественных коммуникаций:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (5.2)$$

R₃: риск нанесения вреда объектам культурного назначения:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (5.3)$$

R₄: риск экономических потерь:

$$R_4 = R_{A4}^{1)} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}^{2)} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (5.4)$$

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Только для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва и для больниц, оснащенных электрооборудованием спасения больных, или других зданий (сооружений), где отказ внутренних систем создает опасность для жизни и здоровья людей.

2. Только для структур в которых могут быть гибнуть или быть травмированы животные.

Соответствие компонентов риска каждому типу потерь приведено в таблице 5.3

Таблица 5.3 – Компоненты риска, которые должны быть рассмотрены для каждого типа потерь в здании (сооружении)

Источник повреждения	Удар молнии в здание (сооружение) S1			Удар молнии вблизи здания S2	Удар молнии в линии коммуникаций здания (сооружения) S3			Удар молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения) S4
	Компонент риска							
	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Риск для каждого типа потерь								
R ₁	*	*	*1)	*1)	*	*	*1)	*1)
R ₂		*	*	*		*	*	*
R ₃		*				*		
R ₄	*2)	*	*	*	*2)	*	*	*

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Только для зданий (сооружений) с опасностью возникновения взрыва и для больниц и других зданий (сооружений), где отказ внутренних и внешних систем может привести к опасности гибели и травмирования людей.

2. Только для зданий (сооружений), при повреждении которых возникает опасность гибели и травмирования животных.

Таблица 5.4 – Факторы, влияющие на значение компонентов риска

Характеристики здания (сооружения) и внутренних систем. Меры защиты	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Область защиты	x	x	x	x	x	x	x	x
Поверхностное удельное сопротивление земли	x							
Удельное сопротивление пола					x			
Физические ограничения, изоляция, предупредительные надписи, уравнения потенциалов и соединение с заземляющей шиной	x				x			
Система защиты от молнии (LPS)	x	x	x	x ¹⁾	x ²⁾	x ²⁾		
Соединение устройств защиты от импульсных перенапряжений	x				x	x		
Изолирующие средства			x ³⁾	x ³⁾	x	x	x	x
Система устройств защиты от импульсных перенапряжений			x	x			x	x
Пространственный экран			x	x				
Экранирование внешних линий коммуникаций					x	x	x	x
Экранирование внутренних линий коммуникаций			x	x				
Меры защиты при прокладке коммуникаций			x	x				
Наличие сети соединений			x					
Меры противопожарной защиты		x				x		
Чувствительность датчиков пожарной сигнализации		x				x		
Особые виды опасности		x				x		
Выдерживаемое импульсное напряжение			x	x	x	x	x	x

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Только при наличии внешних **УЗМ** в виде сетки.
2. При наличии соединения для уравнивания потенциалов.
3. Только если они являются частью оборудования.

Характеристики сервиса, здания (сооружения) к которому он подключен и защитных мер которые могут воздействовать на компоненты риска представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Факторы, которые воздействуют на компоненты риска для сервиса

Характеристики сервиса Меры защиты	R' _v	R' _w	R' _z	R' _b	R' _c
Область защиты	x	x	x	x	x
Экранирование кабелей	x	x	x	x	x
Защитный кабель от удара молнии	x	x	x	x	x
Защитный канал для кабелей от удара молнии	x	x	x	x	x
Дополнительные экранированные проводники	x	x	x	x	x
Выдерживаемое импульсное напряжение	x	x	x	x	x
SPD	x	x	x	x	x

6 Менеджмент риска

6.1 Основная процедура

Должна быть применена следующая процедура:

- идентификация защищаемого здания (сооружения) и его характеристик;
- идентификация всех типов потерь в здании (сооружении) и соответствующего ему риска R(R₁ -R₄);
- оценка риска я для каждого типа потерь (R₁ -R₄);
- оценка потребностей в защите путем сравнения риска R₁, R₂ и R₃ для здания (сооружения) и (R'₂ для сервиса) с приемлемым риском R_t;
- оценка экономической эффективности мер защиты путем сопоставления общей суммы ущерба с применением мер защиты и без них. В этом случае для оценки ущерба должна быть выполнена оценка компонентов риска R₄ (см. приложение D, SM EN 62305-2).

6.2 Объекты оценки риска

Должны быть рассмотрены следующие объекты:

- здание (сооружение);
 - оборудование и установки в здании (сооружении);
 - части и содержимое здания (сооружения);
 - присутствие людей в здании (сооружении) или в зоне на расстоянии до 3 м от здания (сооружения);
 - окружающая среда, на которую воздействуют повреждения здания (сооружения).
- Защита не охватывает линии коммуникаций за пределами здания (сооружения).

ПРИМЕЧАНИЕ - Рассматриваемое здание (сооружение) может быть разделено на несколько зон (см. раздел 6).

6.3 Сервисы, которые учитываются для оценки риска

Сервисы, которые учитываются, включают физические средства, через которые подключены:

- здание центра телекоммуникаций и здание пользователя или два здания центров телекоммуникаций или два здания пользователей, для линий телекоммуникаций,
- здание центра телекоммуникаций или здание пользователя и распределительный узел или между двумя распределительными узлами, для линий телекоммуникаций,
- трансформаторная станция высокого напряжения и здание пользователя для линий электроснабжения,
- главная понизительная подстанция и здание пользователя для трубопроводов.

Предусмотренный сервис включает оборудование линии и оборудование оконечных устройств линий, какими, например, являются:

- мультиплексор, усилитель, оптрон, счетчики, оборудование в конце линии и др.;
- выключатели, защита от сверхтоков, счетчики и др.;
- системы управления, системы безопасности, счетчики и др.

ПРИМЕЧАНИЕ - Защита не включает оборудование пользователя или любой другой структуры подключенной в конце линии коммуникаций.

6.4 Приемлемый риск R_T

Определение значения приемлемого риска входит в юрисдикцию высшего руководства организации.

Значения приемлемого риска R_T в ситуациях, когда удар молнии может повлечь за собой гибель и травмирование людей или потери, связанные с нанесением вреда объектам социального или культурного назначения, приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Значения приемлемого риска

Типы потерь	$R_T (y^{-1})$
Потери, связанные с гибелью и травмиранием людей	10^{-5}
Потери, связанные с частичным или полным разрушением общественных коммуникаций	10^{-3}
Потери, связанные с нанесением вреда объектам культурного назначения	10^{-4}

Для экономических потерь (L_4) возможен расчет экономической эффективности, приведенный в приложении D, SM EN 62305-2. Если отсутствуют данные для подобного анализа, то может быть использовано значение приемлемого риска $R_T = 10^{-3}$.

6.5 Процедура оценки потребностей в защите от молнии

В соответствии с SM EN 62305-1 для оценки потребностей в защите от молнии следует провести анализ трех видов риска: R_1 , R_2 и R_3 .

Для каждого рассматриваемого риска должны быть предприняты следующие действия:

- идентификация компонентов R_x , составляющих риск;
- расчет идентифицированных компонентов риска R_x ;
- расчет полного риска R ;
- идентификация приемлемого риска R_T ;
- сопоставление риска R со значением приемлемого риска R_T .

Если $R \leq R_T$, то необходимость в защите от молнии отсутствует.

Если $R > R_T$, то должны быть предприняты меры снижения всех видов риска, характерных для здания (сооружения).

Процедура оценки потребностей в защите приведена на рисунке 6.1.

6.6 Процедура оценки технической и экономической эффективности защиты от молнии

Кроме потребности в защите от молнии для здания (сооружения) может быть полезно выполнить расчет экономической эффективности применения мер защиты для снижения экономических потерь L_4 .

Оценка компонентов риска R_4 позволяет пользователю провести оценку стоимости экономических потерь с применением мер защиты и без них (см. приложение D, SM EN 62305-2).

Процедура определения экономической эффективности защиты:

- идентификация компонентов R_x , составляющих риск R_4 ;
- расчет идентифицированных компонентов риска R_x в отсутствии дополнительных мер защиты;

- расчет стоимости потерь в год, вызванных опасностями, соответствующими каждому компоненту риска R_x ;
- расчет полной стоимости C_L в год при отсутствии мер защиты;
- адаптация и принятие выбранных мер защиты;
- расчет компонентов риска R_x при применении мер защиты;
- расчет стоимости косвенных потерь в год для каждого компонента риска R_x в защищаемом здании (сооружении);
- расчет полной стоимости C_{RL} остаточных потерь в год при применении мер защиты;
- расчет ежегодной стоимости C_{PM} выбранных мер защиты;

сопоставление затрат при использовании мер защиты и без них.

Если $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, то защиту от молнии можно считать экономически неэффективной.

Если $C_L > C_{RL} + C_{PM}$, то меры защиты позволяют сохранить здание (сооружение) и сэкономить денежные средства.

Схема процедуры оценки экономической эффективности защиты от молнии приведена на рисунке 6.2.

Иногда целесообразно оценить различные варианты мер защиты для выбора оптимального решения исходя из экономической эффективности.

6.7 Меры защиты от молнии

Меры защиты направлены на снижение риска и должны соответствовать типу повреждений.

Меры защиты следует считать эффективными, только если они соответствуют требованиям следующих стандартов:

- SM EN 62305-3 - для защиты от нанесения вреда живым существам и физического повреждения здания (сооружения);
- SM EN 62305-4 - для защиты от отказов внутренних систем;

Выбор адекватных мер защиты от молнии должен быть проведен при проектировании в соответствии с учетом вклада каждого компонента риска в полный риск R и технико-экономических аспектов реализации мер защиты.

Критические параметры должны быть идентифицированы для определения наиболее эффективных мероприятий по снижению риска R .

Для каждого типа потерь существуют меры защиты, которые индивидуально или в сочетании с другими мерами позволяют выполнить условие $R \leq R_T$. Принимаемое решение должно учитывать технические и экономические аспекты реализации мер защиты. Упрощенная блок-схема процедуры выбора мер защиты от молнии приведена на рисунке 6.1.

Специалисты по проектированию и установке защиты от молнии должны идентифицировать самые критические компоненты риска и снизить их, при этом необходимо учитывать экономические аспекты защиты от молнии.

Для снижения риска в соответствии с типом повреждений могут быть приняты соответствующие меры защиты.

6.7.1 Меры защиты людей от гибели и получения тяжелых травм вследствие поражения электрическим током

Возможные меры защиты включают:

- изоляцию выступающих токопроводящих частей;
- создание равнопотенциальной среды посредством соединения объектов, окружающих человека, с системой заземления;

- физические ограничения и запрещающие и предупреждающие знаки;
- уравнивание потенциалов.

Примечание 1 - Создание равнопотенциальной среды и улучшение системы заземления внутри и снаружи здания (сооружения) может уменьшить опасность для жизни людей (см. раздел 8 МЭК 62305-3).

Примечание 2 - Меры защиты обычно эффективны только в здании (сооружении), оснащённом LPS.

Примечание 3 - Использование детекторов грозы может снизить опасность для жизни людей.

6.7.2 Меры защиты для уменьшения физических повреждений здания (сооружения)

Защиту обеспечивают путем применения системы защиты от молнии (LPS), включающей:

- систему молниеприемников;
- систему токоотводов;
- систему заземления;
- систему уравнивания потенциалов;
- электрическую изоляцию (зазор) от внешней LPS.

Примечание 1 - При наличии LPS обеспечение равнопотенциальности является важной мерой для уменьшения опасности возникновения пожара и взрыва, а также угрозы для жизни. Более подробная информация приведена в МЭК 62305-3.

Примечание 2 - Для уменьшения повреждений здания и находящегося в нем имущества следует применять средства, ограничивающие развитие и распространение пожара, такие, как несгораемые шкафы, огнетушители, гидранты, сигнализацию пожарной тревоги, противопожарные установки.

Примечание 3 - Защищенные запасные выходы обеспечивают защиту персонала.

6.7.3 Меры защиты для уменьшения отказов электрических и электронных систем

Возможные меры защиты электрических и электронных систем (LPM) включают в себя:

- применение мер заземления;
- использование магнитных экранов;
- применение более безопасных способов (прокладки) линий коммуникаций;
- применение изолирующих средств;
- наличие устройств защиты от импульсных перенапряжений.

Эти меры могут применяться по отдельности или в сочетании друг с другом.

Примечание 1 - Для источника повреждений S1 защитные меры эффективны только в здании (сооружении), оснащённом LPS.

Примечание 2 - Использование детекторов грозы и соответствующего оборудования может снизить отказы электрических и электронных систем.

6.7.4 Выбор мер защиты

Все меры защиты, приведенные в 6.7.1, 6.7.2 и 6.7.3, в совокупности формируют общую систему защиты от молнии.

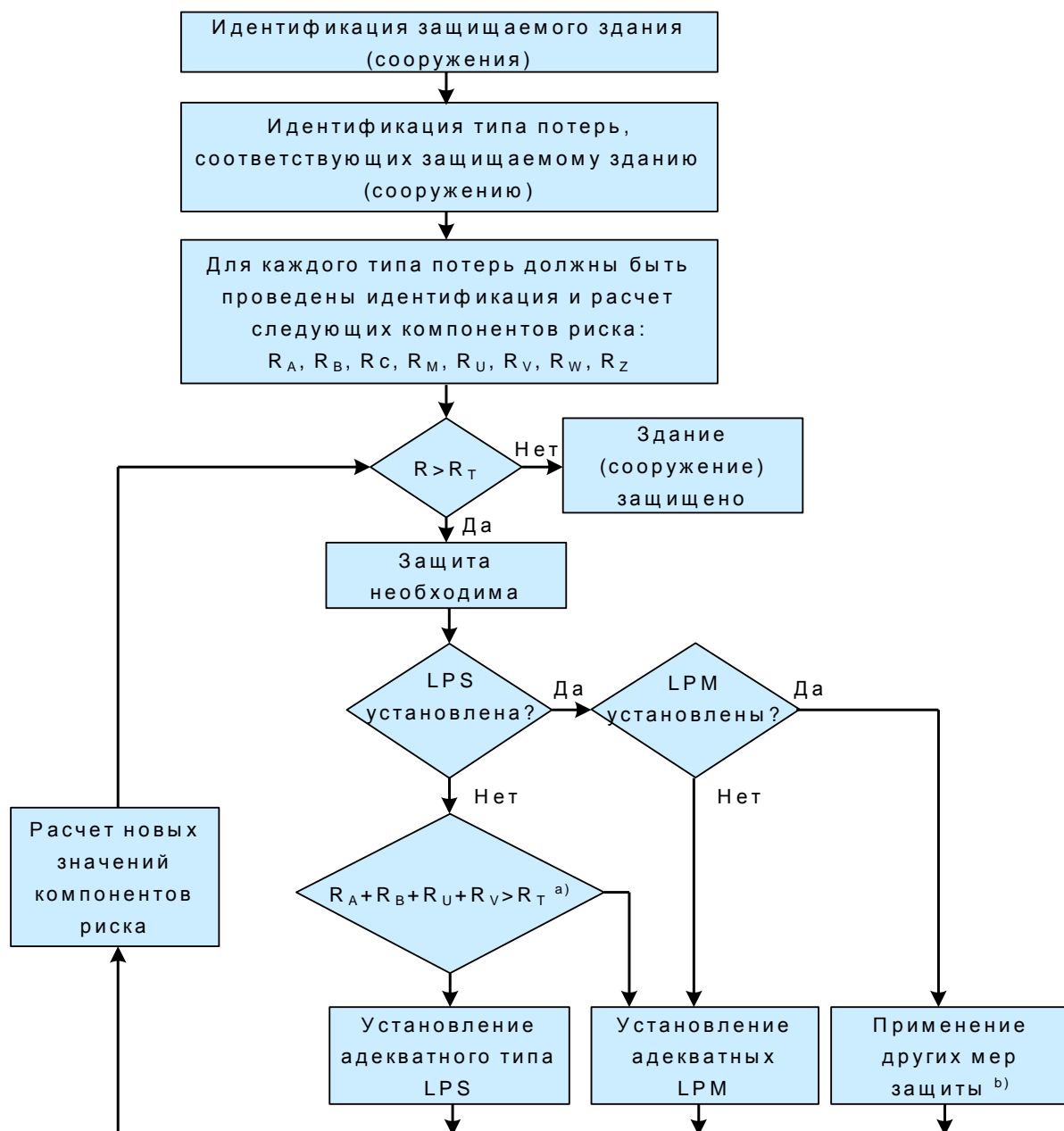


Рисунок 6.1 – Блок-схема процедуры анализа необходимости в защите от молнии здания (сооружения) и выбора необходимых мер защиты

