

МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ

**ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

**РОЗДІЛ 2
ПЕРЕДАВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

**Глава 2.5 Повітряні лінії електропередавання
напругою вище 1 кВ до 750 кВ**

Видання офіційне

Київ 2014

ПЕРЕДМОВА

- 1 ЗАМОВЛЕНО:** Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
- 2 РОЗРОБЛЕНО:** Відокремлений підрозділ «Науково-технічний центр електроенергетики» державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго» за участю ДонНАБА та ДП НТУКЦ «АсЕлЕнерго»
- 3 РОЗРОБНИКИ:** А. Квицинський (керівник розробки), М. Керніцький, В. Лях (відповідальний виконавець), В. Молчанов, Я. Назім, В. Нейман, І. Петренко, В. Сантоцький, В. Стафійчук, Т. Удод, С. Шевченко
- 4 ВНЕСЕНО:** Відділ нормативно-технологічного забезпечення роботи електричних мереж та станцій Департаменту з питань функціонування та реформування електроенергетичного сектора Міненерговугілля України, Л. Власенко
- 5 УЗГОДЖЕНО:** Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України

**6 ЗАТВЕРДЖЕНО
ТА НАДАНО
ЧИННОСТІ:**

Наказ Міненерговугілля України
від 22 серпня 2014 р. № 596

7 НА ЗАМІНУ:

Глави 2.5, затвердженої наказом
Мінпаливенерго України від
05.01.2006 № 3 «Про затвердження
та введення в дію нової редакції
глав 2.4, 2.5 Правил улаштування
електроустановок» зі
змінами, затвердженими наказом
Мінпаливенерго України від
29.12.2006 № 541 «Про затвердження
та введення в дію «Зміни
№ 1 до глав 2.4 та 2.5 ПУЕ: 2006»,
наказом Мінпаливенерго України
від 10.10.2008 № 500 «Про затвердження
та введення в дію «Зміни
№ 2 до глав 2.4 і 2.5 ПУЕ: 2006»,
наказом Мінпаливенерго України
від 05.05.2009 № 231 «Про
затвердження та введення в дію
«Зміни № 3 до глави 2.4 «Повітряні
лінії електропередавання напругою
до 1 кВ» і 2.5 «Повітряні лінії
електропередавання напругою вище
1 кВ до 750 кВ» ПУЕ: 2006»

**8 ТЕРМІН
ПЕРЕВІРКИ:**

2019 рік

Право власності на цей документ належить Міненерговугілля України.

Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу Міненерговугілля України заборонено.

© Міненерговугілля України, 2014



МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

НАКАЗ

« 22 » серпня 2014

м. Київ

№ 596

Про внесення змін та доповнень
до розділу 2 Правил улаштування
електроустановок (глави 2.3 - 2.5)

Відповідно до Закону України «Про електроенергетику» та Положення про Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, затвердженого Указом Президента України від 06.04.2011 № 382, враховуючи розвиток науково-технічного прогресу щодо улаштування електроустановок

НАКАЗУЮ:

1. Внести зміни та доповнення до розділу 2. Передавання електроенергії Правил улаштування електроустановок, шляхом викладення у новій редакції глав 2.3, 2.4 та 2.5 (далі – розділ 2 ПУЕ), що додаються.

2. Розділ 2 ПУЕ набуває чинності через 90 днів з дня підписання цього наказу.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галуzeвий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Котельніков О.О.) у встановленому порядку внести розділ 2 ПУЕ до реєстру бази даних чинних нормативних документів Міненерговугілля України.

4. Державному підприємству «Національна енергетична компанія «Укренерго» (Ушаповський К.В.) забезпечити:

видання необхідної кількості примірників розділу 2 ПУЕ, відповідно до замовлень;

подальший науково-технічний супровід впровадження розділу 2 ПУЕ.

5. З дня набрання чинності розділом 2 ПУЕ визнати такими, що втратили чинність, накази Мінпаливенерго України:

від 05.01.2006 № 3 «Про затвердження та введення в дію нової редакції глав 2.4, 2.5 Правил улаштування електроустановок»;

від 29.12.2006 № 541 «Про затвердження та введення в дію «Зміни № 1 до глав 2.4 та 2.5 ПУЕ:2006»;

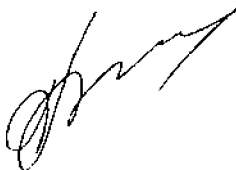
від 10.10.2008 № 500 «Про затвердження та введення в дію «Зміни № 2 до глав 2.4 і 2.5 ПУЕ:2006»;

від 13.03.2009 № 144 «Про затвердження та надання чинності новій редакції глави 2.3 «Кабельні лінії напругою до 330 кВ» Правил улаштування електроустановок»;

від 06.05.2009 № 231 «Про затвердження та введення в дію «Зміни № 3 до глави 2.4 «Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ» і глави 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» ПУЕ:2006».

6. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Улиду В.Ю.

Міністр



Ю. Продан

ЗМІСТ

	С.
2.5.1	Сфера застосування 1
2.5.2 – 2.5.6	Терміни та визначення понять 2
2.5.7 – 2.5.24	Загальні вимоги 5
2.5.25 – 2.5.28	Вимоги до механічної міцності повітряних ліній 10
2.5.29 – 2.5.31	Кліматичні умови 14
2.5.32 – 2.5.37	Ожеледні навантаження 15
2.5.38 – 2.5.50	Вітрові навантаження 19
2.5.51 – 2.5.56	Вітрові навантаження під час ожеледі 29
2.5.57 – 2.5.61	Температурні кліматичні впливи 32
2.5.62 – 2.5.64	Навантаження від ваги конструкцій і ґрунтів 37
2.5.65	Монтажні навантаження 38
2.5.66 – 2.5.70	Навантаження, яке створюється натягом проводів і тросів 39
2.5.71 – 2.5.73	Інші впливи 41
2.5.74 – 2.5.85	Розрахункові режими та сполучення навантажень повітряних ліній 43
2.5.86 – 2.5.94	Проводи і грозозахисні троси 50
2.5.95 – 2.5.102	Розташування проводів і тросів та відстані між ними 63
2.5.103 – 2.5.114	Ізолятори та арматура 72
2.5.115 – 2.5.133	Захист ПЛ від перенапруг, заземлення 75
2.5.134 – 2.5.137	Опори і фундаменти 86
2.5.138 – 2.5.159	Розташування волоконно-оптичних ліній зв'язку на ПЛ 89

2.5.160 – 2.5.164	Проходження ПЛ по ненаселеній і важкодоступній місцевостях.....	92
2.5.165 – 2.5.168	Проходження ПЛ по території, зайнятій насадженнями.....	94
2.5.169 – 2.5.178	Проходження ПЛ через населену місцевість.....	97
2.5.179 – 2.5.189	Перетин і зближення ПЛ між собою.....	101
2.5.190 – 2.5.206	Перетин і зближення ПЛ зі спорудами зв'язку, сигналізації та лініями радіо-трансляційних мереж, кабельного телебачення та Інтернету.....	107
2.5.207 – 2.5.213	Перетин і зближення ПЛ із залізницями.....	118
2.5.214 – 2.5.221	Перетин і зближення ПЛ з автомобільними дорогами.....	123
2.5.222 – 2.5.225	Перетин, зближення або паралельне проходження ПЛ із тролейбусними і трамвайними лініями.....	126
2.5.226 – 2.5.234	Перетин ПЛ з водними об'єктами.....	129
2.5.235 – 2.5.237	Проходження ПЛ по мостах.....	133
2.5.238 – 2.5.239	Проходження ПЛ по греблях і дамбах.....	134
2.5.240	Зближення ПЛ з вибухо- і пожежонебезпечними установками.....	135
2.5.241 – 2.5.248	Перетин і зближення ПЛ з надземними і наземними трубопроводами, спорудами для транспортування нафти і газу та канатними дорогами.....	135
2.5.249 – 2.5.252	Перетин і зближення ПЛ з підземними трубопроводами.....	140
2.5.253 – 2.5.254	Зближення ПЛ з аеродромами.....	142

ВСТУП

Правила улаштування електроустановок (далі – Правила) визначають будову, принципи улаштування, особливі вимоги до окремих систем, їх елементів, вузлів і комунікацій електроустановок. Правила встановлюють вимоги до електроустановок загального призначення змінного струму напругою до 750 кВ та постійного струму напругою до 1,5 кВ.

Нова редакція Правил забезпечує врахування змін законодавства, національних стандартів, будівельних норм і правил, галузевих нормативів та інших документів, які належать до предмету регулювання Правил.

Положення Правил застосовують під час проектування нового будівництва, реконструкції, технічного переоснащення або капітального ремонту електроустановок.

Правила складаються з окремих розділів, які підрозділяються на глави, що унормовують конкретні питання улаштування електроустановок.

Зокрема, у новій редакції викладено главу 2.5. Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ розділу 2. Передавання електроенергії.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 596

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

РОЗДІЛ 2 ПЕРЕДАВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Глава 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ

Чинний від 2014-11-19

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

2.5.1 Ця глава Правил поширюється на повітряні лінії електропередавання змінного струму, які проектуються, заново будуються та реконструюються, напругою вище 1 кВ до 750 кВ, з неізолюваними проводами (ПЛ), і напругою вище 1 кВ до 35 кВ, з проводами із захисним покриттям – захищеними проводами (ПЛЗ). На ПЛЗ поширюються вимоги до ПЛ відповідної напруги та вимоги, окремо зумовлені для них у цих Правилах.

Ця глава не поширюється на ПЛ, будівництво яких визначається спеціальними правилами, нормами і постановами (контактні мережі електрифікованих залізниць, трамвая, тролейбуса; ПЛ для електропостачання сигналізації, центрального блокування (СЦБ); ПЛ напругою 6 – 35 кВ, змонтовані на опорах контактної мережі тощо).

Кабельні вставки в ПЛ слід виконувати відповідно до вимог **2.5.122** і глави 2.3 цих Правил.

На ПЛ напругою 400 кВ поширюються вимоги Правил, які стосуються ПЛ напругою 500 кВ цих Правил.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, які вжито в цій главі, та визначення позначених ними понять:

2.5.2 повітряна лінія електропередавання напругою вище 1 кВ

Споруда для передавання електричної енергії проводами під напругою вище 1 кВ, розташованими просто неба і прикріпленими за допомогою ізолювальних конструкцій та арматури до опор або кронштейнів і стоек на інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах тощо)

За початок і кінець ПЛ вважають місце виходу проводу в бік ПЛ з апаратного, натяжного затискача або іншого пристрою кріплення проводу на вихідних (вхідних) конструктивних елементах підстанцій і відгалужувальних опорах. Відгалуження до конденсаторів зв'язку, установлених на підстанціях і опорах ПЛ, до лінії не відносяться

волоконно-оптична лінія зв'язку на повітряній лінії електропередавання (ВОЛЗ-ПЛ)

Лінія зв'язку, що містить у собі волоконно-оптичний кабель (ОК), який розміщують на ПЛ, та волоконно-оптичні системи передавання. ОК підвішують на опорах ПЛ за допомогою спеціальної арматури або навивають його на грозозахисний трос чи фазний провід

повітряна лінія із захищеними проводами (ПЛЗ)

ПЛ із проводами, в яких поверх струмопровідної жили накладено екструдовану полімерну захисну ізоляцію, що унеможливорює коротке замикання між проводами в разі їх доторкання та зменшує ймовірність замикання на землю

2.5.3 прогін

Відрізок ПЛ між двома суміжними опорами або конструкціями, які замінюють опори

довжина прогону

Довжина прогону в горизонтальній проекції

габаритний прогін

Прогін, довжину якого визначають нормованою вертикальною відстанню від проводів до землі за умови встановлення опор на горизонтальній поверхні

вітровий прогін

Довжина відрізка ПЛ, з якого тиск вітру на проводи і грозозахисні троси (далі – троси) сприймає опора

ваговий прогін

Довжина відрізка ПЛ, вагу проводів (тросів) якого сприймає опора

стріла провисання проводу

Відстань по вертикалі від прямої, яка з'єднує точки кріплення проводу, до проводу в найнижчій точці його провисання

габаритна стріла провисання проводу

Стріла провисання проводу в габаритному прогоні

ізоляційний підвіс

Пристрій, який складається з одного або кількох підвісних або стрижневих ізоляторів і лінійної арматури, шарнірно з'єднаних між собою

штировий ізолятор

Ізолятор, який складається з ізоляційної деталі, що закріплюється на штирі або гаку опори

тросове кріплення

Пристрій для прикріплення грозозахисних тросів до опори; якщо до складу тросового кріплення входить один або кілька ізоляторів, то воно називається ізолювальним

посилене кріплення проводу з захисним покриттям

Кріплення проводу на штировому ізоляторі або до ізоляційного підвісу, що не допускає проковзування проводу в разі виникнення різниці натягів у суміжних прогонах у нормальному та аварійному режимах ПЛЗ

галоупування проводів (тросів)

Сталі періодичні низькочастотні (0,2 – 2 Гц) коливання проводів (тросів) у прогоні, які утворюють стоячі хвилі (іноді в сполученні з біжучими) з кількістю напівхвиль від однієї до двадцяти та амплітудою 0,3 – 5 м

вібрація проводів (тросів)

Періодичні коливання проводів (тросів) у прогоні з частотою від 3 Гц до 150 Гц, які відбуваються у вертикальній площині під час вітру і утворюють стоячі хвилі з розмахом, що може перевищувати діаметр проводів (тросів)

спіральна арматура

Вироби, які виготовлено з дроту з антикорозійного матеріалу у вигляді спіралі і призначено для кріплення, з'єднання та ремонту проводів і тросів ПЛ

2.5.4 Режими для розрахунків механічної частини ПЛ:

- **нормальний** – режим за умови необірваних проводів, тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;
- **аварійний** – режим за умови обірваних одного чи кількох проводів або тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;
- **монтажний** – режим в умовах монтажу опор, проводів і тросів;

клас безвідмовності

Рівень забезпеченості безвідмовної роботи механічної частини ПЛ під дією зовнішніх чинників за встановлений термін експлуатації

2.5.5 населена місцевість

Сельбищна територія міського і сільського поселень у межах їхнього перспективного розвитку на десять років, курортні та приміські зони, зелені зони навколо міст та інших населених пунктів, землі селищ міського типу і сільських населених пунктів у межах їх сельбищної території, виробничі території, а також території садово-городніх ділянок

ненаселена місцевість

Землі, не віднесені до населеної місцевості

важкодоступна місцевість

Місцевість, не доступна для транспорту і сільськогосподарських машин

насадження

Природні та штучні деревостої та чагарники, а також сади і парки

висота насаджень

Збільшена на 10 % середня висота переважної за запасами породи, яка знаходиться у верхньому ярусі насаджень, у різновікових насадженнях – середня висота переважного за запасами покоління

траса ПЛ у стиснених умовах

Відрізки траси ПЛ, які проходять по територіях, насичених надземними та (або) підземними комунікаціями, спорудами, будівлями

2.5.6 великі переходи

Перетини судноплавних ділянок рік, каналів, озер і водоймищ, на яких установлюють опори висотою 50 м і більше, а також перетини ущелин, ярів, водних об'єктів та інших перешкод з прогоном перетину понад 700 м незалежно від висоти опор ПЛ.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.5.7 На всіх етапах улаштування ПЛ необхідно дотримуватись вимог державних стандартів, будівельних норм і правил, Правил охорони електричних мереж, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.97 № 209, пожежних і санітарних нормативів та вимог цих Правил. Усі елементи ПЛ мають відповідати вимогам, наведеним в **1.1.19 – 1.1.23**.

2.5.8 На ПЛ напругою 110 кВ і вище довжиною більше ніж 100 км для обмеження несиметрії струмів і напруг необхідно виконувати один повний цикл транспозиції. Двоколові ПЛ напругою 110 кВ і вище рекомендовано виконувати з протилежним чергуванням фаз кіл (суміжні фази різних кіл мають бути різноименними). Схеми транспозиції обох кіл рекомендовано виконувати однаковими.

Допускається збільшувати довжину нетранспонованої ПЛ, виконувати неповні цикли транспозиції, різні довжини відрізків ПЛ у циклі і збільшувати кількість циклів, якщо внесена при цьому розрахункова несиметрія не перевищуватиме 0,5 % за напругою і 2 % – за струмом зворотної послідовності.

Крок транспозиції за умовою впливу на лінії зв'язку не нормується.

Для ПЛ з горизонтальним розташуванням фаз рекомендовано застосовувати спрощену схему транспозиції (у місці транспозиції почергово міняються місцями лише дві суміжні фази). На цих же ПЛ у разі захисту їх двома тросами, які використовують для високочастотного зв'язку, для зменшення втрат від струмів у тросах в нормальному режимі, рекомендовано виконувати схрещення (транспозицію) тросів. Кількість схрещень слід вибирати за критерієм самопогасання дуги супровідного струму промислової частоти в разі грозових перекриттів іскрових проміжків (ІП) на ізоляторах, за допомогою яких троси кріплять

до опор. Схема схрещення має бути симетричною відносно кожного кроку транспозиції фаз і точок заземлення тросів. При цьому довжини крайніх відрізків рекомендовано приймати такими, що дорівнюють половині довжини решти відрізків.

В електричних мережах напругою до 35 кВ рекомендовано транспозицію фаз на підстанціях виконувати таким чином, щоб сумарні довжини ділянки ПЛ з різним чергуванням фаз були приблизно однаковими.

