

МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖЕНО
наказом Мінпаливенерго України
від 28 серпня 2006 р. № 305

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА

Глава 1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки

Видання офіційне

Київ

Об'єднання енергетичних підприємств

«Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики»

2006

Глава 1.7 «Заземлення і захисні заходи електробезпеки» Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) перероблена згідно з чинними в Україні вимогами стандартів, будівельних норм і правил, рекомендацій стандартів МЕК і погоджена Держбудом України, Державним департаментом промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду МНС України, Державним Департаментом пожежної безпеки МНС України та іншими відомствами.

З огляду на тривалість термінів перероблення окремі розділи та глави ПУЕ в новій редакції видаються в міру завершення робіт з їх перегляду, узгодження та затвердження.

Вимоги глави 1.7 «Заземлення і захисні заходи електробезпеки» ПУЕ обов'язкові для виконання підприємствами, установами, організаціями і підприємцями незалежно від форм власності.

Зауваження і пропозиції щодо змісту глави 1.7 ПУЕ слід надсилати в інститут «Укрсільенергопроект» за адресою: 04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 11/8

ПЕРЕДМОВА

- 1 ЗАМОВЛЕНО:** Об'єднанням енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (ОЕП «ГРІФРЕ»)
- 2 РОЗРОБЛЕНО:** Державним підприємством «Український науково-дослідний, проектно-вишукувальний та конструкторсько-технологічний інститут «Укрсільенерго-проект»
- Відкритим акціонерним товариством
Інститут «Київпромелектропроект» за участю: Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»;
Національного університету «Львівська політехніка»;
Науково-дослідного та проектно-конструкторського інституту «Молнія» національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;
Державного департаменту промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держпромгір-нагляд) МНС України
- 3 ВНЕСЕНО:** Департаментом з питань електроенергетики Міністерства палива та енергетики України (С.Я. Меженний)
- 4 УЗГОДЖЕНО:** Заступником Міністра палива та енергетики України (О.М. Шеберстов)
- Департаментом з питань електроенергетики Міністерства палива та енергетики України (С.Я. Меженний)
- Департаментом ядерної енергетики та атомної промисловості Міністерства палива та енергетики України (Н.Ю. Шумкова)
- Департаментом фізичного захисту, пожежної безпеки та безпеки життєдіяльності Міністерства палива та енергетики України (О.О. Євменєв)
- Державним департаментом промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду МНС України (Держпромгір-нагляд) (В.А. Плетньов)
- Державним департаментом пожежної безпеки (В.В. Бовсуновський)
- Міністерством охорони навколишнього природного середовища України (О.Г. Яворська)
- Державним комітетом України з будівництва та архітектури (О.М. Бондаренко)
- Міністерством охорони здоров'я України (Г.Ф. Бурлак)
- Національною акціонерною енергетичною компанією «Енергоатом» (Ю.Л. Коврижкін)

ДП «Національна енергетична компанія «Укренерго», (Г.І. Гримуд)

Департаментом юридичного забезпечення Міністерства палива та енергетики (Г.Б. Пітік)

Об'єднанням енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (В.Т. Коданьова)

5 ЗАТВЕРДЖЕНО: Міністерством палива та енергетики України (Ю.А. Бойко), наказ від 28 серпня 2006 р. № 305

**6 НАДАНО
ЧИННОСТІ:** з 1 січня 2007 р.

7 НА ЗАМІНУ: Глави 1.7 «Правил устроювання електроустановок», 6-те видання. — М.: Енергоатомвидав, 1986

**8 СТРОК ПЕРШОЇ
ПЕРЕВІРКИ:** 2011 рік

З наданням чинності новій редакції глави ПУЕ 1.7 «Заземлення і захисні заходи електробезпеки» визнати такою, що втратила чинність на території України, главу 1.7 «Заземление и защитные меры электробезопасности», затверджену 30 квітня 1980 р. Головтехуправлінням і Держ-енергонаглядом Міненерго СРСР, яка входить до складу «Правил устроювання електроустановок», 6-те видання. — М.: Енергоатомвидав, 1986.

© ОЕП «ГРІФРЕ», 2006

Цей нормативний документ не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований і розповсюджений без дозволу Об'єднання енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (ОЕП «ГРІФРЕ»).



МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

НАКАЗ

28 серпня 2006 р.

м. Київ

№ 305

Про затвердження та введення
в дію нової редакції глави 1.7
Правил улаштування електроустановок

З метою введення в дію нової редакції глави 1.7 «Заземлення і захисні заходи електробезпеки» Правил улаштування електроустановок (далі — ПУЕ)

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити у новій редакції главу 1.7 ПУЕ «Заземлення і захисні заходи електробезпеки», яка набирає чинності з 1 січня 2007 року (додається).
2. Госпрозрахунковому підрозділу «Науково-інженерний енергосервісний центр» інституту «Укрсілєнергопроект» (Білоусов В.І.) внести главу 1.7 ПУЕ до реєстру та комп'ютерного банку даних чинних нормативних документів Мінпаливенерго.
3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Коданьовій В.Т.) забезпечити видання та розповсюдження глави 1.7 ПУЕ на підставі замовлень зацікавлених організацій та фактичної оплати.
4. Департаменту з питань електроенергетики (Меженний С. Я.), Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Коданьова В.Т.) та інституту «Укрсілєнергопроект» (Лях В.В.) протягом місяця з дня підписання наказу розробити програму заходів щодо впровадження нової глави 1.7 ПУЕ.
5. Інституту «Укрсілєнергопроект» (Лях В.В.) забезпечити науково-технічний супровід процесу впровадження нової редакції глави 1.7 ПУЕ.
6. З моменту введення в дію нової редакції глави 1.7 ПУЕ визнати такою, що втратила чинність, главу 1.7 ПУЕ шостого видання «Заземление и защитные меры злектробезопасности», затверджену 30 квітня 1980 р. Головтехуправлінням і Держенергонаглядом Міненерго СРСР.
7. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра палива та енергетики України Шеберстова О.М.

Міністр

Ю. БОЙКО

ЗМІСТ

1.7.1-1.7.2	Сфера застосування	7
1.7.3-1.7.53	Терміни та визначення понять.....	7
1.7.54-1.7.67	Загальні вимоги.....	13
1.7.68-1.7.70	Заходи захисту із застосуванням систем БННН, ЗННН ІФННН	16
1.7.71-1.7.76	Заходи захисту від прямого дотику.....	17
1.7.77-1.7.90	Заходи захисту в разі непрямого дотику	18
1.7.91-1.7.96	Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю	23
1.7.97	Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізольованою нейтраллю.....	24
1.7.98-1.7.102	Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричних мережах з ізольованою, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю	25
1.7.103-1.7.111	Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю.....	27
1.7.112-1.7.114	Заземлювальні пристрої в місцевостях з великим питомим опором землі.....	30
1.7.115-1.7.119	Заземлювачі.....	30
1.7.120-1.7.125	Заземлювальні провідники.....	32
1.7.126-1.7.130	Головна заземлювальна шина (ГЗШ).....	33
1.7.131-1.7.144	Захисні провідники (РЕ-провідники).....	34
1.7.145-1.7.147	PEN-провідники	38
1.7.148-1.7.150	Провідники системи зрівнювання потенціалів	38
1.7.151-1.7.159	З'єднання і приєднання захисних провідників	38
1.7.160-1.7.167	Переносні електроприймачі.....	40
1.7.168-1.7.184	Пересувні електроустановки	40

Розділ 1 ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА

ГЛАВА 1.7 ЗАЗЕМЛЕННЯ І ЗАХИСНІ ЗАХОДИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ

Чинний з першого січня 2007р.

Сфера застосування

1.7.1 Ця глава Правил поширюється на електроустановки змінного і постійного струму, призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передавання та розподілу електроенергії, які проектуються, будуються або реконструюються, і містить загальні вимоги до їх електробезпеки як у нормальному режимі роботи електроустановок, так і в разі пошкодження ізоляції. Вимоги цієї глави можуть також застосовуватися до діючих електроустановок з метою підвищення їх електробезпеки. Заходи електробезпеки в електроустановках напругою до 1 кВ будинків і споруд (житлових, адміністративно-побутових, громадських, цехових тощо) регламентуються ДБН В.2.5-27-2006 та іншими чинними в Україні нормативними документами.

1.7.2 Щодо заходів електробезпеки електроустановки поділяють на:

- електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах із глухозаземленою нейтраллю;
- електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізольованою нейтраллю;
- електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах з ізольованою, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю;
- електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах із глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю.

Примітка. Вимоги цієї глави до електроустановок напругою до 1 кВ стосуються також електроустановок напругою до 1,5 кВ постійного та випрямленого струму, змінна складова якого не перевищує 10 % діючого значення.

Терміни та визначення понять

1.7.3 Електробезпека — відсутність загрози з боку електроустановки життю, здоров'ю та майну людей, тваринам, рослинам і довкіллю, яка перевищує допустимий ризик.

1.7.4 Електрична мережа з ефективно заземленою нейтраллю — трифазна електрична мережа напругою понад 1 кВ, в якій коефіцієнт замикання на землю — не перевищує 1,4.

Коефіцієнт замикання на землю у трифазній мережі відношення різниці потенціалів між неушкодженою фазою і землею в точці замикання на землю другої або двох інших фаз до різниці потенціалів між фазою і землею в цій точці до замикання.

1.7.5 Глухозаземлена нейтраль — нейтраль генератора або трансформатора, приєднана до заземлювального пристрою безпосередньо або через малий опір (наприклад, через трансформатори струму). Глухозаземленим може бути також вивід джерела однофазного струму або полюс джерела постійного струму у двопровідних мережах, а також середня точка джерела в трипровідних мережах змінного і постійного струму.

Середня точка — спільна точка між двома симетричними елементами кола, протилежні кінці яких приєднано до різних лінійних провідників того ж самого кола.

Лінійний (фазний) провідник — провідник, який у нормальному режимі роботи електроустановки знаходиться під напругою і використовується для передавання і розподілу електричної енергії, але не є провідником середньої точки або нейтральним провідником.

1.7.6 Ізольована нейтраль — нейтраль генератора або трансформатора, не приєднана до заземлювального пристрою або приєднана до нього через великий опір приладів сигналізації, вимірювання та інших подібних до них пристроїв, наявність яких практично не впливає на струм замикання на землю.

Компенсована нейтраль — нейтраль генератора або трансформатора, приєднана до

заземлювального пристрою через дугогасні реактори для компенсації ємнісного струму в мережі під час однофазних замикань на землю.

Заземлена через резистор нейтраль — нейтраль генератора або трансформатора в мережі з ізолюваною або компенсованою нейтраллю, приєднана до заземлювального пристрою через резистор, наприклад, для захисту мережі від перенапруг або (і) виконання селективного захисту в разі замикання на землю, що призводить до збільшення струму замикання.

1.7.7 Провідна частина — будь-яка частина, яка має властивість проводити електричний струм.

1.7.8 Провідник — провідна частина, призначена для проведення електричного струму певного значення.

1.7.9 Струмовідна частина — провідник або провідна частина, що перебуває в процесі її нормальної роботи під напругою, включаючи нейтральний провідник, але не РЕИ-провідник.

1.7.10 Відкрита провідна частина — провідна частина електроустановки, доступна для дотику, яка в процесі роботи не перебуває під робочою напругою, але може опинитися під напругою в разі пошкодження ізоляції струмовідних частин (наприклад, корпуси електрообладнання тощо).

1.7.11 Стороння провідна частина — провідна частина, яка не є частиною електроустановки, здатна виносити електричний потенціал, як правило, електричний потенціал локальної землі (наприклад, рейки під'їзних колій, будівельні металоконструкції, металеві труби і оболонки комунікацій тощо).

1.7.12 Прямий дотик — електричний контакт людей або тварин зі струмовідними частинами, що перебувають під напругою, або наближення до них на небезпечно відстань.

Електричний контакт — стан двох або більше провідних частин, які дотикаються одна до одної випадково або навмисно і утворюють єдину безперервну провідну частину.

1.7.13 Непрямий дотик — електричний контакт людей або тварин з відкритою провідною частиною, яка опинилася під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

1.7.14 Захист від прямого дотику — захист, який запобігає ураженню електричним струмом за відсутності пошкодження ізоляції провідників.

1.7.15 Захист у разі непрямого дотику — захист, який запобігає ураженню електричним струмом у випадку одиничного пошкодження.

1.7.16 Заземлювач — провідна частина (провідник) або сукупність з'єднаних між собою провідних частин (провідників), які перебувають в електричному контакті із землею безпосередньо або через проміжне провідне середовище, наприклад, бетон.

1.7.17 Штучний заземлювач — заземлювач, який спеціально виконують з метою заземлення. Природний заземлювач — провідна частина, яка крім своїх безпосередніх функцій одночасно може виконувати функції заземлювача (наприклад, арматура фундаментів та інженерних комунікацій будівель і споруд, підземна частина металевих і залізобетонних опор ПЛ тощо).

1.7.19 Електрично незалежні заземлювачі — заземлювачі, розташовані на такій відстані один від одного, що максимально можливий струм, який може стікати в землю по одному з них, суттєво не впливає на електричний потенціал інших.

1.7.20 Заземлювальний провідник — провідник, який з'єднує заземлювач з визначеною точкою системи або електроустановки чи обладнання.

1.7.21 Заземлювальний пристрій — сукупність електрично з'єднаних між собою заземлювача і заземлювальних провідників, включаючи елементи їх з'єднання.

1.7.22 Заземлення — виконання електричного з'єднання між визначеною точкою системи або установки або обладнання і локальною землею (див. 1.7.31).

Примітка. З'єднання з локальною землею може бути навмисним, ненавмисним і випадковим, а також постійним або тимчасовим.

Захисне заземлення — заземлення точки чи точок системи, установки або обладнання з метою забезпечення електробезпеки.

Термін «заземлення», прийнятий у главі, слід розуміти як «захисне заземлення».

Функціональне (робоче) заземлення — заземлення точки чи точок системи, установки або

обладнання з метою, що не пов'язана з електробезпекою (наприклад, для забезпечення електромагнітної сумісності).

1.7.23 Захисний провідник — провідник, призначений для забезпечення електробезпеки.

Захисний заземлювальний провідник — заземлювальний провідник, призначений для захисного заземлення.

Провідник системи зрівнювання потенціалів — захисний провідник, призначений для захисного зрівнювання потенціалів.

РЕ-провідник (РЕ від англ. «protective earthing» — захисне заземлення) — захисний провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, призначений для захисту від ураження електричним струмом.

1.7.24 Нейтральний провідник (N-провідник) — провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, електрично з'єднаний з нейтральною точкою джерела живлення, що використовується для розподілення електричної енергії.

Нейтральна точка — спільна точка з'єднаної в зірку багатофазної системи або заземлена точка однофазної системи.

Провідник середньої точки (М-провідник) — провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, який електрично з'єднаний з середньою точкою джерела живлення і використовується для розподілення електричної енергії.

1.7.25 PEN-провідник — провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, який поєднує в собі функції — захисного (РЕ-) і нейтрального (N-,) провідників.




Примітка. Терміни «нейтральний» і «захисний» провідники в системі ГРУ є синонімами відповідних термінів «нульовий робочий» і «нульовий захисний» провідники, які були в попередніх редакціях ПУЕ, і не відповідають термінам міжнародних стандартів.