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a) Если $R_A + R_B < R_T$, то отсутствует необходимость в полной системе LPS, можно применить устройства защиты от импульсных перенапряжений в соответствии с SM EN 62305-3.
- b) см. таблицу 5.4

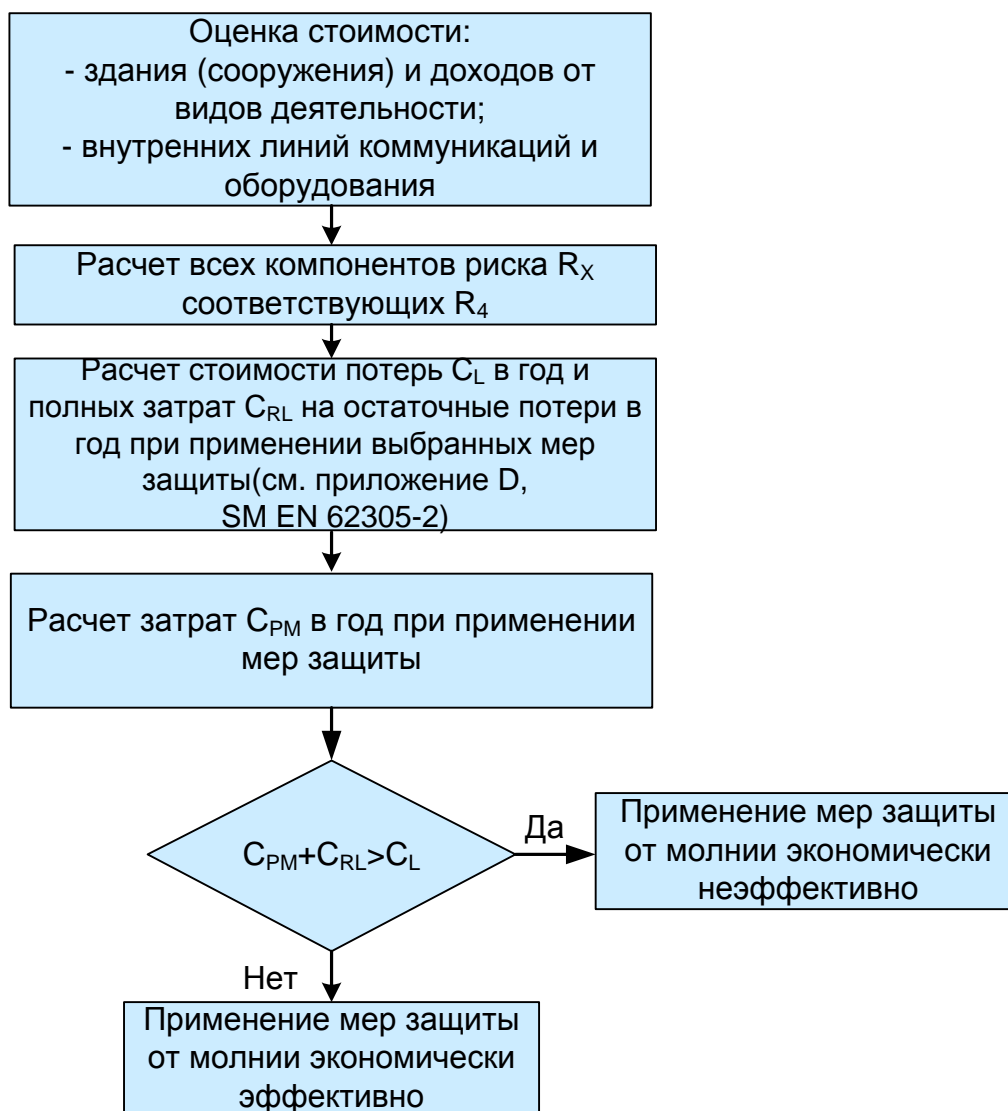


Рисунок 6.2 – Блок-схема процедуры оценки экономической эффективности мер защиты от молнии

7. Оценка компонентов риска для здания (сооружения)

7.1 Основное уравнение

Каждый компонент риска R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W и R_Z , может быть рассчитан по следующей общей формуле:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x \quad (7.1)$$

где:

N_x - количество опасных событий в год (см. приложение А, SM EN 62305-2);
 P_x – вероятность повреждения здания (см. приложение В, SM EN 62305-2);
 L_x – косвенные потери (см. приложение С, SM EN 62305-2).

Количество опасных событий N_x зависит от плотности ударов молнии в землю N_G и физических характеристик защищаемого здания (сооружения), его окрестностей, линий коммуникаций и свойств грунта.

Вероятность повреждения P_x зависит от характеристик защищаемого здания (сооружения) и применяемых мер защиты.

Косвенные потери L_x зависят от назначения здания (сооружения), присутствия в нем персонала, типа предоставляемых общественных услуг, возможной стоимости поврежденных товаров и применяемых мер защиты.

7.2 Оценка компонентов риска при ударе молнии в здание (сооружение) (S1)

Для оценки компонентов риска при ударе молнии в здание (сооружение) применяют следующие соотношения:

- компонент риска нанесения вреда живым существам вследствие поражения электрическим током (D1):

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

- компонент риска физического повреждения здания (сооружения) (D2):

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (7.3)$$

- компонент риска отказа внутренних систем (D3):

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (7.4)$$

Информация о параметрах, используемых для расчета этих компонентов риска, приведена в таблице 7.1.

7.3 Оценка компонента риска при ударе молнии вблизи здания (сооружения) (S2)

Для оценки компонента риска отказа внутренних систем (D3) при ударе молнии вблизи здания (сооружения) применяют следующую формулу:

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (7.5)$$

Информация о параметрах, используемых для расчета этого компонента риска, приведена в таблице 5.7.

7.4 Оценка компонентов риска при ударе молнии в линии коммуникаций здания (сооружения) (S3)

Для оценки компонентов риска при ударе молнии в линии коммуникаций применяют следующие соотношения:

- компонент риска нанесения вреда живым существам вследствие поражения электрическим током (D1):

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U \quad (7.6)$$

- компонент риска физического повреждения здания (сооружения) (D2):

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V \quad (7.7)$$

- компонент риска отказа внутренних систем D3):

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W \quad (7.8)$$

Информация о параметрах, используемых для расчета этих компонентов риска, приведена в таблице 7.1.

Если линии коммуникаций состоят из нескольких участков, то значения R_u , R_v и R_w для такой линии коммуникаций равны сумме значений R_u , R_v и R_w , относящихся к участкам линий коммуникаций. Рассматриваемые участки расположены между зданием (сооружением) и первой точкой разветвления.

В случае если к зданию (сооружению) подходит несколько линий коммуникаций с различными маршрутами, для каждой подобной линии должен быть выполнен самостоятельный расчет.

7.5 Оценка компонента риска при ударе молнии вблизи линии коммуникаций здания (сооружения) (S4)

Для оценки компонента риска отказа внутренних систем (D3) при ударе молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения) применяют следующую формулу:

- составляющая ассоциируемая повреждения внутренних систем (D3):

$$R_z = (N_I - N_L) \times P_z \times L \quad (7.9)$$

Информация о параметрах оценки этого компонента риска приведена в таблице 7.1.

Если у линии коммуникации существуют несколько участков, то значение R_z представляет собой сумму компонентов R_z , относящихся к каждому участку линии коммуникаций. Рассматриваемые участки расположены между зданием (сооружением) и первой точкой разветвления.

В случае если у здания (сооружения) существует несколько линий коммуникаций с различной трассировкой, расчет должен быть выполнен для каждой подобной линии отдельно.

Если $(N_I - N_L) < 0$, тогда предполагается что $(N_I - N_L) = 0$.

Таблица 7.1 – Информация о параметрах, используемых для расчета компонентов риска здания (сооружения)

Обозначение	Наименование точки поражения	Значение согласно
Среднее количество опасных событий, вызванных ударом молнии		
N_D	- здание (сооружение)	A.2, SM EN 62305-2
N_M	- вблизи здания (сооружения)	A.3, SM EN 62305-2
N_L	- линии коммуникации 1, входящие в здание (сооружение)	A.4, SM EN 62305-2
N_I	- вблизи линий коммуникаций здания (сооружения)	A.5, SM EN 62305-2
N_{DJ}	- соседнее здание (сооружение)	A.2, SM EN 62305-2
Вероятность того, что удар молнии в здание (сооружение) вызовет:		
P_A	- нанесение вреда живым существам вследствие поражения электрическим током	B.2, SM EN 62305-2
P_B	- физическое повреждение здания (сооружения)	B.3, SM EN 62305-2
P_C	- отказ внутренних систем	B.4, SM EN 62305-2
Вероятность того, что удар молнии вблизи здания (сооружения) вызовет:		
P_M	- отказ внутренних систем	B.5, SM EN 62305-2
Вероятность того, что удар молнии в линии коммуникаций вызовет:		
P_U	- нанесение вреда живым существам вследствие поражения электрическим током	B.6, SM EN 62305-2
P_V	- физическое повреждение линий коммуникаций здания (сооружения)	B.7, SM EN 62305-2
P_W	- отказ внутренних систем	B.8, SM EN 62305-2

Вероятность того, что удар молнии вблизи линий коммуникаций вызовет:		
Pz	- отказ внутренних систем	B.9, SM EN 62305-2
Потери		
$L_A = L_U = r_a \times L_t$	- нанесение вреда живым существам вследствие поражения электрическим током	C.3, SM EN 62305-2
$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f$	- физическое повреждение здания (сооружения)	C.3, C.4, C.5, C.6, SM EN 62305-2
$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O$	- отказ внутренних систем	C.3, C.4, C.6, SM EN 62305-2
ПРИМЕЧАНИЕ - Значения потерь L_t, L_f, L_o ; коэффициентов r_p, r_a, r_u, r_f уменьшения потерь и коэффициента увеличения потерь h_z указаны в приложении C, SM EN 62305-2.		

7.6 Суммарный риск для здания (сооружения)

Компоненты риска для здания (сооружения) в соответствии с различными типами и источниками повреждений приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Компоненты риска для здания (сооружения) при различных типах и источниках повреждений

Тип повреждения	Источник повреждения				Суммарный риск в зависимости от типа повреждения
	S1 Удар молнии в здание (сооружение)	S2 Удар молнии вблизи здания (сооружения)	S3 Удар молнии в линии коммуникации	S4 Удар молнии вблизи линии коммуникации	
D1 Вред живым существам вследствие поражения электрическим током	$R_A = N_{Dx} P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{Dj}) \times P_U \times L_U$		$R_S = R_A + R_U$
D2 Физическое повреждение здания (сооружения)	$R_B = N_{Dx} P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{Dj}) \times P_V \times L_V$		$R_F = R_B + R_V$
D3 Отказ электрических и электронных систем	$R_C = N_{Dx} P_C \times L_C$	$R_M = N_m \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{Dj}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_i \times P_z \times L_z$	$R_O = R_C + R_M + R_W + R_Z$
Суммарный риск в зависимости от источника повреждения	$R_D = R_A + R_B + R_C$	$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$			

Если здание (сооружение) разделяют на зоны Z_s , необходимо рассчитать каждый компонент риска для каждой зоны Z_s .

Полный риск R здания (сооружения) равен сумме компонентов риска, соответствующих зонам Z_s , выделенным в здании (сооружении).

7.7 Деление здания (сооружения) на зоны Z_s

Для оценки каждого компонента риска здание (сооружение) может быть разделено на зоны Z_s с однородными характеристиками. Однако здание (сооружение) может быть единой зоной или его можно рассматривать как единую зону.

Зоны Zs главным образом определяют на основе:

- типа грунта или пола (компоненты риска R_A и R_U);
- наличия огнеупорных перегородок (компоненты риска R_B и R_V);
- наличия пространственных экранов (компоненты риска R_C и R_M).

Далее при определении зоны могут быть учтены следующие особенности:

- расположение внутренних систем (компоненты риска P_C и P_M);
- существующие или планируемые меры защиты (все компоненты риска);
- значение потерь L_x (все компоненты риска).

Деление здания (сооружения) на зоны Zs должно учитывать возможность применения наиболее подходящих мер защиты от молнии.

ПРИМЕЧАНИЕ - Зонами, согласно настоящему стандарту, могут быть LPZ, соответствующие EN 62305-4, но они могут и отличаться от зон защиты от молнии.

7.8 Оценка компонентов риска в здании (сооружении) с зонами Zs

7.8.1 Общие принципы

Правила оценки компонентов риска зависят от типов риска.

Риски типов R₁, R₂ и R₃

Для оценки компонентов риска и выбора соответствующих параметров применяют следующие правила:

- параметры, связанные с количеством опасных событий N, должны быть оценены в соответствии с приложением A, SM EN 62305-2;
- параметры, относящиеся к вероятности повреждения P, должны быть оценены в соответствии с приложением B, SM EN 62305-2.

Кроме того:

- для расчета компонентов R_A, R_B, R_U, R_V, R_W и R_Z должно быть использовано только одно значение каждого используемого параметра. Если для применения подходит несколько значений, то должно быть выбрано наибольшее значение;
- для компонентов R_C и R_M, если в зону входит несколько систем, значения P_C и P_M рассчитывают по следующим формулам:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}), \quad (7.10)$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}), \quad (7.11)$$

где,

P_{Ci} и P_{Mi} – параметры, относящиеся к i-й внутренней системе (i=1, 2, 3....).