2.5.9 Будь-якої пори року під'їзд до ПЛ має бути забезпечено на якомога ближчу відстань, але не далі ніж на 0,5 км від траси ПЛ.

2.5.10 На ділянках ПЛ у гірських умовах за необхідності треба передбачати очищення схилів від небезпечного для ПЛ нависаючого каміння.

2.5.11 Траси ПЛ потрібно розташовувати поза зоною поширення зсувних процесів. За неможливості обходу цих зон треба передбачати інженерний захист ПЛ від зсувів згідно з будівельними нормами та правилами щодо захисту територій, будівель і споруд від небезпечних геологічних процесів.

2.5.12 У разі проходження ПЛ по просадних ґрунтах опори, як правило, треба установлювати на майданчиках з мінімальною площею водозбору з виконанням комплексу протипросадних заходів. Порушення рослинного і ґрунтового покриву має бути мінімальним.

2.5.13 У разі проходження ПЛ по напівзакріплених і незакріплених пісках необхідно виконувати піскозакріплювальні заходи. Порушення рослинного покриву має бути мінімальним.

2.5.14 Опори ПЛ рекомендовано встановлювати на безпечній відстані від русла ріки з інтенсивним розмиванням берегів, з урахуванням прогнозованих переміщень русла і затоплюваності заплави, а також поза місцями, де можуть бути потоки дощових та інших вод, льодоходи тощо. За обґрунтованої неможливості встановлення опор ПЛ у безпечних місцях необхідно вживати заходів щодо захисту опор від пошкоджень (зміцнення берегів, укосів, схилів, влаштування спеціальних фундаментів, водовідведення, струмененапрямних дамб, льодорізів та інших споруд).

Установлювати опори в зоні проходження прогнозованих грязекам'яних селевих потоків не допускається.

2.5.15 Застосовувати опори з відтяжками на ділянках ПЛ напругою до 330 кВ включно, які проходять по оброблюваних землях, без захисту відтяжок від пошкодження сільськогосподарською технікою, не допускається. На цих самих відрізках, а також у населеній місцевості і в місцях зі стисненими умовами на підходах до електростанцій і підстанцій рекомендовано застосовувати двоколові та багатоколові вільностоячі опори.

2.5.16 У разі проходження ПЛ з дерев'яними опорами через ліси, сухі болота та інші місця, де можливі низові пожежі, потрібно передбачати такі заходи:

- влаштування канави глибиною 0,4 м і шириною 0,6 м на відстані 2 м навколо кожного стояка опори;
- знищення трави і чагарнику та очищення від них площадки радіусом 2 м навколо кожної опори;
- застосування опор з деревини, обробленої проти горіння;
- застосування залізобетонних приставок; при цьому відстань від землі до нижнього торця стояка має бути не меншою ніж 1 м.

Установлювати дерев'яні опори ПЛ напругою 110 кВ і вище в місцевостях, де можливі низові або торф'яні пожежі, заборонено.

2.5.17 У районах розселення великих птахів для захисту ізоляції від забруднення ними, незалежно від ступеня забруднення навколишнього середовища, а також для запобігання загибелі птахів необхідно дотримуватись таких вимог:

- не використовувати опори ПЛ зі штировими ізоляторами; на траверсах опор ПЛ напругою від 35 кВ до 220 кВ, у тому числі в місцях кріплення підтримувальних ізоляційних підвісів, а також на тросостояках для унеможливлення посадки або гніздування птахів передбачати встановлення протипташиних загороджень;
- закривати верхні отвори пустотілих стояків залізобетонних опор наголовниками з конічною верхівкою.

2.5.18 На опорах ПЛ на висоті, не нижчій ніж 1,5 м від землі, потрібно наносити такі постійні знаки:

- порядкове число опори – на всіх опорах;
- диспетчерське найменування ПЛ або її умовне позначення – на перших і кінцевих опорах, перших опорах відгалужень від лінії, на опорах у місцях перетину ліній однієї напруги, на опорах, які обмежують прогін перетину із залізницями

та автомобільними дорогами I – V категорій, а також на всіх опорах відрізків ПЛ, які прямують паралельно, якщо відстань між їх осями менша за 200 м. На двоколових і багатоколових опорах ПЛ, крім того, треба позначати відповідне коло;

- попереджувальні плакати або застережні знаки – на всіх опорах ПЛ у населеній місцевості;

- плакати із зазначенням відстані від опори ПЛ до кабельної лінії зв'язку – на опорах, установлених на відстані, меншій ніж половина висоти опори до кабелів зв'язку;

- кольорове фарбування фаз – на ПЛ напругою 35 кВ і вище на кінцевих опорах, опорах, суміжних з транспозиційними, і на перших опорах відгалужень від ПЛ.

Допускається розмішувати на одному знаку всю інформацію, яка вимагається в цьому пункті.

Плакати і знаки наносять на опори почергово з правого і лівого боків. На переходах через дороги плакати мають бути орієнтованими в бік дороги.

Денне і нічне маркувальне позначення опор висотою понад 50 м треба виконувати згідно з **2.5.254**.

ПЛ будь-якої напруги висотою опор 50 м і більше над місцевістю, а також ПЛ напругою 220 кВ і вище незалежно від висоти опор, у місцях перетину з лінійними орієнтирами (річками, автомобільними дорогами, залізницями) належить маркувати (підвішувати на грозозахисному тросі) через кожні 100 м макетами куль діаметром 0,5 м білого і червоного (жовтогарячого) кольору з обох боків від місця перетину ПЛ на відстань, не меншу ніж 500 м.

На ПЛ напругою 110 кВ і вище, обслуговування яких має здійснюватися з використанням вертольотів, у верхній частині кожної п'ятої опори встановлюють номерні знаки, видимі з вертольота. При цьому для ПЛ напругою 500 – 750 кВ знаки мають бути емальованими, розміром 400 мм×500 мм.

Лінійні роз'єднувачі, перемикальні пункти, високочастотні загороджувачі, установлені на ПЛ, повинні мати відповідні порядкові номери і диспетчерські найменування.

2.5.19 Металеві опори і підніжники, металеві деталі залізобетонних і дерев'яних опор, бетонні і залізобетонні конструкції має бути захищено від корозії з урахуванням вимог

будівельних норм і правил щодо захисту будівельних конструкцій від корозії. За необхідності треба передбачати захист від електрокорозії.

Металеві опори, а також металеві елементи і деталі залізобетонних і дерев'яних опор потрібно захищати від корозії, як правило, шляхом гарячого оцинкування.

2.5.20 Грозозахисні троси, відтяжки та елементи опор повинні мати корозійностійке виконання з урахуванням виду і ступеня агресивності середовища в умовах експлуатації.

На грозозахисному тросі і відтяжках у процесі спорудження ПЛ має бути виконане захисне змашування.

2.5.21 У районах з агресивним впливом навколишнього середовища, у районах із солончаками, засоленими пісками, у прибережних зонах морів і солоних озер площею понад 10 000 м², а також у місцях, де в процесі експлуатації може статися корозійне руйнування металу ізоляторів, лінійної арматури, проводів і тросів, заземлювачів, необхідно передбачати:

- ізолятори і лінійну арматуру в тропічному виконанні, за необхідності – з додатковими захисними заходами;

- корозійностійкі проводи (див. також **2.5.89**), грозозахисні троси, плаковані алюмінієм, і тросові елементи опор (див. також **2.5.20**);

- збільшення перерізу елементів заземлювальних пристроїв, використання заземлювачів з корозійностійким покриттям.

2.5.22 Для ПЛ з неізольованими проводами, які проходять у районах з характеристичним значенням ожеледного навантаження понад 20 Н/м (5-й і 6-й райони за ожеледдю), частим утворенням ожеледі або паморозі в поєднанні із сильними вітрами, а також у районах з частим і інтенсивним галопуванням проводів рекомендовано передбачати плавлення ожеледі на проводах і тросах.

У разі забезпечення плавлення ожеледі без перерви електропостачання споживачів характеристичне значення ожеледного навантаження можна знижувати на 10 Н/м, але воно має бути не меншим ніж 15 Н/м.

На ПЛ з плавленням ожеледі необхідно організовувати спостереження за ожеледдю, перевагу треба надавати застосуванню автоматизованих систем моніторингу.

Вимоги цього пункту не поширюються на ПЛЗ.

2.5.23 Напруженість електричного поля, створюваного ПЛ напругою 330 кВ і вище за максимальних робочих параметрів (напруги та струму) і абсолютної максимальної температури повітря (**2.5.60**) для населеної місцевості, не має перевищувати гранично припустимих значень, установлених санітарно-епідеміологічними правилами та нормативами.

Для ненаселеної і важкодоступної місцевостей температуру повітря за гранично припустимої напруженості електричного поля приймають такою, що дорівнює $(0,8t_{\max} - 12) ^\circ\text{C}$, де t_{\max} – максимальна температура повітря за **2.5.60**.

2.5.24 Після закінчення спорудження або реконструкції ПЛ необхідно здійснити заходи, передбачені вимогами природоохоронного законодавства:

- землевдання земель, які відводять у постійне користування;
- рекультивацію земель, які відводять у тимчасове користування;
- природоохоронні заходи, спрямовані на мінімальне порушення природних форм рельєфу і збереження зелених насаджень та природного стану ґрунту;
- протиерозійні заходи.

ВИМОГИ ДО МЕХАНІЧНОЇ МІЦНОСТІ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

2.5.25 Розрахунок будівельних конструкцій ПЛ (опор, фундаментів і основ) виконують методом граничних станів відповідно до державних стандартів і будівельних норм. При цьому враховують розрахункові значення постійних навантажень з коефіцієнтом надійності за табл. 2.5.13, пункти 1 – 4 (див. **2.5.64**) і розрахункові значення змінних навантажень із середніми періодами повторюваності за табл. 2.5.1, пункти 1, 2.

Механічний розрахунок проводів і тросів ПЛ виконують методом допустимих напружень, а розрахунок ізоляторів та арматури – методом руйнівних навантажень. При цьому враховують розрахункові значення постійних навантажень з коефіцієнтом надійності $\gamma_{fm} = 1$ і розрахункові значення змінних навантажень із середніми періодами повторюваності, наведеними в табл. 2.5.1, пункт 3.

Застосування інших методів розрахунку в кожному окремому випадку повинне бути обгрунтоване в проекті.

Таблиця 2.5.1 – Середні періоди повторюваності

№ з/п	Розрахунки	Середні періоди повторюваності для класів безвідмовності, роки			
		1КБ	2КБ	3КБ	4КБ
1	Розрахунки несучої здатності опор і фундаментів (перша група граничних станів)	30	50	150	500
2	Розрахунки переміщень опор і фундаментів та тріщиностійкості залізобетонних конструкцій (друга група граничних станів)	5	10	15	25
3	Розрахунки проводів, тросів, ізоляторів, арматури (допустимі напруження та руйнівні навантаження)	5	10	15	25

2.5.26 Під час проектування ПЛ враховують постійні і змінні (тривалі, короточасні, аварійні) навантаження і впливи.

До **постійних** навантажень відносяться навантаження, які створюються вагою будівельних конструкцій, проводів, тросів та устаткування ПЛ; натягом проводів і тросів за середньорічної температури повітря і відсутності вітру та ожеледі; вагою і тиском ґрунтів; тиском води на фундаменти в руслах рік, а також попереднім напруженням конструкцій.

До **змінних** навантажень відносяться навантаження, які створюються тиском вітру на опори, проводи і троси; вагою ожеледі на проводах і тросах; додатковим натягом проводів і тросів понад їх значення за середньорічної температури від кліматичних навантажень і впливів; тиском води на опори і фундаменти в заплавах рік; тиском льоду; навантаженнями, які виникають під час виготовлення і перевезення конструкцій, а також під час монтажу конструкцій, проводів і тросів.

До **аварійних** навантажень відносяться навантаження, які виникають від обриву проводів і тросів.

До **епізодичних** навантажень відносяться сейсмічні навантаження.

Навантаження слід визначати за критерієм забезпеченості безвідмовної роботи механічної частини ПЛ під дією зовнішніх чинників за розрахунковий період експлуатації лінії. Параметри, які характеризують класи безвідмовності, наведено в табл. 2.5.2.

Таблиця 2.5.2 – Характеристики класів безвідмовності

№ з/п	Назва характеристики	Характеристики для класів безвідмовності			
		1КБ	2КБ	3КБ	4КБ
1	Напруга лінії, кВ	До 1	1 – 35	110 – 330	500 – 750
2	Розрахункові періоди експлуатації, років	30	50	50	50
3	Коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n для розрахунку будівельних конструкцій	0,95	1	1	1,05

Чотирирівневі класи безвідмовності ПЛ, установлені відповідно до рекомендацій МЕК, відповідають наступним класам наслідків (відповідальності), унормованим ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класів наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» та ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»:

1КБ, 2КБ – СС1
 3КБ – СС2
 4КБ – СС3.

Середню повторюваність розрахункових навантажень, яка залежить від класу безвідмовності, треба визначати за табл. 2.5.1.

В окремих обґрунтованих випадках, з урахуванням досвіду експлуатації електричних мереж, ожеледні та ожеледно-вітрові навантаження для ПЛ напругою від 6 до 330 кВ дозволено приймати на один клас безвідмовності вище.

Основні критерії збільшення класу безвідмовності для ПЛ (або окремих її відрізків):

– кількість ожеледно-вітрових аварій на ПЛ перевищує середню аварійність по регіону;

- декілька ПЛ, які забезпечують електропостачання окремих регіонів або крупних споживачів, проходять (ПЛ або їх частини) в одному коридорі;
- двоколові ПЛ, за умови, що кола є взаєморезервованими, або по ПЛ здійснюється електропостачання споживачів, які не мають іншого резервного електроживлення;
- багатоколові ПЛ (більше двох кіл) різного класу напруги на спільних опорах.

2.5.27 Основою для визначення навантажень ліній у класах безвідмовності 1КБ – 4КБ є їх характеристичні значення. Характеристичні значення постійних і тривалих навантажень приймають такими, що дорівнюють їх середнім значенням. Характеристичні значення кліматичних навантажень обчислено за середнього періоду повторюваності $T = 50$ років. Значення аварійних навантажень від обриву проводів і тросів обчислюють згідно з цими Правилами (**2.5.66 – 2.5.70**), інших аварійних навантажень – згідно з нормами проектування.

Характеристичні значення навантажень від ожеледі, вітрового тиску під час ожеледі та без неї від дії вітру на проводи та троси вкритих ожеледдю, а також значення температури повітря встановлюють згідно з цими Правилами. Значення навантажень, не встановлені цими Правилами, обчислюють згідно з нормами навантажень і впливів на будівельні конструкції.

2.5.28 Розрахункові значення навантажень обчислюють шляхом множення характеристичних значень на коефіцієнт надійності за навантаженням γ_{fm} .

Коефіцієнти надійності γ_{fm} для постійних навантажень визначають залежно від виду навантаження та розрахункової ситуації за табл. 2.5.13. Коефіцієнти надійності γ_{fm} для змінних короткочасних навантажень визначають залежно від розрахункової ситуації, виду навантаження та середнього періоду повторюваності розрахункового значення, наведеного в табл. 2.5.1. Коефіцієнти надійності γ_{fm} для навантажень від натягу проводів і тросів визначають відповідно до **2.5.67**.

КЛІМАТИЧНІ УМОВИ

2.5.29 Характеристичні значення кліматичних навантажень, мінімальна, максимальна та середньорічна температура повітря, інтенсивність галоупування проводів і тросів (для вибору і розрахунку елементів ПЛ) приймають на підставі карт територіального районування України, наведених у цих Правилах.

Для ПЛ третього і четвертого класів безвідмовності характеристичні значення кліматичних навантажень устанавлюють за регіональними картами кліматичного районування на підставі аналізу матеріалів багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій.

Регіональні карти кліматичного районування будують з урахуванням матеріалів багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій, які наведено в СОУ-Н ЕЕ 20.579:2009 «Кліматичні дані для визначення навантажень на повітряні лінії електропередавання. Методика опрацювання» або в інших відповідних документах. Під час побудови регіональних карт кліматичного районування для визначення значень навантажень у точках розташування траси ПЛ слід використовувати методики, які наведено в СОУ-Н ЕЕ 21.262:2008 «Кліматичне забезпечення будівництва та експлуатації електричних мереж» або за допомогою інтерполяції.

2.5.30 Дозволено уточнювати значення кліматичних навантажень і впливів, устанавлених за картами кліматичного районування, використовуючи матеріали багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій і постів спостереження гідрометеослужби та власників електромереж за швидкістю вітру, інтенсивністю і густиною ожеледно-паморозних відкладень, грозовою діяльністю і частотою прояву умов, за яких можуть виникати галоупування.

Під час оброблення результатів метеорологічних спостережень потрібно враховувати вплив мікрокліматичних чинників, зумовлених особливостями природних умов (пересічений рельєф місцевості, висота над рівнем моря, наявність великих водоймищ, ступінь заліснення тощо), існуючих будівель та інженерних споруд, які проектується (греблі і водоскиди, ставки-охолоджувачі, смуги суцільної забудови тощо).

Під час урахування впливу мікрокліматичних чинників зумовлених особливостями рельєфу, слід використовувати рекомендації СОУ-Н ЕЕ 21.262: 2008 «Кліматичне забезпечення будівництва та експлуатації електричних мереж. Інструкція».