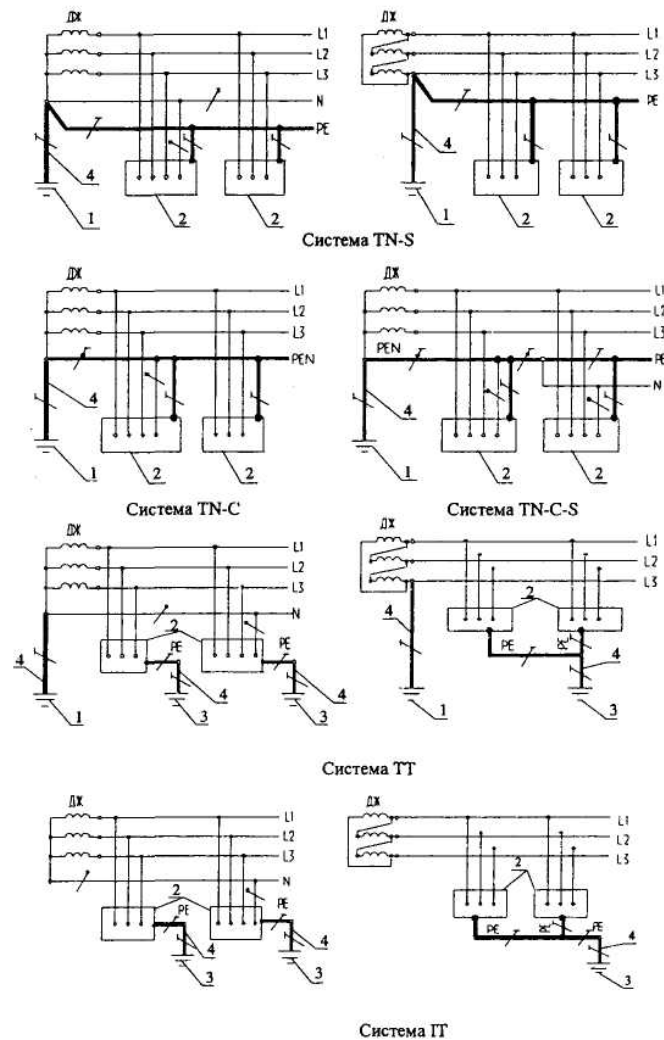
1.7.26 Тип заземлення системи — показник, який характеризує влаштування нейтрального провідника (ІУ-провідника) або провідника середньої точки (М-провідника) і з'єднання з землею струмовідних частин джерела живлення та відкритих провідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ.

Відповідно до ГОСТ 30331.2 прийнято такі позначення типу заземлення системи:

- система TN — система, в якій мережа живлення має глухе заземлення однієї точки струмовідних частин джерела живлення, а електроприймачі і відкриті провідні частини електроустановки приєднуються до цієї точки за допомогою відповідно N- або М- і захисного РЕ-провідників;
- система TN-S — система TN, в якій N- або М- і РЕ-провідники розділено по всій мережі;
- система TN-C — система TN, в якій N- або М- і РЕ-провідники поєднано в одному PEN-провіднику по всій мережі;
- система TN-C-S — система TN, в якій N- або М- і РЕ-провідники поєднано в одному провіднику в частині мережі, починаючи від джерела живлення;
- система TT — система, одну точку струмовідних частин джерела живлення якої заземлено, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до РЕ-провідника, з'єднаного із заземлювачем, електрично незалежним від заземлювача, до якого приєднано точку струмовідних частин джерела живлення;
- система IT — система, в якій мережу живлення ізолювано від землі чи заземлено через прилади або (і) пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до заземленого РЕ-провідника.

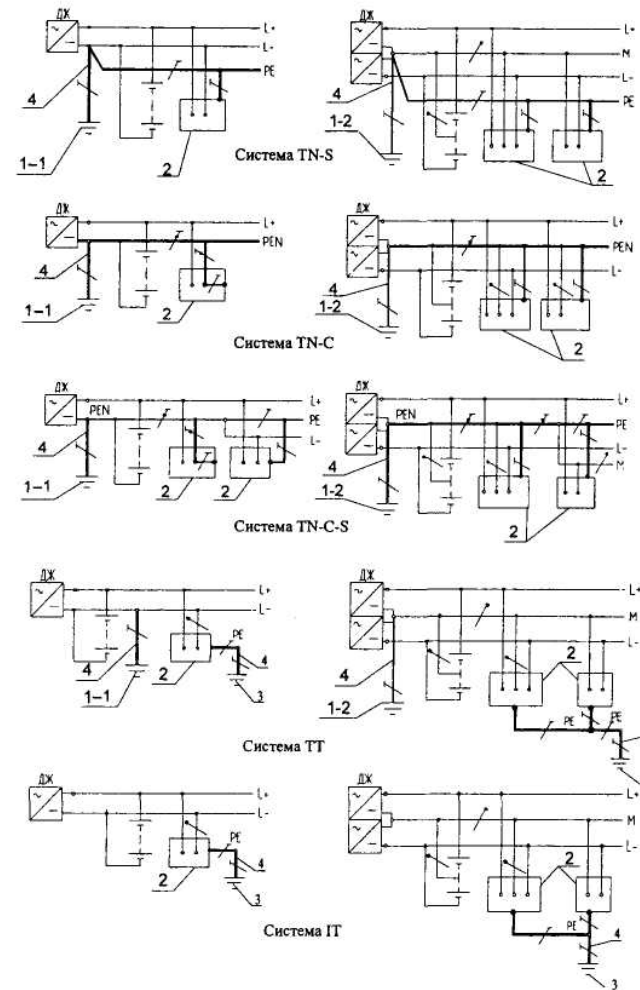
На рисунках 1.7.1 і 1.7.2 подано приклади виконання систем TN, TT та IT відповідно в трифазних електроустановках змінного струму та в електроустановках постійного струму, де прийнято такі умовні позначення:

-  - N-провідник (М-провідник)
-  - PEN-провідник
-  - захисний провідник (РЕ-провідник)



ДЖ — джерело живлення; L1, L2, L3 — лінійні (фазні) провідники; 1 — заземлювач джерела живлення; 2 — відкриті провідні частини; 3 — заземлювач відкритих провідних частин; 4 — захисний заземлювальний провідник (заземлення системи позначено потовщеними лініями)

Рисунок 1.7.1 — Схеми виконання систем TN-S, TN-C, TN-C-S, TT і IT в електроустановках трифазного струму



ДЖ — джерело живлення; L+, L-, L- — лінійні провідники; M — провідник середньої точки; 1-1 — заземлювач лінійного провідника; 1-2 — заземлювач провідника середньої точки; 2 — відкриті провідні частини; 3 — заземлювач відкритих провідних частин; 4 — захисний заземлювальний провідник (заземлення системи позначено потовщеними лініями)

Рисунок 1.7.2 — Схеми виконання систем TN-S, TN-C, TN-C-S, TT і IT в електроустановках постійного струму

Для систем ТТ і ІТ подано можливі варіанти приєднання РЕ-провідників до заземлювального пристрою.

Літерні позначення типу заземлення системи означають:

- перша літера — характер заземлення джерела живлення:
 - Т (від лат. «terra» — земля) — безпосереднє приєднання однієї точки струмовідних частин джерела живлення до заземлювального пристрою. У трифазних мережах такою точкою, як правило, є нейтраль джерела живлення (якщо нейтраль недоступна, то заземлюють фазний провідник), у трипровідних мережах однофазного струму і постійного струму — середня точка, а у двопровідних мережах — один з виводів джерела однофазного струму або один з полюсів джерела постійного струму;
 - І (від англ. «isolated» — ізольований,) — усі струмовідні частини джерела живлення ізольовано від землі або одну точку заземлено через великий опір (наприклад, через опір приладів контролю ізоляції);
- друга літера — характер заземлення відкритих провідних частин електроустановки:
 - N (від англ. «neutral» — нейтраль) — безпосередній зв'язок відкритих провідних частин електроустановки з точкою заземлення джерела живлення;
 - T — безпосередній зв'язок відкритих провідних частин із землею незалежно від характеру зв'язку джерела живлення із землею.
- Наступні літери в системі TN позначають влаштування нейтрального N і захисного РЕ-провідників:
 - S (від англ. «separate» — розділяти) — функції N- і РЕ-провідників виконують окремі провідники;
 - C (від англ. «combine» — об'єднувати) — функції N- і РЕ-провідників виконує один PEN-провідник.

1.7.27 Замикання на землю — виникнення випадкового провідного кола між провідником, який перебуває під напругою, і землею (заземлювальним пристроєм) безпосередньо або через проміжні провідні частини (пошкоджену ізоляцію, будівельні конструкції, рослини тощо).

1.7.28 Струм замикання на землю — струм, який проходить у землю через місце замикання.

1.7.29 Струм витоку — небажаний струм, який стікає зі струмовідних частин у землю або неізольовані від землі провідні частини у разі відсутності пошкоджень в електричному колі.

1.7.30 Зона нульового потенціалу (відносна земля) — провідна частина землі, яка перебуває за межею зони впливу будь-якого заземлювального пристрою, електричний потенціал якої умовно прийнято за нульовий.

1.7.31 Зона розтікання (локальна земля) — частина землі, яка перебуває в електричному контакті із заземлювачем і електричний потенціал якої не обов'язково дорівнює нулю.

Термін «земля», який використовується у главі, слід розуміти, як «земля в зоні розтікання».

1.7.32 Напруга на заземлювальному пристрої — напруга, яка виникає в разі стікання струму із заземлювача в землю між точкою введення струму в заземлювач і зоною нульового потенціалу.

1.7.33 Опір заземлювального пристрою (заземлювача) — відношення напруги на заземлювальному пристрої (заземлювачі) до струму, який стікає із заземлювача в землю.

1.7.34 Напруга дотику — напруга, яка виникає на тілі людини або тварини в разі одночасного дотику до двох провідних частин.

1.7.35 Напруга кроку — напруга між двома точками на поверхні локальної землі, розташованих на відстані 1 м одна від одної, що відповідає довжині великого кроку людини.

1.7.36 Еквівалентний питомий опір землі з неоднорідною структурою — електричний питомий опір землі з однорідною структурою, в якій опір заземлювального пристрою має те ж саме значення, що й у землі з неоднорідною структурою.

Термін «питомий опір», який використовують у главі для землі з неоднорідною структурою, слід розуміти як «еквівалентний питомий опір».

1.7.37 Захисне вирівнювання потенціалів — зниження напруги дотику і (або) напруги кроку шляхом укладання в землю чи в провідну підлогу або на їх поверхні провідних частин, приєднаних до заземлювального пристрою, або шляхом застосування спеціального покриття землі (підлоги).

Термін «вирівнювання потенціалів», який використовують у главі, треба розуміти як «захисне вирівнювання потенціалів».

1.7.38 Захисне зрівнювання потенціалів — досягнення рівності потенціалів провідних частин шляхом електричного з'єднання їх між собою.

Термін «зрівнювання потенціалів», який використовують у главі, треба розуміти як «захисне зрівнювання потенціалів».

1.7.39 Головна заземлювальна шина (ГЗШ) — затискач, або збірна шина, які є частиною заземлювального пристрою електроустановки напругою до 1 кВ і дають змогу виконувати електричні з'єднання визначеної кількості провідників з метою заземлення і зрівнювання потенціалів.

1.7.40 Надструм — струм, значення якого перевищує найбільше робоче (розрахункове) значення струму електричного кола.

1.7.41 Електричне коло — сукупність провідних частин, через які може протікати електричний струм у нормальному або аварійному режимі роботи електроустановки.

Термін «коло», який використовують у главі, слід розуміти як «електричне коло».

Примітка. У поняттях, які стосуються захисту від надструмів, термін позначає ту частину електроустановки, яку захищено від надструму одним або кількома захисними пристроями.

1.7.42 Захисне автоматичне вимикання живлення — автоматичне розмикання одного або кількох лінійних провідників і, у разі потреби, нейтрального провідника, яке виконується з метою електробезпеки.

Термін «автоматичне вимикання живлення», який використовують у главі, треба розуміти як «захисне автоматичне вимикання живлення».

ПЗВ — пристрій захисного автоматичного вимикання живлення, який реагує на диференційний струм.

Примітка. Диференційний струм — це векторна сума струмів, які проходять через пристрій.

1.7.43 Основна ізоляція — ізоляція струмовідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ, яка забезпечує захист від прямого дотику.

1.7.44 Додаткова ізоляція — самостійна ізоляція, передбачена як додаткова до основної ізоляції в електроустановках напругою до 1 кВ і призначена для забезпечення захисту від ураження електричним струмом у разі пошкодження основної ізоляції.

1.7.45 Подвійна ізоляція — ізоляція в електроустановках напругою до 1 кВ, яка складається з основної і додаткової ізоляції.

1.7.46 Посилена ізоляція — єдина система ізоляції струмовідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ, яка забезпечує такий же ступінь захисту від ураження електричним струмом, як і подвійна ізоляція.

1.7.47 Захисний (електричний) екран — провідний екран, що застосовується для відділення одного електричного кола та (або) провідників від небезпечних струмовідних частин.

1.7.48 Захисне (електричне) відділення (електричний поділ кіл) — відділення одного електричного кола від іншого в електроустановках напругою до 1 кВ за допомогою подвійної ізоляції або основної ізоляції та захисного екрана або посиленої ізоляції.

1.7.49 Розділовий трансформатор — трансформатор, вторинні обмотки якого відділено від первинної обмотки та оболонки за допомогою захисного електричного поділу кіл.

1.7.50 Безпечний розділовий трансформатор — розділовий трансформатор, призначений для живлення кіл наднизької напруги.

1.7.51 Наднизька (мала) напруга — напруга між будь-якими провідниками або будь-яким провідником і землею, яка не перевищує 50 В для змінного струму і 120 В для постійного.

Система БННН (англ. еквівалент «8ЕВУхузїет») — система безпечної наднизької напруги, в якій

струмовідні частини системи БННН електрично відділено від усіх інших кіл вищої напруги за допомогою захисного електричного поділу кіл.

Система ЗННН (англ. еквівалент «РЕБУхузїет») — система захисної наднизької напруги, це **система БННН** у разі заземлення її кола.

Система ФННН (англ. еквівалент «РЕБУ зузіет») — система функціональної наднизької напруги, в якій за умовами експлуатації для живлення електроприймачів використовують наднизьку напругу і при цьому вимоги, що стосуються систем БННН і ЗННН, не можуть бути виконані або в їх застосуванні немає потреби, а для захисту від ураження електричним струмом у колі наднизької напруги використовують додаткові заходи захисту, такі як огорожі або ізоляція, яка відповідає ізоляції первинного кола, та автоматичне вимикання живлення.

1.7.52 Бар'єр — частина, яка запобігає ненавмисному прямому дотику, але не перешкоджає навмисному прямому дотику.

Огорожа — частина, яка забезпечує захист від прямого дотику з боку можливого доступу.

Оболонка — огорожа внутрішніх частин обладнання, яка запобігає доступу до струмовідних частин з будь-якого напрямку.

Зона досяжності — зона, доступна дотику з будь-якої точки поверхні, де звичайно перебувають люди, до межі, яку людина може досягти, простягаючи голу руку без інструмента чи якихось пристроїв у будь-якому напрямку.

Непровідні (ізолювальні) приміщення, зони, площадки — приміщення, зони, площадки, в яких (на яких) захист від непрямого дотику забезпечується високим опором підлоги і стін і в яких відсутні заземлені провідні частини.

1.7.53 Стационарні електроприймачі — електроприймачі, які в процесі експлуатації не можуть перебувати в руках людини, переміщуватися і отримують живлення за фіксованою схемою від електричної мережі централізованого електропостачання.

Загальні вимоги

1.7.54 Струмовідні частини електроустановки не повинні бути доступними для випадкового прямого дотику до них, а доступні для дотику відкриті і сторонні провідні частини не повинні перебувати під напругою, що становить небезпеку ураження струмом, як у нормальному режимі роботи електроустановки, так і в разі пошкодження ізоляції.

1.7.55 Для запобігання ураженню електричним струмом у нормальному режимі слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту від прямого дотику:

- основна ізоляція струмовідних частин (1.7.71);
- огорожі та оболонки (1.7.72);
- бар'єри (1.7.73);
- розміщення поза зоною досяжності (1.7.74);

Для додаткового захисту від ураження електричним струмом у разі прямого дотику в електроустановках напругою до 1 кВ можна застосовувати ПЗВ (1.7.76).

Захист від прямого дотику не вимагається, якщо номінальна напруга не перевищує:

- 25 В змінного або 60 В постійного струму в разі застосування системи БННН, якщо електрообладнання експлуатується в сухих приміщеннях;
- 25 В змінного або 60 В постійного струму в разі застосування системи ЗННН, якщо електрообладнання перебуває в зоні дії системи зрівнювання потенціалів і експлуатується тільки в сухих приміщеннях, а ймовірність контакту людини з частинами, які перебувають під напругою, незначна;
- 6 В змінного або 15 В постійного струму в усіх інших випадках.