- параметры, относящиеся к потерям L, определяют в соответствии с приложением C, SM EN 62305-2.

Типичные средние значения которые получены из приложения C, SM EN 62305-2 могут быть суммированы для зоны, в соответствии с назначением здания.

Должны быть сделаны исключения для P_C и P_M. Если для зоны приемлемо несколько значений параметра, следует принять значение, приводящее к наибольшему значению риска.

7.8.2 Здание (сооружение) с единственной зоной защиты от молнии

В этом случае все здание (сооружение) относят к одной зоне Zs. Риск R является суммой компонентов риска R_x для здания (сооружения).

Отнесение здания (сооружения) к единственной зоне может привести к дорогостоящим мерам защиты, поскольку каждая мера должна охватывать все здание (сооружение).

7.8.3 Здание (сооружение) с несколькими зонами защиты от молнии

В этом случае в здании (сооружении) выделено несколько зон Zs. Риск для здания (сооружения) в целом равен сумме рисков, относящихся к отдельным зонам здания (сооружения). Риск для конкретной зоны равен сумме всех компонентов риска зоны.

Деление здания (сооружения) на зоны позволяет проектировщику при оценке компонентов риска учесть особые характеристики каждой части здания (сооружения), выбрать наиболее подходящие меры защиты, учитывающие особенности зоны, снижая тем самым общую стоимость мер защиты от молнии.

7.8.4 Анализ экономической эффективности мер защиты от экономических потерь, (L4)

Независимо от потребности в определении мер защиты для снижения риска R_1 , R_2 и R_3 , полезно оценить экономическую целесообразность применения мер защиты для снижения риска R_4 , связанного с экономическими потерями.

Объекты, для которых выполняют оценку риска R_4 , могут быть следующими:

- здание (сооружение) в целом;
- часть здания (сооружения);
- внутренние инженерные сети;
- часть внутренних инженерных сетей;
- часть оборудования;
- содержимое здания (сооружения).

Стоимость потерь, мер защиты и возможную экономию оценивают в соответствии с приложением D, SM EN 62305-2. Если конкретные данные недоступны, то можно использовать в качестве приемлемого риска значение $R_t = 10^{-3}$.

8 Защита от прямых ударов молнии

8.1 Комплекс средств защиты от ударов молнии

Комплекс средств молниезащиты зданий или сооружений включает в себя устройства защиты от прямых ударов молнии (внешняя система молниезащиты - ВНЕСМ) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя система молниезащиты - ВНЕСМ). В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства. В общем случае часть токов молнии протекает по элементам внутренней молниезащиты.

Внешняя система молниезащиты ВНЕСМ может быть изолирована от сооружения (отдельно стоящие молниеотводы - стержневые или тросовые, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов) или может быть установлена на защищаемом сооружении и даже быть его частью.

Внутренние устройства молниезащиты предназначены для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрений внутри защищаемого объекта. Токи молнии, попадающие в молниеприемники, отводятся в заземлитель через систему токоотводов (спусков) и растекаются в земле.

8.2 Внешняя система молниезащиты (ВНЕСМ)

Внешняя система молниезащиты ВНЕСМ в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей. В случае специального изготовления их материал и сечения должны удовлетворять требованиям таблица 8.1.

Требования к внешней системе молниезащиты даются в SM EN 62305-3.

Таблица 8.1 - Материал и минимальные сечения элементов ВНЕСМ

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм ²		
		молниеприемника	токоотвода	заземлителя
I-IV	Сталь	50	50	80
I-IV	Алюминий	70	25	Не применяется
I-IV	Медь	35	16	50

ПРИМЕЧАНИЕ - Указанные значения могут быть увеличены в зависимости от повышенной коррозии или механических воздействий.

8.2.1 Молниеприемники

8.2.1.1 Общие соображения

Молниеприемники могут быть специально установленными, в том числе на объекте, либо их функции выполняют конструктивные элементы защищаемого объекта; в последнем случае они называются естественными молниеприемниками.

Молниеприемники могут состоять из произвольной комбинации следующих элементов: стержней, натянутых проводов (тросов), сетчатых проводников (сеток).

8.2.1.2 Естественные молниеприемники

Следующие конструктивные элементы зданий и сооружений могут рассматриваться как естественные молниеприемники:

- а) металлические кровли защищаемых объектов при условии, что:
- электрическая непрерывность между разными частями обеспечена на долгий срок;
 - толщина металла кровли составляет не менее величины t , приведенной в таблице 8.2, если необходимо предохранить кровлю от повреждения или прожога;
 - толщина металла кровли составляет не менее 0,5 мм, если ее необязательно защищать от повреждений и нет опасности воспламенения находящихся под кровлей горючих материалов;
 - кровля не имеет изоляционного покрытия. При этом небольшой слой антикоррозионной краски или слой 0,5 мм асфальтового покрытия, или слой 1 мм пластикового покрытия не считается изоляцией;
 - неметаллические покрытия на или под металлической кровлей не выходят за пределы защищаемого объекта;
- б) металлические конструкции крыши (фермы, соединенная между собой стальная арматура);
- в) металлические элементы типа водосточных труб, украшений, ограждений по краю крыши и т. п., если их сечение не меньше значений, предписанных для обычных молниеприемников;
- г) технологические металлические трубы и резервуары, если они выполнены из металла толщиной не менее 2,5 мм и проплавление или прожог этого металла не приведет к опасным или недопустимым последствиям;
- е) металлические трубы и резервуары, если они выполнены из металла толщиной не менее значения t , приведенного в таблице 8.2, и если повышение температуры с внутренней стороны объекта в точке удара молнии не представляет опасности.

Таблица 8.2 - Толщина кровли, трубы или корпуса резервуара, выполняющих функции естественного молниеприемника

Уровень защиты	Материал	Толщина t , мм, не менее
I-IV	Железо	4
I-IV	Медь	5
I-IV	Алюминий	7

8.2.2 Токоотводы

8.2.2.1 Общие соображения

В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы между точкой поражения и землей:

- а) ток растекался по нескольким параллельным путям;
- б) длина этих путей была ограничена до минимума.

8.2.2.2 Расположение токоотводов в устройствах молниезащиты, изолированных от защищаемого объекта

Если молниеприемник состоит из стержней, установленных на отдельно стоящих опорах (или одной опоре), на каждую опору должен быть предусмотрен минимум один токоотвод.

Если молниеприемник состоит из отдельно стоящих горизонтальных проводов (тросов) или из одного провода (троса), на каждый конец троса требуется минимум по одному токоотводу.

Если молниеприемник представляет собой сетчатую конструкцию, подвешенную над защищаемым объектом, на каждую ее опору требуется не менее одного токоотвода. Общее количество токоотводов должно быть не менее двух.

8.2.2.3 Расположение токоотводов при неизолированных устройствах молниезащиты

Токоотводы располагаются по периметру защищаемого объекта таким образом, чтобы среднее расстояние между ними было не меньше значений, приведенных в таблице 8.3.

Токоотводы соединяются горизонтальными поясами вблизи поверхности земли и через каждые 20 м по высоте здания.

Таблица 8.3 - Средние расстояния между токоотводами в зависимости от уровня защищенности

Уровень защиты	Среднее расстояние, м
I	10
II	15
III	20
IV	25

8.2.2.4 Указания по размещению токоотводов

Желательно, чтобы токоотводы равномерно располагались по периметру защищаемого объекта. По возможности они прокладываются вблизи углов зданий.

Не изолированные от защищаемого объекта токоотводы прокладываются следующим образом:

- если стена выполнена из негорючего материала, токоотводы могут быть закреплены на поверхности стены или проходить в стене;

- если стена выполнена из горючего материала, токоотводы могут быть закреплены непосредственно на поверхности стены, так чтобы повышение температуры при протекании тока молнии не представляло опасности для материала стены;

- если стена выполнена из горючего материала и повышение температуры токоотводов представляет для него опасность, токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы расстояние между ними и защищаемым объектом всегда превышало 0,1 м. Металлические скобы для крепления токоотводов могут быть в контакте со стеной.

Не следует прокладывать токоотводы в водосточных трубах. Рекомендуется размещать токоотводы на максимально возможных расстояниях от дверей и окон.

Токоотводы прокладываются по прямым и вертикальным линиям, так чтобы путь до земли был по возможности кратчайшим. Не рекомендуется прокладка токоотводов в виде петель.

8.2.2.5 Естественные элементы токоотводов

Следующие конструктивные элементы зданий могут считаться естественными токоотводами:

а) металлические конструкции при условии, что:

- электрическая непрерывность между разными элементами является долговечной и соответствует требованиям п. 8.2.4.2;

- они имеют не меньшие размеры, чем требуются для специально предусмотренных токоотводов. Металлические конструкции могут иметь изоляционное покрытие;

b) металлический каркас здания или сооружения;

c) соединенная между собой стальная арматура здания или сооружения;

d) части фасада, профилированные элементы и опорные металлические конструкции фасада при условии, что их размеры соответствуют указаниям, относящимся к токоотводам, а их толщина составляет не менее 0,5 мм.

Металлическая арматура железобетонных строений считается обеспечивающей электрическую непрерывность, если она удовлетворяет следующим условиям:

- примерно 50% соединений вертикальных и горизонтальных стержней выполнены сваркой или имеют жесткую связь (болтовое крепление, вязка проволокой);

- электрическая непрерывность обеспечена между стальной арматурой различных заранее заготовленных бетонных блоков и арматурой бетонных блоков, подготовленных на месте.

В прокладке горизонтальных поясов нет необходимости, если металлические каркасы здания или стальная арматура железобетона используются как токоотводы.

8.2.3 Заземлители

8.2.3.1 Общие соображения

Во всех случаях, за исключением использования отдельно стоящего молниеотвода, заземлитель молниезащиты следует совместить с заземлителями электроустановок и средств связи.

Если эти заземлители должны быть разделены по каким-либо технологическим соображениям, их следует объединить в общую систему с помощью системы уравнивания потенциалов.

8.2.3.2 Специально прокладываемые заземляющие электроды

Целесообразно использовать следующие типы заземлителей: один или несколько контуров, вертикальные (или наклонные) электроды, радиально расходящиеся электроды или заземляющий контур, уложенный на дне котлована, заземляющие сетки.

Сильно заглубленные заземлители оказываются эффективными, если удельное сопротивление грунта уменьшается с глубиной и на большой глубине оказывается существенно меньше, чем на уровне обычного расположения.

Заземлитель в виде наружного контура предпочтительно прокладывать на глубине не менее 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 1 м от стен. Заземляющие электроды должны располагаться на глубине не менее 0,5 м за пределами защищаемого объекта и быть как можно более равномерно распределенными; при этом надо стремиться свести к минимуму их взаимное экранирование.

Глубина закладки и тип заземляющих электродов выбираются из условия обеспечения минимальной коррозии, а также возможно меньшей сезонной вариации сопротивления заземления в результате высыхания и промерзания грунта.

8.2.3.3 Естественные заземляющие электроды

В качестве заземляющих электродов может использоваться соединенная между собой арматура железобетона или иные подземные металлические конструкции, отвечающие требованиям п. 8.2.2.5. Если арматура железобетона используется как заземляющие электроды, повышенные требования предъявляются к местам ее соединений, чтобы исключить

механическое разрушение бетона. Если используется преднапряженный бетон, следует учесть возможные последствия протекания тока молнии, который может вызвать недопустимые механические нагрузки.

8.2.4 Крепление и соединения элементов внешней системы защиты от молнии

8.2.4.1 Крепление

Молниеприемники и токоотводы жестко закрепляются, так чтобы исключить любой разрыв или ослабление крепления проводников под действием электродинамических сил или случайных механических воздействий (например, от порыва ветра или падения снежного пласта).

8.2.4.2 Соединения

Количество соединений проводника сводится к минимальному. Соединения выполняются сваркой, пайкой, допускается также вставка в зажимной наконечник или болтовое крепление.

8.3 Выбор молниеотводов

8.3.1 Общие соображения

Выбор типа и высоты молниеотводов производится исходя из значений требуемой надежности $P_з$. Объект считается защищенным, если совокупность всех его молниеотводов обеспечивает надежность защиты не менее $P_з$.

Во всех случаях система защиты от прямых ударов молнии выбирается так, чтобы максимально использовались естественные молниеотводы, а если обеспечиваемая ими защищенность недостаточна - в комбинации со специально установленными молниеотводами.

В общем случае выбор молниеотводов должен производиться при помощи соответствующих компьютерных программ, способных вычислять зоны защиты или вероятность прорыва молнии в объект (группу объектов) любой конфигурации при произвольном расположении практически любого числа молниеотводов различных типов.

При прочих равных условиях высоту молниеотводов можно снизить, если вместо стержневых конструкций применять тросовые, особенно при их подвеске по внешнему периметру объекта.

Если защита объекта обеспечивается простейшими молниеотводами (одиночным стержневым, одиночным тросовым, двойным стержневым, двойным тросовым, замкнутым тросовым), размеры молниеотводов можно определять, пользуясь заданными в настоящем нормативе зонами защиты.

В случае проектирования молниезащиты для обычного объекта, возможно определение зон защиты по защитному углу или методом катящейся сферы согласно стандарту Международной электротехнической комиссии SM EN 62305-3 при условии, что расчетные требования Международной электротехнической комиссии оказываются более жесткими, чем требования настоящей Инструкции.

8.3.2 Типовые зоны защиты стержневых и тросовых молниеотводов

8.3.2.1 Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Стандартной зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода (рисунок 8.1). Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0 .

Приведенные ниже расчетные формулы (таблица 8.4) пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При более высоких молниеотводах следует пользоваться специальной методикой расчета.

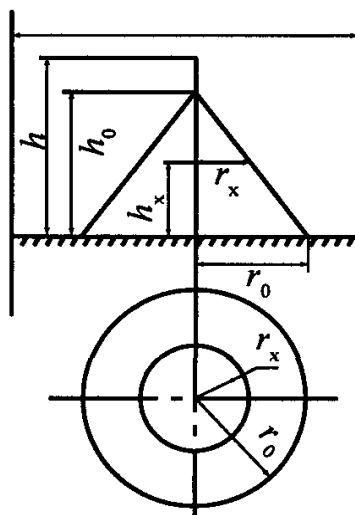


Рисунок 8.1 - Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Для зоны защиты требуемой надежности (рисунок 5.1) радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x определяется по формуле:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} \tag{8.1}$$

Таблица 8.4 - Расчет зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Надежность защиты P_3	Высота молниеотвода h , м	Высота конуса h_0 , м	Радиус конуса r_0 , м
0,9	От 0 до 100	$0,85h$	$1,2h$
	От 100 до 150	$0,85h$	$[1,2 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$
0,99	От 0 до 30	$0,8h$	$0,8h$
	От 30 до 100	$0,8h$	$[0,8 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$[0,8 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$0,7h$
0,999	От 0 до 30	$0,7h$	$0,6h$
	От 30 до 100	$[0,7 - 7,14 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$	$[0,6 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$[0,65 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$[0,5 - 2 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$

8.3.2.2 Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $h_0 < h$ и основанием на уровне земли $2r_0$ (рисунок 8.2).