2.5.31 Для гірських місцевостей з висотою над рівнем моря понад 400 м характеристичні значення кліматичних навантажень визначають за методикою СОУ-Н ЕЕ 20.667:2007 «Кліматичні навантаження на повітряні лінії електропередавання з урахуванням топографічних особливостей. Методика».

ОЖЕЛЕДНІ НАВАНТАЖЕННЯ

2.5.32 Розрахункові значення ожеледних навантажень на елементи ПЛ обчислюють згідно з формулою (2.5.1) для лінійно протяжних елементів і згідно з формулою (2.5.3) – для площинних елементів ПЛ.

Під час визначення кліматичних умов необхідно враховувати вплив на інтенсивність ожеледоутворення і швидкість вітру особливостей мікрорельєфу місцевості (невеликі пагорби та улоговини, високі насипи, яри, балки тощо), а в гірських районах – особливостей мікро- і мезорельєфу місцевості (гребені, схили, платоподібні ділянки, низини долин, міжгірські долини тощо).

Для відрізків ПЛ, які проходять у важкодоступній місцевості, по гребнях гідроелектростанцій і поблизу ставків-охолоджувачів, за відсутності даних спостережень характеристичне значення навантаження від ожеледі за **2.5.35** треба збільшувати на 2 Н/м для 1 – 3-го районів і на 5 Н/м – для 4 – 6-го районів.

2.5.33 Розрахункове значення навантаження від ожеледі на лінійні елементи G_{mp} , Н/м, (проводи, троси і елементи опор кругового перерізу з діаметром до 70 мм включно) обчислюють за формулою:

$$G_{mp} = k_1 \mu_1 g_{mp}, \quad (2.5.1)$$

де k_1 – коефіцієнт, за яким враховують зміну навантаження ожеледі за висотою h , м, і який приймають згідно з табл. 2.5.3;

Таблиця 2.5.3 – Коефіцієнт k_1 залежно від висоти h

Висота, h , м	5	10	20	30	50	70	100
k_1	0,7	1	1,3	1,7	2,2	2,7	3,3

Примітка. Проміжні значення k_1 обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції.

μ_1 – коефіцієнт, за яким враховують зміну навантаження ожеледі від діаметра елементів кругового перерізу d і який визначають згідно з табл. 2.5.4 залежно від значення g_{mp} ;

Таблиця 2.5.4 – Коефіцієнт μ_1 залежно від діаметра проводу та розрахункового значення ожеледного навантаження

Діаметр d , мм	Значення коефіцієнта μ_1 залежно від розрахункового ожеледного навантаження g_{mp} , Н/м			
	До 10	10 – 19	20 – 30	Понад 30
5	0,8	0,85	0,9	0,95
10	1	1	1	1
15	1,15	1,1	1,05	1,05
30	1,4	1,25	1,15	1,1
70	2,0	1,7	1,5	1,4

Примітка. Проміжні значення μ_1 обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції по діаметру проводу d .

g_{mp} – розрахункове значення ожеледного навантаження, Н/м, яке обчислюють за формулою:

$$g_{mp} = g_p \gamma_{fG}, \quad (2.5.2)$$

де γ_{fG} – коефіцієнт надійності за **2.5.34**;

g_p – характеристичне значення навантаження від ожеледі, Н/м, на лінійних елементах за **2.5.35**.

Лінійне ожеледне навантаження та вагу ожеледі на підвішених горизонтально елементах кругового перерізу (тросах, проводах) треба визначати на висоті розташування їх приведенного центра ваги (див. **2.5.48**).

2.5.34 Коефіцієнт надійності за лінійним ожеледним навантаженням γ_{fG} визначають залежно від заданого середнього періоду повторюваності T (табл. 2.5.5).

Таблиця 2.5.5 – Коефіцієнт γ_{fG} залежно від заданого середнього періоду повторюваності T

Період повторюваності T , років	5	10	15	25	40	50	70	100	150	500
Коефіцієнт γ_{fG}	0,46	0,63	0,72	0,84	0,95	1,00	1,08	1,16	1,25	1,53

2.5.35 Характеристичні значення навантаження від ожеледі g_p , Н/м, на лінійних елементах ПЛ і стінки ожеледі b , мм, на площинних елементах ПЛ для рівнинної місцевості на висоті 10 м над поверхнею землі, на проводі діаметром 10 мм визначають за картою територіального районування України (рис. 2.5.1) або за регіональними картами кліматичного навантаження відповідно до 2.5.29.

Стінку ожеледі b обчислюють залежно від g_p за формулою (2.5.2 а):

$$b = \sqrt{35,4g_p + 25} - 5 \quad (2.5.2 \text{ а})$$

2.5.36 Ожеледне навантаження на опори треба враховувати для металевих опор, виготовлених з фасонного прокату (у тому числі на відтяжках), у разі, якщо висота опор є більшою ніж 50 м або опори розташовано у 5-му і 6-му районах за ожеледдю або – у гірській місцевості із характеристичним значенням максимального навантаження від ожеледі g_{prip} більшим ніж 30 Н/м. Для залізобетонних, багатогранних і дерев'яних опор, а також для металевих опор з елементами, виготовленими з труб, ожеледні відкладення не враховують.

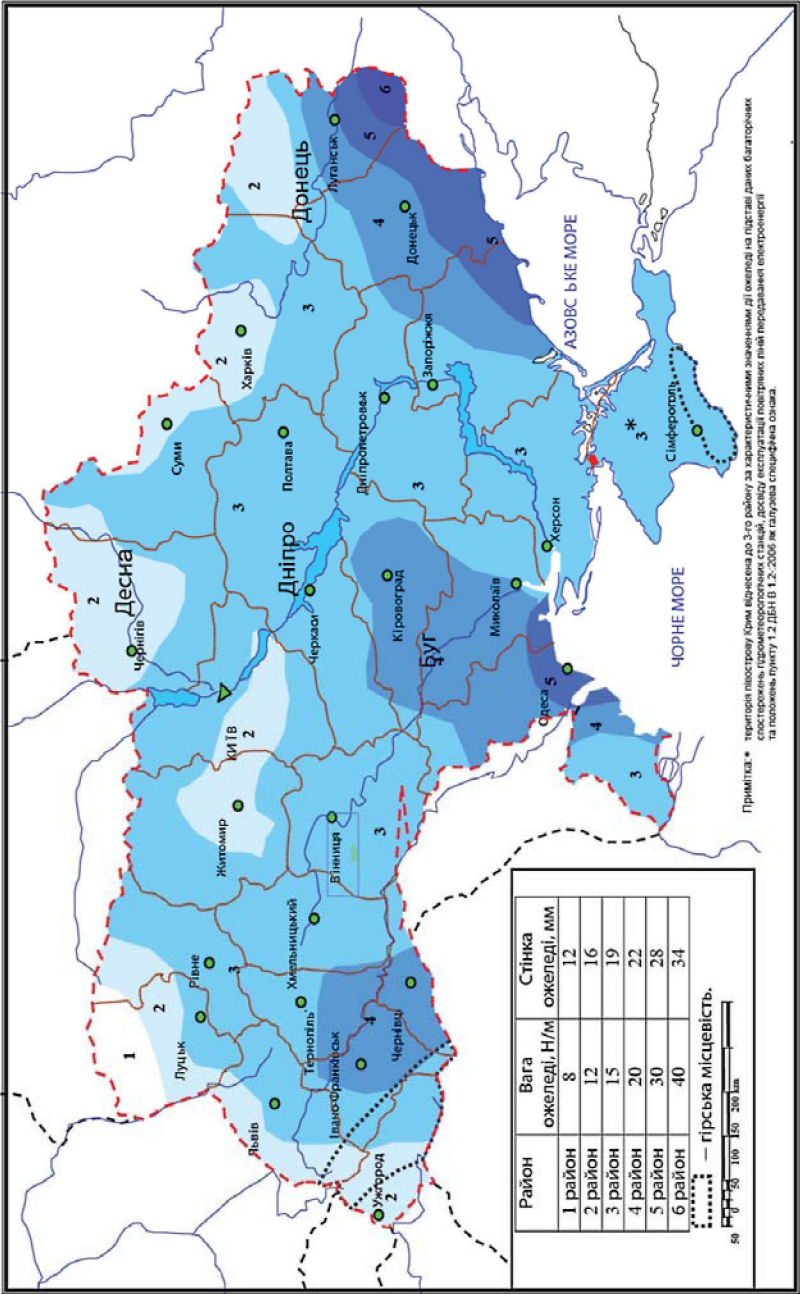


Рисунок 2.5.1 – Карта районування території України за характеристичними значеннями ожеледі

2.5.37 Для ліній усіх класів безвідмовності розрахункове значення навантаження від ожеледі на площинних елементах конструкцій G_{ms} , Н, (елементи опор з габаритом поперечного перерізу понад 70 мм) необхідно приймати, виходячи з товщини стінки ожеледі на проводі за формулою:

$$G_{ms} = b k_2 \mu_2 \rho g A_0 \gamma_{fG}, \quad (2.5.3)$$

де b – характеристична товщина стінки ожеледі, мм, на площинних елементах за **2.5.35**;

k_2 – коефіцієнт, який враховує зміну стінки ожеледі за висотою h і який приймають за табл. 2.5.6;

μ_2 – коефіцієнт, який враховує відношення зледенілої площі поверхні елемента до повної площі поверхні елемента. За відсутності даних спостережень допускається приймати $\mu_2 = 0,6$;

ρ – густина льоду, яку приймають 0,9 г/см³;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

A_0 – площа загальної поверхні елемента, м²;

γ_{fG} – коефіцієнт надійності за **2.5.34**.

Таблиця 2.5.6 – Коефіцієнт k_2 залежно від висоти h

Висота h , м	5	10	20	30	50	70	100
k_2	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

ВІТРОВІ НАВАНТАЖЕННЯ

2.5.38 Під час проектування ПЛ враховують вітрові навантаження трьох видів:

– навантаження від максимального тиску вітру без ожеледі на всі елементи ПЛ визначають за **2.5.39** і **2.5.49**;

– навантаження від тиску вітру під час ожеледі на крупногабаритні (з габаритом поперечного перерізу понад 70 мм) елементи ПЛ обчислюють за **2.5.51**;

– навантаження від тиску вітру під час ожеледі на проводи, троси та елементи опор кругового поперечного перерізу діаметром до 70 мм, укриті ожеледдю, яке визначають за **2.5.54** у вигляді лінійного навантаження.

2.5.39 Розрахункове значення максимального тиску вітру W_m , Па, на площинні елементи ПЛ обчислюють за формулою:

$$W_m = W_{om} C_k C_c, \quad (2.5.4)$$

де C_k – коефіцієнт, який залежить від форми і конструктивних особливостей ПЛ і який обчислюють відповідно до формули (2.5.6) та вимог будівельних норм і правил;

C_c – коефіцієнт впливу на вітрове навантаження місця розташування елемента ПЛ, який обчислюють відповідно до формули (2.5.7);

$$W_{om} = \gamma_{fmax} W_o, \quad (2.5.5)$$

де γ_{fmax} – коефіцієнт надійності за максимальним тиском вітру за **2.5.40**;

W_o – характеристичне значення максимального тиску вітру за **2.5.41**, Па.

2.5.40 Коефіцієнт надійності за максимальним тиском вітру γ_{fmax} визначають залежно від заданого середнього періоду повторюваності T (табл. 2.5.7).

Таблиця 2.5.7 – Коефіцієнт надійності за максимальним тиском вітру γ_{fmax} залежно від заданого середнього періоду повторюваності T

Період повторюваності T , років	5	10	15	25	40	50	70	100	150	200	300	500
Коефіцієнт γ_{fmax}	0,55	0,69	0,77	0,87	0,96	1,00	1,07	1,14	1,22	1,28	1,35	1,45

2.5.41 Характеристичне значення максимального тиску вітру W_o , Па, для рівнинної місцевості на висоті 10 м над поверхнею землі визначають за картою територіального районування України (рис. 2.5.2) або за регіональними картами кліматичного навантаження відповідно до **2.5.29**.

2.5.42 Коефіцієнт C_k визначають за формулою:

$$C_k = C_{aer} C_d, \quad (2.5.6)$$

де C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, який під час розрахунків елементів ПЛ (опор, ізоляторів тощо) визначають згідно з чинними нормами навантаження на будівельні конструкції;

C_d – коефіцієнт динамічності.

За допомогою коефіцієнта динамічності C_d враховують вплив пульсаційного складника вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на елементи ПЛ.

Для опор ПЛ висотою до 50 м для визначення пульсаційного складника допускається застосовувати такі значення коефіцієнта C_d :

- для вільностоячих одностоякових металевих опор – $C_d = 1,5$;
- для вільностоячих порталних металевих опор $C_d = 1,6$;
- для вільностоячих залізобетонних опор (порталних і одностоякових) на центрифугованих стояках $C_d = 1,5$;
- для вільностоячих одностоякових залізобетонних віброваних опор ПЛ $C_d = 1,8$;
- для металевих і залізобетонних опор з відтяжками у разі шарнірного кріплення до фундаментів $C_d = 1,6$.

У розрахунках дерев'яних опор динамічний складник не враховують.

Для опор з висотою понад 50 м коефіцієнт динамічності C_d обчислюють за допомогою спеціального динамічного розрахунку за ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування».

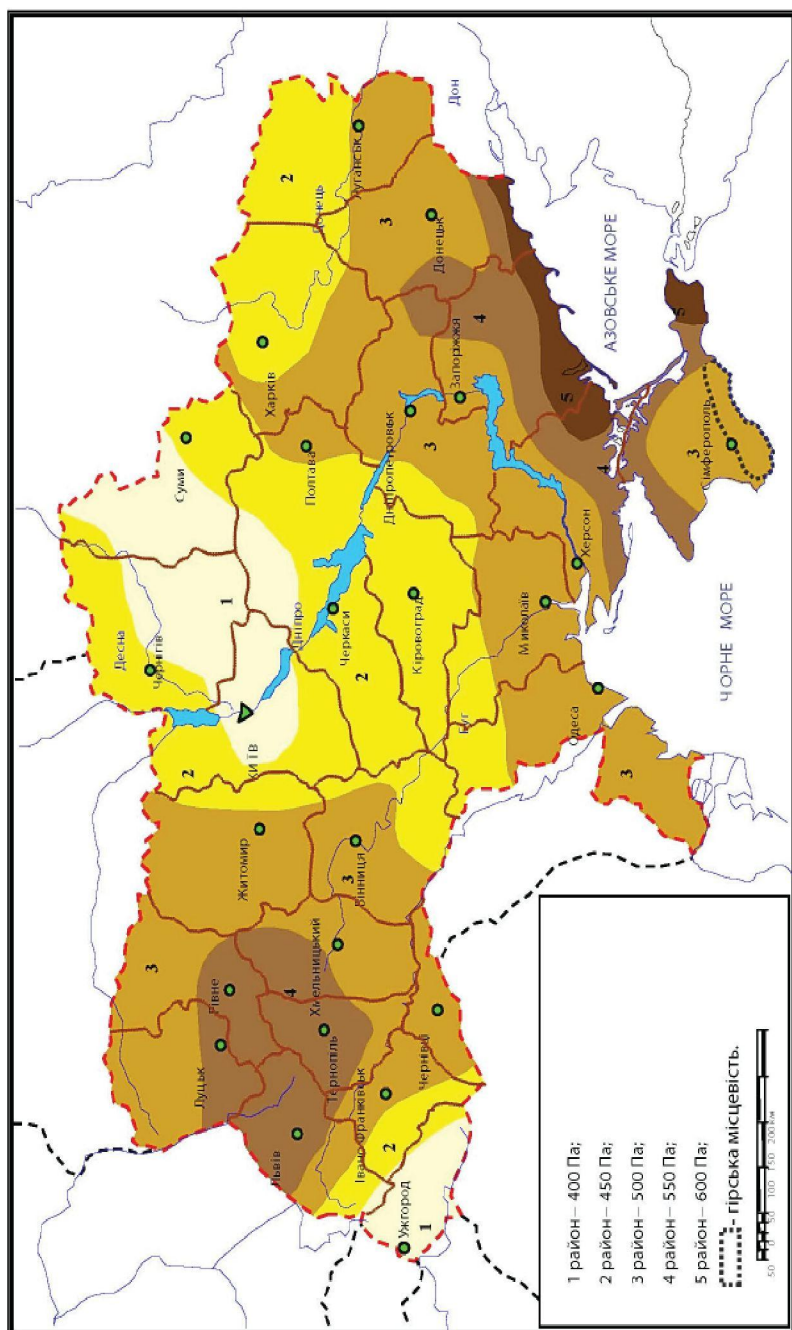


Рисунок 2.5.2 – Карта районування території України за характерним значенням вітрового тиску

2.5.43 Коефіцієнт C_c обчислюють за формулою:

$$C_c = C_h C_{rel} C_{dir}, \quad (2.5.7)$$

де C_h – коефіцієнт збільшення вітрового тиску залежно від висоти, який визначають відповідно до **2.5.44**;

C_{rel} – коефіцієнт рельєфу, який визначають відповідно до **2.5.46**;

C_{dir} – коефіцієнт напрямку, який визначають відповідно до **2.5.47**.

2.5.44 Коефіцієнт висоти споруди C_h враховує зміну вітрового навантаження залежно від висоти розташування елемента ПЛ, що розглядається, над поверхнею землі (z), типу навколишньої місцевості (**2.5.45** і **2.5.48**) і визначається за табл. 2.5.7а або формулою:

$$C_h(z) = \beta \cdot (z/10)^{2\alpha}, \quad (2.5.7a)$$

де α та β – коефіцієнти, значення яких наведено в табл. 2.5.7б.