1.7.56 Для запобігання ураженню електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту в разі непрямого дотику:

- захисне заземлення (1.7.63, 1.7.65, 1.7.66);
- автоматичне вимикання живлення (1.7.61, 1.7.63);
- зрівнювання потенціалів (1.7.78);
- обладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією (1.7.86, 1.7.87);
- захисний електричний поділ кіл (1.7.86, 1.7.88);
- ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, площадки (1.7.86, 1.7.89);
- системи наднизької (малої) напруги БНН, ЗНН, ФНН (1.7.68-1.7.70);
- вирівнювання потенціалів (1.7.65, 1.7.66).

Захист у разі непрямого дотику слід виконувати в усіх випадках, якщо номінальна напруга перевищує 50 В змінного і 120 В постійного струму.

У приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках виконання захисту від ураження електричним струмом у разі непрямого дотику може знадобитися за нижчих напруг, наприклад: 25 В змінного і 60 В постійного струму або 12 В змінного і 30 В постійного струму — за наявності вимог відповідних глав ПУЕ та інших нормативних документів.

1.7.57 Заходи захисту від ураження електричним струмом повинні бути достатніми і реалізованими під час виготовлення електрообладнання або в процесі монтажу електроустановки чи в обох випадках.

Два чи більше вжитих заходів захисту в електроустановці не повинні призводити до зниження ефективності кожного з них.

1.7.58 Для заземлення електроустановок можуть бути використані штучні і природні заземлювачі.

Використання природних заземлювачів як елементів за-землювальних пристроїв не повинне призводити до їх пошкодження струмами коротких замикань або до порушення роботи пристроїв, з якими вони пов'язані. Якщо в разі використання природних заземлювачів опір заземлювального пристрою або напруга дотику не перевищує допустимі значення, а також забезпечуються нормовані значення напруги на заземлю-вальному пристрої і допустима густина струму в природних заземлювачах, то обладнувати штучні заземлювачі в електроустановці не обов'язково.

1.7.59 Для заземлення територіально зближених електроустановок різних призначень і напруги слід, як правило, застосовувати один спільний заземлювальний пристрій.

Заземлювальний пристрій, який використовують для заземлення електроустановок одного або різних призначень і напруг, протягом усього періоду експлуатації повинен відповідати всім вимогам до заземлення цих електроустановок: захисту людей від ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції, умовам режимів роботи мереж, захисту електрообладнання від перенапруги, електромагнітної сумісності комп'ютерних і мікропроцесорних систем, РЗА і АСУ ТП, які застосовують у цих електроустановках тощо. У першу чергу слід дотримуватися таких вимог до захисного заземлення.

Заземлювальні пристрої електроустановок будівель і споруд і заземлювальні пристрої для їх блискавкозахисту, як правило, повинні бути спільними.

У разі влаштування електрично незалежного заземлювача для функціонального заземлення, за умовами роботи інформаційного або іншого чутливого до впливу завад обладнання, слід застосовувати спеціальні заходи захисту від ураження електричним струмом, які зазначаються в технічних умовах або інструкції з експлуатації цього обладнання.

Для об'єднання заземлювальних пристроїв різних електроустановок в один спільний заземлювальний пристрій слід використовувати всі наявні штучні заземлювальні провідники і заземлювачі. Кількість їх має бути не меншою двох. У випадку, коли між розподільними пристроями розташовано будівлю з апаратурою релейного захисту та автоматики, кількість заземлювальних провідників мусить бути не меншою чотирьох. При цьому два з них повинні знаходитися поблизу стін цієї будівлі.

1.7.60 Необхідні значення напруги дотику та опору заземлювального пристрою в разі стікання з нього струмів замикання на землю і струмів витоку потрібно забезпечувати за найнесприятливіших умов у будь-яку пору року.

Для визначення опору заземлювальних пристроїв треба враховувати штучні і природні заземлювачі.

Для визначення питомого опору землі за розрахунковий слід приймати його сезонне значення, яке відповідає найнес-приятливішим умовам.

Заземлювальні пристрої мають бути механічно міцними та динамічно стійкими до струмів замикання на землю і не повинні термічно пошкоджуватися за час протікання зазначених струмів. Матеріал і переріз заземлювачів мають забезпечувати їх стійкість до корозії на весь період експлуатації.

1.7.61 Живлення електроустановок напругою до 1 кВ, як правило, виконується з використанням системи заземлення TN.

Для захисту від ураження електричним струмом у випадку непрямого дотику в електроустановках із системою TN слід здійснювати автоматичне вимикання живлення. Вимоги до автоматичного вимикання живлення в разі застосування системи TN повинні відповідати **1.7.80, 1.7.81, 1.7.82**.

На повітряних лініях мереж із системою TI необхідно влаштовувати повторне заземлення PEN-провідника відповідно до вимог **1.7.93**. Рекомендується також виконувати повторне заземлення PEN- (PE)-провідника на вводі в електроустановки будівель згідно з **1.7.94**.

1.7.62 Живлення електроустановок напругою до 1 кВ з використанням системи заземлення TT слід виконувати завимогами і рекомендаціями чинних нормативних документів.

1.7.63 Живлення електроустановок напругою до 1 кВ з використанням системи заземлення IT рекомендується виконувати в разі підвищених вимог до безпеки та безперебійності живлення електроприймачів.

У таких електроустановках захист від непрямого дотику в разі першого замикання на землю слід здійснювати захисним заземленням у поєднанні з неперервним контролем ізоляції мережі з дією на сигнал або в разі потреби — на вимикання. Перше замикання на землю необхідно усувати в найкоротший час. У разі подвійного замикання на відкриті провідні частини захист від непрямого дотику слід здійснювати шляхом застосування автоматичного вимикання живлення згідно з **1.7.83**.

1.7.64 Систему IT, з'єднану через трансформатори з мережею напругою понад 1 кВ, слід захищати пробивним запобіжником від небезпеки, що виникає в разі пошкодження ізоляції між обмотками вищої і нижчої напруг трансформатора. Пробивний запобіжник слід установлювати в нейтралі або фазі з боку низької напруги кожного з трансформаторів.

1.7.65 В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю для запобігання уражень електричним струмом у разі непрямого дотику слід влаштовувати захисне заземлення відкритих провідних частин (1.7.98), вирівнювання потенціалів (1.7.101) і автоматичний контроль ізоляції з дією на сигнал. У таких електроустановках необхідно передбачати можливість швидкого, у межах допустимого часу, знаходження місця замикання на землю і локалізації його для подальшого усунення пошкодження. Рекомендується передбачати захист з дією на вимикання живлення в разі подвійного замикання на землю.

Захист з дією на вимикання живлення під час першого замикання на землю слід здійснювати в тих випадках, коли це необхідно за умовами електробезпеки, згідно з вимогами ПУЕ та інших нормативних документів або за вимогами замовника.

1.7.66 В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з глухозаземленою та ефективно заземленою нейтраллю для запобігання ураженню електричним струмом у разі непрямого дотику необхідно застосовувати захисне заземлення відкритих провідних частин, забезпечувати вирівнювання потенціалів та автоматичне вимикання пошкодженої ланки мережі (1.7.105, 1.7.106).

Відкриті провідні частини електрообладнання, встановленого на опорах повітряних ліній електропередавання (запобіжників, комутаційних апаратів, конденсаторів, силових і вимірювальних трансформаторів тощо), необхідно приєднувати:

- до PE (PEN)-провідника відповідно до особливостей типу заземлення системи

в електроустановках з напругою до 1 кВ;

- до заземлення в електроустановках напругою понад 1 кВ з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор неутраллю з дотриманням вимог 1.7.98, 1.7.101;
- до заземлення в електроустановках напругою понад 1 кВ з ефективно заземленою і глухозаземленою неутраллю з дотриманням вимог 2.5.127.

Опір заземлювального пристрою опор повітряних ліній електропередавання, на яких електрообладнання не встановлене, повинен відповідати вимогам глав 2.4 і 2.5.

Заходи захисту із застосуванням систем БНН, ЗНН і ФНН

1.7.68 В електроустановках напругою до 1 кВ захист від ураження електричним струмом у разі непрямого дотику і в ряді випадків від прямого дотику (див. 1.7.55) можна здійснювати із застосуванням систем БНН, ЗНН і ФНН. Найдоцільніше застосовувати ці системи в приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних.

1.7.69 У разі застосування систем БНН і ЗНН захист від ураження електричним струмом вважається достатнім, якщо він відповідає таким вимогам:

- джерелом живлення кіл повинен бути безпечний розділовий трансформатор відповідно до ДСТУ 3225 або інше джерело наднизької напруги, яке забезпечує рівноцінний ступінь безпеки відповідно до ДБН В.2.5-27-2006;
- улаштування кіл систем повинне гарантувати електричне відділення від кіл вищої напруги, принаймні рівноцінне відділенню між колами первинної і вторинної обмоток безпечного розділового трансформатора. Ця вимога не виключає приєднання кола системи ЗНН до заземлювального пристрою;
- провідники кіл слід прокладати окремо від провідників вищих напруг і захисних провідників або відокремлювати їх від них заземленим захисним екраном чи укладати в неметалеву оболонку додатково до основної ізоляції;
- струмовідні частини системи БНН не слід приєднувати до заземлювача, струмовідних частин і захисних провідників інших кіл, а відкриті провідні частини не слід навмисно приєднувати до заземлювача, захисних провідників або відкритих провідних частин іншого кола, а також до сторонніх провідних частин, крім випадку, коли необхідне їх з'єднання з електрообладнанням, але при цьому самі частини іншого кола не можуть опинитися під напругою, вищою за наднизьку;
- вилки для кіл систем БНН і ЗНН не повинні входити в штепсельні розетки іншої напруги, штепсельні розетки не повинні допускати вмикання вилок іншої напруги, а штепсельні розетки кіл системи БНН не повинні мати за хисного контакту;
- захист від прямого дотику в колах БНН і ЗНН, за винятком умов, за яких він не вимагається (1.7.55), слід здійснювати за допомогою огорож чи оболонок згідно з 1.7.72 або за допомогою ізоляції, яка відповідає випробувальній напрузі 500 В змінного струму протягом 1 хв.

1.7.70 У разі застосування системи ФНН захист від ураження електричним струмом повинен відповідати таким вимогам:

- джерелом живлення кіл може бути трансформатор, вторинну обмотку якого відділено від первинної тільки основною ізоляцією, або джерело живлення, що застосовується у системах БНН і ЗНН;
- захист від прямого дотику слід забезпечувати за допомогою огорож чи оболонок згідно з 1.7.72 або за допомогою ізоляції, яка відповідає мінімальній випробувальній напрузі для ізоляції первинного кола;
- захист у разі непрямого дотику слід забезпечувати шляхом з'єднання відкритих

провідних частин обладнання в колі системи ФНН із захисним провідником первинного кола, якщо останнє захищене за допомогою автоматичного вимикання живлення;

- вилки для кіл системи ФНН не повинні входити в штепсельні розетки іншої напруги, а штепсельні розетки не повинні допускати вмикання вилок іншої напруги і повинні мати контакт для приєднання захисного провідника.

Заходи захисту від прямого дотику

1.7.71 Основна ізоляція повинна повністю покривати струмовідні частини і бути здатною витримувати механічні, електричні, хімічні, теплові та інші впливи, які виникають у процесі експлуатації. Усунення ізоляції повинне бути можливим тільки шляхом її руйнування. Для заводських виробів ізоляція повинна відповідати стандартам або відповідним технічним умовам на це обладнання. Лакофарбові покриття та інші подібні покриття не вважаються ізоляцією, яка захищає від ураження електричним струмом. Якщо ізоляцію обладнують під час монтажу, її якість слід випробовувати за нормами, призначеними для перевірки якості ізоляції обладнання заводського виготовлення. У разі забезпечення основної ізоляції повітряним проміжком захист від прямого дотику до струмовідних частин або наближення до них на небезпечну відстань, у тому числі в електроустановках напругою понад 1 кВ, необхідно здійснювати за допомогою оболонок, огорож, бар'єрів або шляхом розміщення поза зоною досяжності.

1.7.72 Огорожі та оболонки в електроустановках напругою до і понад 1 кВ повинні забезпечувати ступінь захисту не менше IP2X згідно з ГОСТ 14254, за винятком випадків, коли для нормальної роботи електрообладнання необхідно мати збільшені зазори порівняно зі ступенем захисту IP2X. У таких випадках слід вживати відповідні заходи для запобігання не навмисному дотику до струмовідних частин, а електроустановку повинен обслуговувати спеціально підготовлений персонал.

Огорожі та оболонки слід надійно закріплювати, вони повинні мати достатню механічну міцність і довговічність.

Вхід за огорожу або розкриття оболонки повинні бути можливими тільки за допомогою спеціального ключа чи інструмента або після зняття напруги зі струмовідних частин. За неможливості дотримання цих умов потрібно встановлювати проміжні огорожі зі ступенем захисту не менше IP2X, усунення яких також можливе лише за допомогою спеціального ключа чи інструмента. Легкодоступні верхні горизонтальні поверхні огорож і оболонок повинні мати ступінь захисту принаймні IP4X.

1.7.73 Бар'єри повинні захищати від випадкового дотику до струмовідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ або наближення до них на небезпечну відстань у електроустановках напругою понад 1 кВ. Вони не виключають навмисного дотику і наближення до струмовідних частин у разі обходу бар'єру. Для зняття бар'єрів не потрібно застосовувати ключ або інструмент, однак їх слід закріплювати так, щоб неможливо було усунути ненавмисно. Бар'єри рекомендується виготовляти з ізолювального матеріалу.

1.7.74 Розміщення поза зоною досяжності для захисту від ненавмисного прямого дотику до струмовідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ або наближення до них на небезпечну відстань в електроустановках напругою понад 1 кВ може бути застосоване за неможливості виконання заходів, зазначених у 1.7.71—1.7.73, або їх недостатності. У середині зони досяжності не повинно бути частин, які мають різні потенціали і доступні для одночасного дотику.

В електроустановках напругою до 1 кВ доступними для одночасного дотику вважаються дві частини, якщо вони знаходяться на відстані не більше ніж 2,5 м одна від одної. У вертикальному напрямку зона досяжності становить 2,5 м від поверхні, на якій перебувають люди (рис. 1.7.3). Зазначені на рисунку 1.7.3 габарити зони досяжності визначено за умови

безпосереднього дотику голими руками без допоміжного пристрою (наприклад, інструмента чи драбини). Відстані, зазначені на рисунку, потрібно збільшувати з урахуванням габаритів предметів більшої довжини або більшого об'єму, які звичайно переносять через цю зону.

1.7.75 Заходи захисту від прямого дотику шляхом установаження бар'єрів і розміщення поза зоною досяжності допускається застосовувати тільки в електроустановках або їх частинах, які доступні лише для кваліфікованого персоналу.

1.7.76 Додатковим заходом захисту від ураження електричним струмом у разі прямого дотику в електроустановках напругою до 1 кВ є застосування ПЗВ з номінальним диференційним струмом вимикання не більше ніж 30 мА. Його слід застосовувати у випадках, якщо інші заходи електробезпеки, зазначені в 1.7.71—1.7.74, є недостатніми або можлива їх відмова, а також за наявності вимог до конкретних електроустановок (див. також 1.7.164). Застосування ПЗВ не може бути єдиним заходом захисту від прямого дотику і не виключає необхідності застосування одного із заходів, зазначених у 1.7.71—1.7.74.