Приведенные ниже расчетные формулы (таблица 8.5) пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При большей высоте следует пользоваться специальным программным обеспечением. Здесь и далее под h понимается минимальная высота троса над уровнем земли (с учетом провеса).

Полуширина r_x зоны защиты требуемой надежности (рисунок 8.2) на высоте h_x от поверхности земли определяется выражением:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} \tag{8.2}$$

При необходимости расширить защищаемый объем к торцам зоны защиты собственно тросового молниеотвода могут добавляться зоны защиты несущих опор, которые рассчитываются по формулам одиночных стержневых молниеотводов, представленным в таблице 8.4. В случае больших провесов тросов, например, у воздушных линий электропередачи, рекомендуется рассчитывать обеспечиваемую вероятность прорыва молнии программными методами, поскольку построение зон защиты по минимальной высоте троса в пролете может привести к неоправданным затратам.

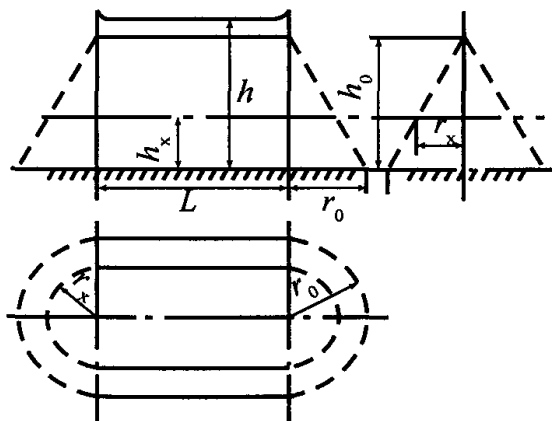


Рисунок 8.2 - Зона защиты одиночного тросового молниеотвода:
L - расстояние между точками подвеса тросов

Таблица 8.5 - Расчет зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Надежность защиты $P_з$	Высота молниеотвода h , м	Высота конуса h_0 , м	Радиус конуса r_0 , м
0,9	От 0 до 150	$0,87h$	$1,5h$
0,99	От 0 до 30	$0,8h$	$0,95h$
	От 30 до 100	$0,8h$	$[0,95-7,14 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$0,8h$	$[0,9 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$
0,999	От 0 до 30	$0,75h$	$0,7h$
	От 30 до 100	$[0,75-4,28 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$	$[0,7-1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$[0,72 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$[0,6 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$

8.3.2.3 Зоны защиты двойного стержневого молниеотвода

Молниеотвод считается двойным, когда расстояние между стержневыми молниеприемниками L не превышает предельной величины L_{max} . В противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные.

Конфигурация вертикальных и горизонтальных сечений стандартных зон защиты двойного стержневого молниеотвода (высотой h и расстоянием L между молниеотводами) представлена на рисунке 8.3. Построение внешних областей зон двойного молниеотвода (полуконусов с габаритами h_0 , r_0) производится по формулам таблице 8.4 для одиночных стержневых молниеотводов. Размеры внутренних областей определяются параметрами h_0 и h_c , первый из которых задает максимальную высоту зоны непосредственно у молниеотводов, а второй - минимальную высоту зоны посередине между молниеотводами. При расстоянии между молниеотводами $L \leq L_c$ граница зоны не имеет провеса ($h_c = h_0$). Для расстояний $L_c \leq L \leq L_{max}$ высота h_c определяется по выражению:

$$h_c = \frac{L_{max} - L}{L_{max} - L_c} h_0. \quad (8.3)$$

Входящие в него предельные расстояния L_{\max} и L_c вычисляются по эмпирическим формулам таблицы 8.6, пригодным для молниеотводов высотой до 150 м. При большей высоте молниеотводов следует пользоваться специальным программным обеспечением.

Размеры горизонтальных сечений зоны вычисляются по следующим формулам, общим для всех уровней надежности защиты:

- максимальная полуширина зоны r_x в горизонтальном сечении на высоте h_x :

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0}; \quad (8.4)$$

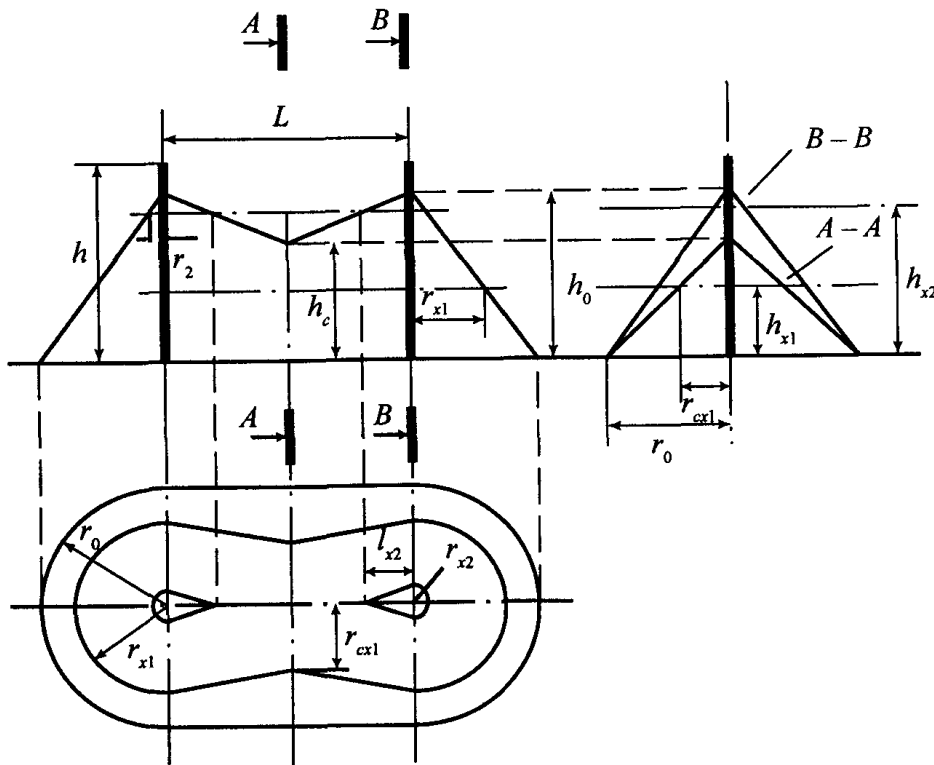


Рисунок 8.3 - Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

длина горизонтального сечения L_x на высоте $h_x \geq h_c$:

$$l_x = \frac{L(h_0 - h_x)}{2(h_0 - h_c)}, \quad (8.5)$$

причем при $h_x < h_c$ $L_x = L/2$;

ширина горизонтального сечения в центре между молниеотводами $2r_{cx}$ на высоте $h_x \leq h_c$:

$$r_{cx} = \frac{r_0(h_c - h_x)}{h_c}. \quad (8.6)$$

Таблица 8.6 - Расчет параметров зоны защиты двойного стержневого молниеотвода

Надежность защиты P_3	Высота молниеотвода h , м	L_{max} , м	L_0 , м
0,9	От 0 до 30	$5,75h$	$2,5h$
	От 30 до 100	$[5,75-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$2,5h$
	От 100 до 150	$5,5h$	$2,5h$
0,99	От 0 до 30	$4,75h$	$2,25h$
	От 30 до 100	$[4,75-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$[2,25-0,01007(h-30)]h$
	От 100 до 150	$4,5h$	$1,5h$
0,999	От 0 до 30	$4,25h$	$2,25h$
	От 30 до 100	$[4,25-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$[2,25-0,01007(h-30)]h$
	От 100 до 150	$4,0h$	$1,5h$

8.3.2.4 Зоны защиты двойного тросового молниеотвода

Молниеотвод считается двойным, когда расстояние между тросами L не превышает предельной величины L_{max} . В противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные.

Конфигурация вертикальных и горизонтальных сечений стандартных зон защиты двойного тросового молниеотвода (высотой h и расстоянием между тросами L) представлена на рисунке 8.4.

Построение внешних областей зон (двух односкатных поверхностей с габаритами h_0 , r_0) производится по формулам таблицы 8.5 для одиночных тросовых молниеотводов.

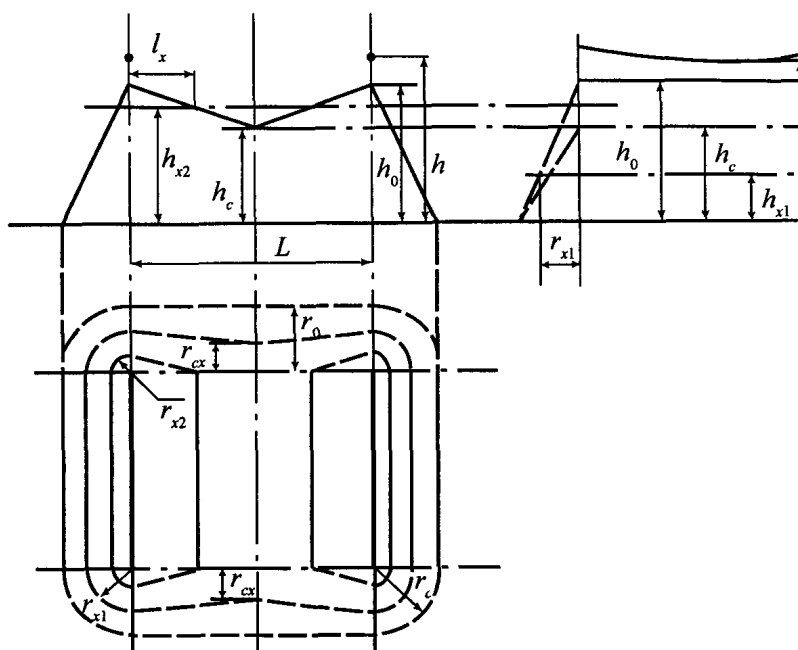


Рисунок 8.4 - Зона защиты двойного тросового молниеотвода

Размеры внутренних областей определяются параметрами h_0 и h_c , первый из которых задает максимальную высоту зоны непосредственно у тросов, а второй - минимальную высоту зоны посередине между тросами. При расстоянии между тросами $L \leq L_c$ граница зоны не имеет провеса ($h_c = h_0$). Для расстояний $L_c \leq L \leq L_{max}$ высота h_c определяется по выражению:

$$h_c = \frac{L_{max} - L}{L_{max} - L_c} h_0. \tag{8.7}$$

Входящие в него предельные расстояния L_{max} и L_c вычисляются по эмпирическим формулам таблицы 8.7, пригодным для тросов с высотой подвеса до 150 м. При большей высоте молниеотводов следует пользоваться специальным программным обеспечением.
 Длина горизонтального сечения зоны защиты на высоте h_x определяется по формулам:

$$l_x = L/2 \text{ при } h_c \geq h_x; \tag{8.8}$$

$$l_x = \frac{L(h_0 - h_x)}{2(h_0 - h_c)} \text{ при } 0 < h_c < h_x.$$

Для расширения защищаемого объема на зону двойного тросового молниеотвода может быть наложена зона защиты опор, несущих тросы, которая строится как зона двойного стержневого молниеотвода, если расстояние L между опорами меньше L_{max} , вычисленного по формулам таблицы 8.6. В противном случае опоры должны рассматриваться как одиночные стержневые молниеотводы.

Когда тросы непараллельны или разновысоки, либо их высота изменяется по длине пролета, для оценки надежности их защиты следует воспользоваться специальным программным обеспечением. Также рекомендуется поступать при больших провесах тросов в пролете, чтобы избежать излишних запасов по надежности защиты.

Таблица 8.7 - Расчет параметров зоны защиты двойного тросового молниеотвода

Надежность защиты P_z	Высота молниеотвода h , м	L_{max} , м	L_c , м
0,9	от 0 до 150	$6,0h$	$3,0h$
0,99	от 0 до 30	$5,0h$	$2,5h$
	от 30 до 100	$5,0h$	$[2,5-7,14 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	от 100 до 150	$[5,0-5 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$[2,0-5 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$
0,999	от 0 до 30	$4,75h$	$2,25h$
	от 30 до 100	$[4,75-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$[2,25-3,57 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	от 100 до 150	$[4,5-5 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$	$[2,0-5 \cdot 10^{-3}(h-100)]h$

8.3.2.5 Зоны защиты замкнутого тросового молниеотвода

Расчетные формулы п.8.3.2.5 могут использоваться для определения высоты подвеса замкнутого тросового молниеотвода, предназначенного для защиты с требуемой надежностью объектов высотой $h_0 < 30$ м, размещенных на прямоугольной площадке площадью S_0 во внутреннем объеме зоны при минимальном горизонтальном смещении между молниеотводом и объектом, равном D (рисунок 8.5). Под высотой подвеса троса подразумевается минимальное расстояние от троса до поверхности земли с учетом возможных провесов в летний сезон.

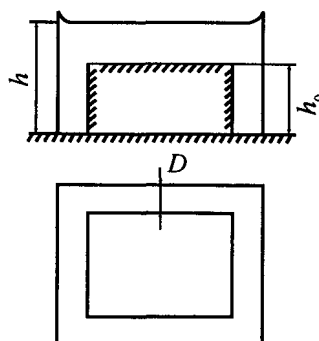


Рисунок 8.5 - Зона защиты замкнутого тросового молниеотвода

Для расчета h используется выражение:

$$h = A + Bh_0, \quad (8.9)$$

в котором константы A и B определяются в зависимости от уровня надежности защиты по следующему формулам:

а) надежность защиты $P_3 = 0,99$

$$A = -0,14 + 0,252(D - 5) + [0,127 + 6,4 \cdot 10^{-4}(D - 5)] \sqrt{s_0}; \quad (8.10)$$

$$B = 1,05 - 9,08 \cdot 10^{-3}(D - 5) + [-3,44 \cdot 10^{-3} + 5,87 \cdot 10^{-5}(D - 5)] \sqrt{s_0}; \quad (8.11)$$

б) надежность защиты $P_3 = 0,999$

$$A = -0,08 + 0,324 (D - 5) + [0,161 + 2,41 \cdot 10^{-4} (D - 5)] \sqrt{s_0}; \quad (8.12)$$

$$B = 1,1 - 0,0115 (D - 5) + [-4,24 \cdot 10^{-3} + 1,25 \cdot 10^{-4}(D - 5)] \sqrt{s_0}. \quad (8.13)$$

Расчетные соотношения справедливы, когда $D > 5$ м. Работа с меньшими горизонтальными смещениями троса нецелесообразна из-за высокой вероятности обратных перекрытий молнии с троса на защищаемый объект. По экономическим соображениям замкнутые тросовые молниеотводы не рекомендуются, когда требуемая надежность защиты меньше 0,99.