Таблиця 2.5.7а – Коефіцієнт місцевості $C_h(z)$

$z, \text{ м}$	Значення $C_h(z)$ для місцевості типу:			
	I	II	III	IV
5	1,31	0,81	0,49	0,28
10	1,50	1,00	0,65	0,40
15	1,63	1,13	0,76	0,49
20	1,72	1,23	0,86	0,57
25	1,80	1,32	0,94	0,63
30	1,87	1,39	1,01	0,69
35	1,93	1,46	1,07	0,75
40	1,98	1,52	1,13	0,80
45	2,03	1,57	1,19	0,85
50	2,07	1,62	1,24	0,89
60	2,15	1,71	1,33	0,98
70	2,21	1,79	1,42	1,06
80	2,27	1,87	1,49	1,13
90	2,33	1,93	1,57	1,20
100	2,38	2,00	1,63	1,26

Кінець таблиці 2.5.7а

$z, \text{ м}$	Значення $C_h(z)$ для місцевості типу:			
	I	II	III	IV
110	2,42	2,05	1,70	1,33
120	2,47	2,11	1,76	1,39
130	2,51	2,16	1,81	1,44
140	2,54	2,21	1,87	1,50
150	2,58	2,25	1,92	1,55
160	2,61	2,30	1,97	1,60
170	2,64	2,34	2,02	1,65
180	2,67	2,38	2,07	1,70
190	2,70	2,42	2,11	1,74
200	2,73	2,46	2,15	1,79

Типи місцевості, яка оточує будівлю чи споруду, визначають за табл. 2.5.7а для кожного розрахункового напрямку вітру окремо:

При визначенні типу місцевості споруда вважається розташованою на місцевості даного типу для певного розрахункового напрямку вітру, якщо в цьому напрямку така місцевість є на відстані $30Z$ за повної висоти споруди $Z < 60 \text{ м}$ або 2 км – за більшої висоти.

У випадку, якщо споруду розташовано на межі місцевостей різних типів або є сумніви відносно вибору типу місцевості, то слід приймати тип місцевості, який має більше значення коефіцієнта C_h .

2.5.45 Тип місцевості і відповідні значення коефіцієнтів визначають за табл. 2.5.7б.

Таблиця 2.5.7б – Типи місцевості і відповідні значення коефіцієнтів для визначення $C_h(z)$

Тип місцевості	Опис типу	Параметри	
		α	β
I	Відкриті поверхні морів, озер, а також плоскі рівнини без перешкод, які піддаються дії вітру на ділянці довжиною, не меншою ніж 3 км	0,10	1,5
II	Сільська місцевість з огорожами (парканами), невеликими спорудами, будинками і деревами	0,15	1,0

Кінець таблиці 2.5.76

Тип місцевості	Опис типу	Параметри	
		α	β
III	Приміські і промислові зони, протяжні лісові масиви	0,20	0,65
IV	Міські території, на яких принаймні 15 % поверхні зайнято будівлями, які мають середню висоту > 15 м	0,25	0,40

Для окремих зон висотою, не більшою ніж 10 м, значення коефіцієнтів C_h можна приймати постійними, визначаючи їх за висотою середніх точок відповідних зон, які відраховують від рівня землі в місці встановлення опори. Під час розрахунку проводів і тросів коефіцієнт C_h визначають залежно від приведеної висоти за 2.5.48.

2.5.46 За допомогою коефіцієнта рельєфу C_{rel} враховують мікрорельєф місцевості поблизу розташування опори. Як правило, C_{rel} приймають таким, що дорівнює одиниці, за винятком окремих випадків, коли опору розташовано в гірській місцевості або на пагорбі чи схилі з такими характеристиками:

- кут схилу пагорба (висоти) є більшим ніж 5° ;
- висота пагорба H є більшою ніж 20 м незалежно від кута схилу.

У цих випадках коефіцієнт рельєфу C_{rel} необхідно обчислювати за спеціальними методиками, наведеними в СОУ-Н ЕЕ 20.667:2007 «Кліматичні навантаження на повітряні лінії електропередавання з урахуванням топографічних особливостей. Методика».

У разі проходження ПЛ напругою 35 кВ і вище в гірській або пагорбній місцевості, закритій від впливу вітру локальними рельєфними особливостями місцевості (як правило, пагорб з нахилом до горизонталі, більшим ніж 25°), необхідно виконувати перевірку ПЛ на турбулентний слід за перешкодою.

2.5.47 За допомогою коефіцієнта напрямку C_{dir} враховують нерівномірність вітрового навантаження за напрямками вітру. C_{dir} , як правило, приймають таким, що дорівнює одиниці. Значення $C_{dir} < 1$ допускається враховувати лише для відкритої рівнинної місцевості за наявності достатнього статистичного обгрунтування.

Для розрахунку проводів і тросів на вітрові навантаження напрямком вітру необхідно приймати під кутом 90° до ПЛ.

Для розрахунку опор напрямком вітру приймають під кутом 90° , 45° і 0° до осі ПЛ. У разі розрахунку кутових опор за вісь ПЛ приймають напрямок бісектриси зовнішнього кута повороту, утвореного суміжними відрізками лінії. Значення натягу проводів і тросів треба приймати також для згаданих кутів.

У розрахунках опор на напрямком вітру під кутом 45° до ПЛ вітрові навантаження на проводи і троси потрібно зменшувати шляхом множення на $\sin^2 45^\circ = 0,5$.

2.5.48 Вітрове навантаження на проводи ПЛ обчислюють за висотою розташування приведенного центра ваги всіх проводів h_{np} , вітрове навантаження на троси – за висотою розташування приведенного центра ваги тросів h_{np} , без урахування відхилення проводу (тросу) в прогоні під дією вітру.

Вплив вітру на проводи розщепленої фази приймають без урахування можливого зниження вітрового тиску на провід, який знаходиться в тіні підвітряного проводу.

Висоту розташування приведенного центра ваги проводів або тросів h_{np} , м, обчислюють для габаритного прогону за формулою:

$$h_{np} = h_{cp} - \frac{2}{3}f, \quad (2.5.8)$$

де h_{cp} – середня висота кріплення проводів до ізоляторів або середня висота кріплення тросів на опорі, яку відраховують від рівня землі в місцях установлення опор, м;

f – стріла провисання проводу або троса (умовно прийнято найбільшою стрілою провисання за найвищої температури або ожеледі без вітру), м.

Висоту h_{np} розташування приведенного центра ваги проводів або тросів однопрогонних великих переходів через водні об'єкти обчислюють за формулою:

$$h_{np} = \frac{h_{cp1} + h_{cp2}}{2} - \frac{2}{3}f, \quad (2.5.9)$$

де h_{cp1} , h_{cp2} – висота кріплення тросів або середня висота кріплення проводів до ізоляторів на опорах 1 і 2 переходу, яку відраховують від меженного рівня ріки або нормального рівня протоки, каналу, водоймища.

Висоту h_{np} розташування приведенного центра ваги проводів або тросів багатопрогонних великих переходів через водні об'єкти обчислюють за формулою:

$$h_{np} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{npi} l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}, \quad (2.5.10)$$

де n – кількість прогонів;

h_{npi} – висота приведених центрів ваги проводів або тросів над меженим рівнем ріки або нормальним рівнем протоки, каналу, водоймища в i -му прогоні, м, (визначають за формулою (2.5.9), $i = 1, \dots, n$;

l_i – довжина i -го прогону, який входить у перехід, м, $i = 1, \dots, n$.

За наявності високого незатоплюваного берега, на якому розташовано як перехідні, так і суміжні з ними опори, висоту приведених центрів ваги в прогоні, суміжному з перехідним, відраховують від рівня землі в цьому прогоні.

2.5.49 Розрахункове вітрове навантаження на проводи і троти ліній класів безвідмовності 1КБ – 4КБ для режиму максимального вітру без ожеледі P_m , Н, обчислюють за формулою:

$$P_m = W_{om} C_c C_{aer} C_{dc} dL_{simp} \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2 \varphi, \quad (2.5.11)$$

де W_{om} і C_c – див. **2.5.39**;

C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, який під час розрахунків проводів і тросів приймають таким, що дорівнює:

1,2 – для проводів і тросів діаметром менше 20 мм, вільних від ожеледі, і всіх проводів і тросів, покритих ожеледдю;

1,1 – для проводів і тросів діаметром 20 мм і більше, вільних від ожеледі;

C_{dc} – коефіцієнт динамічності, за яким враховують вплив пульсаційного складника вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на проводи ПЛ. Коефіцієнт C_{dc} обчислюють за формулою (2.5.12), у необхідних випадках – за допомогою спеціального динамічного розрахунку згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування»;

d – діаметр проводу або троса, мм;

L_{eimp} – вітровий прогін, м;

φ – кут між напрямком вітру та віссю ПЛ.

2.5.50 Коефіцієнт динамічності C_{dc} обчислюють за формулою:

$$C_{dc} = g_{tu} \cdot \alpha \cdot k_L, \quad (2.5.12)$$

де g_{tu} – коефіцієнт, за яким враховують вплив пульсаційного складника вітрового навантаження та динаміку коливань проводу і який приймають за табл. 2.5.8;

α – коефіцієнт, за яким враховують нерівномірність вітрового тиску по прогону ПЛ. Коефіцієнт приймають за формулою (2.5.13), але не більшим за одиницю:

$$\alpha = 2,6 - 0,3 \ln W_{om} \quad (2.5.13)$$

k_L – коефіцієнт, за яким враховують вплив довжини прогону на вітрове навантаження. Його приймають таким, що дорівнює:

1,2 – за довжини прогону L до 50 м; 0,85 – за довжини прогону L 800 м і більше; проміжні значення коефіцієнта k_L обчислюють за формулою:

$$k_L = 1,7 - 0,12 \ln L, \quad (2.5.14)$$

де L – довжина прогону, м.

Таблиця 2.5.8 – Коефіцієнт g_{tu}

Тип місцевості (за 2.5.45)	I	II	III	IV
g_{tu}	1,3	1,5	1,6	1,7

ВІТРОВІ НАВАНТАЖЕННЯ ПІД ЧАС ОЖЕЛЕДІ

2.5.51 Розрахункове значення тиску вітру під час ожеледі W_g , Па, на площинні елементи ліній з габаритом поперечного перерізу понад 70 мм (елементи опор, ізолятори тощо) обчислюють без урахування підвищення навітряної площі за рахунок ожеледних відкладень за формулами:

$$W_g = W_{og}^0 C_k C_c \quad (2.5.15)$$

$$W_{og}^0 = \gamma_{fm} W_{og} , \quad (2.5.16)$$

де C_k і C_c – див. 2.5.39;

γ_{fm} – коефіцієнт надійності за тиском вітру під час ожеледі за 2.5.52;

W_{og} – характеристичне значення тиску вітру під час ожеледі за 2.5.53, Па.

2.5.52 Коефіцієнт надійності за тиском вітру під час ожеледі γ_{fm} обчислюють залежно від заданого значення середнього періоду повторюваності T (табл. 2.5.9).

Таблиця 2.5.9 – Коефіцієнт надійності γ_{fm}

Період повторюваності T , років	5	10	15	25	30	50	150	500
γ_{fm}	0,45	0,61	0,71	0,83	0,88	1,00	1,26	1,55

2.5.53 Характеристичне значення тиску вітру під час ожеледі W_{og} , Па, для рівнинної місцевості на висоті 10 м над поверхнею землі визначають за картою територіального районування (рис. 2.5.4).

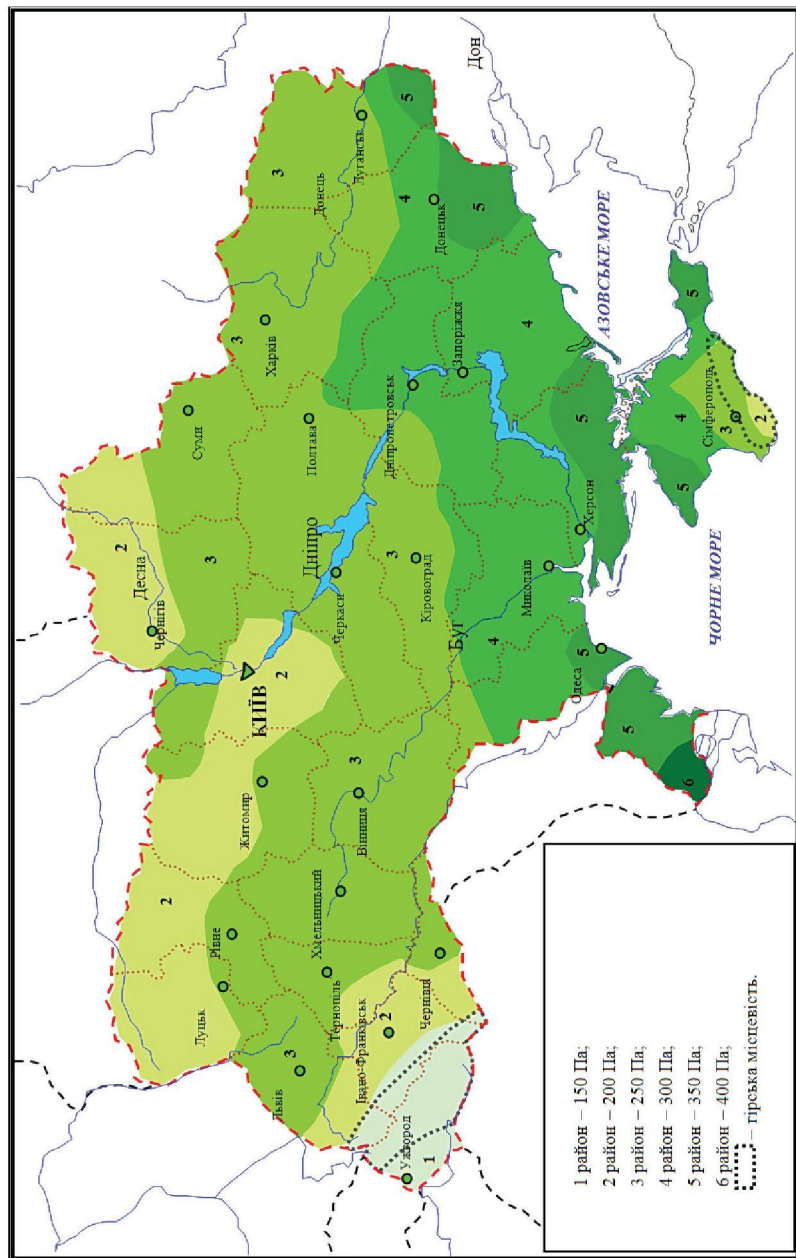


Рисунок 2.5.4 – Карта районування території України за характеристичним значенням тиску вітру під час ожеледі

2.5.54 Навантаження від дії вітру на елементи ПЛ кругового перерізу діаметром до 70 мм включно, вкриті ожеледдю, обчислюють як лінійне навантаження. Розрахункове значення лінійного навантаження від дії вітру під час ожеледі Q_m , Н/м, обчислюють за формулою:

$$Q_m = Q_{om} \mu_g k_g C_c k_L \sin^2 \varphi, \quad (2.5.17)$$

де μ_g – коефіцієнт, за яким враховують дію вітру на елемент, вкритий ожеледдю, залежно від діаметра елемента кругового перерізу d (обчислюють згідно з табл. 2.5.11);
 k_g – коефіцієнт, за яким враховують зміну розміру ожеледі за висотою h (обчислюють згідно з табл. 2.5.10 залежно від висоти розташування елемента);
 C_c – див. **2.5.39**;
 k_L – коефіцієнт, який обчислюють за формулою (2.5.14) відповідно до фактичного прогону ПЛ;
 φ – кут між напрямком вітру та віссю ПЛ.

$$Q_{om} = \gamma_{fQ} Q_o, \quad (2.5.18)$$

де γ_{fQ} – коефіцієнт надійності дії вітру на елемент, вкритий ожеледдю, за **2.5.55**;
 Q_o – характеристичне значення лінійного навантаження від дії вітру під час ожеледі на елемент, вкритий ожеледдю, Н/м, за **2.5.56**.

Дію вітру на горизонтально підвішені елементи кругового перерізу (троси, проводи), вкриті ожеледдю, допускається приймати на висоті розташування їх приведеного центра ваги (див. **2.5.48**).

Таблиця 2.5.10

Висота над поверхнею землі h , м	5	10	20	30	40	50	70	100
Коефіцієнт k_g	0,80	1,00	1,15	1,30	1,4	1,45	1,60	1,75
Примітка. Проміжні значення величин обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції.								

Таблиця 2.5.11

Діаметр проводу, троса d , мм	5	10	20	30	50	70
Коефіцієнт μ_g	0,90	1,00	1,2	1,35	1,68	2,0
Примітка. Проміжні значення величин обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції.						

2.5.55 Коефіцієнт надійності дії вітру на провід, вкритий ожеледдю, γ_{fQ} визначають залежно від заданого періоду середньої повторюваності T (табл. 2.5.12).

Таблиця 2.5.12 – Коефіцієнт надійності γ_{fQ}

Період повторюваності T , років	5	10	15	25	30	50	150	500
Коефіцієнт γ_{fQ}	0,47	0,63	0,72	0,84	0,88	1,00	1,25	1,53

2.5.56 Характеристичне значення навантаження від дії вітру Q_o , Н/м, на провід діаметром 10 мм, вкритий ожеледдю, для рівнинної місцевості на висоті 10 м над поверхнею землі визначають за регіональними картами кліматичного районування або картою територіального районування України (рис. 2.5.5) відповідно до **2.5.29**.