Заходи захисту в разі непрямого дотику

1.7.77 Вимоги захисту в разі непрямого дотику поширюються на:

- 1) корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників тощо;
- 2) приводи електричних апаратів;
- 3) вторинні обмотки трансформаторів струму і трансформаторів напруги, а також вторинні обмотки фільтрів приєднання височастотних каналів;
- 4) каркаси розподільних щитів, щитів керування, щитків і шаф, а також знімних частин або частин, які відкриваються, якщо на останніх устаножене електрообладнання напругою понад 50 В змінного або 120 В постійного струму (у випадках, передбачених 1.7.56, — понад 12 чи 25 В змінного або 30 чи 60 В постійного струму);

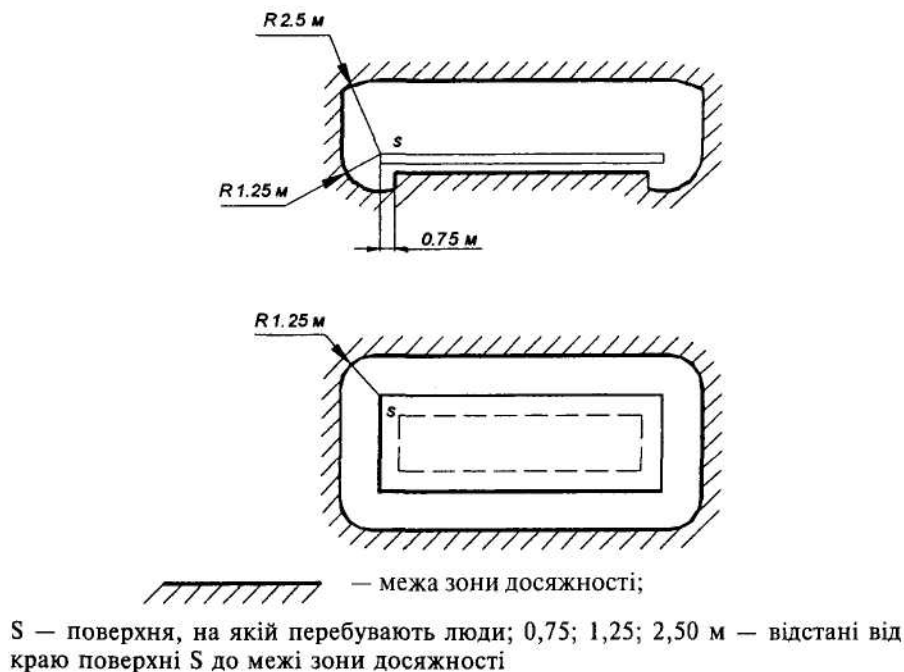


Рисунок 1.7.3 — Зони досяжності в електроустановках до 1 кВ

- 5) металеві і залізобетонні конструкції розподільних установок, шинопроводів (струмопроводів), металеві кабельні з'єднувальні муфти, металеві оболонки і броню контрольних і силових кабелів, металеві оболонки проводів, металеві рукави і труби електропроводки, кожухи, лотки, короби, струни, троси і сталеві смуги, на яких

прикріплено кабелі і проводи (крім струн, тросів і смуг, на яких прокладено кабелі, металеву оболонку чи броню яких з'єднано із захисним провідником), а також інші металеві основи, на яких установлюють електрообладнання;

- б) металеві оболонки і броню контрольних, силових кабелів і проводів напругою, що не перевищує значень, зазначених у 1.7.56, прокладених на спільних металевих конструкціях з кабелями і проводами більш високих напруг;
- 7) металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів;
- 8) металеві корпуси електрообладнання, встановленого на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів.

У разі застосування автоматичного вимикання живлення для захисту від ураження електричним струмом відкриті провідні частини, зазначені в переліках 1), 2), і 4) — 8), слід з'єднувати з РЕ-провідником відповідно до особливостей типу заземлення системи в електроустановках до 1 кВ. Відкриті провідні частини обладнання напругою понад 1 кВ і один з виводів вторинних обмоток трансформаторів струму і трансформаторів напруги, а також вторинні обмотки фільтрів приєднання високочастотних каналів (перелік 3) необхідно з'єднувати із захисним заземленням.

1.7.78 У приміщеннях і відкритих установках, де застосовують такі заходи захисту, як автоматичне вимикання живлення або захисне заземлення, необхідно виконувати захисне зрівнювання потенціалів. З цією метою всі сторонні провідні частини (будівельні конструкції, стаціонарно прокладені трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання, підкранові та залізничні колії тощо) необхідно приєднувати до захисного заземлення в електроустановках напругою понад 1 кВ і до захисного РЕ-провідника в електроустановках напругою до 1 кВ (див. 1.7.80).

1.7.79 Не потребують приєднання до системи заземлення:

- 1) корпуси електрообладнання, апаратів і електромонтажних конструкцій, встановлених на металевих основах (конструкціях, розподільних установках, щитах, шафах, станинах верстатів, машин і механізмів) з електричним контактом між ними, що відповідає вимогам класу 2 з'єднань за ГОСТ 10434, і металеві основи, які вже приєднано до захисних провідників;
- 2) металеві конструкції, на яких установлюють електрообладнання, з електричним контактом між цими конструкціями та встановленим на них електрообладнанням, що відповідає вимогам класу 2 з'єднань за ГОСТ 10434, якщо це електрообладнання вже приєднане до захисних провідників. При цьому зазначені конструкції не можна використовувати для заземлення встановленого на них іншого електрообладнання;
- 3) частини металевих каркасів розподільних установок, шаф, огорож тощо, що відкриваються або знімаються, якщо на них не встановлене електрообладнання або напруга встановленого електрообладнання не перевищує значень, наведених у 1.7.56;
- 4) арматура ізоляторів усіх типів, відтяжок, кронштейнів і освітлювальна арматура, встановлена на дерев'яних конструкціях (опорах повітряних ліній), якщо цього не вимагають умови блискавкозахисту. В електроустановках напругою до 1 кВ прокладені по дерев'яній конструкції кабелі з металевією заземленою оболонкою або неізольовані заземлювальні провідники слід з'єднувати з РЕ-провідником відповідно до типу заземлення системи;
- 5) відкриті провідні частини електрообладнання з подвійною ізоляцією;
- 6) відкриті провідні частини електроустановок напругою до 1 кВ, які через незначні розміри (не більше ніж 50 мм x 50 мм) або розташування не доступні для дотику, а їх з'єднання з РЕ-провідником ускладнене чи ненадійне (наприклад, болти, металеві скоби, відрізки труб механічного захисту кабелів у місцях їхнього проходження через стіни і перекриття та інші подібні деталі, у тому числі металеві протяжні і відгалужувальні коробки площею до 100 см² у разі схованих електропроводок).

1.7.80 У разі здійснення автоматичного вимикання живлення в електроустановках напругою

до 1 кВ доступні дотику відкриті провідні частини необхідно приєднувати до РЕ-провідника відповідно до особливостей типу заземлення системи і влаштовувати основну систему зрівнювання потенціалів згідно з 1.7.84, а за необхідності — також і додаткову (місцеву) систему зрівнювання потенціалів згідно з 1.7.85.

Характеристики пристроїв, які використовують для захисного автоматичного вимикання живлення, і повний опір кола замикання (кола «фаза-нуль») повинні забезпечувати автоматичне вимикання живлення в межах нормованого часу, достатнього для електробезпеки людини, у разі замикання струмовідної частини на відкриту провідну частину або захисний провідник.

1.7.81 Для захисного автоматичного вимикання живлення можна використовувати пристрої захисту, які реагують на надструми або на диференційний струм (ПЗВ). Пристрої ПЗВ можна встановлювати в колах окремих електроприймачів, групових колах і на вводі в електроустановку (див також 1.7.164).

ПЗВ не слід застосовувати в електроустановках із системою TN-C. Не допускається застосовувати ПЗВ у колах, раптове вимикання яких може призвести за технологічних причин до виникнення ситуацій, небезпечних для користувача і обслуговуючого персоналу, відключення пожежної, охоронної сигналізації тощо.

В електроустановках із системою TN-C-S приєднувати РЕ-провідник до PEN-провідника необхідно з боку живлення відносно ПЗВ.

1.7.82 У системі TN час автоматичного вимикання живлення в групових колах з робочим струмом до 32 А не повинен перевищувати значень, поданих у табл. 1.7.1.

Таблиця 1.7.1 — Найбільший допустимий час захисного автоматичного вимикання живлення в групових колах з робочим струмом до 32 А

Номинальна напруга між лінійним провідником і землею U_o , В	Час вимикання, с, в електроустановках	
	змінного струму	постійного струму
127	0,8	—
230	0,4	5,0
400	0,2	0,4
Понад 400	0,1	0,1

Для розподільних кіл, які живлять розподільні, групові та інші щити і щитки, а також групових кіл з робочим струмом більше 32 А час автоматичного вимикання не повинен перевищувати 5 с.

Зазначені вище вимоги виконуються за дотриманням умови:

$$ZI_n \leq U_o \quad (1.7.1)$$

де Z — повний опір кола замикання (кола «фаза-нуль»), Ом;

I_n — струм спрацювання пристрою автоматичного вимикання живлення за час, зазначений у табл. 1.7.1, або час, не більший ніж 5 с, для умов, в яких це допускається (наприклад, для розподільних кіл, що живлять розподільні, групові, поверхові та інші щити і щитки тощо), А;

U_o — номінальна напруга між лінійним провідником (фазою) і землею (діюче значення), В.

1.7.83 У системі IT допустимий час автоматичного вимикання живлення в разі подвійного замикання на відкриті провідні частини електроустановки не повинен перевищувати значень, наведених у табл. 1.7.1.

1.7.84 Основна система зрівнювання потенціалів у електроустановках до 1 кВ повинна з'єднувати між собою такі провідні частини:

- 1) РЕ (PEN) -провідники електроустановки;
- 2) заземлювальний провідник повторного заземлення на вводі в електроустановку (якщо виконується повторне заземлення);

- 3) металеві труби комунікацій (водопостачання, каналізації, теплофікації тощо). Якщо якийсь трубопровід має ізолювальну вставку на ввіді в будівлю, то до основної системи зрівнювання потенціалів приєднують тільки ту частину трубопроводу, що знаходиться з боку будівлі відносно ізолювальної вставки;
- 4) металеві частини будівельних конструкцій;
- 5) систему блискавкозахисту, якщо вона є, а нормативні документи, які стосуються блискавкозахисту, не забороняють приєднувати її до захисного заземлення;
- 6) металеві частини централізованих систем вентиляції і кондиціонування.

За наявності децентралізованих систем вентиляції і кондиціонування металеві повітропроводи слід приєднувати до РЕ-шиня щитів живлення вентиляторів і кондиціонерів;

- 7) заземлювальний провідник функціонального заземлення, якщо воно є, і відсутні обмеження на приєднання мережі функціонального заземлення до заземлювального пристрою захисного заземлення;
- 8) металеві оболонки телекомунікаційних кабелів.

Провідні частини, які входять у будівлю ззовні, слід з'єднувати якомога ближче до точки їхнього введення в будівлю.

Для з'єднання з основною системою зрівнювання потенціалів усі зазначені частини слід приєднувати до ГЗШ (1.7.126 — 1.7.130) за допомогою провідників системи зрівнювання потенціалів (1.7.148-1.7.150).

Приєднувати провідники основної системи зрівнювання потенціалів до заземлювачів блискавкозахисту і природних заземлювачів слід у різних місцях.

1.7.85 Додаткову систему зрівнювання потенціалів у електроустановках до 1 кВ необхідно виконувати, якщо вимоги до часу захисного вимикання живлення не забезпечено. Вона може охоплювати всю електроустановку або будь-яку її частину і повинна з'єднувати між собою всі одночасно доступні дотику (1.7.74) відкриті провідні частини стаціонарного електрообладнання і сторонні провідні частини, включаючи доступні для дотику металеві частини будівельних конструкцій, а також захисні провідники всього електрообладнання, включаючи захисні провідники штепсельних розеток.

Для деяких приміщень із підвищеною небезпекою виконання додаткової системи зрівнювання потенціалів може бути обов'язковим, якщо це зазначено в нормативних документах, які стосуються електроустановок цих приміщень.

Для зрівнювання потенціалів можна використовувати спеціально передбачені провідники (1.7.150) або відкриті і сторонні провідні частини, якщо вони відповідають вимогам 1.7.132 до захисних провідників щодо провідності і неперервності електричного кола.

1.7.86 Якщо час автоматичного вимикання живлення в окремих частинах електроустановки напругою до 1 кВ не відповідає вимогам 1.7.82 для системи TN і 1.7.83 для системи IT, то захист у разі непрямого дотику до цих частин можна здійснювати за допомогою інших заходів захисту шляхом застосування: електрообладнання класу II; електричного поділу кіл; ізолювальних (непровідних) приміщень, зон, площадок, незаземленої системи місцевого зрівнювання потенціалів; систем БННН, ЗННН, ФННН.

1.7.87 Захист із застосуванням електрообладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією забезпечується подвійною або посиленою ізоляцією або розміщенням електрообладнання, яке має тільки основну ізоляцію струмовідних частин, в ізолювальній оболонці. Ізолювальна оболонка повинна бути стійкою до можливих електричних, термічних і механічних навантажень.

Провідні частини електрообладнання з подвійною ізоляцією, а також електрообладнання, розміщеного в ізолювальній оболонці, не вимагається приєднувати до захисних провідників.

1.7.88 Захисний електричний поділ кіл застосовується, як правило, для одного кола. Найбільша робоча напруга відокремлюваного кола не повинна перевищувати 500 В.

Живлення відокремлюваного кола слід здійснювати від розділового трансформатора, який відповідає вимогам ДСТУ 3225, або від іншого джерела, що забезпечує рівноцінний ступінь безпеки.

Струмовідні частини кола, які живляться від розділового трансформатора, не повинні

мати з'єднань із заземленими частинами і захисними провідниками інших кіл.

Провідники кіл, які живляться від розділового трансформатора, рекомендується прокладати окремо від інших кіл. Якщо це неможливо, то для таких кіл необхідно використувати кабелі без металевої оболонки, броні, екрану або ізольовані проводи, прокладені в ізоляційних трубах, коробах і каналах за умови, що номінальна напруга цих кабелів і проводів відповідає найбільшій напрузі спільно прокладених кіл, а кожне коло захищене від надструмів.

Якщо від розділового трансформатора живиться тільки один електроприймач, то його відкриті провідні частини не приєднуються ні до захисного провідника, ні до відкритих провідних частин інших кіл.

Допускається живлення кількох електроприймачів від одного розділового трансформатора за умови одночасного виконання таких вимог:

- 1) відкриті провідні частини відокремлюваного кола не повинні мати електричного зв'язку з металевим корпусом джерела живлення;
- 2) відкриті провідні частини відокремлюваного кола слід з'єднувати між собою ізольованими незаземленими провідниками додаткової (місцевої) системи зрівнювання потенціалів, що не має з'єднань із захисними провідниками і відкритими провідними частинами інших кіл;
- 3) штепсельні розетки повинні мати захисний контакт, приєднаний до місцевої незаземленої системи зрівнювання потенціалів;
- 4) гнучкі кабелі, за винятком тих, що живлять електрообладнання класу II, повинні мати захисний провідник, який застосовується як провідник зрівнювання потенціалів;
- 5) час автоматичного вимикання живлення в разі подвійного замикання різних фаз на дві відкриті провідні частини не повинен перевищувати час, зазначений у табл. 1.7.1.

1.7.89 Ізолювальні (непровідні) приміщення, зони і площадки як захід захисту від непрямого дотику дозволяється застосовувати в електроустановках напругою до 1 кВ, що доступні тільки для кваліфікованого персоналу, який обслуговує їх.

Опір ізолювальної підлоги і стін таких приміщень, зон і площадок у будь-якій точці відносно локальної землі повинен бути не нижче:

- 50 кОм — для електроустановки номінальною напругою до 500 В включно;
- 100 кОм — для електроустановки номінальною напругою понад 500 В.

Якщо опір у будь-якій точці менший від вказаних значень, то такі приміщення, зони і площадки не слід розглядати як заходи захисту від ураження електричним струмом.

У випадку застосування ізолювальних приміщень, зон, площадок як заходу захисту в разі непрямого дотику відкриті провідні частини необхідно розташовувати таким чином, щоб людина не могла одночасно торкнутися двох відкритих провідних частин або відкритої і сторонньої провідних частин, якщо зазначені частини за пошкодження основної ізоляції можуть опинитися під різним потенціалом. Виконання цієї вимоги може бути забезпечене віддаленням зазначених провідних частин одна від одної на відстань межі досяжності руками (див. 1.7.74), улаштуванням між ними бар'єрів, ізолюванням сторонніх провідних частин або сполученням цих заходів.

В ізолювальних приміщеннях, зонах, площадках не слід застосовувати захисний провідник. Крім того, необхідно передбачати заходи проти внесення потенціалу сторонніми провідними частинами (наприклад, переносним або пересувним електрообладнанням класу I, металевими водопровідними трубами тощо). Підлога і стіни ізолювальних приміщень, зон і площадок не повинні зазнавати впливу вологи.