Если высота объекта превышает 30 м, высота замкнутого тросового молниеотвода определяется с помощью программного обеспечения. Также следует поступать для замкнутого контура сложной формы.

После выбора высоты молниеотводов по их зонам защиты рекомендуется проверить фактическую вероятность прорыва компьютерными средствами, а в случае большого запаса по надежности провести корректировку, задавая меньшую высоту молниеотводов.

8.3.3 Определение зон защиты по рекомендациям МЭК

Ниже приводятся правила определения зон защиты для объектов высотой до 60 м. При проектировании может быть выбран любой способ защиты, однако практика показывает целесообразность использования отдельных методов в следующих случаях:

- метод защитного угла используется для простых по форме сооружений или для маленьких частей больших сооружений;
- метод фиктивной сферы подходит для сооружений сложной формы;
- применение защитной сетки целесообразно в общем случае и особенно для защиты поверхностей.

В таблице 8.8 для уровней защиты I - IV приводятся значения углов при вершине зоны защиты, радиусы фиктивной сферы, а также предельно допустимый шаг ячейки сетки.

Таблица 8.8 - Параметры для расчета молниеприемников по рекомендациям МЭК

Уровень защиты	Радиус фиктивной сферы R , м	Угол α , °, при вершине молниеотвода для зданий различной высоты h , м				Шаг ячейки сетки, 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

ПРИМЕЧАНИЕ:

* В этих случаях применимы только сетки или фиктивные сферы.

Стержневые молниеприемники, мачты и тросы размещаются так, чтобы все части сооружения находились в зоне защиты, образованной под углом α к вертикали. Защитный угол выбирается по таблице 8.8, причем h является высотой молниеотвода над поверхностью, которая будет защищена.

Метод защитного угла не используется, если h больше, чем радиус фиктивной сферы, определенный в таблице 8.8 для соответствующего уровня защиты.

Метод фиктивной сферы используется, чтобы определить зону защиты для части или областей сооружения, когда согласно таблице 8.4 исключено определение зоны защиты по защитному углу. Объект считается защищенным, если фиктивная сфера, касаясь поверхности молниеотвода и плоскости, на которой тот установлен, не имеет общих точек с защищаемым объектом.

Сетка защищает поверхность, если выполнены следующие условия:

- проводники сетки проходят по краю крыши, если крыша выходит за габаритные размеры здания;
- проводник сетки проходит по коньку крыши, если наклон крыши превышает 1/10;
- боковые поверхности сооружения на уровнях выше, чем радиус фиктивной сферы (см. таблицу 8.8), защищены молниеотводами или сеткой;
- размеры ячейки сетки не больше приведенных в таблице 8.8;
- сетка выполнена таким способом, чтобы ток молнии имел всегда, по крайней мере, два различных пути к заземлителю; никакие металлические части не должны выступать за внешние контуры сетки.

Проводники сетки должны быть проложены, насколько это возможно, кратчайшими путями.

8.3.4 Защита оптических кабельных линий передачи магистральной и внутризоновых сетей связи

8.3.4.1 Допустимое число опасных ударов молнии в оптические линии магистральной и внутризоновых сетей связи

На проектируемых оптических кабельных линиях передачи магистральной и внутризоновых сетей связи защитные мероприятия от повреждений ударами молнии предусматриваются в обязательном порядке на тех участках, где вероятное число опасных ударов молнии (вероятная плотность повреждений) в кабели превышает допустимое число, указанное в таблице 8.9.

Таблица 8.9 - Допустимое число опасных ударов молнии на 100 км трассы в год для оптических кабелей связи

Назначение кабеля	В горных районах и районах со скальным грунтом при удельном сопротивлении свыше 500 Ом·м	В остальных районах
Кабели магистральной сети связи	0,1	0,2
Кабели внутризоновой сети связи	0,3	0,5

8.3.4.2 Рекомендуемые категории молниестойкости оптических кабельных линий

При проектировании оптических кабельных линий передачи предусматривается использование кабелей, имеющих категорию по молниестойкости не ниже приведенных в таблице 8.10, в зависимости от назначения кабелей и условий прокладки. В этом случае при прокладке кабелей

на открытой местности защитные меры могут потребоваться крайне редко, только в районах с высоким удельным сопротивлением грунта и повышенной грозовой деятельностью.

Таблица 8.10 - Рекомендуемые категории по молниестойкости оптических кабельных линий

Районы	Для магистральной сети связи	Для внутризоновых сетей связи
С удельным сопротивлением грунта до 1000 Ом·м	I-III	I-IV
С удельным сопротивлением грунта свыше 1000 Ом·м	I, II	I-III
С многолетнемерзлым грунтом	I	I, II

8.3.4.3 Защита существующих оптических кабельных линий

На существующих оптических кабельных линиях передачи защитные мероприятия осуществляются на тех участках, где произошли повреждения от ударов молнии, причем длина защищаемого участка определяется условиями местности (протяженностью возвышенности или участка с повышенным удельным сопротивлением грунта и т. п.), но должна быть не менее 100 м в каждую сторону от места повреждения. В этих случаях необходимо предусматривать прокладку защитных проводов.

Работы по оборудованию защитных мер должны осуществляться сразу после устранения грозового повреждения.

8.3.5 Защита от ударов молнии электрических и оптических кабелей связи, проложенных в населенном пункте

При прокладке кабелей в населенном пункте, кроме случая пересечения и сближения с ВЛ напряжением 110 кВ и выше, защита от ударов молнии не предусматривается.

8.3.6 Защита кабелей, проложенных вдоль опушки леса, вблизи отдельно стоящих деревьев, опор, мачт

Защита кабелей связи, проложенных вдоль опушки леса, а также вблизи объектов высотой более 6 м (отдельно стоящих деревьев, опор линий связи, линий электропередачи, мачт молниеотводов и т. п.) предусматривается, если расстояние между кабелем и объектом (или его подземной частью) менее расстояний, приведенных в таблице 8.11 для различных значений удельного сопротивления земли.

Таблица 8.11- Допустимые расстояния между кабелем и заземляющим контуром (опорой)

Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Наименьшее допустимое расстояние, м
До 100	5
Более 100 до 1000	10
Более 1000	15

9 Защита от вторичных воздействий молнии

9.1 Общие положения

В разделе 6 изложены основные принципы защиты от вторичных воздействий молнии электрических и электронных систем с учетом рекомендаций стандарта SM EN 62305-3 и SM EN 62305-4. Эти системы используются во многих отраслях производства, применяющих достаточно сложное и дорогостоящее оборудование. Они более чувствительны к воздействию молнии, чем устройства предыдущих поколений, поэтому необходимо применять специальные меры по их защите от опасных воздействий молнии.

9.2 Зоны защиты от воздействия молнии

Пространство, в котором расположены электрические и электронные системы, должно быть разделено на зоны различной степени защиты. Зоны характеризуются существенным изменением электромагнитных параметров на границах. В общем случае, чем выше номер зоны, тем меньше значения параметров электромагнитных полей, токов и напряжений в пространстве зоны.

Меры защиты, такие, как LPS, экранирование проводов, магнитные экраны и устройства защиты от импульсных перенапряжений, определяют характеристики зоны защиты от молнии (LPZ).

Ниже приведено описание LPZ мер защиты от молнии в соответствии со снижением воздействия электромагнитного импульса удара молнии (см. рисунки 9.1 и 9.2).

LPZ O_A - зона, в которой угроза возникает из-за прямого удара молнии и воздействия электромагнитного поля молнии. Внутренние системы могут быть подвергнуты воздействию полного или частичного электрического тока молнии и скачку напряжения.

LPZ O_B - зона, защищенная от прямых ударов молнии, в которой существует угроза воздействия электромагнитного поля молнии. Внутренние системы могут быть подвергнуты воздействию частичного электрического тока молнии и скачкам напряжения.

LPZ 1 - зона, в которой электрический ток и скачки напряжения ограничены путем перераспределения электрического тока и применения изолирующих средств и/или нескольких устройств защиты от импульсных перенапряжений на границах областей защиты от молнии. Применение пространственного экранирования может ослабить воздействие электромагнитного поля молнии.

LPZ 2, ..., n - зона, в которой электрический ток и скачки напряжения могут быть ограничены путем перераспределения электрического тока и применения изолирующих средств и/или нескольких дополнительных устройств защиты от импульсных перенапряжений на границах областей защиты от молнии. Применение дополнительного пространственного экранирования может ослабить воздействие электромагнитного поля молнии.

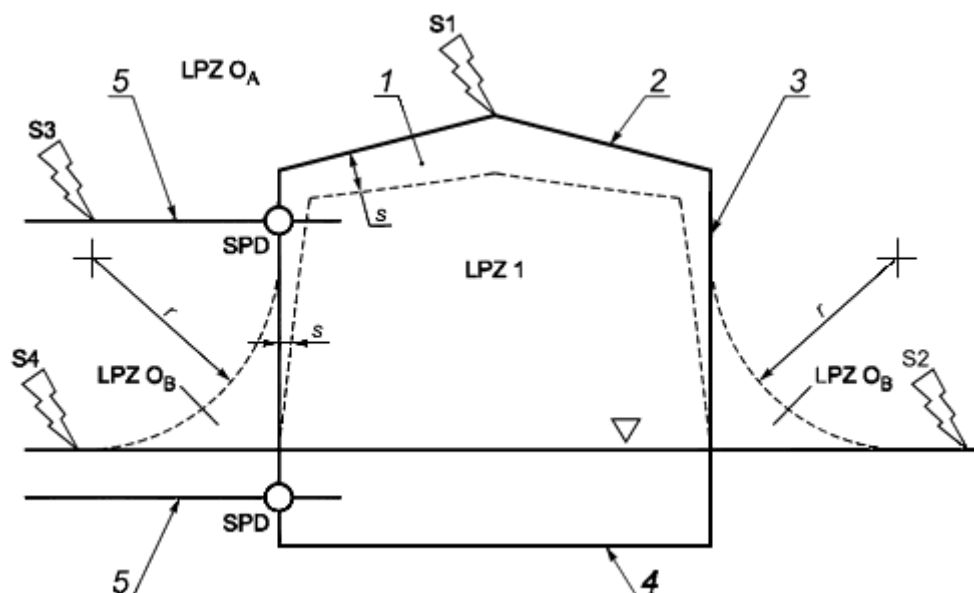


Рисунок 9.1 - Зона защиты от молнии, определенная в соответствии с LPS (SM EN 62305-3)

1 - здание (сооружение);	S1 - удар молнии в здание (сооружение);
2 - система молниеприемников;	S2 - удар молнии вблизи здания (сооружения);
3 - система токоотводов;	S3 - удар молнии в линии коммуникаций здания (сооружения);
4 - система заземления;	S4 - удар молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения);
5 - входящие коммуникации;	r^* - радиус фиктивной сферы;
	s - безопасное расстояние при искрении;

▽ - уровень земли;

○ - система уравнивания потенциалов посредством применения устройств защиты от импульсных перенапряжений;

LPZ O_A - прямой удар, полный ток молнии;

LPZ O_B - отсутствие прямого удара, частичный ток молнии или индуцированный (наведенный) ток;

LPZ 1 - отсутствие прямого удара, частичный ток молнии или индуцированный (наведенный) ток; защищенный объем внутри LPZ 1 должен учитывать расстояние s .

ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Чем выше индекс зоны, тем ниже электромагнитные параметры окружающей среды.

Для обеспечения защиты, как правило, защищаемое здание (сооружение) должно находиться в защищаемой от молнии зоне, электромагнитные характеристики которой совместимы с возможностями здания (сооружения) противостоять возникающим воздействиям, что приводит к снижению повреждений (физических повреждений, отказа электрических и электронных систем вследствие перенапряжений).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Для большинства электрических и электронных систем и аппаратуры информация о допустимом уровне напряжения устанавливается изготовителем.

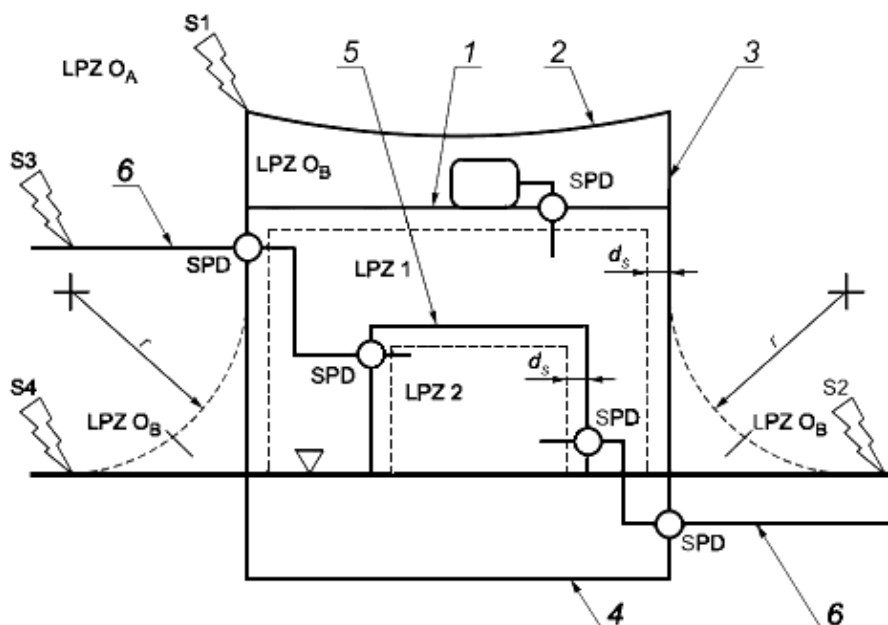


Рисунок 9.2 - Зона защиты молнии, зона, соответствующая мерам защиты от электромагнитного импульса удара молнии (SM EN 62305-4)

1 - здание (сооружение) (экран LPZ 1);	S1 - удар молнии в здание (сооружение);
2 - система молниеприемников;	S2 - удар молнии вблизи здания (сооружения);
3 - система токоотводов;	S3 - удар молнии в линии коммуникаций здания (сооружения);
4 - система заземления;	S4 - удар молнии вблизи линий коммуникаций здания (сооружения);
5 - помещение (экран LPZ 2);	r^* - радиус фиктивной сферы;
6 - коммуникации здания (сооружения)	d_s - безопасное расстояние от воздействия магнитного поля;

▽ - уровень земли;

○ - система уравнивания потенциалов с применением устройств защиты от импульсных перенапряжений;

LPZ O_A - прямой удар, полный ток молнии, воздействие полного магнитного поля;

LPZ O_B - отсутствие прямого удара, частичный ток молнии или индуцированный (наведенный) ток, воздействие полного магнитного поля;

LPZ 1 - отсутствие прямого удара, частичный ток молнии или индуцированный (наведенный) ток, воздействие более слабого магнитного поля;

LPZ 2 - отсутствие прямого удара, частичный ток молнии или индуцированный (наведенный) ток, воздействие еще более слабого магнитного поля.