ТЕМПЕРАТУРНІ КЛІМАТИЧНІ ВПЛИВИ

2.5.57 Під час проектування ПЛ усіх типів і напруг враховують такі значення температури повітря:

t_e – середньорічної (**2.5.58**);

t_{\min} – найнижчої, яку приймають за абсолютну мінімальну (**2.5.59**);

t_{\max} – найвищої, яку приймають за абсолютну максимальну (**2.5.60**);

t_o – під час ожеледі (**2.5.61**).

За необхідності температуру допускається визначати шляхом статистичного оброблення результатів метеорологічних спостережень.

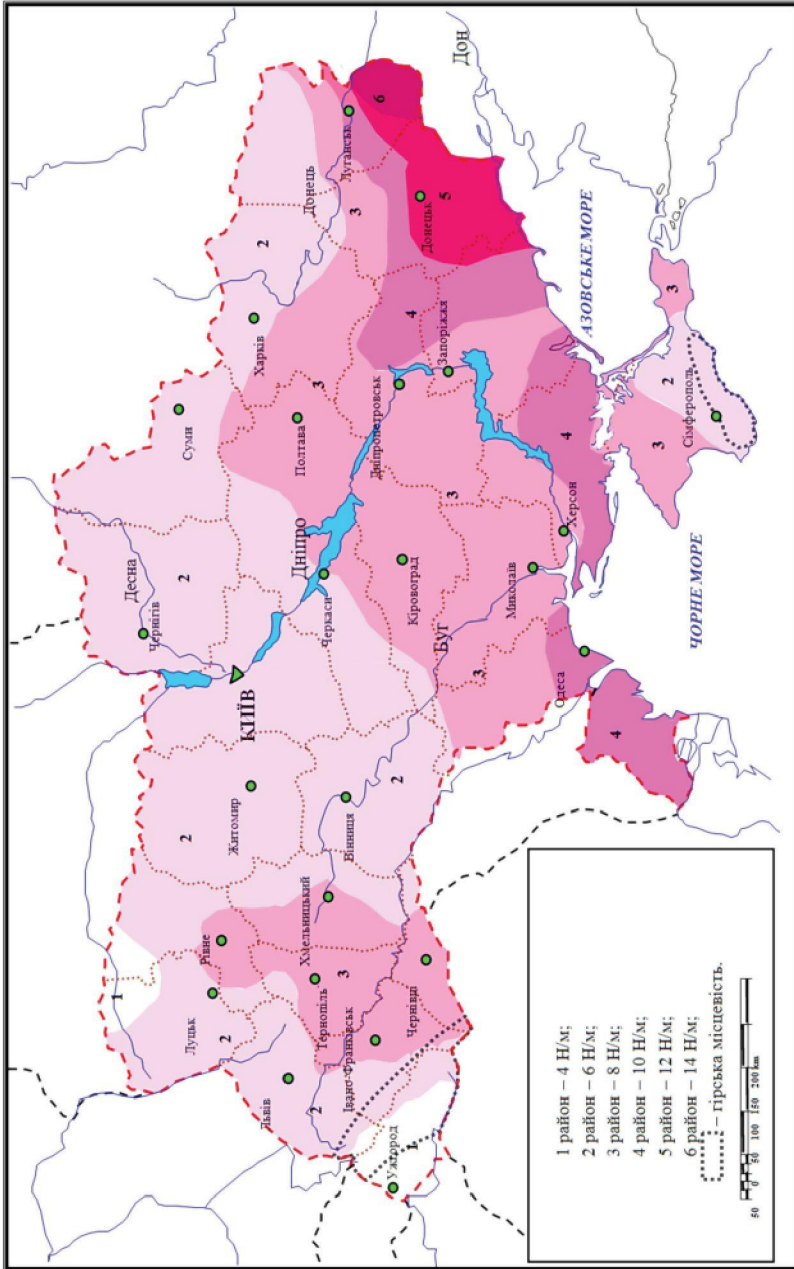


Рисунок 2.5.5 – Карта районування території України за характеристичним навантаженням дії вітру на проводи та траси діаметром 10 мм, вкриті ожеледдю

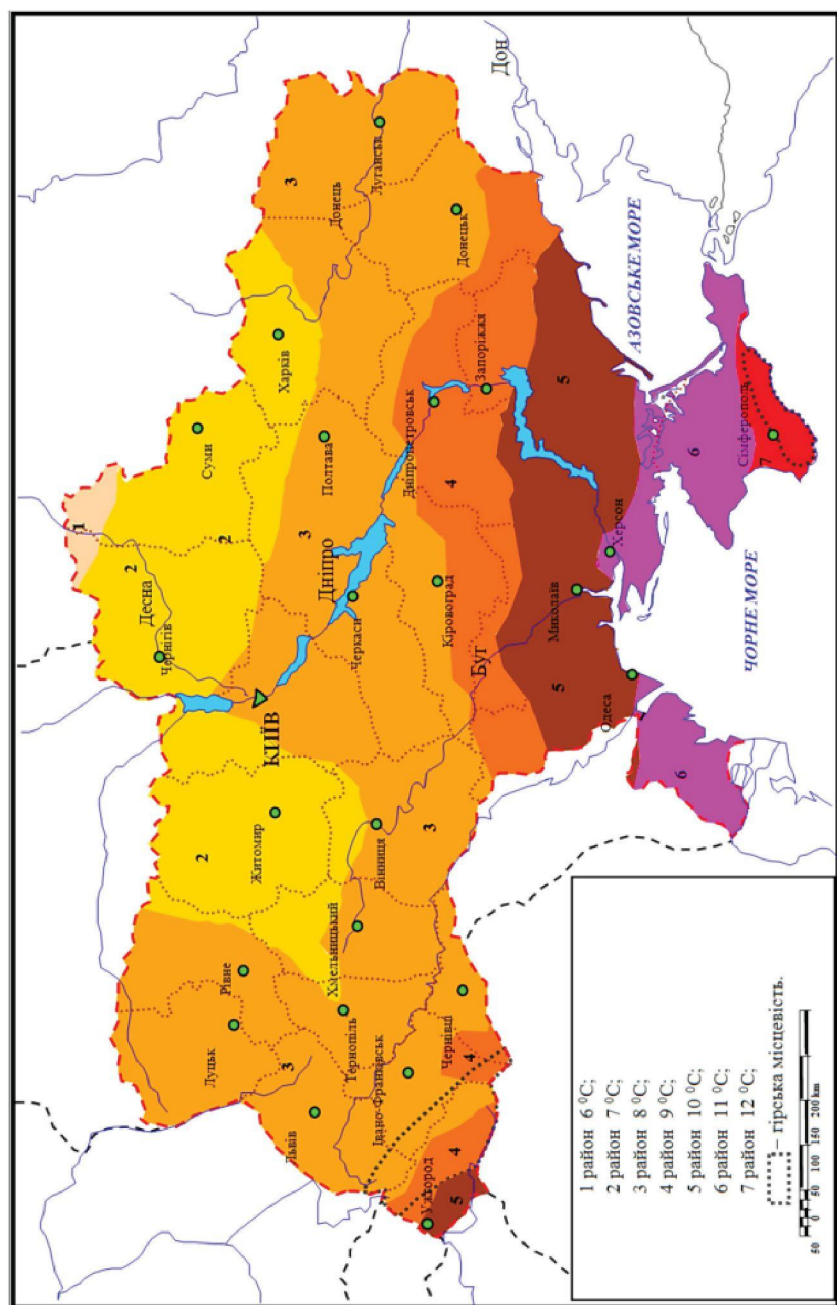


Рисунок 2.5.6 – Територіальне районування України за середньорічною температурою повітря

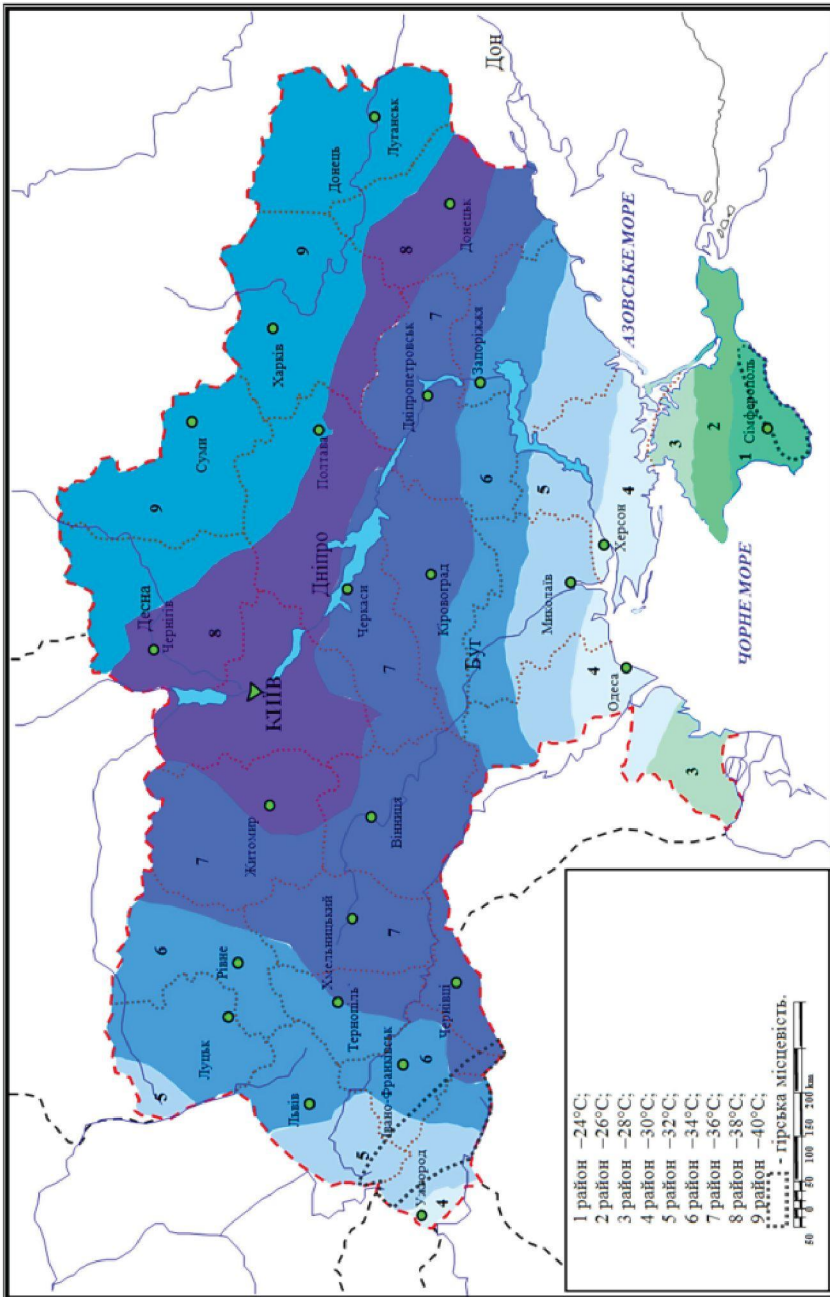


Рисунок 2.5.7 – Територіальне районування України за мінімальною температурою повітря

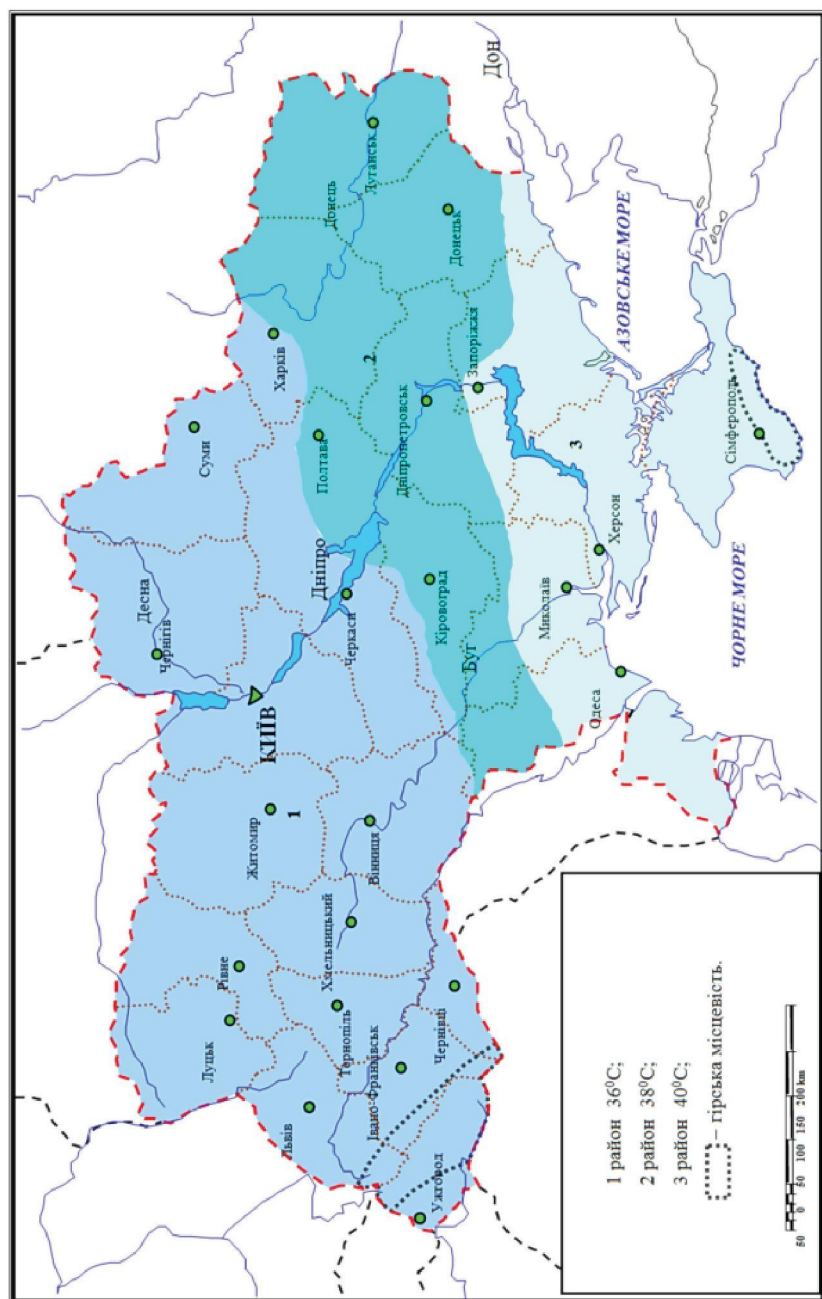


Рисунок 2.5.8 – Територіальне районування України за максимальною температурою повітря

2.5.58 Середньорічну температуру повітря t_e установлюють за картою на рис. 2.5.6.

2.5.59 Мінімальну температуру повітря t_{\min} установлюють за картою згідно з рис. 2.5.7.

2.5.60 Максимальну температуру повітря t_{\max} установлюють за картою згідно з рис. 2.5.8.

2.5.61 Температуру повітря під час дії вітру в разі ожеледі t_o необхідно приймати мінус 5 °С.

НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ВАГИ КОНСТРУКЦІЙ І ГРУНТІВ

2.5.62 Характеристичне значення ваги конструкцій заводського виготовлення необхідно визначати згідно із стандартами, робочими кресленнями або паспортними даними заводів-виробників, а інших будівельних конструкцій і ґрунтів – за проектними розмірами і питомою вагою матеріалів і ґрунтів з урахуванням їхньої вологості в умовах будівництва та експлуатації ПЛ.

2.5.63 Характеристичні значення вертикальних навантажень G_c , Н, які створюються вагою проводів і тросів, обчислюють за формулою:

$$G_c = p_l l_{\text{ваг}}, \quad (2.5.19)$$

де p_l – вага проводу або троса довжиною 1 м, Н/м, яка чисельно дорівнює вазі, зазначеній у стандарті або технічних умовах;

$l_{\text{ваг}}$ – ваговий прогін, м.

Для опор масового застосування дозволяється передбачати можливість збільшення або зменшення вагового прогону на 25 %, залежно від розрахункової ситуації.

2.5.64 Розрахункове значення ваги конструкцій і ґрунтів обчислюють шляхом множення характеристичного значення навантаження на коефіцієнт надійності за навантаженням γ_{fm} (табл. 2.5.13). Значення в дужках необхідно використовувати під час перевірки стійкості конструкції на перекидання, а також в інших випадках, коли зменшення ваги конструкцій і ґрунтів може погіршити умови роботи конструкції (наприклад, для розрахунку анкерних болтів, фундаментів та основ під час виривання).

Таблиця 2.5.13 – Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_{fm}

№ з/п	Конструкції споруд і вид ґрунтів	γ_{fm}
Розрахунки несучої здатності опор і фундаментів (перша група граничних станів), пункт 1, табл. 2.5.1		
	Конструкції опор:	
1	– металеві	1,1 (0,95)
2	– залізобетонні, дерев'яні	1,15 (0,90)
3	Насипні ґрунти	1,2 (0,90)
4	Проводи, троси та устаткування ПЛ	1,10 (0,90)
Розрахунки переміщень опор і фундаментів, а також тріщиноутворення залізобетонних конструкцій (друга група граничних станів). Розрахунки проводів, тросів і арматури (допустимі напруження та руйнівні навантаження), пункти 2,3 (табл. 2.5.1).		
5	Усі елементи ПЛ	1

МОНТАЖНІ НАВАНТАЖЕННЯ

2.5.65 Опори ПЛ напругою понад 1 кВ треба перевіряти на навантаження, які відповідають прийнятому способу монтажу з урахуванням складників, які створюються зусиллям тягового троса і вагою проводів (грозозахисних тросів) та ізоляторів, а також на додаткові навантаження, які створюються вагою монтажних пристосувань і монтера з інструментом.