1.7.90 У разі виконання заходів захисту в електроустановках напругою до 1 кВ класи електрообладнання за способом захисту людини від ураження електричним струмом приймають відповідно до табл. 1.7.2.

Таблиця 1.7.2 — Застосування Електрообладнання в електроустановках напругою до 1 кВ

Клас електрообладнання згідно з ГОСТ 12.2.0070	Маркування	Призначення захисту	Умови та сфера застосування
Клас 0	—	У разі непрямого дотику	У непровідних приміщеннях, зонах, площадках. У колах, що живляться від вторинної обмотки розділового трансформатора тільки з одним електроприймачем
Клас I	Захисний затискач знак  букви PE або жовто-зелені смуги	У разі непрямого дотику	Приєднання заземлювального затискача до захисного провідника електроустановки. Застосовується, якщо вимоги стосовно окремих місць приміщень не обмежують застосування електрообладнання цього класу
Клас II	Знак 	У разі непрямого дотику	У всіх приміщеннях і за будь-яких умов, якщо спеціальні вимоги не обмежують застосування електрообладнання цього класу
Клас III	Знак 	Від прямого і в разі непрямого дотиків	Живлення від безпечного розділового трансформатора за будь-яких умов і в усіх приміщеннях

Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю

1.7.91 В електроустановках з глухозаземленою нейтраллю нейтральну або середню точку чи один з виводів джерела живлення необхідно надійно приєднувати до заземлювача за допомогою заземлювального провідника.

Не допускається використовувати PEN (PE- або N-)провідники, які з'єднують нейтраль з розподільним щитом, як заземлювальні.

Якщо в PEN-провіднику, який з'єднує нейтраль джерела трифазного струму з шиною PEN розподільного щита напругою до 1 кВ, встановлено трансформатор струму, то заземлювальний провідник слід приєднувати не до нейтралі джерела безпосередньо, а до PEN-провідника і, за можливості, відразу за трансформатором струму. У такому випадку поділ PEN-провідника на PE- і N-провідники в системі TN-S слід виконувати також поза трансформатором струму. Трансформатор струму треба розташовувати якомога ближче до виводу нейтралі джерела живлення.

Виведення PEN або N- провідника від нейтралі джерела на розподільний пристрій слід здійснювати: у разі виведення фаз шинами — шиною на ізоляторах; у разі виведення фаз кабелем (проводом) — жилою кабелю (проводу).

Провідність PEN- або N- провідника від нейтралі джерела до розподільного пристрою повинна бути не меншою ніж 50 % провідності вивідного фазного провідника.

1.7.92 Опір заземлювального пристрою, до якого приєднано нейтраль джерела живлення або виводи джерела однофазного струму, у будь-яку пору року не повинен перевищувати 2, 4 і 8 Ом відповідно для лінійних напруг 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму. Цей опір необхідно забезпечувати з урахуванням використання всіх заземлювачів, приєднаних до PEN(PE)-провідника, якщо кількість відхідних ліній не менша двох. Опір заземлювача, до якого безпосередньо приєднують

нейтраль джерела трифазного струму або виводи джерела однофазного струму, повинен бути не більшим за 15, 30 і 60 Ом відповідно для лінійних напруг 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму (див. також 1.7.96).

1.7.93 На кінцях повітряних ліній електропередавання як з неізольованими, так і з самоутримними ізольованими проводами або відгалужень від них довжиною понад 200 м слід влаштовувати повторні заземлення PEN(PE)- провідника. Зі значенням опору згідно з У першу чергу необхідно використовувати природні заземлювачі (підземні частини залізобетонних і металевих опор), а також заземлювачі, призначені для захисту від грозових перенапруг (див. главу 2.4).

Зазначені повторні заземлення виконують тільки в тому разі, якщо на повітряних лініях відсутні заземлювачі, призначені для захисту від грозових перенапруг, або їх недостатньо для виконання умови, зазначеної в 1.7.95.

Повторні заземлення РІТУ-провідника в мережах постійного струму слід влаштовувати із застосуванням окремих штучних заземлювачів. Вони не повинні мати металевих з'єднань з підземними трубопроводами.

1.7.94 На ввіді до електроустановки будівлі від повітряної лінії рекомендується влаштовувати повторне заземлення PEN(PE)-провідника, якщо в будівлі за відсутності комунікацій водопостачання, газопостачання, металевих і залізобетонних конструкцій не може бути здійснено основну систему зрівнювання потенціалів (1.7.84). У цьому разі опір заземлювача повторного заземлення PE(PEN)-провідника на ввіді в будівлю повинен бути не більшим за 30 Ом.

1.7.95 Спільний опір всіх заземлювачів, приєднаних до PEN- провідника кожної лінії, у тому числі природних заземлювачів, у будь-яку пору року, не повинен перевищувати 5, 10 і 20 Ом відповідно для лінійної напруги 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму. Опір кожного з повторних заземлювачів повинен бути не більшим ніж 15, 30 і 60 Ом відповідно для тієї самої напруги (див. також 1.7.96).

1.7.96 Для питомого опору землі $\rho > 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ допускається збільшувати зазначені в 1.7.92 і 1.7.95 значення опору заземлення в $0,01\rho$ разів, але не більше ніж в 10 разів, за винятком опору заземлювальних пристроїв і заземлювачів, що використовуються одночасно для електроустановок напругою понад 1 кВ. В останньому випадку збільшення опору можливе лише до значення, за яким виконується умова 1.7.3, наведена в 1.7.98.

Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю

1.7.97 Опір заземлювального пристрою Я, Ом, який використовують для захисного заземлення відкритих провідних частин в електроустановках з ізолюваною нейтраллю, повинен відповідати умові:

$$R \leq \frac{U_{\partial}}{I}, \quad (1.7.2)$$

Де U — допустима напруга дотику, значення якої в приміщеннях без підвищеної небезпеки приймається 50 В (див. також 1.7.56); I — повний струм замикання на землю (на відкриті провідні частини), А.

Виконання зазначеної умови може не перевірятися, якщо опір заземлювального пристрою R не перевищує:

- 4 Ом — у разі потужності джерела живлення більшою ніж 100 кВ-А;
- 10 Ом — у разі потужності джерела живлення або сумарної потужності паралельно працюючих джерел живлення до 100 кВ-А.

Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричних мережах з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю

1.7.98 В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю опір заземлювального пристрою R , Ом, у разі проходження розрахункового струму замикання на землю у будь-яку пору року з урахуванням опору природних заземлювачів, повинен бути:

- 1) у разі використання заземлювального пристрою одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ, в яких N-, PEN-, (PE)-провідники виходять за межі цього заземлювального пристрою, а захист від замикання на землю в електроустановці напругою понад 1 кВ діє на сигнал,

$$R \leq \frac{67}{I_p} \quad (1.7.3)$$

Де I_p — розрахунковий струм замикання на землю, А.

У цьому разі необхідно також виконувати вимоги, які ставляться до заземлення електроустановок напругою до 1 кВ.

Якщо умова 1.7.3 не виконується для системи заземлення TN, то нейтральну точку джерела живлення напругою до 1 кВ слід приєднувати до електрично незалежного заземлювача. У цьому разі заземлювальний провідник, який з'єднує нейтральну точку джерела живлення з електрично незалежним заземлювачем, а також N-, PEN-, (PE-) провідники в межах заземлювального пристрою електроустановки напругою понад 1 кВ повинні мати таку ж саму ізоляцію відносно землі, як і лінійні провідники установки напругою до 1 кВ. Якщо це з'єднання виконують кабелем, то кабель повинен бути без металевої оболонки і броні.

Якщо умова 1.7.3 не виконується для системи заземлення IT, то PE-провідник, до якого приєднуються відкриті провідні частини електроустановки споживача електричної енергії, повинен бути приєднаний до заземлювача, електрично незалежного від заземлювача електроустановки напругою понад 1 кВ, або у споживача повинне бути виконане захисне вирівнювання потенціалів.

- 2) у разі використання заземлювального пристрою тільки для електроустановок напругою понад 1 кВ, а також у разі використання його одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ, у яких N-, PEN-, (PE)-провідники не виходять за межі цього заземлювального пристрою,

$$R \leq \frac{250}{I_p} \quad (1.7.4)$$

але не більше ніж 10 Ом.

1.7.99 За розрахунковий струм / приймається:

- 1) в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю — повний струм замикання на землю;
- 2) в електричних мережах з компенсованою нейтраллю:
 - для заземлювальних пристроїв, до яких приєднано дугогасні реактори, — струм, який дорівнює 125 % номінального струму цих реакторів;
 - для заземлювальних пристроїв, до яких не приєднано дугогасні реактори, — струм замикання на землю в разі вимкнення найпотужнішого з реакторів;
- 3) в електричних мережах із заземленою через резистор нейтраллю або через

дугогасні реактори та резистор — струм I_p визначають за виразом:

$$I_p = \sqrt{I_3^2 + \left(\frac{U_\phi}{R_p}\right)^2} \quad (1.7.5)$$

де U_3 — фазна напруга мережі, В;

I_3 — струм, прийнятий згідно з переліками 1) або 2), за відсутності резистора, А;

R_p — опір резистора, Ом.

За розрахунковий може бути прийнято струм плавлення запобіжників або струм спрацьовування релейного захисту від однофазних замикань на землю або міжфазних замикань, якщо в останньому випадку захист забезпечує вимикання замикань на землю. У цьому разі струм замикання на землю повинен перевищувати номінальний струм запобіжників не менше ніж у 3 рази і струм спрацьовування релейного захисту не менше ніж у 1,5 раза, а напруга на заземлювальному пристрої під час замикання на землю залежно від тривалості замикання не повинна перевищувати наведену в табл. 1.7.3.

Таблиця 1.7.3 — Залежність допустимої напруги на заземлювальному пристрої, який одночасно використовується для електроустановок до і понад 1 кВ, від тривалості замикання на землю в електроустановках напругою понад 1 кВ

Допустима напруга на заземлювальному пристрої $V \times I$, В	Тривалість замикання на землю, с
67	—
70	3
75	2
90	1
100	0,8
ПО	0,6
140	0,5
200	0,4
330	0,3
460	0,2
500	0,15
560	0,1
670	0,05

Розрахунковий струм замикання на землю слід визначати для тієї з можливих схем мережі, в якій цей струм має найбільше значення.

1.7.100 Для трансформаторних підстанцій 6—10/0,4 кВ влаштовують, як правило, один заземлювальний пристрій, до якого приєднують:

- нейтралі і корпуси трансформаторів;
- металеві оболонки і броню кабелів напругою понад 1 кВ;
- металеві оболонки і броню кабелів напругою до 1 кВ, крім тих, в яких нейтральний провідник заземлений на незалежний заземлювач;
- відкриті провідні частини обладнання напругою до і понад 1 кВ;
- сторонні провідні частини.

У кабельних мережах умова **1.7.3** завжди виконується, якщо опір спільного заземлювального пристрою підстанції відповідає вимогам до електроустановок напругою до 1 кВ (**1.7.92** і **1.7.97**) або до заземлювальної шини підстанції приєднано свинцеві оболонки і броню кабелів, прокладених у землі, за кількості кабелів, не меншої ніж два, напругою до або понад 1 кВ чи обох напруг, у разі загальної довжини цих кабелів, не меншої ніж 1 км.

1.7.101 У зовнішніх електроустановках напругою понад 1 кВ довкола площі, зайнятої електрообладнанням, на глибині, не меншій ніж 0,5 м, слід прокладати замкнутий горизонтальний заземлювач, до якого приєднують відкриті провідні час тини, що заземлюються.

Якщо опір заземлювального пристрою становить понад 10 Ом (згідно з 1.7.113 для землі з питомим опором понад 500 Ом • м), то необхідно додатково здійснити захисне вирівнювання потенціалів уздовж рядів електрообладнання з боку обслуговування, для чого слід прокласти в землі горизонтальні заземлювачі на глибині 0,5 м і на відстані 0,8—1 м від фундаментів або основ електрообладнання, приєднавши їх до заземлювального пристрою.

1.7.102 Заземлювальний пристрій електроустановки мережі напругою понад 1 кВ з ізолюваною, заземленою через дугогасний реактор або (і) резистор нейтралю, об'єднаний із заземлювальним пристроєм електроустановки мережі напругою понад 1 кВ з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтралю в один загальний заземлювальний пристрій, повинен задовольняти також вимогам 1.7.103—1.7.111.

Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтралю

1.7.103 Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричній мережі з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтралю слід влаштовувати з дотриманням вимог або до напруги дотику (1.7.105), або до їх опору (1.7.106), а також з дотриманням вимог до їх конструктивного виконання (1.7.107—1.7.109). При цьому напругу на заземлювальному пристрої необхідно обмежувати відповідно до 1.7.104. Вимоги 1.7.103—1.7.109 не поширюються на заземлювальні пристрої опор повітряних ліній електропередавання.

1.7.104 У разі стікання струму короткого замикання на землю з заземлювального пристрою, який виконується з дотриманням вимог до його опору, напруга на заземлювальному пристрої в усіх випадках не повинна перевищувати 10 кВ. Напруга понад 10 кВ допускається на заземлювальному пристрої, який виконується з дотриманням вимог до напруги дотику і з якого не може виноситись потенціал за межі зовнішньої огорожі електроустановки. Для напруги на заземлювальному пристрої понад 5 кВ слід передбачати заходи щодо захисту ізоляції кабелів зв'язку та телемеханіки, які відходять від електроустановки, і щодо запобігання винесення небезпечних потенціалів за її межі.

1.7.105 Заземлювальний пристрій, який влаштовується за вимогами до напруги дотику, повинен забезпечувати в будь-яку пору року значення напруги дотику, що не перевищує наведену у табл. 1.7.4.

Таблиця 1.7.4 Гранично допустима напруга дотику

Тривалість дії, с	До 0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	Понад 1,0 до 5,0
Напруга дотику, В	500	400	200	130	100	65

Опір заземлювального пристрою в цьому випадку визначають за допустимою напругою на заземлювальному пристрої та за струмом замикання на землю.

Для визначення допустимої напруги дотику за розрахункову тривалість дії слід приймати суму часу дії захисту і повного часу вимикання вимикача. На робочих місцях оперативного обслуговування електричного обладнання, де під час виконання оперативних перемикачів може виникнути коротке замикання на конструкції, досяжній для дотику персоналу, який виконує перемикачання,

треба приймати мінімальний час дії резервного захисту від цього виду пошкодження, а для іншої території — основного захисту.

Поздовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі для виконання захисного вирівнювання потенціалів необхідно розміщувати з урахуванням вимог обмеження напруги дотику до нормованих значень і зручності приєднання заземлювально-го обладнання.

Глибина закладання в ґрунті поздовжніх і поперечних горизонтальних штучних заземлювачів повинна бути не меншою за 0,3 м. Для зниження напруги дотику в місцях оперативного обслуговування електричного обладнання може бути виконана підсіпка шару щебеню товщиною 0,1—0,2 м.

У разі поєднання заземлювальних пристроїв електроустановок різних напруг в один спільний заземлювальний пристрій напругу дотику слід визначати як найбільшу з випадків замикання на землю на кожній з цих електроустановок.

1.7.106 Заземлювальний пристрій, який влаштовують за вимогами до його опору, повинен мати в будь-яку пору року опір, не більший за 0,5 Ом, з урахуванням опору штучних і природних заземлювачів.

Поздовжні заземлювачі слід прокладати вздовж осей електрообладнання з боку обслуговування на глибині 0,5—0,7 м від поверхні землі і на відстані 0,8—1,0 м від фундаментів або основ устаткування. Допускається збільшувати відстані від фундаментів або основ устаткування до 1,5 м з прокладенням одного заземлювача для двох рядів устаткування, якщо сторони обслуговування повернено одна до одної, а відстань між підвалинами або фундаментами двох рядів не перевищує 3,0 м.