В защищенном объеме внутри LPZ 1 и LPZ 2 следует соблюдать безопасное расстояние d_s .

На границах зон должны осуществляться меры по экранированию и соединению всех пересекающих границу металлических элементов и коммуникаций.

Две пространственно разделенные зоны 1 с помощью экранированного соединения могут образовать общую зону, (рисунок 9.3).



Рисунок 9.3 - Объединение двух зон

9.3 Экранирование

Экранирование является основным способом уменьшения электромагнитных помех.

Металлическая конструкция строительного сооружения используется или может быть использована в качестве экрана. Подобная экранная структура образуется, например, стальной арматурой крыши, стен, полов здания, а также металлическими деталями крыши, фасадов, стальными каркасами, решетками. Эта экранирующая структура образует электромагнитный экран с отверстиями (за счет окон, дверей, вентиляционных отверстий, шага сетки в арматуре,

щелей в металлическом фасаде, отверстий для линий электроснабжения и т. п.). Для уменьшения влияния электромагнитных полей все металлические элементы объекта электрически объединяются и соединяются с системой молниезащиты (рисунок 9.4).

Если кабели проходят между соседними объектами, заземлители последних соединяются для увеличения числа параллельных проводников и уменьшения, благодаря этому, токов в кабелях. Такому требованию хорошо удовлетворяет система заземления в виде сетки.

Для уменьшения индуцированных помех можно использовать:

- внешнее экранирование;
- рациональную прокладку кабельных линий;
- экранирование линий питания и связи.

Все эти мероприятия могут быть выполнены одновременно.

Если внутри защищаемого пространства имеются экранированные кабели, их экраны соединяются с системой молниезащиты на обоих концах и на границах зон.

Кабели, идущие от одного объекта к другому, по всей длине укладываются в металлические трубы, сетчатые короба или железобетонные короба с сетчатой арматурой. Металлические элементы труб, коробов и экраны кабелей соединяются с указанными общими шинами объектов. Можно не использовать металлические коробы или лотки, если экраны кабелей способны выдержать предполагаемый ток молнии.

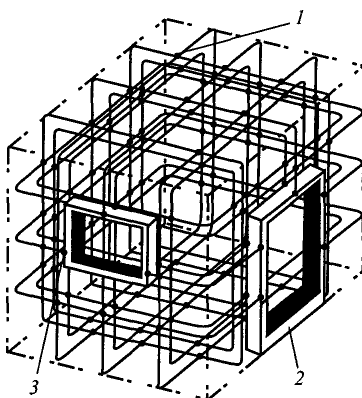


Рисунок 9.4 - Объединение металлических элементов объекта для уменьшения влияния электромагнитных полей:

- 1 - сварка на пересечениях проводов; 2 - массивная непрерывная дверная рама; 3 - сварка на каждом стержне

9.4 Соединения

Соединения металлических элементов необходимы для уменьшения разности потенциалов между ними внутри защищаемого объекта. Соединения, находящиеся внутри защищаемого пространства и пересекающих границы зон молниезащиты металлических элементов и систем выполняются на границах зон. Осуществлять соединения следует с помощью специальных проводников или зажимов и, когда это необходимо, с помощью устройств защиты от перенапряжений.

9.4.1 Соединения на границах зон

Все входящие снаружи в объект проводники соединяются с системой молниезащиты.

Если внешние проводники, силовые кабели или кабели связи входят в объект в различных точках, и поэтому имеется несколько общих шин, последние присоединяются по кратчайшему пути к замкнутому контуру заземления или арматуре конструкции и металлической внешней облицовке (при ее наличии). Если замкнутого контура заземления нет, указанные общие шины присоединяются к отдельным заземляющим электродам и соединяются внешним кольцевым

проводником или разорванным кольцом. Если внешние проводники входят в объект над землей, общие шины присоединяются к горизонтальному кольцевому проводнику внутри или снаружи стен. Этот проводник, в свою очередь, соединяется с нижними проводниками и арматурой.

Проводники и кабели, входящие в объект на уровне земли, рекомендуется соединять с системой молниезащиты на этом же уровне. Общая шина в точке входа кабелей в здание располагается как можно ближе к заземлителю и арматуре конструкции, с которыми она соединена.

Кольцевой проводник соединяется с арматурой или другими экранирующими элементами, такими как металлическая облицовка, через каждые 5 м. Минимальное поперечное сечение медных или стальных оцинкованных электродов - 50 мм².

Общие шины для объектов, имеющих информационные системы, где влияние токов молнии предполагается свести к минимуму, следует изготавливать из металлических пластин с большим числом присоединений к арматуре или другим экранирующим элементам.

Для контактных соединений и устройств защиты от перенапряжений, расположенных на границах зон 0 и 1, принимаются параметры токов, указанные в таблице 5.3. При наличии нескольких проводников необходимо учитывать распределение токов по проводникам.

Для проводников и кабелей, входящих в объект на уровне земли, оценивается проводимая ими часть тока молнии.

Сечения соединительных проводников определяются согласно таблицам 9.1 и 9.2. Таблица 9.1 используется, если через проводящий элемент протекает более 25% тока молнии, а таблица 9.2 - если менее 25%.

Таблица 9.1 - Сечения проводников, через которые протекает большая часть тока молнии

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм ² , не менее
I-IV	Медь	16
I-IV	Алюминий	25
I-IV	Железо	50

Таблица 9.2 - Сечения проводников, через которые протекает незначительная часть тока молнии

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм ² , не менее
I-IV	Медь	6
I-IV	Алюминий	10
I-IV	Железо	16

Устройство защиты от перенапряжений выбирается выдерживающим часть тока молнии, ограничивающим перенапряжения и обрывающим сопровождающие токи после главных импульсов.

Максимальное перенапряжение U_{\max} на входе в объект координируется с выдерживаемым напряжением системы.

Чтобы значение U_{\max} сводилось к минимуму, линии присоединяются к общей шине проводниками минимальной длины.

Все проводящие элементы, такие как кабельные линии, пересекающие границы зон молниезащиты, соединяются на этих границах. Соединение осуществляется на общей шине, к которой также присоединяются экранирующие и другие металлические элементы (например, корпуса оборудования).

Для контактных зажимов и устройств подавления перенапряжений параметры тока оцениваются в каждом отдельном случае. Максимальное перенапряжение на каждой границе координируется с выдерживаемым напряжением системы. Устройства защиты от перенапряжений на границах различных зон также координируются по энергетическим характеристикам.

9.4.2 Соединения внутри защищаемого объема

Все внутренние проводящие элементы значительных размеров, такие как направляющие лифтов, краны, металлические полы, рамы металлических дверей, трубы, кабельные лотки присоединяются к ближайшей общей шине или другому общему соединительному элементу по кратчайшему пути. Желательны и дополнительные соединения проводящих элементов.

Поперечные сечения соединительных проводников указаны в таблице 9.2. Предполагается, что в соединительных проводниках проходит только незначительная часть тока молнии.

Все открытые проводящие части информационных систем соединяются в единую сеть. В особых случаях такая сеть может не иметь соединения с заземлителем.

Есть два способа присоединения к заземлителю металлических частей информационных систем, таких как корпуса, оболочки или каркасы: соединения выполняются в виде радиальной системы или в виде сетки.

При использовании радиальной системы все ее металлические части изолируются от заземлителя на всем протяжении кроме единственной точки соединения с ним. Обычно такая система используется для относительно небольших объектов, где все элементы и кабели входят в объект в одной точке.

Радиальная система заземления присоединяется к общей системе заземления только в одной точке (рисунок 9.5). В этом случае все линии и кабели между устройствами оборудования должны прокладываться параллельно образующим звезду проводникам заземления для уменьшения петли индуктивности. Благодаря заземлению в одной точке токи низкой частоты, появляющиеся при ударе молнии, не попадают в информационную систему. Кроме того, источники низкочастотных помех внутри информационной системы не создают токов в системе заземления. Ввод в защитную зону проводов производится исключительно в центральной точке системы уравнивания потенциалов. Указанная общая точка является также наилучшим местом присоединения устройств защиты от перенапряжений.

При использовании сетки ее металлические части не изолируются от общей системы заземления (рисунок 9.6). Сетка соединяется с общей системой во многих точках. Обычно сетка используется для протяженных открытых систем, где оборудование связано большим числом различных линий и кабелей и где они входят в объект в различных точках. В этом случае вся система обладает низким сопротивлением на всех частотах. Кроме того, большое число короткозамкнутых контуров сетки ослабляет магнитное поле вблизи информационной системы. Приборы в защитной зоне соединяются друг с другом по кратчайшим расстояниям несколькими проводниками, а также с металлическими частями защищенной зоны и экраном зоны. При этом максимально используются имеющиеся в устройстве металлические части, такие как арматура в полу, стенах и на крыше, металлические решетки, металлическое оборудование неэлектрического назначения, такое, как трубы, вентиляционные и кабельные короба.

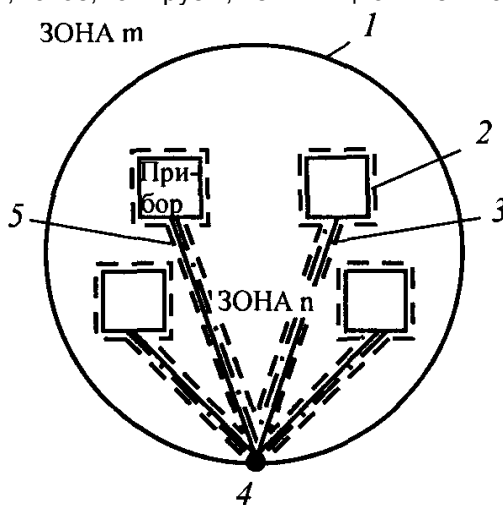


Рисунок 9.5 - Схема соединения проводов электропитания и связи при звездообразной системе уравнивания потенциалов:

1 - экран защитной зоны; 2 - электрическая изоляция; 3 - провод системы уравнивания потенциалов; 4 - центральная точка системы уравнивания потенциалов; 5 - провода связи, электропитания

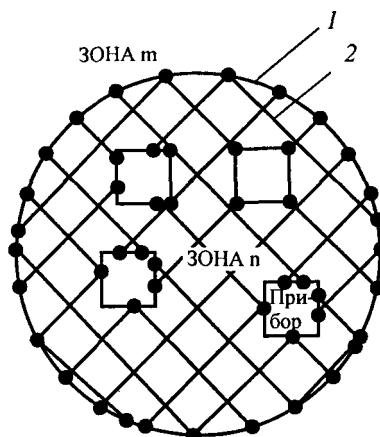


Рисунок 9.6 - Сетчатое выполнение системы уравнивания потенциалов:
 1 - экран защитной зоны; 2 - проводник уравнивания потенциалов

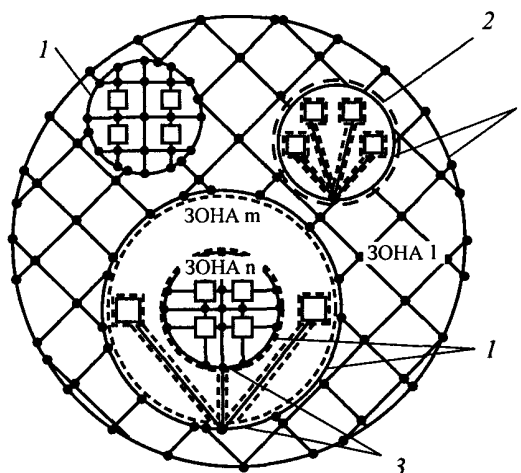


Рисунок 9.7 - Комплексное выполнение системы уравнивания потенциалов:
 1 - экран защитной зоны; 2 - электрическая изоляция; 3 - центральная точка системы уравнивания потенциалов

Обе конфигурации, радиальная и сетка, могут быть объединены в комплексную систему как показано на рисунок 6.7. Обычно, хотя это и не обязательно, соединение локальной сети заземления с общей системой осуществляется на границе зоны молниезащиты.

9.5 Заземление

Основная задача заземляющего устройства молниезащиты - отвести как можно большую часть тока молнии (50% и более) в землю. Остальная часть тока растекается по подходящим к зданию коммуникациям (оболочкам кабелей, трубам водоснабжения и т. п.) При этом не возникают опасные напряжения на самом заземлителе. Эта задача выполняется сетчатой системой под зданием и вокруг него. Заземляющие проводники образуют сетчатый контур, объединяющий арматуру бетона внизу фундамента. Это обычный метод создания электромагнитного экрана внизу здания. Кольцевой проводник вокруг здания и/или в бетоне на периферии фундамента соединяется с системой заземления заземляющими проводниками обычно через каждые 5 м. Внешний заземлитель проводник может быть соединен с указанными кольцевыми проводниками.

Арматура бетона внизу фундамента соединяется с системой заземления. Арматура должна образовывать сетку, соединенную с системой заземления обычно через каждые 5 м.

Можно использовать сетку из оцинкованной стали с шириной ячейки обычно 5 м, приваренную или механически прикрепленную к прутьям арматуры обычно через каждый 1 м. Концы проводников сетки могут служить заземляющими проводниками для соединительных полос. На рисунке 9.8 и 9.9 показаны примеры сетчатого заземляющего устройства.

Связь заземлителя и системы соединений создает систему заземления. Основная задача системы заземления - уменьшать разность потенциалов между любыми точками здания и оборудования. Эта задача решается созданием большого количества параллельных путей для токов молнии и наведенных токов, образующих сеть с низким сопротивлением в широком спектре частот. Множественные и параллельные пути имеют различные резонансные частоты. Множество контуров с частотно-зависимыми сопротивлениями создают единую сеть с низким сопротивлением для помех рассматриваемого спектра.

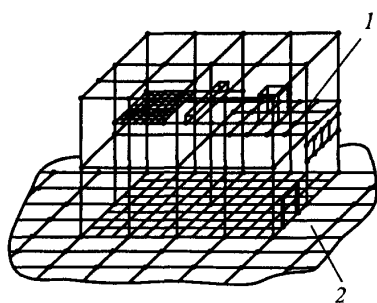


Рисунок 9.8 - Сетчатое заземляющее устройство здания:

- 1 - сеть соединений;
- 2 - заземлитель

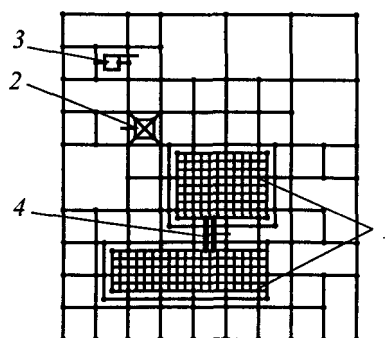


Рисунок 9.9 - Сетчатое заземляющее устройство производственных сооружений:

- 1 - здания;
- 2 - башня;
- 3 - оборудование;
- 4 - кабельный лоток

9.6 Устройства защиты от перенапряжений

Устройства защиты от перенапряжений (УЗП) устанавливаются в месте пересечения линий электроснабжения, управления, связи, телекоммуникации границы двух зон экранирования. УЗП координируют для достижения приемлемого распределения нагрузки между ними в соответствии с их стойкостью к разрушению, а также для уменьшения вероятности разрушения защищаемого оборудования под воздействием тока молнии (рисунок 9.10).