Характеристичне навантаження від ваги проводів (або тросів), які монтують, та ізоляційних підвісів рекомендовано приймати:

– на проміжних опорах – з урахуванням подвоєної ваги прогону проводів (тросів) без ожеледі та ізоляційних підвісів виходячи з можливості піднімання проводів (тросів), які монтують, та ізоляційного підвісу через один блок;

– на анкерних опорах – з урахуванням зусилля в тяговому тросі, яке обчислюють за умови розташування тягового механізму на відстані $2,5 h$ від опори, де h – висота підвісу проводу середньої фази на опорі.

Характеристичне значення навантаження, яке створюється вагою монтера і монтажним пристосуванням, прикладене в місці кріплення ізоляторів, приймають таким, що дорівнює, кН:

для опор ПЛ напругою 500 та 750 кВ – 2,5 ; для опор анкерного типу ПЛ напругою до 330 кВ з підвісними ізоляторами – 2 ; для проміжних опор ПЛ напругою до 330 кВ з підвісними ізоляторами – 1,5; для опор із штировими ізоляторами – 1.

Для розрахунку опор, фундаментів та основ у монтажних режимах розрахункові навантаження за першою групою граничних станів обчислюють з урахуванням коефіцієнта надійності $\gamma_{fm} = 1,1$, за винятком навантаження, яке створюється вагою монтера і монтажним пристосуванням, для яких коефіцієнт надійності γ_{fm} приймають таким, що дорівнює 1,3.

НАВАНТАЖЕННЯ, ЯКЕ СТВОРЮЄТЬСЯ НАТЯГОМ ПРОВОДІВ І ТРОСІВ

2.5.66 Навантаження на опори ПЛ від натягу проводів і тросів обчислюють залежно від кліматичних навантажень згідно з формулами (2.5.1), (2.5.11), (2.5.17) і температурних режимів відповідно до **2.5.58 – 2.5.61** для умов і середніх періодів повторюваності, зазначених у пункті 3 (табл. 2.5.1).

2.5.67 Розрахункове горизонтальне навантаження від натягу проводів і тросів T_{\max} , вільних від ожеледі або покритих ожеледдю, під час розрахунку конструкцій опор, фундаментів та основ обчислюють шляхом множення навантаження від натягу проводів на коефіцієнт надійності γ_{fm} , який дорівнює: 1,3 – під час розрахунку за першою групою граничних станів; 1,0 – під час розрахунку за другою групою граничних станів.

2.5.68 Проміжні опори ПЛ з підтримувальними підвісами і глухими затискачами і затискачами спірального типу слід розраховувати в аварійному режимі лише за першою групою граничних станів. При цьому горизонтальне навантаження вздовж осі лінії $T_{\text{зоп}}$, кН, від обірваних проводів однієї фази на ПЛ напругою до 500 кВ включно обчислюють за формулою:

$$T_{\text{зоп}} = k_T \cdot k_N \cdot N \cdot T_{\max}, \quad (2.5.20)$$

де k_T – коефіцієнт, за яким зменшують значення натягу проводу в аварійному режимі залежно від конструкції опор і проводів (табл. 2.5.13а);

k_N – коефіцієнт, за яким зменшують значення натягу проводу в аварійному режимі залежно від кількості проводів у фазі (табл. 2.5.13б);

N – кількість проводів у фазі;

T_{\max} – найбільше розрахункове значення натягу проводу, кН.

Таблиця 2.5.13а – Коефіцієнт зменшення натягу k_T

Конструкція опор	Переріз проводу за алюмінієм	
	до 200 мм ²	понад 200 мм ²
Опори жорсткого типу	0,5	0,4
Залізобетонні вільностоячі	0,3	0,25
Дерев'яні вільностоячі	0,25	0,2

Таблиця 2.5.13б – Коефіцієнт зменшення натягу k_N

Кількість проводів N	1	2	3
k_N	1	0,8	0,4*
*Застосовують лише для ПЛ 500 кВ на металевих опорах.			

Для інших типів опор залежно від гнучкості (опор з нових матеріалів, металевих гнучких опор тощо) значення коефіцієнта зменшення натягу k_T допускається приймати в зазначених вище межах.

На ПЛ 750 кВ із розщепленням на 4 і більше проводів у фазі горизонтальне навантаження вздовж осі лінії на проміжній опорі необхідно приймати 27 кН на фазу (вимоги **2.5.75** враховано).

У розрахунках допускається враховувати підтримувальну дію необірваних проводів і тросів за середньорічної температури без ожеледі і вітру. При цьому розрахункові горизонтальні навантаження необхідно визначати як для нерозщеплених фаз, а механічні напруження, які виникають у підтримувальних проводах і тросах, не мають перевищувати 70 % їх розривного зусилля.

Розрахунок значення $T_{гор}$ проміжних опор великих переходів виконують за **2.5.82**.

У разі застосування пристроїв, які обмежують передавання поздовжнього навантаження на проміжну опору (багатороликові підвіси, а також інші пристрої), розрахунок опор виконують

на навантаження, які виникають під час використання цих пристроїв, але не більші від навантажень $T_{\text{гор}}$, прийнятих у разі підвищування проводів у глухих затискачах.

2.5.69 Розрахункове горизонтальне навантаження вздовж осі лінії $T_{\text{гор}}$, кН, від обірваного троса на проміжній опорі на ПЛ напругою до 500 кВ включно приймають таким, що дорівнює $0,5T_{\text{max}}$, де T_{max} – найбільше розрахункове значення натягу троса.

На ПЛ напругою 750 кВ розрахункове значення навантаження вздовж осі лінії приймають 20 кН (вимоги **2.5.75** враховано).

2.5.70 Проміжні опори ПЛ з кріпленням проводів на штирових ізоляторах за допомогою дротового в'язання, дротових в'язок спірального типу треба розраховувати в аварійному режимі за першою групою граничних станів з урахуванням гнучкості опор на обрив одного проводу, який дає найбільші зусилля в елементах опори. Умовне розрахункове горизонтальне навантаження вздовж лінії від натягу обірваного проводу під час розрахунку стояка треба приймати $0,5 T_{\text{max}}$, але не менше за 3,0 кН.

Для розрахунку конструкцій опор (крім стояка) умовне навантаження, створене натягом обірваного проводу, необхідно приймати $0,25T_{\text{max}}$, але не менше за 1,5 кН.

ІНШІ ВПЛИВИ

2.5.71 Територія України в цілому характеризується підвищеною грозовою діяльністю з кількістю грозових годин понад 40 на рік. В окремих районах середня кількість грозових годин перевищує 100 на рік.

2.5.72 За середньою частотою повторюваності та інтенсивністю галопування проводів і тросів територія України поділяється на райони з помірним галопуванням проводів (середня частота повторюваності галопування один раз на п'ять років і менше) і з частим та інтенсивним галопуванням проводів (середня частота повторюваності – більше одного разу на п'ять років). Визначати райони за середньою частотою повторюваності та інтенсивністю галопування проводів і тросів треба за картою районування території України (рис. 2.5.9) з уточненням за даними з експлуатації.

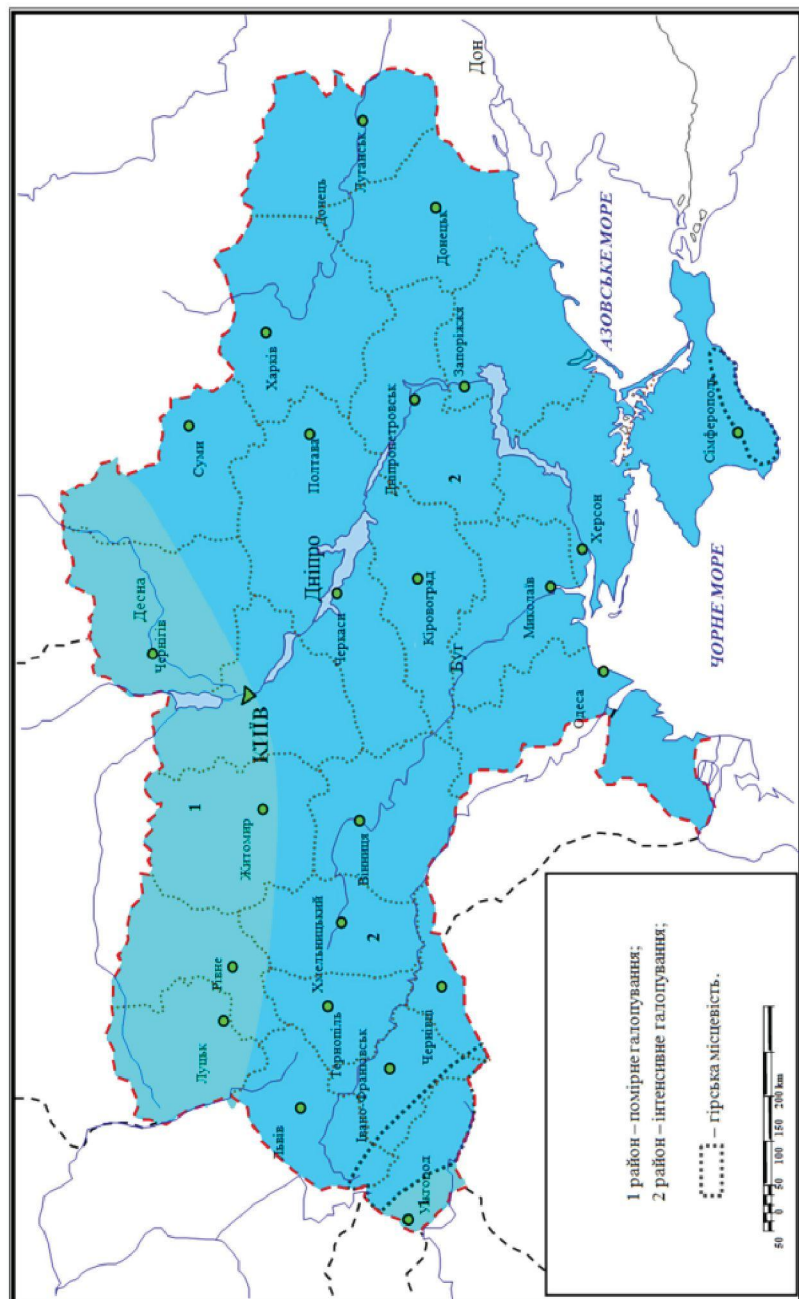


Рисунок 2.5.9 – Карта районування території України за середньою частотою повторюваності та інтенсивністю галупування проводів і тросів

Динамічні впливи від галопування проводів і тросів під час розрахунку опор не враховують. У випадках, коли передбачається можливість галопування, боротьбу з ним організовують шляхом вживання конструктивних заходів.

2.5.73 Ступінь агресивного впливу навколишнього середовища визначають з урахуванням положень чинних норм проектування та державних стандартів.

РОЗРАХУНКОВІ РЕЖИМИ ТА СПОЛУЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

2.5.74 Елементи ПЛ розраховують на сполучення навантажень, які діють у нормальних, аварійних і монтажних режимах, у монтажних режимах – з урахуванням можливості тимчасового підсилення окремих елементів конструкцій.

Поєднання кліматичних та інших чинників у різних режимах роботи ПЛ (наявність вітру, ожеледі, температура, кількість обірваних проводів або тросів тощо) визначають відповідно до вимог цих Правил.

2.5.75 Під час розрахунків опор, фундаментів та основ ПЛ за міцністю і стійкістю (перша група граничних станів) в аварійних режимах розрахункові значення навантажень від ожеледі, дії вітру на опори, проводи і троси, а також натяги проводів і тросів враховують за допомогою таких коефіцієнтів сполучення:

0,8 – для розрахунку проміжних опор, їх фундаментів та основ у режимах обриву проводів і тросів;

0,9 – для розрахунку анкерних опор, їх фундаментів та основ у режимах обриву проводів і тросів;

0,8 – для розрахунку проміжних та анкерних опор, їх фундаментів і основ під час урахування сейсмічних навантажень.

2.5.76 Розрахунки ПЛ виконують для комбінацій кліматичних умов, зазначених у табл. 2.5.14.

Таблиця 2.5.14 – Сполучення навантажень для розрахунків ПЛ

№ з/п	Режим роботи ПЛ	Температура повітря, °С	Вітер	Ожеледь
1	Нормальний	Середньорічна t_e за 2.5.58	–	–
		Найвища* t_{\max} за 2.5.60	–	–
		Найнижча t_{\min} за 2.5.59	–	–
		Під час ожеледі t_o за 2.5.61	–	Розрахункове значення за 2.5.33 та 2.5.37
		Мінус 5 °С	Максимальний тиск вітру за 2.5.39 та 2.5.49	–
		Під час ожеледі t_o за 2.5.61	Під час ожеледі - за 2.5.51 та 2.5.54	0,9 від розрахункового значення за 2.5.33 та 2.5.37
2	Аварійний	Середньорічна t_e за 2.5.58	–	–
		Найнижча t_{\min} за 2.5.59	–	–
		Мінус 5 °С	–	Розрахункове значення за 2.5.33 та 2.5.37
3	Монтажний	Мінус 15 °С	Тиск вітру на висоті 10 м над поверхнею землі 62,5 Па	–
*Враховують тільки під час розрахунків проводів і тросів.				

2.5.77 Опори слід розраховувати на навантаження в нормальних і аварійних режимах ПЛ.

Анкерні опори розраховують на різницю натягу проводів і тросів, яка виникає внаслідок нерівності значень приведених прогонів.

Кінцеві опори розраховують на односторонній натяг усіх проводів і тросів.

Двоколові та багатоколові опори у всіх режимах мають бути розрахованими на умови, коли змонтоване лише одне коло.

2.5.78 Опори має бути перевірено на умови їх монтажу, а також на умови монтажу проводів і тросів.

2.5.79 Проміжні опори ПЛ з підтримувальними ізоляційними підвісами і глухими затискачами та затискачами спірального типу слід розраховувати на горизонтальні статичні навантаження в аварійних режимах (**2.5.66 – 2.5.70**).

Розрахунок виконують для режиму без ожеледі і вітру за таких умов:

- обірвано провід або проводи однієї фази (за будь-якої кількості проводів на опорі), троси не обірвано;
- обірвано один трос, проводи не обірвано.

Аварійні навантаження прикладають у місцях кріплення проводу або троса, у разі обриву якого зусилля в елементах опори будуть найбільшими.

2.5.80 Опори анкерного типу треба розраховувати в аварійному режимі на обрив проводів і тросів, у разі обриву яких виникають найбільші зусилля в елементах опори.

Розрахунок виконують для таких умов:

а) для опор ПЛ з алюмінієвими проводами всіх перерізів, сталевими проводами ПС і ПМС усіх перерізів, проводами з алюмінієвого сплаву і сталеалюмінієвими проводами перерізом до 150 мм²:

1) обірвано проводи двох фаз одного прогону за будь-якої кількості кіл на опорі; троси не обірвано (анкерні нормальні опори);

2) обірвано провід однієї фази одного прогону за будь-якої кількості кіл на опорі; троси не обірвано (анкерні полегшені опори);

б) для опор із сталеалюмінієвими проводами, проводами з термообробленого алюмінієвого сплаву перерізом 185 мм² і більше, а також зі сталевими тросами типу ТК, у тому числі плаковані алюмінієм, усіх перерізів, які використовують як проводи: обірвано проводи однієї фази одного прогону за будь-якої кількості кіл на опорі; троси не обірвано (анкерні нормальні опори);

в) для анкерних опор незалежно від марок і перерізів проводів, які підвішують: обірвано один трос в одному прогоні за умови необірваних проводів (у разі розщепленого троса обірвано всі його складники).

Навантаження від проводів і тросів слід приймати такими, що дорівнюють натягу проводів або тросів у режимі ожеледі без вітру за температури повітря мінус 5 °С або в режимі найнижчої температури, якщо натяг в останньому режимі більший, ніж під час ожеледі без вітру.

2.5.81 Опори анкерного типу необхідно перевіряти за таких монтажних умов:

а) в одному з прогонів одноколових опор змонтовано всі проводи і троси, в іншому прогоні проводи і троси не змонтовано. Натяг у змонтованих проводах і тросах приймають умовно таким, що дорівнює 2/3 максимального, а кліматичні умови – згідно з **2.5.78**, табл. 2.5.14 (пункт 3). У цьому режимі опора та її закріплення в ґрунті повинні мати необхідну, визначену нормами, міцність без установаження тимчасових відтяжок;

б) в одному з прогонів багатоколових опор послідовно та в будь-якому порядку монтують проводи одного кола, троси не змонтовано;

в) в одному з прогонів, за будь-якої кількості тросів на опорі, послідовно та в будь-якому порядку монтують троси, проводи не змонтовано.

Під час перевірок за підпунктами б) і в) цього пункту допускається передбачати тимчасове посилення окремих елементів опор і встановлення тимчасових відтяжок.