Поперечні заземлювачі треба прокладати в зручних місцях між устаткуванням на глибині 0,5—0,7 м від поверхні землі. Відстань між ними рекомендується приймати в бік збільшення від периферії до центру заземлювальної сітки. При цьому перша і наступні відстані, починаючи від периферії, не повинні перевищувати відповідно 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11; 13,5; 16; 20 м. Розміри комірок заземлювальної сітки, які прилягають до місць приєднання нейтралей силових трансформаторів і короткозамикачів до заземлювального пристрою, не повинні перевищувати 6 м x 6 м.

Горизонтальні заземлювачі необхідно прокладати по краю території, зайнятої заземлювальним пристроєм, так, щоб вони в сукупності утворювали замкнутий контур.

Якщо заземлювальний пристрій знаходиться у межах зовнішньої огорожі електроустановки, то біля входів і в'їздів на її територію слід вирівнювати потенціал, наприклад, шляхом установа двох вертикальних заземлювачів, приєднаних до зовнішнього горизонтального заземлювача напроти входів і в'їздів. У цьому разі вертикальні заземлювачі повинні бути довжиною 3—5 м, а відстань між ними повинна дорівнювати ширині входу чи в'їзду.

1.7.107 У разі влаштування заземлювального пристрою за вимогами до напруги дотику (**1.7.105**) або до його опору (**1.7.106**) додатково необхідно:

- прокладати замкнений горизонтальний заземлювач на вколо площі, зайнятої електрообладнанням;
- прокладати поздовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі та з'єднувати їх між собою в заземлювальну сітку;
- забезпечувати якомога меншу довжину заземлювальних провідників;
- прокладати поздовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі так, щоб вузол з'єднання їх між собою в заземлювальну сітку був поблизу місць розміщення нейтралей силових трансформаторів і короткозамикачів;
- приєднувати високовольтне обладнання до заземлювача, який забезпечує стікання струму не менше ніж у двох напрямках;
- прокладати заземлювальні провідники, які приєднують обладнання або конструкції до заземлювача, на глибину, не меншу за 0,3 м.

У разі виходу заземлюваного пристрою за межі електроустановки горизонтальні заземлювачі, які знаходяться поза територією електроустановки, слід прокладати на глибину, не меншу ніж 1 м, а зовнішній контур його рекомендується влаштовувати у вигляді

багатокутника з тупими або заокругленими кутами.

1.7.108 Зовнішню огорожу електроустановок не рекомендується приєднувати до заземлювального пристрою.

Якщо від електроустановки відходять повітряні лінії напругою ПО кВ і вище, то огорожу необхідно заземлювати за допомогою вертикальних заземлювачів довжиною 2—3 м, установлених біля стояків огорожі по всьому її периметру через кожних 20—50 м. Установлювати такі заземлювачі не потрібно для огорожі з металевими стояками і з тими стояками із залізобетону, арматуру яких електрично з'єднано з металевими ланками огорожі.

Для усунення електричного зв'язку зовнішньої огорожі з заземлювальним пристроєм відстань від огорожі до елементів заземлювального пристрою, розташованих уздовж неї з внутрішнього, зовнішнього або з обох боків, повинна бути не меншою ніж 2 м. Горизонтальні заземлювачі, труби і кабелі з металевою оболонкою або бронею та інші металеві комунікації, які виходять за межі огорожі, слід прокладати посередині між стояками огорожі на глибину, не меншу ніж 0,5 м. У місцях прилягання зовнішньої огорожі до будівель і споруд, а також у місцях прилягання до зовнішньої огорожі внутрішніх металевих огорож необхідно влаштувати цегляні або дерев'яні вставки довжиною, не меншою ніж 1 м.

Живлення електроприймачів, установлених на зовнішній огорожі, необхідно здійснювати від розділових трансформаторів (згідно з **1.7.111**). Розділові трансформатори не допускається встановлювати на огорожі. Лінію, що з'єднує вторинну обмотку розділового трансформатора з електроприймачем, установленим на огорожі, необхідно ізолювати від землі на розрахункову напругу на заземлювальному пристрої.

1.7.109 Якщо здійснити хоча б один із зазначених у **1.7.108** заходів неможливо, то металеві частини огорожі необхідно приєднати до заземлювального пристрою і виконати захисне вирівнювання потенціалів так, щоб напруга дотику з зовнішнього і внутрішнього боків огорожі не перевищувала допустимих значень. У разі влаштування заземлювального пристрою за допустимим опором необхідно прокласти горизонтальний заземлювач із зовнішнього боку огорожі на відстані 1 м від неї і на глибину 1 м. Цей заземлювач необхідно приєднувати до заземлювального пристрою не менше ніж у чотирьох точках.

1.7.110 Якщо заземлювальний пристрій будь-якої іншої електроустановки з'єднано з заземлювачем електроустановки напругою понад 1 кВ електричної мережі з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю кабелем з металевою оболонкою чи бронею, а також через інші металеві зв'язки, то для вирівнювання потенціалів навколо такої електроустановки або будівлі, в якій її розташовано, необхідно застосувати один з таких заходів:

- 1) прокласти в землі на глибину 1 м і на відстані 1 м від фундаменту будівлі або периметра території, яку зайнято устаткуванням, заземлювач, з'єднаний із системою зрівнювання потенціалів цієї території, а на вході і на в'їзді на територію будівлі — провідники на відстані 1 і 2 м від заземлювача на глибину 1 і 1,5 м відповідно і з'єднати ці провідники із заземлювачем;
- 2) використати залізобетонні фундаменти як заземлювачі відповідно до **1.7.115**, якщо при цьому забезпечується допустимий рівень вирівнювання потенціалів. Забезпечувати умови захисного вирівнювання потенціалів за допомогою залізобетонних фундаментів, що використовуються як заземлювачі, необхідно згідно з ГОСТ 12.1.030.

Дотримуватися заходів, зазначених у переліках 1) і 2), не обов'язково, якщо навколо будівлі є асфальтові вимощення, у тому числі на входах і на в'їздах. Якщо біля якого-небудь входу (в'їзду) вимощення відсутнє, то біля цього входу (в'їзду) слід здійснювати захисне вирівнювання потенціалів шляхом укладання двох провідників, як зазначено в переліку 1), або дотримуватися заходу за переліком 2). В усіх випадках необхідно дотримуватися вимог згідно з **1.7.111**.

1.7.111 З метою уникнення винесення потенціалу не допускається живлення електроприймачів, що знаходяться за межами заземлювальних пристроїв електроустановки напругою понад 1 кВ електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю, від трансформатора з заземленою нейтраллю з боку напруги до 1 кВ, який знаходиться в межах контура

заземлювального пристрою електроустановки напругою понад 1 кВ.

За необхідності живлення таких електроприймачів можна здійснювати від трансформатора з ізолюваною нейтраллю на боці напруги до 1 кВ повітряною лінією або кабельною лінією з кабелем без металевої оболонки і броні. У цьому разі напруга на заземлювальному пристрої не повинна перевищувати напругу спрацювання пробивного запобіжника, встановленого з боку нижчої напруги трансформатора з ізолюваною нейтраллю.

Живлення таких електроприймачів можливе також від розділового трансформатора. Розділовий трансформатор і лінія від його вторинної обмотки до електроприймача, якщо вона проходить територією, зайнятою заземлювальним пристроєм електроустановки напругою понад 1 кВ, повинні мати ізоляцію від землі на розрахункове значення напруги на заземлювальному пристрої.

Заземлювальні пристрої в місцевостях з великим питомим опором землі

1.7.112 У разі спорудження штучних заземлювачів на території електроустановки в місцевостях з великим питомим опором землі рекомендується вживати такі заходи:

- улаштування вертикальних заземлювачів збільшеної довжини, якщо з глибиною питомий опір землі зменшується, а природні заглиблені заземлювачі (наприклад, свердловини з обсадними металевими трубами) відсутні;
- улаштування виносних заземлювачів, якщо поблизу від електроустановки є місця з меншим питомим опором землі;
- укладання в траншеї навколо горизонтальних заземлювачів у скельних структурах вологого глинистого ґрунту з наступним трамбуванням і засипанням щебенем до верху траншеї;
- застосування штучного оброблення ґрунту з метою зниження його питомого опору, якщо інші заходи не можуть бути застосовані або не дають необхідного ефекту.

1.7.113 Для електроустановок напругою понад 1 кВ, а також до 1 кВ з ізолюваною нейтраллю, у районах з питомим опором землі $\rho > 500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, якщо заходи, передбачені **1.7.112**, не дають змоги отримати прийнятні за економічними показниками заземлювачі, допускається збільшувати встановлені цією главою значення опорів заземлювальних пристроїв у $0,002\rho$ рази, але не більше ніж в 10 разів. Збільшення встановлених цією главою опорів повинне бути таким, щоб виконувались умови **1.7.2—1.7.4**, наведені в **1.7.97** і **1.7.98**.

1.7.114 Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ з ефективно і глухозаземленою нейтраллю в районах з великим питомим опором землі слід, як правило, влаштовувати за вимогами до напруги дотику (**1.7.105**). За наявності природних заземлювачів з малим опором допускається здійснювати їх за нормами до опору.

У скельних структурах допускається прокладати горизонтальні заземлювачі на меншу глибину, ніж вимагається згідно з **1.7.105—1.7.108**, але не меншу ніж 0,15 м. Крім того, допускається не влаштовувати вертикальні заземлювачі, які вимагаються згідно з **1.7.106**, на входах і на в'їздах.

Заземлювачі

1.7.115 Як природні заземлювачі можна використовувати:

- металеві і залізобетонні конструкції будівлі і споруди, які перебувають у контакті з

землею, у тому числі залізобетонні фундаменти в неагресивних, слабоагресивних і середньоагресивних середовищах;

- підземні частини залізобетонних і металевих опор повітряних ліній електропередавання, у тому числі фундаменти опор, за відсутності гідроізоляції залізобетону полімерними матеріалами;
- свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі. Оболонки кабелів можуть бути єдиними заземлювачами за кількості кабелів, не меншої ніж два. Алюмінієві оболонки кабелів використовувати як заземлювачі не допускається;
- металеві трубопроводи, прокладені в землі (див. також **1.7.116**);
- інші провідні частини, які є придатними для цілей заземлення і не можуть бути навіть тимчасово демонтовані (повністю або частково) без відома персоналу, який експлуатує електроустановку (обсадні труби бурових свердловин, металеві шпунти гідротехнічних споруд, закладні частини затворів тощо);
- заземлювачі опор повітряних ліній електропередавання, з'єднані з заземлювальним пристроєм електроустановки за допомогою грозозахисного троса, якщо трос не ізолювано від опор лінії;
- заземлювачі опор повітряних ліній електропередавання напругою до 1 кВ, з'єднані Р^{ТВ}-провідником із заземлювальним пристроєм джерела живлення за кількості ліній, не меншої ніж дві;
- рейки магістральних неелектрифікованих залізниць і під'їзних колій за наявності перемичок між рейками.

1.7.116 Не допускається використовувати як природні заземлювачі трубопроводи горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів і сумішей. Не слід також використовувати як природні заземлювачі труби каналізації, центрального опалення та комунального водопроводу. Проте ці вимоги не виключають необхідності приєднання цих трубопроводів і труб в електроустановках напругою до 1 кВ до основної системи зрівнювання потенціалів. Не слід також використовувати як природні заземлювачі залізобетонні конструкції будівель і споруд з попередньо напруженою арматурою, проте це обмеження не поширюється на опори повітряних ліній електропередавання і опорні конструкції відкритих розподільних пристроїв.

Можливість використання природних заземлювачів за умовою густини струму, який протікає по них, необхідність зварювання арматурних стержнів залізобетонних фундаментів і конструкцій, приварювання анкерних болтів до арматурних стержнів залізобетонних фундаментів, а також можливість використання фундаментів у сильноагресивних середовищах повинні визначатися розрахунками.

1.7.117 Штучні заземлювачі можуть бути з чорної сталі без покриття або з покриттям, з нержавіючої сталі і мідними. Штучні заземлювачі не слід фарбувати.

Матеріал, який використовується для заземлювачів і за-землювальних провідників, повинен бути електрохімічно сумісним з матеріалом з'єднувальних і контактних елементів.

Мінімальні розміри заземлювачів і заземлювальних провідників, прокладених у землі, мають відповідати розмірам, зазначеним у табл. 1.7.5.

Заземлювачі з чорної сталі, як правило, не слід використовувати в сильноагресивному середовищі. У цьому випадку рекомендується застосовувати мідні заземлювачі або заземлювачі зі сталі з мідним гальванічним покриттям. У разі використання заземлювачів з чорної сталі без покриття в середньоагресивному середовищі їх розміри рекомендується збільшувати порівняно з поданими в табл. 1.7.5 і залежно від розрахункового терміну служби заземлювального пристрою.

1.7.118 Переріз горизонтальних заземлювачів для електроустановок напругою понад 1 кВ необхідно вибирати за умови термічної стійкості і допустимої температури нагрівання 400 °С (короткочасне нагрівання, яке відповідає повному часу дії основного захисту і вимкнення вимикача). За розрахунковий приймається струм однофазного замикання на землю в електроустановках з ефективнозаземленою і глухозаземленою ней-траллю і струм подвійного замикання на землю в електроустановках з ізолюваною, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю.

Таблиця 1.7.5 Мінімальні розміри заземлювачів і заземлювальних провідників, прокладених у землі

Матеріал	Характеристика зовнішньої поверхні	Тип заземлювачів	Мінімальні розміри			
			Діаметр, мм	Переріз, мм ²	Товщина стінки, мм	Товщина покриття, мкм
Сталь чорна	Без покриття	Для вертикальних заземлювачів: круглий	16	-	-	-
		Для горизонтальних заземлювачів: круглий	10	-	-	-
		прямокутна штаба	-	100	4	-
		профіль	-	100	4	-
Сталь з покриттям	Гарячо-оцинковане покриття	Для вертикальних заземлювачів: круглий	16	-	-	70
		Для горизонтальних заземлювачів: круглий	10	-	-	50
		прямокутна штаба	-	90	3	70
		профіль	-	90	3	70
	Гальванічне мідне покриття	Для вертикальних заземлювачів: круглий	14	-	-	250
		Для горизонтальних заземлювачів: круглий	10	-	-	250
Нержавіюча сталь	Без покриття	Так само, як для сталі з гарячооцинкованим покриттям				
Мідь	Без покриття	Круглий	12	-	-	-
		Прямокутна штаба	-	50	2	-
		Труба	20	-	2	-
		Канат багатодротовий	1,8 для кожного з дротів	35	-	-

1.7.119 Траншеї для горизонтальних заземлювачів необхідно заповнювати однорідним ґрунтом, який не містить у собі щебеню і будівельного сміття.

Не слід розташовувати заземлювачі в місцях, де земля підсушується штучним нагріванням, наприклад, поблизу трубопроводів.

Заземлювальні провідники

1.7.120 Переріз заземлювальних провідників залежно від напруги електроустановки і режиму нейтралі повинен відповідати вимогам, наведеним у **1.7.121—1.7.123**.

Якщо заземлювальний провідник прокладають у землі, то його мінімальний переріз

залежно від матеріалу, з якого його виготовлено, повинен відповідати зазначеному в табл. 1.7.5.

Прокладати в землі алюмінієві заземлювальні провідники не допускається, а також не допускається використовувати як заземлювальні провідники відкриті провідні частини кабельних споруд.

Заземлювальні провідники необхідно захищати від корозії одним з існуючих способів, наприклад, шляхом фарбування в слабоагресивних ґрунтах, а в середньо- та сильноагресивних ґрунтах додатково на переході ґрунт-повітря рекомендується встановлювати термоусаджувальну трубку довжиною, не меншою ніж 0,6 м (0,3 м під землею та 0,3 м над землею).

1.7.121 В електроустановках напругою до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю переріз заземлювальних провідників, які з'єднують струмовідну частину джерела живлення з землею вачем, повинен відповідати вимогам **1.7.137** до захисних провідників. Переріз заземлювальних провідників повторних заземлень, а також в системах заземлення TT / IT , які з'єднують заземлювач із Р[^]-шиною, або ГЗШ, визначають за максимальним струмом, який може протікати через заземлювач за час спрацьовування захисного пристрою.

В усіх випадках мінімальний переріз заземлювального провідника повинен бути не меншим ніж 6 мм² — для міді, 16 мм² — для алюмінію і 50 мм² — для сталі.