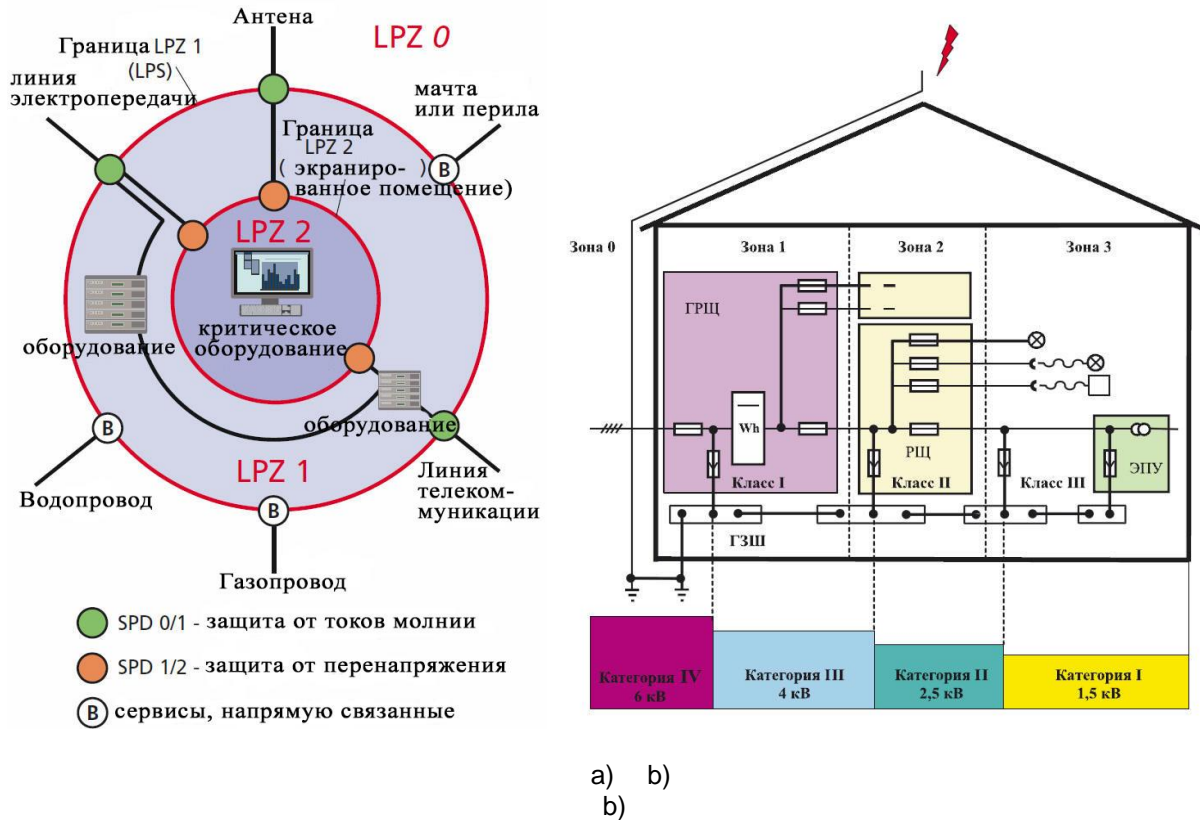


Рисунок 9.10 – Концепция зон LPZ (а), взаимосвязь между зонами молниезащиты, классами защитных устройств и категориями стойкости изоляции оборудования к импульсному перенапряжениям (б)

Рекомендуется входящие в здание линии питания и связи соединять одной шиной и располагать их УЗП как можно ближе одно к другому. Это особенно важно в зданиях из неэкранирующего материала (дерева, кирпича и т. п.). УЗП выбираются и устанавливаются так, чтобы ток молнии был в основном отведен в систему заземления на границе зон 0 и 1.

Так как энергия тока молнии в основном рассеивается на указанной границе, последующие УЗП защищают лишь от оставшейся энергии и воздействия электромагнитного поля в зоне 1. Для наилучшей защиты от перенапряжений при установке УЗП используют короткие соединительные проводники, выводы и кабели.

Исходя из требований координации изоляции в силовых установках и устойчивости к повреждениям защищаемого оборудования, необходимо выбирать уровень УЗП по напряжению ниже максимального значения, чтобы воздействие на защищаемое оборудование всегда было ниже допустимого напряжения. Если уровень устойчивости к повреждениям неизвестен, следует использовать ориентировочный или полученный в результате испытаний уровень. Количество УЗП в защищаемой системе зависит от устойчивости защищаемого оборудования к повреждениям и характеристик самих УЗП.

9.7 Защита оборудования в существующих зданиях

Все возрастающее использование сложного электронного оборудования в уже существующих зданиях требует более надежной защиты от молнии и других электромагнитных помех. Принимается во внимание, что в существующих зданиях необходимые меры по молниезащите выбирают с учетом особенностей здания, таких как конструктивные элементы, существующее силовое и информационное оборудование.

Необходимость в защитных мерах и их выбор определяют на основании исходных данных, которые собирают на стадии предпроектных изысканий. Примерный перечень таких данных приведен в таблицах 9.3-9.6.

Таблица 9.3 - Исходные данные о здании и окружении

№ п/п	Характеристика
1	Материал здания - каменная кладка, кирпич, дерево, железобетон, стальной каркас
2	Единое здание или несколько отдельных блоков с большим количеством соединений
3	Низкое и плоское или высокое здание (размеры здания)
4	Соединена ли арматура по всему зданию?
5	Соединена ли электрически металлическая облицовка?
6	Размеры окон
7	Имеется ли внешняя система молниезащиты?
8	Тип и качество внешней системы молниезащиты
9	Тип почвы (камень, земля)
10	Заземленные элементы соседних зданий (высота, расстояние до них)

Таблица 9.4 - Исходные данные по оборудованию

№ п/п	Характеристика
1	Входящие линии (подземные или воздушные)
2	Антенны или другие внешние устройства
3	Тип системы питания (высоковольтная или низковольтная, подземная или надземная)
4	Прокладка кабелей (число и расположение вертикальных участков, способ прокладки кабелей)
5	Использование металлических кабельных лотков
6	Имеется ли внутри здания электронное оборудование?
7	Есть ли проводники, отходящие к другим зданиям?

Таблица 9.5 - Характеристики оборудования

№ п/п	Характеристика
1	Тип коммуникаций между информационным оборудованием (экранированные или неэкранированные многожильные кабели, коаксиальные кабели; аналоговые или цифровые, симметричные или несимметричные; оптоволоконные линии)
2	Уровни устойчивости оборудования к повреждениям

Таблица 9.6- Другие данные, касающиеся выбора концепции защиты

№ п/п	Характеристика
1	Соединены ли металлические оконные рамы?
2	Материал крыши (металл, бетон)
3	Конфигурация сети (TN, TT или IT)
4	Расположение электронного оборудования в здании
5	Расположение соединений электронного оборудования с общей системой заземления

На основании анализа риска и данных, приведенных в таблицах 9.3-9.6, принимается решение о необходимости построения или реконструкции системы молниезащиты.

9.7.1 Меры защиты при использовании внешней системы молниезащиты

Основная задача - нахождение оптимального решения по улучшению внешней системы молниезащиты и по другим мерам.

Усовершенствование внешней системы молниезащиты достигается:

- 1) включением внешней металлической облицовки и крыши здания в систему молниезащиты;
- 2) использованием дополнительных проводников, если арматура соединена по всей высоте здания - от крыши через стены до заземления здания;

- 3) уменьшением промежутков между металлическими спусками и уменьшением шага ячейки молниеприемника;
- 4) установкой соединительных полос (гибких плоских проводников) в местах стыков между соседними, но структурно разделенными блоками. Расстояние между полосами должно быть вдвое меньше расстояния между спусками;
- 5) соединением протяженного провода с отдельными блоками здания. Обычно соединения необходимы на каждом углу кабельного лотка, и соединительные полосы выполняются как можно короче;
- 6) защитой отдельными молниеприемниками, соединенными с общей системой молниезащиты, если металлические части крыши нуждаются в защите от прямого удара молнии. Молниеприемник должен находиться на безопасном расстоянии от указанного элемента.

9.7.2 Меры защиты при использовании кабелей

Эффективными мерами по снижению перенапряжений являются рациональная прокладка и экранирование кабелей. Эти меры тем важнее, чем меньше экранирует внешняя система молниезащиты.

Больших петель можно избежать, прокладывая совместно силовые кабели и экранированные кабели связи. Экран соединяется с оборудованием на обоих концах.

Любое дополнительное экранирование, например, прокладка проводов и кабелей в металлических трубах или лотках между этажами, снижает полное сопротивление общей системы соединений. Эти меры наиболее важны для высоких, протяженных зданий или когда оборудование должно работать особенно надежно.

Предпочтительными местами установки УЗП являются границы зон 0/1 и зон 0/1/2 соответственно, расположенные на входе в здание.

Как правило, общая сеть соединений не используется в рабочем режиме как обратный проводник силовой или информационной цепи.

9.7.3 Меры защиты при использовании антенн и другого оборудования

Примерами такого оборудования являются различные внешние устройства, такие как антенны, метеорологические датчики, камеры наружного наблюдения, наружные датчики на промышленных объектах (датчики давления, температуры, скорости потока, положения клапана и т. д.) и любое другое электрическое, электронное и радиооборудование, установленное снаружи на здании, мачте, или промышленном резервуаре.

По возможности молниеотвод устанавливается таким образом, чтобы оборудование было защищено от прямого попадания молнии. Отдельные антенны оставляют абсолютно открытыми по технологическим соображениям. Некоторые из них имеют встроенную систему молниезащиты и могут без повреждений выдержать попадание молнии. Другие, менее защищенные типы антенн, могут требовать установки УЗП на питающем кабеле, чтобы предотвратить попадание тока молнии по кабелю антенны в приемник или передатчик. При наличии внешней системы молниезащиты крепления антенны присоединяются к ней.

Наведение напряжения в кабелях между зданиями можно предотвратить, прокладывая их в соединенных металлических лотках или трубах. Все кабели, идущие к связанному с антенной оборудованию, прокладываются с выводом из трубы в одной точке. Следует обратить максимальное внимание на экранирующие свойства самого объекта и прокладывать кабели в его трубчатых элементах. Если это невозможно, как в случае с технологическими емкостями, кабели следует прокладывать снаружи, но как можно ближе к объекту, максимально используя при этом такие естественные экраны, как металлические лестницы, трубы и др. В мачтах с L-образными угловыми элементами кабели располагаются внутри угла для максимальной

естественной защиты. В крайнем случае рядом с кабелем антенны следует разместить эквипотенциальный соединительный проводник с минимальным поперечным сечением 6 мм². Все эти меры снижают наведенное напряжение в петле, образованной кабелями и зданием, и, соответственно, уменьшают вероятность пробоя между ними, т.е. вероятность возникновения дуги внутри оборудования между электросетью и зданием.

9.7.4 Меры защиты силовых кабелей и кабелей связи между зданиями

Связи между зданиями подразделяются на два главных типа: силовые кабели с металлической оболочкой, металлические (витая пара, волноводы, коаксиальные и многожильные кабели) и оптоволоконные кабели. Защитные меры зависят от типов кабелей, их количества, а также от того, соединены ли системы молниезащиты двух зданий.

Полностью изолированный оптоволоконный кабель (без металлического армирования, фольги для защиты от влаги или стального внутреннего проводника) может быть применен без дополнительных мер защиты. Использование такого кабеля является наилучшим вариантом, так как обеспечивает полную защиту от электромагнитных воздействий. Однако если кабель содержит протяженный металлический элемент (за исключением жил дистанционного питания), последний должен быть на входе в здание присоединен к общей системе соединений и не должен напрямую входить в оптический приемник или передатчик. Если здания расположены близко друг к другу и их системы молниезащиты не соединены, предпочтительнее использовать оптоволоконный кабель без металлических элементов во избежание больших токов в этих элементах и их перегрева. Если же имеется соединенный с системой молниезащиты кабель, то можно использовать оптический кабель с металлическими элементами, чтобы отвести часть тока от первого кабеля.

Металлические кабели между зданиями с изолированными системами молниезащиты. При данном соединении систем защиты повреждения весьма вероятны на обоих концах кабеля вследствие прохождения по нему тока молнии. Поэтому на обоих концах кабеля необходимо установить УЗП, а также, где возможно, следует соединять системы молниезащиты двух зданий и прокладывать кабель в соединенных металлических лотках.

Металлические кабели между зданиями с соединенными системами молниезащиты. В зависимости от числа кабелей между зданиями защитные меры могут включать соединение кабельных лотков при нескольких кабелях (для новых кабелей) или при большом количестве кабелей, как в случае с химическим производством, экранирование или применение гибких металлошлангов для многожильных кабелей управления. Подсоединение обоих концов кабеля к связанным системам молниезащиты часто обеспечивает достаточное экранирование, особенно если кабелей много и ток распределится между ними.

Приложение А

Характеристики интенсивности грозовой деятельности и грозопоражаемости зданий и сооружений

Среднегодовая продолжительность гроз в произвольном пункте на территории Республики Молдова определяется по продолжительности гроз, или по средним многолетним (порядка 10 лет) данным метеостанции, ближайшей от места нахождения здания или сооружения.

Подсчет ожидаемого количества N поражений молнией в год производится по формулам:

- для сосредоточенных зданий и сооружений (дымовые трубы, вышки, башни):

$$N = 9 \cdot \pi \cdot h^2 \cdot n \cdot 10^{-6};$$

- для зданий и сооружений прямоугольной формы:

$$N = [(S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2] \cdot n \cdot 10^{-6}$$

где, h - наибольшая высота здания или сооружения, м; S , L - соответственно ширина и длина здания или сооружения, м; n - среднегодовое число ударов молнии в 1 км² земной поверхности (удельная плотность, ударов молнии в землю) в месте нахождения здания или сооружения.

Для зданий и сооружений сложной конфигурации в качестве S и L рассматриваются ширина и длина наименьшего прямоугольника, в который может быть вписано здание или сооружение в плане.

Для произвольного пункта на территории Республики Молдова удельная плотность ударов молнии в землю n определяется исходя из среднегодовой продолжительности гроз в часах следующим образом:

Таблица А.1 - Удельная плотность ударов молнии в землю N_G , в зависимости от среднегодовой продолжительности гроз

Среднегодовая продолжительность гроз, Т _д , ч	Удельная плотность ударов молнии в землю N_G , 1/(км ² ·год)
10 - 20	1
20 - 40	2
40 - 60	4

Приложение В

Рекомендации по эксплуатационно-технической документации, порядку приемки в эксплуатацию и эксплуатации устройств молниезащиты

В.1 Разработка эксплуатационно-технической документации

Во всех организациях и предприятиях независимо от форм собственности рекомендуется иметь комплект эксплуатационно-технической документации молниезащиты объектов, для которых необходимо устройство молниезащиты.