2.5.82 У розрахунках за аварійним режимом проміжних опор великих переходів з проводами, які підвішують у глухих затискачах, навантаження приймають таким, що дорівнює редукованому натягу, за умови, що проводи покрито ожеледдю, вітер відсутній.

Навантаження на розщеплені проводи великих переходів визначають за допомогою таких понижувальних коефіцієнтів: 0,8 – у разі розщеплення на два проводи, 0,7 – у разі розщеплення на три проводи і 0,6 – у разі розщеплення на чотири проводи і більше.

Під час підвішування проводів і тросів на роliках умовне навантаження на провід за аварійним режимом уздовж лінії приймають: у разі одного проводу у фазі – 20 кН, у разі двох проводів у фазі – 35 кН, у разі трьох і більше проводів у фазі – 50 кН.

Розрахунок одноколових проміжних опор великих переходів виконують на обрив проводу (проводів) однієї фази, а двоколових – на обрив проводів двох фаз, у разі обриву яких зусилля в елементах опори будуть найбільшими. При цьому триси вважаються необірваними.

Навантаження на проміжні опори великих переходів, яке створюється тросом, закріпленим у глухому затискачі, приймають таким, що дорівнює найбільшому натягу троса. Проводи вважаються необірваними.

Одноколові анкерні опори великих переходів із сталевих алюмінієвими проводами та проводами із алюмінієвого сплаву перерізом 185 мм² і більше, а також зі сталевими тросами типу ТК усіх перерізів, які використовують як проводи, розраховують на обрив проводу або проводів однієї фази. Одноколові анкерні опори великих переходів зі сталевих алюмінієвими проводами та проводами із алюмінієвого сплаву перерізом до 150 мм², а також усі двоколові анкерні опори з проводами будь-якого перерізу розраховують на обрив проводів двох фаз. Триси вважаються необірваними.

Навантаження на анкерні опори великих переходів, яке створюється тросом, приймають таким, що дорівнює найбільшому натягу троса. Проводи не обірвано.

Під час визначення зусиль у елементах опори враховують ті умовні навантаження або неврахובані натяги, які виникають під час обривів проводів або тросів, за яких ці зусилля мають найбільші значення.

2.5.83 Опори, фундаменти та основи ПЛ розраховують на навантаження від власної ваги та вітрове навантаження на конструкції; навантаження від проводів, тросів та устаткування ПЛ, а також на навантаження, зумовлені прийнятим способом монтажу, на навантаження від ваги монтера і монтажних пристосувань. Опори, фундаменти та основи слід розраховувати також на навантаження і впливи, які можуть виникати в конкретних умовах, наприклад: тиск води, тиск льоду, розмивна дія води, тиск ґрунту тощо, які приймають відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Конструкції опор і фундаментів ПЛ розраховують так:

– залізобетонні опори – за утворенням тріщин під час дії розрахункових значень постійних навантажень за табл. 2.5.13 (пункт 5) і розрахункових значень змінних навантажень із середніми періодами повторюваності, зазначеними в табл. 2.5.1 (пункт 2);

– залізобетонні опори та фундаменти – за розкриттям тріщин у нормальних режимах експлуатації під час дії розрахункових значень постійних навантажень за табл. 2.5.13 (пункт 5) і розрахункових значень змінних навантажень з періодами середньої повторюваності, зазначеними в табл. 2.5.1 (пункт 2);

– дерев'яні опори – за міцністю під дією розрахункових значень постійних навантажень за табл. 2.5.13 (пункт 5).

2.5.84 Розрахунок опор, фундаментів та їх елементів за другою групою граничних станів виконують на розрахункові значення змінних навантажень з періодами середньої повторюваності за табл. 2.5.1 (пункт 2), які обчислено без урахування динамічного впливу вітру на конструкцію опори (див. **2.5.42**).

2.5.85 Для розрахунку наближень струмопровідних частин до елементів опор ПЛ і споруд необхідно приймати такі поєднання кліматичних умов із середнім періодом повторюваності за табл. 2.5.1 (пункт 3):

а) за робочої напруги: розрахунковий тиск вітру W_m за формулою (2.5.4), температура повітря мінус 5 °С, ожеледь відсутня.

б) у разі грозових і внутрішніх перенапруг:

1) температура повітря плюс 15 °С, тиск вітру $W = 0,1 W_m$, але не менше ніж 62,5 Па;

2) температура повітря плюс 15 °С, вітер відсутній;

в) тангенс кута відхилення проводів, закріплених у підтримувальних ізоляційних підвісах на ПЛ 500 і 750 кВ, визначають за формулою:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{k \cdot P_m \cdot N \cdot j + P_n}{G_{np} \cdot N \cdot j + G_z} \quad (2.5.21a)$$

де k – коефіцієнт, який враховує коливання проводу в разі його відхилень і дорівнює: 1 – за розрахункового тиску вітру W_m за формулою (2.5.4) з середнім періодом повторюваності за табл. 2.5.1, пункт 2, до 400 Па; 0,95 – при 450 Па; 0,9 – при 550 Па; 0,85 – при 600 Па і більше (проміжні значення обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції);

P_m – горизонтальне навантаження від дії розрахункового значення вітрового навантаження на провід, Н, за формулою (2.5.11);

P_n – розрахункове значення вітрового навантаження на підвіс у разі вітрового тиску, Н, за формулою (2.5.4) (треба враховувати для ліній класу безвідмовності 4 КБ);

G_{np} – розрахункове значення навантаження на ізоляційний підвіс, яке створюється вагою проводу, Н, за табл. 2.5.13 (пункт 5);

G_z – розрахункове значення ваги ізоляційного підвісу, Н, за табл. 2.5.13 (пункт 5);

j – розрахунковий параметр (залежить від конструкції ПЛ)

$$j = 2 + 0,67 \cdot \frac{f_1 + f_2}{\lambda}$$

f_1, f_2 – стріли провисання проводу в суміжних прогонах, м;

λ – довжина підвісу, м;

N – кількість проводів у фазі.

Тангенс кута відхилення проводів ПЛ напругою до 330 кВ і тросів на ПЛ усіх напруг визначають за спрощеною формулою:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{k \cdot P_m}{G_{np}} \quad (2.5.216)$$

ПРОВОДИ І ГРОЗОЗАХИСНІ ТРОСИ

2.5.86 На ПЛ необхідно використовувати багатодровові проводи і троси. Мінімально допустимі перерізи проводів за умовами механічної міцності наведено в табл. 2.5.15. Переріз струмопровідної частини проводів з алюмінію та алюмінієвих сплавів для ПЛ напругою до 20 кВ визначають електричним розрахунком. Кількість проводів у фазі для ПЛ напругою понад 20 кВ, а також переріз струмопровідної частини цих проводів з алюмінію та алюмінієвих сплавів рекомендовано приймати відповідно до табл. 2.5.16.

Застосовувати проводи, перерізи яких відрізняються від наведених у табл. 2.5.16, допускається за умови техніко-економічного обґрунтування, у тому числі з урахуванням умов збереження існуючих несучих конструкцій на лінії, що реконструюється.

На нових ПЛ або на ПЛ, що підлягають реконструкції, за відповідного обґрунтування, можна застосовувати проводи, виготовлені за новими технологіями чи з нових матеріалів, фізико-механічні характеристики яких підтверджено відповідними сертифікатами та гарантовано постачальниками, у тому числі компактні проводи типу AERO-Z та AFLs, HVCRC (з композитним підсиленням осердя і профільованими дротами).

Компактні проводи доцільно застосовувати:

- на великих переходах ПЛ (судноплавні ділянки рік, водоймищ, перетин ущелин, ярів та інших перешкод), а також у гірській місцевості;

- під час реконструкції ПЛ із збільшенням пропускної здатності за браком додаткових вільних земельних ділянок під опори («опора в опору»);

- на ПЛ у районах за характеристичними значеннями ожеледі чотири і вище;

- на ПЛ у районах за характеристичними значеннями вітрового тиску чотири і вище та в районах, де вітровий тиск під час ожеледі перевищує 250 Па незалежно від району по ожеледі.

Таблиця 2.5.15 – Мінімально допустимі перерізи проводів за умовами механічної міцності

Характеристика ПЛ	Переріз проводів, мм ²			
	алюмінієвих і з нетермо-обробленого алюмінієвого сплаву	з термо-обробленого алюмінієвого сплаву	сталеалюмінієвих	сталевих
ПЛ без перетинів у районах за ожеледдю:				
– до 2	70	50	35/6,2	35
– у 3 – 4	95	50	50/8	35
– у 5 і вище	–	70	70/11	35
Перетини ПЛ із судноплавними річками та інженерними спорудами в районах за ожеледдю:				
– до 2	70	50	50/8	35
– у 3 – 4	95	70	50/8	50
– у 5 і вище	–	70	70/11	50
ПЛ до 20 кВ, які споруджують на двоколових і багатоколових опорах	–	70	70/11	–
Примітка 1. У прогонах перетинів з автомобільними дорогами, тролейбусними і трамвайними лініями, залізницями незагального користування допускається використовувати проводи таких самих перерізів, як на ПЛ без перетинів.				
Примітка 2. У районах, де вимагається використовувати проводи з антикорозійним захистом, мінімально припустимі перерізи проводів приймають такими самими, як і перерізи відповідних марок без антикорозійного захисту.				

Таблиця 2.5.16 – Кількість і переріз проводів ліній напругою понад 20 кВ

Напруга ліній, кВ	Номінальний переріз проводу за алюмінієм, мм ²	Мінімальна кількість проводів у фазі
35*	70 – 95	1
35	120	1
110**	120	1
110, 150	240	1
220***	400	1
330	400	2
400****	400	2
500***	300	3
750	400	5
<p>* Стосується ліній 35 кВ, які є відгалуженням від існуючих магістральних ліній з перерізом проводів 70 – 95 мм² або продовженням таких магістралей.</p> <p>** Стосується ліній 110 кВ для живлення електроспоживачів на потужність до 20 МВт або для видачі потужності електростанцій з кількістю годин використання встановленої потужності до 2500 (вітрові, газотурбінні пікові електростанції тощо).</p> <p>*** Перспективний розвиток ліній 220 і 500 кВ обмежено.</p> <p>**** Розвиток ліній 400 кВ не передбачається.</p>		

За необхідності передачі потужності з перегріванням проводів, максимальне значення струму треба визначати виходячи з допустимої температури проводу та додаткової перевірки габаритів до землі та споруд, які перетинає ПЛ.

2.5.87 Для зниження втрат електроенергії на перемагнічування сталевих осердь у сталеалюмінієвих проводах і в проводах з термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям рекомендовано використовувати проводи з парним числом звивів дротів.

2.5.88 Для грозозахисних тросів, як правило, застосовують сталеві троси, виготовлені з оцинкованого або плакованого алюмінієм дроту для особливо жорстких агресивних умов роботи (ОЖ) і стійких до розкручування за способом звивання (Н), перерізом, не меншим ніж 35 мм², – на ПЛ напругою 35 кВ без перетинів і в прогонах перетинів із залізницями загального користування і електрифікованими в районах за ожеледдю 1 – 2 і 50 мм² і більше – у інших районах і на ПЛ напругою 35 кВ, які споруджують на двоколових і багатоколових опорах.

Сталеалюмінієві проводи або проводи з термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям як грозозахисні троси рекомендовано застосовувати:

- на особливо відповідальних переходах через інженерні споруди (електрифіковані залізниці, автомобільні дороги категорії ІА (2.5.214), судноплавні перешкоди тощо);

- на відрізках ПЛ, які проходять у районах з підвищеною забрудненістю атмосфери (промислові зони з високою хімічною активністю викидів, землі із засоленими ґрунтами і водоймами, узбережжя морів тощо), а також тих, що проходять по населеній і важкодоступній місцевостях;

- на ПЛ з великими струмами однофазного короткого замикання за умовами термічної стійкості та для зменшення впливу ПЛ на лінії зв'язку;

- на великих переходах.

При цьому для ПЛ, які споруджують на двоколових або багатоколових опорах, незалежно від напруги сумарний переріз алюмінієвої (або алюмінієвого сплаву) і сталеві частини троса має бути не меншим за 120 мм².

У разі використання грозозахисних тросів для організації багатоканальних систем високочастотного зв'язку за необхідності використовують одиничні або здвоєні ізольовані один від одного троси або троси із вбудованим оптичним кабелем зв'язку (2.5.138 – 2.5.159). Між складниками здвоєного троса в прогонах і петлях анкерних опор слід установлювати дистанційні ізолювальні розпірки.

Відстані між розпірками в прогоні не мають перевищувати 40 м.

2.5.89 Для сталеалюмінієвих проводів перерізом алюмінієвих дротів А і сталевих дротів С рекомендовано використовувати такі діапазони співвідношень А/С у районах за ожеледним навантаженням відповідно до рис. 2.5.1:

а) райони 1 – 3:

1) А є меншим ніж 240 мм² – А/С від 6,0 до 6,25;

2) А від 240 мм² – А/С від 7,5;

б) райони 4 – 6:

1) А є меншим ніж 95 мм² – А/С до 6,0;

2) А від 120 мм² до 400 мм² – А/С від 4,0 до 4,5;

3) А понад 400 мм² – А/С від 7,5 до 8,0;

4) А понад 400 мм² на великих переходах – А/С від 0,5 до 2,5.

Вибір марок проводів та інших матеріалів обґрунтовується розрахунками.

У разі спорудження ПЛ у місцях, де за даними експлуатації встановлено випадки руйнування проводів унаслідок корозії (узбережжя морів, солоні озера, промислові райони та райони засолених пісків, прилеглі до них райони із ступенями забрудненості атмосферного повітря СЗ 3 і СЗ 4 відповідно до глави 1.9 цих Правил, а також у місцях, де на основі даних вишукувань можливі такі руйнування), треба використовувати проводи, які призначено для цих умов відповідними державними стандартами і технічними умовами.

На рівнинній місцевості за відсутності даних експлуатації ширину прибережної смуги, на яку поширюються зазначені вимоги, треба приймати 5 км, а ширину смуги від хімічних підприємств – 1,5 км.

2.5.90 Конструкція фази ПЛ напругою понад 20 кВ (переріз і кількість проводів у фазі), яку виконано відповідно до табл. 2.5.16, має задовольняти вимогам обмеження напруженості електричного поля на поверхні проводів до рівнів, допустимих за короною та радіоперешкодами на абсолютних відмітках місцевості до 1000 м над рівнем моря.

Фази лінії, розщеплені на декілька проводів, використовують з віддаленням проводів фази в прогоні на відстань, не меншу ніж 400 мм, за допомогою дистанційних розпірок, у тому числі демпферних, – скупчених або парних групових. Поділ прогонів розщепленої фази на підпрогони, які утворюють за допомогою розпірок, виконують залежно від довжини прогону, марки проводу та розрахункових навантажень від вітру і ожеледі. Відстань від затискачів проводу до найближчих скупчених або групових розпірок має дорівнювати 55 – 65 % від відстані між наступними розпірками в прогоні. Відстань між скупченими або груповими розпірками в прогоні не має перевищувати 75 м, а відстань між парними розпірками в групі має дорівнювати 2 м.

У разі встановлення скупчених розпірок відстань між суміжними розпірками не має бути однаковою, а мати різницю у відстані ± 10 %.

За потреби створення каналу зв'язку по лінії проводи всередині фази виконують електрично ізолюваними один від одного за рахунок установалення ізолювальних розпірок.

У прогонах ліній допускається застосовувати міжфазні ізолювальні розпірки за схемою «провід – провід», «фаза – фаза», «фаза – трос», «провід – трос».

2.5.91 Переріз грозозахисного троса, вибраного за механічним розрахунком, треба перевіряти на термічну стійкість відповідно до вказівок глави 1.4 цих Правил і для тросів з волоконно-оптичним кабелем відповідно до **2.5.151, 2.5.152, 2.5.155**.

2.5.92 Проводи та троси треба обчислювати на розрахункові навантаження нормального, аварійного і монтажного режимів ПЛ для сполучення умов, зазначених у **2.5.76**. При цьому напруження в проводах (тросах) не мають перевищувати допустимих значень, наведених у табл. 2.5.17.

Зазначені в табл. 2.5.17 напруження потрібно відносити до тієї точки проводу в прогоні, в якій напруження є найбільшими. Ці напруження допускається приймати для нижчої точки проводу в прогоні за умови перевищення напруження в точках підвісу не більше ніж на 5 %.

2.5.93 Розрахунок монтажних натягів і стріл провисання проводів (тросів) треба виконувати з урахуванням залишкових деформацій.

У механічних розрахунках проводів (тросів) рекомендовано приймати їх фізико-механічні характеристики, наведені в табл. 2.5.18.

У разі застосування проводів з характеристиками, що відрізняються від наведених у табл. 2.5.18, фізико-механічні характеристики слід приймати за технічними параметрами виробника цього проводу.

2.5.94 Захист від вібрації та галопування

Захищати від вібрації необхідно:

- одиничні проводи і троси за довжин прогонів, які перевищують значення, наведені в табл. 2.5.19, і механічних напружень за середньорічної температури, які перевищують значення, наведені в табл. 2.5.20;

- проводи розщепленої фази з двох проводів і розщеплені троси з двох складників за довжини прогонів понад 150 м і

механічних напружень, які перевищують значення, наведені в табл. 2.5.21 (проводи розщепленої фази з трьох і більше складників захисту від вібрації не потребують, крім прогонів довжиною понад 700 м);

- одиничні проводи, проводи розщепленої фази за будь-якої кількості складників і розщеплені троси на великих переходах за допомогою встановлених на спіральні протектори з кожного боку перехідного прогону довжиною до 500 м – одного багаточастотного гасника вібрації на кожному проводі і тросі та довжиною від 500 до 1500 м – не менше двох різнотипних багаточастотних гасників вібрації на кожному проводі та тросі;

- проводи ПЛЗ, якщо напруження в проводі за середньорічної температури перевищує 40 МПа.