Переріз заземлювального провідника, який з'єднує заземлювач робочого (функціонального) заземлення з ГЗШ, повинен відповідати вимогам стандартів і інструкцій виробника обладнання щодо влаштування його заземлення та бути не меншим ніж 10 мм² — для міді, 16 мм² — для алюмінію, 75 мм² — для сталі.

Переріз заземлювальних провідників повітряних ліній електропередавання напругою до 1 кВ слід приймати відповідно до вимог глави 2.4.

1.7.122 В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з ізолюваною, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю провідність заземлювальних провідників повинна становити не менше 1/3 провідності фазних провідників. Як правило, не вимагається застосовувати мідні провідники перерізом понад 25 мм², алюмінієві — понад 35 мм², сталеві — понад 120 мм².

1.7.123 В електроустановках напругою понад 1 кВ з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю переріз заземлювальних провідників необхідно вибирати таким чином, щоб у разі протікання через них найбільшого струму однофазного замикання на землю температура заземлювальних провідників не перевищувала 400 °С (короткочасне нагрівання, яке відповідає повному часу дії основного захисту і вимкнення вимикача).

1.7.124 Для вимірювання опору заземлювального пристрою необхідно передбачати в зручному місці можливість від'єднання заземлювального провідника. Від'єднання заземлювального провідника повинне бути можливим тільки за допомогою інструмента. В електроустановках напругою до 1 кВ таким місцем, як правило, є ГЗШ.

1.7.125 У місці введення в будівлю або споруду заземлювального провідника, який не входить до складу кабелю живлення, повинен бути нанесений знак .

Головна заземлювальна шина (ГЗШ)

1.7.126 У кожній електроустановці напругою до 1 кВ, в якій виконується основна система зрівнювання потенціалів, необхідно передбачати влаштування ГЗШ.

1.7.127 Якщо будівля має кілька окремих уводів, то ГЗШ потрібно влаштовувати для кожного ввідного пристрою. Занаявності вбудованих трансформаторних підстанцій ГЗШ не обхідно влаштовувати для кожної з них.

1.7.128 Матеріал і конструкція ГЗШ повинні забезпечувати її механічну міцність, термічну і корозійну стійкість, зручність приєднання до неї провідників.

ГЗШ слід виготовляти з міді, латуні; допускається виготовляти її зі сталі.

Застосування алюмінієвих шин не допускається.

Переріз ГЗШ повинен забезпечувати її провідність, не меншу ніж провідність того з безпосередньо приєднаних до неї провідників, у якого провідність має найбільше значення.

1.7.129 Конструкція ГЗШ повинна передбачати можливість індивідуального приєднання і від'єднання провідників.

Приєднання і від'єднання провідників повинні бути можливими тільки за допомогою інструмента.

1.7.130 ГЗШ можна розташовувати всередині ввідного пристрою електроустановки напругою до 1 кВ або влаштовувати окремо біля нього в місці, доступному і зручному для обслуговування. Як ГЗШ можна використовувати РЕ-шину ввідного пристрою.

У місцях, доступних особам, які не експлуатують електроустановку, влаштовувати окрему ГЗШ не рекомендується.

Якщо уникнути цього неможливо, то окрему ГЗШ слід розташовувати в шафі з дверцями, які зачиняються на ключ.

У місцях, доступних тільки обслуговуючому персоналу (наприклад, в електроприміщеннях), окрему ГЗШ можна встановлювати відкрито.

Захисні провідники (РЕ-провідники)

1.7.131 Як захист провідники в електроустановках напругою до 1 кВ можна використовувати:

- 1) спеціально передбачені для цього провідники:
 - жили багатожильних кабелів і проводів;
 - ізолювані або неізолювані провідники, прокладені в огорожувальній конструкції (трубі, коробі, лотку) спільно з фазними провідниками лінії живлення;
 - стаціонарно прокладені ізолювані або неізолювані провідники;
- 2) відкриті провідні частини:
 - алюмінієві оболонки кабелів;
 - металеві оболонки і опорні конструкції комплектних пристроїв і шинопроводів, які входять до складу електроустановки напругою до 1 кВ;
 - металеві короби і лотки електропроводок, якщо їх конструкція допускає таке використання і це зазначено в документації виготовлювача;
 - металеві труби електропроводок;
- 3) деякі сторонні провідні частини:
 - металеві конструкції будівель і споруд (ферми, колони тощо);
 - сталева арматура залізобетонних будівельних конструкцій будівель і споруд;
 - металеві конструкції виробничого призначення (підкранові рейки, галереї, площадки, шахти ліфтів і підйомників, обрамлення каналів тощо).

Провідники, спеціально передбачені для використання як захисні, не можна використовувати з іншою метою.

1.7.132 Використовувати відкриті і сторонні провідні частини, зазначені в **1.7.131**, як захисні провідники допускається, якщо вони відповідають вимогам цієї глави до провідності електричного кола.

Відкриті і сторонні провідні частини можна використовувати як захисні провідники, якщо вони крім того одночасно відповідають таким вимогам:

- неперервність електричного кола забезпечується їх конструкцією або відповідними з'єднаннями, захищеними від механічних, хімічних і електрохімічних пошкоджень;
- їх демонтаж неможливий без відома персоналу, який експлуатує електроустановку.

1.7.133 Не допускається використовувати як захисні провідники такі провідні частини:

- труби газопостачання та інші трубопроводи горючих або вибухонебезпечних речовин і сумішей;
- труби водопостачання, каналізації і центрального опалення;
- несучі троси для тросової проводки;
- свинцеві оболонки кабелів і проводів;
- конструктивні частини, які можуть зазнавати механічного пошкодження в нормальних умовах експлуатації;
- металеві оболонки ізоляційних трубок і трубчастих проводів, металорукави тощо.

Примітка. Використання свинцевих оболонок кабелів як захисних провідників може бути допущено, якщо воно буде обгрунтоване відповідними розрахунками.

1.7.134 PE-провідник, якщо він входить до складу лінії (кабелю, проводу), що живить дане обладнання, не допускається використовувати для виконання функцій PE-провідника електрообладнання, яке отримує живлення від іншої лінії. Також не допускається використовувати відкриті провідні частини електрообладнання як PE-провідники для іншого обладнання. Винятком є оболонки і опорні конструкції комплектних пристроїв і комплектних шинопроводів, якщо є можливість приєднання до них захисних провідників у потрібному місці.

1.7.135 Ізоляція захисних провідників не вимагається. Проте в місцях, де можливе пошкодження ізоляції фазних провідників через іскріння між неізольованим захисним провідником і металевою оболонкою або конструкцією (наприклад, у разі прокладання провідників у трубах, коробах, лотках), захисні провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну з фазними провідниками.

1.7.136 PE-провідники необхідно, як правило, прокладати в спільній оболонці з фазними провідниками або поряд з ними.

Якщо для захисту від ураження електричним струмом використовуються пристрої захисту від надструму, ця вимога є обов'язковою.

1.7.137 Мінімальний переріз PE-провідників повинен відповідати значенням, наведеним у табл. 1.7.6.

Переріз провідників у табл. 1.7.6 наведено для випадку, коли їх виготовлено з того самого матеріалу, що й фазні. Переріз провідників з іншого матеріалу повинен бути за провідністю еквівалентним зазначеному в табл. 1.7.6.

Таблиця 1.7.6 — Мінімальний переріз PE-провідників, які є жилою кабелю або ізольованого проводу живлення

Переріз фазних провідників, мм ²	Мінімальний переріз захисних провідників, мм ²
$S < 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Мінімальний переріз PE-провідника, який є жилою кабелю (проводу) з перерізом фазних жил 150 мм², допускається приймати перерізом 70 мм².

1.7.138 Переріз PE-провідника повинен також бути не меншим від мінімального значення, яке визначається за формулою:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K} \quad (1.7.6)$$

де S — мінімальний переріз PE-провідника, мм²;

I — струм короткого замикання, який забезпечує час вимикання пошкодженого кола захисним апаратом відповідно до табл. 1.7.1 або час, не більший ніж 5 с відповідно до 1.7.82, А;

t — час спрацьовування захисного пристрою, с;

K — коефіцієнт, значення якого залежить від матеріалу PE-провідника, його

ізоляції, початкової та кінцевої температур. Значення K для РЕ-провідників за різних умов наведено в табл. 1.7.7—1.7.11.

Таблиця 1.7.7 — Значення коефіцієнта K для ізольованих РЕ-провідників, які не входять до складу кабелів (проводів) живлення і не прокладені в джгуті з іншими кабелями (проводами)

Ізоляції кабелю або проводу (у дужках зазначено тривало допустиму температуру ізоляції)	Температура, °C		Матеріал провідника		
	початкова	кінцева	Мідь	Алюміній	Сталь
			Значення коефіцієнта K		
Полівінілхлорид (70 °C)	30	160(140)	143(133)	95(88)	52(49)
Полівінілхлорид (90 °C)	30	160(140)	143(133)	95(88)	52(49)
Зшитий поліетилен, етилен-пропіленова гума (90 °C)	30	250	176	116	64
Гума (60 °C)	30	200	159	105	58
Гума (85 °C)	30	220	166	ПО	60
Силіконова гума	30	350	201	133	73

Примітка. Значення кінцевої температури і коефіцієнта K , зазначеного в дужках, використовують для провідників, переріз яких перевищує 300 мм².

Таблиця 1.7.8 Значення коефіцієнта A' для неізольованих /f-провідників, які перебувають у контакті з покриттям кабелю (ізольованого проводу) і не прокладені в джгуті з іншими кабелями (ізольованими проводами)

Ізоляційне покриття кабелю або проводу	Температура, °C		Матеріал провідника		
	початкова	кінцева	Мідь	Алюміній	Сталь
			Значення коефіцієнта K		
Полівінілхлорид	30	200	159	105	58
Поліетилен	30	150	138	91	50
Бутилова гума	30	220	166	ПО	60

Таблиця 1.7.9 Значення коефіцієнта K для РЕ-провідників, які входять до складу кабелів (ізольованих проводів) живлення або прокладені в джгуті з іншими кабелями (ізольованими проводами)

Ізоляції кабелю або проводу (у дужках зазначено тривало допустиму температуру ізоляції)	Температура, °C		Матеріал провідника		
	початкова	кінцева	Мідь	Алюміній	Сталь
			Значення коефіцієнта K		
Полівінілхлорид (70 °C)	70	160(140)	115(103)	76(68)	42(37)
Полівінілхлорид (90 °C)	90	160(140)	100(86)	66(57)	36(31)
Зшитий поліетилен, етилен-пропіленова гума (90 °C)	90	250	143	94	52
Гума (60 °C)	60	200	141	93	51
Гума(85 °C)	85	220	134	89	48
Силіконова гума	180	350	132	87	47
Полівінілхлорид (70 °C)	70	160(140)	115(103)	76(68)	42(37)

Примітка. Значення кінцевої температури і коефіцієнта K , зазначеного в дужках, використовують для провідників, переріз яких перевищує 300 мм².

Таблиця 1.7.10 Значення коефіцієнта K у разі використання як РЕ-провідника металевої оболонки, броні кабелю (ізольованого проводу) живлення

Ізоляції кабелю або проводу (у дужках зазначено тривало допустиму температуру ізоляції)	Температура, °C		Матеріал провідника		
	початкова	кінцева	Мідь	Алюміній	Сталь
			Значення коефіцієнта K		

Полівінілхлорид (70 °С)	60	200	141	93	51
Полівінілхлорид (90 °С)	80	200	128	85	46
Зшитий поліетилен, етилен-пропіленова гума (90 °С)	80	200	128	85	46
Гума (60 °С)	55	200	144	95	52
Гума(85 °С)	75	220	140	93	51
Мінеральна з полівінілхлоридним покриттям	70	200	135	—	—
Мінеральна без покриття	105	250	135	—	—

Якщо в результаті розрахунку отримано нестандартний переріз, як мінімальний переріз Ріс-провідника необхідно приймати найближче більше стандартне значення.

1.7.139 Переріз мідних РЕ-провідників, які не входять до складу кабелів або проводів живлення і прокладених не в загальній огорожувальній конструкції (трубі, коробі, лотку) з фазними провідниками, в усіх випадках повинен бути не меншим ніж:

- 2,5 мм² — за наявності механічного захисту;
- 4 мм² — за відсутності механічного захисту.

Таблиця 1.7.11 Значення коефіцієнта ЛГ для неізольованих РЕ-провідників, якщо вказані температури не є небезпечними для матеріалів, що знаходяться поблизу цих провідників (початкову температуру провідника прийнято 30 °С)

Умови експлуатації провідників	Матеріал провідника					
	Мідь		Алюміній		Сталь	
	К	Максимальна температура, °С	К	Максимальна температура, °С	К	Максимальна температура, °С
Прокладені відкрито і в спеціально відведених місцях	228	500*	125	300*	82	500*
Звичайні	159	200	105	200	58	200
Пожежонебезпечні	138	150	91	150	50	150

* Зазначені температури допускаються, якщо вони не погіршують якість з'єднання.

Переріз окремо прокладених алюмінієвих РіГ-провідників повинен бути не меншим за 16 мм².

1.7.140 Якщо Ріс-провідник є спільним для двох або більше кіл, то його мінімальний переріз повинен визначатися з урахуванням:

- провідності фазних провідників того кола, в якому вона найбільша;
- найбільшого значення добутку $I^2 t$, який має місце в цих колах.

1.7.141 Захисні провідники допускається прокладати в землі, у підлозі, по краю фундаментів технологічних установок тощо. Не допускається прокладати в землі неізольовані алюмінієві захисні провідники.

1.7.142 У сухих приміщеннях без агресивного середовища захисні провідники можна прокладати безпосередньо по стінах. У вологих, сирих і особливо сирих приміщеннях, а також у приміщеннях з агресивним середовищем захисні провідники необхідно прокладати на відстані від стін, не меншій ніж 10 мм.

1.7.143 Неізольовані захисні провідники слід захищати від корозії.

У місцях перетину їх з кабелями, трубопроводами тощо, а також у місцях їх введення в будівлі, переходу крізь стіни і перекриття вони повинні бути захищені від механічних пошкоджень.

У місцях перетину температурних і осадкових швів треба передбачати компенсацію їх

довжини.

1.7.144 Захисні провідники повинні мати кольорове позначення поздовжніми або поперечними жовтими і зеленими смугами однакової ширини, що чергуються (див. також главу 1.1).

PEN-провідники

1.7.145 У системі TN для трифазних повітряних і кабельних ліній, жили яких мають переріз, не менший ніж 10 мм^2 для мідних і 16 мм^2 — для алюмінієвих провідників, функції захисного (PE-) і нейтрального (N-) провідників можна поєднувати в одному PEN-провіднику за умови, що частина електроустановки, яка розглядається, не захищена ПЗВ.

1.7.146 Спеціально передбачені PEN-провідники повинні відповідати вимогам 1.7.137 до перерізу PE-провідників, а також глави 2.1 або інших чинних нормативних документів до перерізу нейтрального провідника.

PEN-провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну з ізоляцією фазних провідників.

Ізолювати PEN-шини в комплектних розподільних пристроях не вимагається.

Не допускається використовувати сторонні провідні частини як єдиний PEN-провідник.

1.7.147 Якщо починаючи з якої-небудь точки N- і PE-провідники поділено, не дозволяється об'єднувати ці провідники за цією точкою по ходу енергії. Якщо в розподільному пристрої передбачено окремі шини для поділу N- і PE-провідників, PEN-провідник необхідно приєднувати до шини для підключення P[^]-провідників.

Провідники системи зрівнювання потенціалів

1.7.148 Для влаштування систем зрівнювання потенціалів можна використовувати сторонні і відкриті провідні частини електроустановок, зазначені в 1.7.131, або спеціально прокладені провідники чи їх сполучення.

1.7.149 Переріз провідників основної системи зрівнювання потенціалів повинен бути не меншим ніж:

- 6 мм^2 для міді,
- 16 мм^2 для алюмінію,
- 50 мм^2 для сталі.

1.7.150 Переріз провідників додаткової системи зрівнювання потенціалів повинен забезпечувати провідність, не меншу ніж:

- у разі з'єднання двох відкритих провідних частин — провідність найменшого із захисних провідників, приєднаних до цих частин;
- у разі з'єднання відкритої і сторонньої провідних частин — половину провідності захисного провідника, приєданого до відкритої провідної частини.