Комплект эксплуатационно-технической документации молниезащиты содержит:

- пояснительную записку;
- схемы зон защиты молниеотводов;
- рабочие чертежи конструкций молниеотводов (строительная часть), конструктивных элементов защиты от вторичных проявлений молнии, от заносов высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации, от скользящих искровых каналов и разрядов в грунте;
- приемочную документацию (акты приемки в эксплуатацию устройств молниезащиты вместе с приложениями: актами на скрытые работы и актами испытаний устройств молниезащиты и защиты от вторичных проявлений молнии и заноса высоких потенциалов).

В пояснительной записке приводятся:

- исходные данные разработки технической документации;
- принятые способы молниезащиты объектов;
- расчеты зон защиты, заземлителей, токоотводов и элементов защиты от вторичных проявлений молнии.

В пояснительной записке указываются предприятие-разработчик комплекта эксплуатационно-технической документации, основание для его разработки, перечень действующих нормативных документов и технической документации, которыми руководствовались при работе над проектом, специальные требования к проектируемому устройству.

Исходные данные для проектирования молниезащиты включают:

- генеральный план объектов с указанием расположения всех объектов, подлежащих молниезащите, автомобильных и железных дорог, наземных и подземных коммуникаций (теплотрасс, технологических и сантехнических трубопроводов, электрических кабелей и проводов любого назначения и т. п.);
- категории молниезащиты каждого объекта;
- данные о климатических условиях в районе размещения защищаемых зданий и сооружений (интенсивности грозовой деятельности, скоростном напоре ветра, толщине стенки гололеда и т. п.), характеристику грунта с указанием структуры, агрессивности и рода почвы, уровня грунтовых вод;
- удельное электрическое сопротивление грунта (Ом·м) в местах расположения объектов.

В разделе «Принятые способы молниезащиты объектов» излагаются выбранные способы защиты зданий и сооружений от непосредственного контакта с каналом молнии, вторичных проявлений молнии и заносов высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации.

Объекты, построенные (проектируемые) по одному и тому же типовому или повторно применяемому проекту, имеющие единые строительные характеристики и геометрические размеры и одинаковое устройство молниезащиты, могут иметь одну общую схему и расчет зон защиты молниеотводов. Перечень этих защищаемых объектов приводится на схеме зоны защиты одного из сооружений.

При проверке надежности защиты с использованием программного обеспечения приводятся данные компьютерных расчетов в виде сводки проектных вариантов и формируется заключение об их эффективности.

При разработке технической документации предлагается максимально использовать типовые конструкции молниеотводов и заземлителей и типовые рабочие чертежи по молниезащите. При невозможности применения типовых конструкций устройств молниезащиты могут разрабатываться рабочие чертежи отдельных элементов: фундаментов, опор, молниеприемников, токоотводов, заземлителей.

Для уменьшения объема технической документации и удешевления строительства рекомендуется совмещать проекты молниезащиты с рабочими чертежами на общестроительные работы и работы по монтажу сантехнического и электротехнического оборудования с целью использования для молниезащиты сантехнических коммуникаций и заземлителей электротехнических устройств.

В.2 Порядок приемки устройств молниезащиты в эксплуатацию

Молниезащитные устройства объектов, законченных строительством (реконструкцией), принимаются в эксплуатацию рабочей комиссией и передаются в эксплуатацию заказчику до начала монтажа технологического оборудования, завоза и загрузки в здания и сооружения оборудования и ценного имущества.

Приемка молниезащитных устройств на действующих объектах осуществляется рабочей комиссией.

Состав рабочей комиссии определяется заказчиком. В состав рабочей комиссии обычно включаются представители:

- ответственного за электрохозяйство;

- подрядной организации;

- инспекции противопожарной охраны.

Рабочей комиссии предъявляются следующие документы:

- утвержденные проекты устройства молниезащиты;

- акты на скрытые работы (по устройству и монтажу заземлителей и токоотводов, недоступных для осмотра);

- акты испытаний устройств молниезащиты и защиты от вторичных проявлений молнии и заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации (данные о сопротивлении всех заземлителей, результаты осмотра и проверки работ по монтажу молниеприемников, токоотводов, заземлителей, элементов их крепления, надежности электрических соединений между токоведущими элементами и др.).

Рабочая комиссия производит полную проверку и осмотр выполненных строительно-монтажных работ по монтажу молниезащитных устройств.

Приемка молниезащитных устройств вновь строящихся объектов оформляется актами приемки оборудования для устройств молниезащиты. Ввод молниезащитных устройств в эксплуатацию оформляется, как правило, актами-допусками соответствующих органов государственного контроля и надзора.

После приемки в эксплуатацию устройств молниезащиты составляются паспорта молниезащитных устройств и паспорта заземлителей устройств молниезащиты, которые хранятся у ответственного за электрохозяйство.

Акты, утвержденные руководителем организации, вместе с представленными актами на скрытые работы и протоколы измерений включаются в паспорт молниезащитных устройств.

В.3 Эксплуатация устройств молниезащиты

Устройства молниезащиты зданий, сооружений и наружных установок объектов эксплуатируются в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и указаниями данной Инструкции. Задачей эксплуатации устройств

молниезащиты объектов является поддержание их в состоянии необходимой исправности и надежности.

Для обеспечения постоянной надежности работы устройств молниезащиты ежегодно перед началом грозового сезона производится проверка и осмотр всех устройств молниезащиты.

Проверки проводятся также после установки системы молниезащиты, после внесения каких-либо изменений в систему молниезащиты, после любых повреждений защищаемого объекта. Каждая проверка проводится в соответствии с рабочей программой.

Для проведения проверки состояния СМЗ указывается причина проверки и организуются:

- комиссия по проведению проверки СМЗ с указанием функциональных обязанностей членов комиссии по обследованию молниезащиты;
- рабочая группа по проведению необходимых измерений;
- сроки проведения проверки.

Во время осмотра и проверки устройств молниезащиты рекомендуется:

- проверить визуальным осмотром (с помощью бинокля) целостность молниеприемников и токоотводов, надежность их соединения и крепления к мачтам;
- выявить элементы устройств молниезащиты, требующие замены или ремонта вследствие нарушения их механической прочности;
- определить степень разрушения коррозией отдельных элементов устройств молниезащиты, принять меры по антикоррозионной защите и усилению элементов, поврежденных коррозией;
- проверить надежность электрических соединений между токоведущими частями всех элементов устройств молниезащиты;
- проверить соответствие устройств молниезащиты назначению объектов и в случае наличия строительных или технологических изменений за предшествующий период наметить мероприятия по модернизации и реконструкции молниезащиты в соответствии с требованиями настоящей Инструкции;
- уточнить исполнительную схему устройств молниезащиты и определить пути растекания тока молнии по ее элементам при разряде молнии методом имитации разряда молнии в молниеприемник с помощью специализированного измерительного комплекса, подключенного между молниеприемником и удаленным токовым электродом;
- измерить значение сопротивления растеканию импульсного тока методом «амперметра-вольтметра» с помощью специализированного измерительного комплекса;
- измерить значения импульсных перенапряжений в сетях электроснабжения при ударе молнии, распределения потенциалов по металлоконструкциям и системе заземления здания методом имитации удара молнии в молниеприемник с помощью специализированного измерительного комплекса;
- измерить значение электромагнитных полей в окрестности расположения устройства молниезащиты методом имитации удара молнии в молниеприемник с помощью специальных антенн;
- проверить наличие необходимой документации на устройства молниезащиты.

Периодическому контролю со вскрытием в течение шести лет (для объектов I категории) подвергаются все искусственные заземлители, токоотводы и места их присоединений; при этом ежегодно производится проверка до 20% их общего количества. Пораженные коррозией

заземлители и токоотводы при уменьшении их площади поперечного сечения более чем на 25% должны быть заменены новыми.

Внеочередные осмотры устройств молниезащиты следует производить после стихийных бедствий (ураганный ветер, наводнение, землетрясение, пожар) и гроз чрезвычайной интенсивности.

Внеочередные замеры сопротивления заземления устройств молниезащиты следует производить после выполнения ремонтных работ как на устройствах молниезащиты, так и на самих защищаемых объектах и вблизи них.

Результаты проверок оформляются актами, заносятся в паспорта и журнал учета состояния устройств молниезащиты.

На основании полученных данных составляется план ремонта и устранения дефектов устройств молниезащиты, обнаруженных во время осмотров и проверок.

Земляные работы у защищаемых зданий и сооружений объектов, устройств молниезащиты, а также вблизи них производятся, как правило, с разрешения эксплуатирующей организации, которая выделяет ответственных лиц, наблюдающих за сохранностью устройств молниезащиты.

Во время грозы работы на устройствах молниезащиты и вблизи них не производятся.

Содержание

1	Область применения	54
2	Нормативные ссылки	54
3	Термины и определения	55
4	Основные положения	58
4.1	Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты	58
4.2	Параметры токов линии	60
4.2.1	Классификация воздействия токов молнии	61
4.2.2	Плотность ударов молнии в землю	61
4.2.3	Параметры токов молнии, предлагаемые для нормирования средств защиты от электромагнитных воздействий молнии	62
5	Определение необходимости предусмотрения устройств защиты от молнии для здания и выбор уровня защиты от молнии	62
5.1	Случаи, когда оснащение системой молниезащиты является обязательным	62
5.2	Повреждения и типы потерь	64
5.3	Риск и компоненты риска	66
5.4	Состав компонентов риска для здания (сооружения)	68
6	Менеджмент риска	70
6.1	Основная процедура	70
6.2	Объекты оценки риска	70
6.3	Сервисы, которые учитываются для оценки риска	70
6.4	Приемлемый риск R_T	71
6.5	Процедура оценки потребности в защите от молнии	71
6.6	Процедура оценки технической и экономической защиты от молнии	71
6.7	Меры защиты от молнии	72
6.7.1	Меры защиты людей от гибели и получения тяжелых травм вследствие поражения электрическим током	72
6.7.2	Меры защиты для уменьшения физических повреждений здания (сооружения)	73
6.7.3	Меры защиты для уменьшения отказов электрических и электронных систем	73
6.7.4	Выбор мер защиты	73
7	Оценка компонентов риска для здания (сооружения)	75
7.1	Основное уравнение	75
7.2	Оценка компонентов риска при ударе молнии в здание (сооружение) (S1)	76
7.3	Оценка компонентов риска при ударе молнии вблизи здания (сооружения) (S2)	76
7.4	Оценка компонентов риска при ударе молнии в линии коммуникации здания (сооружения) (S3)	76
7.5	Оценка компонентов риска при ударе молнии вблизи линии коммуникации здания (сооружения) (S4)	77
7.6	Суммарный риск для здания (сооружения)	78
7.7	Деление здания (сооружения) на зоны Z_s	78
7.8	Оценка компонентов риска в здании (сооружении) с зонами Z_s	79
7.8.1	Общие принципы	79
7.8.2	Здание (сооружение) с единственной зоной защиты от молнии	79

7.8.3	Здание (сооружение) с несколькими зонами защиты от молнии	79
7.8.4	Анализ экономической эффективности мер защиты от экономических потерь (L4)	80
8	Защита от прямых ударов молнии	80
8.1	Комплекс средств защиты от ударов молнии	80
8.2	Внешняя система молниезащиты	81
8.2.1	Молниеприемники	81
8.2.2	Токоотводы	81
8.2.3	Заземлители	83
8.2.4	Крепление и соединения элементов внешней СМЗ	84
8.3	Выбор молниеотводов	84
8.3.1	Общие соображения	84
8.3.2	Типовые зоны защиты стержневых и тросовых молниеотводов	84
8.3.3	Определение зон защиты по рекомендациям МЭК	90
8.3.4	Защита оптических кабельных линий передачи магистральной и внутризональных сетей связи	91
8.3.5	Защита от ударов молнии электрических и оптических кабелей связи, проложенных в населенном пункте	92
8.3.6	Защита кабелей, проложенных вдоль опушки леса, вблизи отдельно стоящих деревьев, опор, мачт	92
9	Защита от вторичных воздействий молнии	92
9.1	Общие положения	92
9.2	Зоны защиты от воздействия молнии	93
9.3	Экранирование	95
9.4	Соединения	96
9.4.1	Соединения на границах зон	96
9.4.2	Соединения внутри защищаемого объема	98
9.5	Заземление	99
9.6	Устройства защиты от перенапряжений	100
9.7	Защита оборудования в существующих зданиях	101
9.7.1	Меры защиты при использовании внешней системы молниезащиты	102
9.7.2	Меры защиты при использовании кабелей	103
9.7.3	Меры защиты при использовании антенн и другого оборудования	103
9.7.4	Меры защиты силовых кабелей и кабелей связи между зданиями	104
	Приложение А Характеристики интенсивности грозовой деятельности и грозопоражаемости зданий и сооружений	105
	Приложение В Рекомендации по эксплуатационно-технической документации, порядку приемки в эксплуатацию и эксплуатации устройств молниезащиты	106

Membrii Comitetului tehnic pentru normare tehnică și standardizare în construcții
CT-C G 02 "Instalații electrice, de automatizare, semnalizare și telecomunicații" care au acceptat
proiectul documentului normativ:

Președinte	Constantin Codreanu	Dr. inginer
Secretar	Victor Balan	Inginer-mecanic
Membri	Roman Bahnaru	Inginer-elecrician
	Alexandru Șevenco	Inginer-constructor
	Leonid Eroscenco	Inginer-elecrician
	Oleg Pereverzev	Inginer-proiectant

Utilizatorii documentului normativ sînt responsabili de aplicarea corectă a acestuia. Este important ca utilizatorii documentelor normative să se asigure că sînt în posesia ultimei ediții și a tuturor amendamentelor.

Informațiile referitoare la documentele normative (data aplicării, modificării, anulării etc.) sînt publicate în "Monitorul Oficial al Republicii Moldova", Catalogul documentelor normative în construcții, în publicații periodice ale organului central de specialitate al administrației publice în domeniul construcțiilor, pe Portalul Național "e-Documente normative în construcții" (www.ednc.gov.md), precum și în alte publicații periodice specializate (numai după publicare în Monitorul Oficial al Republicii Moldova, cu prezentarea referințelor la acesta).

Amendamente după publicare:

Indicativul amendamentului	Publicat	Punctele modificate

Ediție oficială

**NORMATIV ÎN CONSTRUCȚII
NCM G.02.02:2018**

”Amenajarea protecției clădirilor și construcțiilor contra trăsnetului”

Responsabil de ediție ing. G. Curilina

Tiraj 100 ex. Comanda nr.

**Tipărit ICȘC ”INCERCOM” Î.S.
Str. Independenței 6/1
www.incercom.md**