Переріз провідників додаткової системи зрівнювання потенціалів повинен також відповідати вимогам 1.7.139.

З'єднання і приєднання захисних провідників

1.7.151 З'єднання і приєднання заземлювальних, PE-провідників і провідників системи зрівнювання і вирівнювання потенціалів повинні забезпечувати неперервність електричного кола. З'єднання сталевих провідників рекомендується здійснювати зварюванням. У приміщеннях і зовнішніх електроустановках без агресивного середовища допускається з'єднувати заземлювальні і захисні провідники іншими способами, які забезпечують вимоги ГОСТ 10434 до з'єднань класу 2.

У разі влаштування заземлювальних пристроїв з використанням штучних мідних заземлювачів або заземлювачів із чорної сталі з покриттям для з'єднання заземлювачів між собою і приєднання до них заземлювальних провідників можуть застосовуватися спеціальні різьбові з'єднання, виготовлені за технічними умовами, узгодженими в установленому порядку, або такі, що мають сертифікат відповідності.

З'єднання слід захищати від корозії і механічного пошкодження. Для болтових з'єднань необхідно забезпечувати заходи проти ослаблення контакту. У разі з'єднання провідників з різних матеріалів слід передбачати заходи проти можливої електролітичної корозії.

1.7.152 З'єднання повинні бути доступними для огляду і виконання випробувань, за винятком з'єднань:

- заповнених компаундом або герметичних;
- що знаходяться в підлозі, стінах, перекриттях, землі тощо;
- які є частиною обладнання і виконані відповідно до стандартів або технічних умов на це обладнання.

1.7.153 Приєднання заземлювальних провідників, PE-провідників і провідників зрівнювання потенціалів до відкритих провідних частин необхідно виконувати шляхом зварювання або болтового з'єднання.

У разі використання природних заземлювачів для заземлення електроустановок і сторонніх провідних частин як PE-провідників і провідників зрівнювання потенціалів контактні з'єднання необхідно здійснювати методами, передбаченими ГОСТ 12.1.030.

З'єднання захисних провідників електропроводок і повітряних ліній необхідно здійснювати такими самими методами, що й з'єднання фазних провідників.

1.7.154 Захисні провідники, приєднані до обладнання, яке підлягає частому демонтажу чи встановлене на рухомих частинах або зазнає тряски і вібрації, повинні бути гнучкими.

1.7.155 Місця і способи приєднання заземлювальних провідників до протяжних природних заземлювачів, наприклад, до трубопроводів, слід вибирати такими, щоб у разі роз'єднання заземлювачів для ремонтних робіт очікувана напруга дотику і розрахункове значення опору заземлювального пристрою не перевищували безпечних значень.

1.7.156 У разі виконання контролю неперервності кола заземлення не допускається вмикати котушки пристроїв, призначених для здійснення цього контролю, послідовно (у розсічку) з захисними провідниками.

1.7.157 Не допускається вмикати комутаційні апарати в кола PE- і PE-N-провідників, за винятком випадку живлення електроприймачів за допомогою штепсельних з'єднань.

Допускається одночасно вимикати всі провідники на ввіді в електроустановки індивідуальних житлових, дачних будинків і аналогічних до них об'єктів, які живляться однофазними відгалуженнями від повітряної лінії. У цьому разі поділ PEN-провідника на PE- і N-провідники необхідно здійснювати до ввідного захисно-комутаційного апарата.

1.7.158 Якщо PE-провідники можуть бути роз'єднані за допомогою такого самого штепсельного з'єднувача, що й фазні провідники, розетка і вилка штепсельного з'єднувача повинні мати спеціальні захисні контакти для приєднання до них PE-провідників.

Якщо корпус штепсельної розетки металевий, то його необхідно приєднувати до захисного контакту цієї розетки.

1.7.159 Приєднання кожної відкритої провідної частини електроустановки до PE-провідника або до захисного заземлення повинне виконуватися за допомогою окремих відгалужень. Послідовно включати в PE-провідник або заземлювальний провідник відкриті провідні частини не допускається.

Приєднання сторонніх провідних частин до основної системи зрівнювання потенціалів повинне також виконуватися за допомогою окремих відгалужень.

Приєднання відкритих і сторонніх провідних частин до додаткової системи зрівнювання потенціалів можна виконувати за допомогою як окремих відгалужень, так і приєднання до одного спільного нероз'ємного провідника.

Переносні електроприймачі

1.7.160 До переносних електроприймачів відносяться електроприймачі, які можуть у процесі їх експлуатації перебувати в руках людини (ручний електроінструмент, переносна радіо-електронна апаратура тощо).

1.7.161 Живлення переносних електроприймачів змінного струму слід виконувати від мережі напругою, не вищою за 380/220 В.

Залежно від категорії приміщення за рівнем небезпеки ураження людей електричним струмом для захисту в разі непрямого дотику в колах, які живлять переносні електроприймачі, можна застосовувати автоматичне вимикання живлення, подвійну ізоляцію, захисний електричний поділ кіл, наднизьку напругу.

1.7.162 У разі застосування автоматичного вимикання живлення металеві корпуси переносних електроприймачів, з винятком електроприймачів з подвійною ізоляцією, слід приєднувати до РЕ-провідника відповідно до особливостей типу заземлення системи.

Для цього необхідно передбачати додатковий провідник, розташований в одній оболонці з фазними провідниками (третьє жила кабелю або проводу — для електроприймачів однофазного і постійного струму, четверта або п'ята жила — для електроприймачів трифазного струму), який приєднують до корпусу електроприймача та захисного контакту вилки штепсельного з'єднувача.

Цей провідник повинен бути мідним, гнучким, а його переріз — дорівнювати перерізу фазних провідників. Використовувати з цією метою нейтральний провідник, навіть розташований у спільній оболонці з фазними провідниками, не допускається.

1.7.163 Допускається застосовувати стаціонарні і окремі переносні РІГ-провідники та провідники зрівнювання потенціалів для переносних електроприймачів випробувальних лабораторій і експериментальних установок, переміщення яких під час їхньої роботи не передбачене. При цьому стаціонарні провідники повинні задовольняти вимоги **1.7.131—1.7.144**, а переносні провідники повинні бути мідними, гнучкими і мати переріз, не менший за переріз фазних провідників. У разі прокладання таких провідників не в складі спільного з фазними провідниками кабелю їх переріз повинен бути не меншим від зазначеного в **1.7.139**.

1.7.164 Для додаткового захисту від прямого і непрямого дотиків в колах штепсельних розеток з робочим струмом до 32 А повинні бути встановлені ПЗВ з номінальним диференціальним струмом, не більшим за 30 мА. Винятком з цього правила є кола штепсельних розеток з електроприймачами, які зумовлюють великий струм витоку (більше 10 мА).

Допускається застосовувати переносні електроприймачі, обладнані ПЗВ-вилками.

1.7.165 Для приєднання переносних електроприймачів до мережі живлення слід застосовувати штепсельні з'єднувачі, які відповідають вимогам **1.7.158**.

У штепсельних з'єднувачах переносних електроприймачів, а також подовжувальних проводів і кабелів провідники з боку джерела живлення слід приєднувати до розетки, а з боку електроприймача — до вилки.

1.7.166 Для захисту кіл розеток ПЗВ рекомендується розташовувати в розподільних щитках. Допускається застосовувати ПЗВ-розетки.

1.7.167 Захисні провідники переносних проводів і кабелів слід позначати поздовжніми або поперечними жовтими і зеленими смугами однакової ширини, які чергуються.

Пересувні електроустановки

1.7.168 До пересувних електроустановок, на які поширюються наведені вимоги, віднесені автономні пересувні джерела живлення електричною енергією та пересувні установки, електроприймачі яких можуть отримувати живлення від стаціонарних або автономних пересувних

джерел електричної енергії.

Вимоги до пересувних електроустановок не поширюються на суднові електроустановки, рухомий склад електротранспорту, житлові автофургони та електрообладнання, розташоване на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів.

1.7.169 Автономне пересувне джерело живлення — це таке джерело живлення електричною енергією, яке дає змогу здійснювати живлення споживачів незалежно від централізованого електропостачання (енергосистеми).

1.7.170 Електроприймачі пересувних електроустановок можуть отримувати живлення від стаціонарних або автономних пересувних джерел живлення з глухозаземленою або ізольованою нейтраллю.

1.7.171 Автономні пересувні джерела електричної енергії можна застосовувати для живлення електроприймачів як стаціонарних, так і пересувних установок.

1.7.172 У разі живлення стаціонарних електроприймачів від автономних пересувних джерел живлення режим нейтралі джерела живлення і заходи захисту повинні відповідати режиму нейтралі і заходам захисту, які прийнято для стаціонарних електроприймачів.

1.7.173 У разі живлення електроприймачів пересувних установок від стаціонарних або автономних пересувних джерел живлення з глухозаземленою нейтраллю слід застосовувати системи заземлення TN-S або TN-C-S. Об'єднувати функції захисного РЕ-провідника і N-провідника в одному спільному PEN-провіднику всередині пересувної електроустановки забороняється. Поділ PEN-провідника лінії живлення на РЕ- і N-провідники слід виконувати в точці приєднання установки до джерела живлення.

Для захисту в разі непрямого дотику слід виконувати автоматичне вимикання живлення відповідно до **1.7.82**. Наведений у табл. 1.7.1 допустимий час автоматичного вимикання живлення слід зменшувати вдвічі.

1.7.174 У разі живлення електроприймачів пересувних електроустановок від стаціонарних або автономних пересувних джерел живлення з ізольованою нейтраллю для захисту в разі непрямого дотику слід застосовувати захисне заземлення в поєднанні з металевим зв'язком корпусів пересувної установки і джерела живлення та безперервним контролем ізоляції з дією на сигнал або із захисним вимиканням живлення. Опір заземлювального пристрою пересувних установок у цьому випадку повинен відповідати **1.7.97** і **1.7.98** (див. також **1.7.175**).

Для виконання металевого зв'язку корпусів пересувної установки і джерела живлення слід використовувати одну з жил кабелю живлення, наприклад, четверту жилу кабелю в трифазних мережах без TV-провідника або п'яту жилу кабелю у трифазних мережах з TV-провідником.

Провідність фазних провідників і провідників металевого зв'язку повинна забезпечувати автоматичне вимикання живлення в межах нормованого часу в разі подвійного замикання на різні відкриті провідні частини електрообладнання.

Допускається не виконувати металевий зв'язок корпусів джерела живлення і установки, якщо власні пристрої захисного заземлення джерела живлення і пересувної установки забезпечують допустимий рівень напруги дотику в разі подвійного замикання на різні відкриті провідні частини електрообладнання.

1.7.175 У разі живлення електроприймачів пересувної електроустановки від автономного пересувного джерела електричної енергії його нейтраль, як правило, повинна бути ізольованою. У цьому випадку для захисту в разі непрямого дотику допускається виконувати захисне заземлення тільки джерела живлення, а провідники металевого зв'язку корпусів джерела живлення і установки (див. **1.7.174**) використовувати як заземлювальні провідники для відкритих провідних частин електроприймачів пересувної установки.

У разі подвійного замикання на різні відкриті провідні частини електрообладнання пересувних електроустановок слід виконувати автоматичне вимикання живлення, забезпечуючи допустимий час вимикання, наведений у табл. 1.7.12.

Таблиця 1.7.12 — Найбільший допустимий час захисного автоматичного вимикання для пересувних електроустановок, які живляться від автономного пересувного джерела з ізольованою нейтраллю

Номінальна лінійна	Час вимикання, с
--------------------	------------------

напруга U , В	
230	0,4
400	0,2
690	0,06
Понад 690	0,02

1.7.176 У разі живлення електроприймачів пересувних установок від автономних пересувних джерел живлення з ізолюваною нейтраллю заземлювальний пристрій слід влаштовувати з дотриманням вимог до його опору або напруги дотику в разі однофазного замикання на відкриті провідні частини.

Якщо заземлювальний пристрій виконується з дотриманням вимог до його опору, значення опору не повинне перевищувати 25 Ом. Допускається збільшувати зазначений опір відповідно до **1.7.113**.

Якщо заземлювальний пристрій виконується з дотриманням вимог до напруги дотику, опір заземлювального пристрою не нормують. У цьому випадку слід дотримуватися умови:

$$R \leq \frac{25}{I_3} \quad (1.7.7)$$

де R — опір заземлювального пристрою пересувної електроустановки, Ом;

I — повний струм однофазного замикання на відкриті провідні частини пересувної електроустановки, А.

1.7.177 Допускається не виконувати захисне заземлення електроприймачів пересувних електроустановок, які отримують живлення від автономних пересувних джерел живлення з ізолюваною нейтраллю в таких випадках:

- 1) якщо джерело живлення та електроприймачі розташоване безпосередньо на пересувній електроустановці, їх відкриті провідні частини мають між собою металевий зв'язок, а від джерела не живляться інші електроустановки;
- 2) якщо пересувні установки (не більше двох) отримують живлення від спеціально призначеного для них джерела живлення, від якого не отримують живлення інші електроустановки, а корпуси джерела живлення і установки з'єднано між собою за допомогою провідників металевого зв'язку (захисних провідників).

Кількість електроустановок і довжина кабелів їх живлення не нормується, якщо значення напруг дотику в разі першого замикання на землю (на корпус) не перевищує нормованих. Ці значення повинні бути визначені спеціальним розрахунком або експериментально;

- 3) якщо опір заземлювального пристрою, розрахований за напругою дотику в разі першого замикання на відкриту провідну частину, більший за опір робочого заземлення пристрою постійного контролю опору ізоляції.

1.7.178 Автономні пересувні джерела живлення з ізолюваною нейтраллю повинні мати пристрій неперервного контролю опору ізоляції відносно корпусу (землі) зі світловим і звуковим сигналами. Повинна бути забезпечена можливість перевірки справності пристрою контролю ізоляції та його вимикання.

1.7.179 Для здійснення захисного вимикання живлення пересувних електроустановок слід застосовувати пристрої захисту від надструму в поєднанні з пристроями, які реагують на диференційний струм (ПЗВ) або на потенціал корпусу відносно землі або які виконують безперервний контроль ізоляції і діють на вимикання.

Напруга живлення повинна вимикатися захисним пристроєм, установленим до вводу в електроустановку.

1.7.180 На ввіді в пересувну електроустановку слід передбачати затискач або збірну шину згідно з вимогами **1.7.128** і **1.7.129**, до яких повинні бути приєднані:

- захисний РЕ-провідник лінії живлення;

- захисний РЕ-провідник пересувної електроустановки з приєднаними до нього захисними провідниками відкритих провідних частин електрообладнання;
- провідники зрівнювання потенціалів корпусу пересувної установки та інших її сторонніх провідних частин;
- заземлювальний провідник, приєднаний до місцевого заземлювача, пересувної установки (якщо він є).

1.7.181 Захист від прямого дотику в пересувних електроустановках необхідно забезпечувати за допомогою застосування ізоляції струмовідних частин, огорож і оболонок зі ступенем захисту, не меншим за IP2X (ГОСТ 14254). Застосування бар'єрів і розміщення поза зоною досяжності не допускається.

Кола штепсельних розеток слід виконувати відповідно до **1.7.164**.

1.7.182 РЕ-провідники та провідники зрівнювання потенціалів повинні бути мідними, гнучкими. Їх, як правило, слід прокладати в спільній оболонці з фазними провідниками. Переріз провідників повинен відповідати таким вимогам:

- захисних — **1.7.137—1.7.139**;
- заземлювальних — **1.7.120—1.7.121**;
- зрівнювання потенціалів — **1.7.148—1.7.150**.

У переносних кабелях переріз захисного провідника повинен бути таким самим, як і переріз фазних провідників.

1.7.183 Допускається одночасно вимикати всі провідники лінії, яка живить пересувну електроустановку від автономного пересувного джерела живлення, у тому числі РЕ-провідник, за допомогою штепсельного з'єднувача.

1.7.184 Якщо пересувна електроустановка живиться з використанням штепсельних з'єднувачів, вилку штепсельного з'єднувача слід приєднувати з боку пересувної електроустановки. Вона повинна мати оболонку з ізолювального матеріалу.