Таблиця 2.5.17 – Допустимі механічні напруження в проводах і тросах ПЛ

Проводи і троси	Допустиме напруження, %, межі міцності в разі розтягування			Допустиме напруження, МПа	
	за найбільшого навантаження і найнижчої температури	за середньої річної температури	за найбільшого навантаження і найнижчої температури	за найбільшого навантаження і найнижчої температури	за середньої річної температури
Алюмінієві перерізом, мм ² :					
70 – 95	35	30	56	48	
120 – 240	40	30	64	48	
300 – 750	45	30	72	48	
З термообробленого алюмінієвого сплаву перерізом, мм ² :					
50 – 95	40	30	83	62	
120 – 185	45	30	94	62	
З термообробленого алюмінієвого сплаву перерізом, мм ² :					
50 – 95	40	30	114	85	
120 – 185	45	30	128	85	
Сталеалюмінієві перерізом алюмінієвої частини проводу, мм ² :					
400 і 500	45	30	104	69	
при A/C 20,27 і 18,87					
400, 500 і 1000	45	30	96	64	
при A/C 17,91; 18,08 і 17,85					
330 при A/C 11,51	45	30	117	78	

Продовження таблиці 2.5.17

Проводи і троси	Допустиме напруження, %, межі міцності в разі розтягування		Допустиме напруження, МПа	
	за найбільшого навантаження і найнижчої температури	за середньо- річної температури	за найбільшого навантаження і найнижчої температури	за середньо- річної температури
150 – 800	45	30	126	84
при A/C від 7,8 до 8,04				
35 – 150	40	30	120	90
при A/C від 5,99 до 6,28				
185 і більше	45	30	135	90
при A/C від 6,14 до 6,28				
120 і більше	45	30	153	102
при A/C від 4,29 до 4,38				
500 при A/C 2,43	45	30	205	137
185, 300 і 500	45	30	254	169
при A/C 1,46				
70 при A/C 0,95	45	30	272	204
95 при A/C 0,65	40	30	308	231
3 термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям перерізом алюмінієвого сплаву, мм ² :				
500 при A/C 1,46	45	30	292	195
70 при A/C 1,71	45	30	279	186
Сталеві проводи	50	35	310	216

Кінець таблиці 2.5.17

Сталеві троси	50	35	Згідно зі стандартами і технічними умовами	
Захищені проводи	40	30	114	85
Компактні проводи типу AERO-Z, AFLs та HVCRC	За технічними умовами виробника			

Таблиця 2.5.18 – Фізико-механічні характеристики проводів і тросів

Проводи і троси	Модуль пружності, 10^4 МПа	Температурний коефіцієнт лінійного подовження, 10^{-6} град $^{-1}$	Межа міцності під час розтягування σ_p^* , МПа, проводів і тросів у цілому
Алюмінієві	6,3	23,0	160
Сталеалюмінієві з відношенням площ поперечного перерізу A/C :			
20,27	7,04	21,5	210
16,87 – 17,82	7,04	21,2	220
11,51	7,45	21,0	240
8,04 – 7,67	7,70	19,8	270
6,28 – 5,99	8,25	19,2	290
4,36 – 4,28	8,90	18,3	340
2,43	10,3	16,8	460
1,46	11,4	15,5	565
0,95	13,4	14,5	690
0,65	13,4	14,5	780

Кінець таблиці 2.5.18

Проводи і троси	Модуль пружності, 10^4 МПа	Температурний коефіцієнт лінійного подовження, 10^{-6} град $^{-1}$	Межа міцності під час розтягування σ_p^* , МПа, провідів і тросів у цілому
3 нетермообробленого алюмінієвого сплаву	6,3	23,0	208
3 термообробленого алюмінієвого сплаву	6,3	23,0	285
3 термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям з відношенням площ поперечних перерізів A/C :			
1,71	11,65	15,83	620
1,46	12,0	15,5	650
Сталеві троси	18,5	12,0	1200**
Сталеві проводи	20,0	12,0	620
Захищені проводи	6,25	23,0	294
Компактні проводи типу AERO-Z, AFLs та HVCRC	За технічними умовами виробника		

* Межу міцності під час розтягування σ_p обчислюють як відношення розривного зусилля проводу (троса) P_p , нормованого державним стандартом або технічними умовами, до площі поперечного перерізу s_n , $\sigma_p = P_p / s_n$. Для сталесаломінієвих проводів $s_n = s_4 + s_c$.

** Приймають за відповідними стандартами, але не менше ніж 1200 МПа.

Таблиця 2.5.19 – Довжини прогонів для проводів і тросів, за яких необхідний захист від вібрації

Проводи і троси	Площа поперечного перерізу*, мм ²	Прогони довжиною, більшою ніж, м, у місцевості типу	
		0, I, II	III, IV
Сталеалюмінієві, з термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям і без нього (захищені проводи)	35 – 95	80	95
	120 – 240	100	120
	300 і більше	120	145
Алюмінієві та з нетермообробленого алюмінієвого сплаву	50 – 95	60	95
	120 – 240	100	120
	300 і більше	120	145
Сталеві	25 і більше	120	145
*Вказано перерізи алюмінієвої частини.			

У табл. 2.5.19 – 2.5.21 тип місцевості приймають відповідно до **2.5.45**.

Таблиця 2.5.20 – Механічні напруження, МПа, проводів і тросів за середньорічної температури t_e , за якої необхідний захист від вібрації

Проводи, троси	Тип місцевості	
	I, II	III, IV
Сталеалюмінієві марок АС в разі А/С:		
0,65 – 0,95	Понад 70	Понад 85
1,46	» 60	» 70
4,29 – 4,39	» 45	» 55
6,0 – 8,05	» 40	» 45
11,5 і більше	» 35	» 40
Алюмінієві та з нетермообробленого алюмінієвого сплаву всіх марок	» 35	» 40
Із термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям і без нього всіх марок	» 40	» 45
Сталеві всіх марок	» 170	» 195

Таблиця 2.5.21 – Механічні напруження, МПа, розщеплених проводів і тросів з двох складників за середньорічної температури t_e , за якої необхідний захист від вібрації

Проводи, троси	Тип місцевості	
	I, II	III, IV
1	2	3
Сталеалюмінієві марок АС, у тому числі AFLs, при А/С:		
0,65 – 0,95	Понад 75	Понад 85
1,46	» 65	» 70
4,29 – 4,39	» 50	» 55
6,0 – 8,05	» 45	» 50
11,5 і більше	» 40	» 45
Алюмінієві та з нетермообробленого алюмінієвого сплаву всіх марок	» 40	» 45
З термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям і без нього всіх марок, у тому числі AERO-Z	» 45	» 50
Сталеві всіх марок	» 195	» 215

Захищати від вібрації рекомендовано:

- проводи алюмінієві та з нетермообробленого алюмінієвого сплаву перерізом до 95 мм², з термообробленого алюмінієвого сплаву і сталеалюмінієві проводи перерізом алюмінієвої частини до 70 мм², сталеві троси перерізом до 35 мм² – гасниками вібрації петльового типу (демпфувальні петлі) або армованими спіральними прутами, протекторами, спіральними в'язками;

- проводи (троси) більшого перерізу – гасниками вібрації типу Стокбріджа;

- проводи ПЛЗ у місцях їх кріплення до ізоляторів – гасниками вібрації спірального типу з полімерним покриттям.

Гасники вібрації слід установлювати з обох боків прогону.

Для ПЛ, які проходять в особливих умовах (орографічно не захищені виходи з гірських ущелин, окремі прогони в місцевості типу IV тощо), а також проводів і тросів у прогонах довжиною понад 1500 м і незалежно від довжини прогону для проводів діаметром понад 38 мм і проводів з натягом за середньорічної температури понад 180 КН, захист від вібрацій слід виконувати за спеціальним проектом.

РОЗТАШУВАННЯ ПРОВОДІВ І ТРОСІВ ТА ВІДСТАНІ МІЖ НИМИ

2.5.95 Проводи на опорах ПЛ можна розташовувати горизонтально, вертикально або змішано. На ПЛ напругою 35 – 110 кВ (крім ПЛЗ) з розташуванням проводів у кілька ярусів перевага надається схемі зі зміщенням проводів суміжних ярусів по горизонталі; у 4 – 6-му районах за ожеледдю та для ліній напругою понад 330 кВ фази рекомендовано розміщувати горизонтально або за трикутником у разі розташування середньої фази вище або нижче від крайніх.

2.5.96 Відстані між проводами ПЛ (крім ПЛЗ), а також між проводами і тросами слід вибирати:

- за умовами роботи проводів ПЛ (тросів) у прогонах – відповідно до **2.5.97 – 2.5.100**;

- за допустимими ізоляційними відстанями: між проводами – відповідно до **2.5.124**; між проводами та елементами опори – відповідно до **2.5.123**;

- за умовами захисту від грозових перенапруг – відповідно до **2.5.119 і 2.5.120**.

Відстані між проводами, а також між проводами і тросами вибирають за стрілами провисання, які відповідають габаритному прогону; при цьому стріла провисання троса має бути не більшою, ніж стріла провисання проводу.

В окремих прогонах (не більше 10 % загальної кількості), які отримано під час розміщення опор і які перевищують габаритні прогони не більше ніж на 25 %, збільшувати відстані, обчислені для габаритного прогону, немає потреби.

Для прогонів, які перевищують габаритні більше ніж на 25 %, відстані між проводами та між проводами і тросами треба перевіряти за формулами (2.5.22) – (2.5.25) та 2.5.99 – 2.5.101, при цьому вимоги табл. 2.5.22 і 2.5.23 можна не враховувати.

За різниці стріл провисання, конструкцій проводів та ізоляційних підвісів у різних фазах ПЛ додатково слід перевіряти відстані між проводами (тросами) в прогоні. Перевірку здійснюють за найбільш несприятливих статичних відхилень за розрахункового вітрового навантаження, направленого

перпендикулярно до осі прогону даної ПЛ. При цьому відстані між проводами або проводами та тросами в просвіті для умов найбільшої робочої напруги мають бути не меншими від зазначених у **2.5.123** і **2.5.124**.

2.5.97 На ПЛ (крім ПЛЗ) з підтримувальними ізоляційними підвісами в разі горизонтального розташування проводів мінімальну відстань між проводами в прогоні обчислюють за формулою:

а) напругою до 330 кВ:

$$d_{\text{гор}} = 1,0 + \frac{U}{110} + 0,6\sqrt{f} \quad (2.5.22)$$

де $d_{\text{гор}}$ – відстань по горизонталі між невідхиленими проводами, м;

U – напруга ПЛ, кВ;

f – найбільша стріла провисання проводу за найвищої температури або під час ожеледі без вітру, яка відповідає габаритному прогону, м;

б) напругою 500 і 750 кВ:

$$d_{\text{гор}} = 1,0 + \frac{U}{150} + 0,6\sqrt{f} + 2r \quad (2.5.23)$$

де r – радіус розщеплення проводів у фазі, м.

2.5.98 На ПЛ (крім ПЛЗ) з підтримувальними ізоляційними підвісами в разі негоризонтального (змішаного або вертикального) розташування проводів мінімальну відстань між проводами за умовами їх роботи в прогоні визначають:

а) на проміжних опорах у разі стріл провисання до 16 м:

1) у районах з помірним галопуванням проводів (район 1, рис. 2.5.9) – згідно з табл. 2.5.22. При цьому в 1-му, 2-му районах за ожеледдю додаткова перевірка за умовами ожеледі не вимагається.

У 3-му – 6-му районах за ожеледдю відстань між проводами, визначена за табл. 2.5.22, підлягає додатковій перевірці за формулою:

$$d_{36} = 1 + \frac{U}{110} + 0,6\sqrt{f} + 0,15V, \quad (2.5.24)$$

де d_{36} – відстань між невідхиленими проводами, м;

U – напруга ПЛ, кВ;

f – найбільша стріла провисання проводу за найвищої температури або під час ожеледі без вітру, яка відповідає габаритному прогону, м;

V – відстань між проводами по вертикалі, м.

Із двох значень відстаней, визначених за табл. 2.5.22 і за формулою (2.5.24), необхідно приймати більше;

2) у районах з інтенсивним галоупуванням проводів – за табл. 2.5.23 без додаткової перевірки за умовами ожеледі;

3) при виборі розташування проводів і відстаней між ними за умовами галоупування проводів для ліній або їх частин, які проходять у районі з інтенсивним галоупуванням проводів, але захищених від поперечних вітрів рельєфом місцевості, лісовими масивами, будівлями або спорудами, висота яких є не меншою ніж 2/3 висоти опор, рекомендовано приймати район з помірним галоупуванням.

Таблиця 2.5.22 – Найменше зміщення проводів суміжних ярусів по горизонталі на проміжних опорах у районі з помірним галоупуванням проводів

Напруга ПЛ, кВ	Відстань по вертикалі, м	Зміщення суміжних проводів по горизонталі, м, за габаритних стріл провисання, м							
		4	5	6	8	10	12	14	16
35	2,5	0,70	0,70	1,00	1,60	2,00	2,30	2,50	2,60
	3,0	0,70	0,70	0,70	1,30	1,80	2,15	2,35	2,55
	3,5	0	0,70	0,70	1,00	1,70	2,10	2,30	2,50
	4,0	0	0,70	0,70	0,70	1,50	2,00	2,20	2,45
	4,5	0	0	0,70	0,70	1,10	1,80	2,10	2,40
	5,0	0	0	0	0,70	0,70	1,60	2,00	2,30
	5,5	0	0	0	0,70	0,70	1,00	1,90	2,25
	6,0	0	0	0	0	0,70	0,70	1,60	2,10
	6,5	0	0	0	0	0	0,70	1,10	1,90
	7,0	0	0	0	0	0	0,70	0,70	1,60

Кінець таблиці 2.5.22

Напруга ПЛ, кВ	Відстань по вертикалі, м	Зміщення суміжних проводів по горизонталі, м, за габаритних стріл провисання, м							
		4	5	6	8	10	12	14	16
110	3,0	1,20	1,20	1,20	1,70	2,20	2,40	2,65	2,80
	3,5	1,20	1,20	1,20	1,50	2,00	2,40	2,60	2,70
	4,0	0	1,20	1,20	1,20	1,70	2,20	2,50	2,65
	4,5	0	0	1,20	1,20	1,50	2,00	2,40	2,60
	5,0	0	0	0	1,20	1,20	1,80	2,30	2,50
	5,5	0	0	0	1,20	1,20	1,50	2,10	2,45
	6,0	0	0	0	0	1,20	1,20	1,90	2,30
	6,5	0	0	0	0	0	1,20	1,60	2,10
	7,0	0	0	0	0	0	1,20	1,20	2,00
150	3,5	1,50	1,50	1,50	1,50	2,10	2,50	2,70	2,85
	4,0	0	1,50	1,50	1,50	1,90	2,30	2,60	2,80
	4,5	0	0	1,50	1,50	1,60	2,20	2,50	2,75
	5,0	0	0	0	1,50	1,50	2,00	2,40	2,70
	5,5	0	0	0	1,50	1,50	1,60	2,20	2,60
	6,0	0	0	0	0	1,50	1,50	2,00	2,50
	6,5	0	0	0	0	0	1,50	1,70	2,30
	7,0	0	0	0	0	0	1,50	1,50	2,10
220	5,0	0	0	2,00	2,00	2,00	2,30	2,70	3,00
	5,5	0	0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,60	2,80
	6,0	0	0	0	0	2,00	2,00	2,40	2,70
	6,5	0	0	0	0	0	2,00	2,20	2,60
	7,0	0	0	0	0	0	2,00	2,00	2,35
330	5,5	0	0	2,50	2,50	2,70	3,05	3,30	3,65
	6,0	0	0	0	2,50	2,60	2,95	3,25	3,60
	6,5	0	0	0	0	2,50	2,85	3,15	3,55
	7,0	0	0	0	0	2,50	2,70	3,10	3,50
	7,5	0	0	0	0	2,50	2,50	3,00	3,45
	8,0	0	0	0	0	2,50	2,50	2,90	3,40
	8,5	0	0	0	0	2,50	2,50	2,80	3,20

Таблиця 2.5.23 – Найменше зміщення проводів суміжних ярусів по горизонталі на проміжних опорах у районі з інтенсивним галопуванням проводів

Напруга ПЛ, кВ	Відстань по вертикалі, м	Зміщення суміжних проводів по горизонталі, м, за габаритних стріл провисання, м							
		4	5	6	8	10	12	14	16
35	3,0	0,70	1,25	1,55	2,05	2,35	2,65	2,95	3,20
	3,5	0	0,70	1,30	1,90	2,30	2,65	2,95	3,20
	4,0	0	0,70	0,70	1,70	2,20	2,60	2,90	3,20
	4,5	0	0	0,70	1,30	2,05	2,50	2,85	3,15
	5,0	0	0	0	0,70	1,80	2,35	2,75	3,10
	5,5	0	0	0	0,70	1,40	2,20	2,65	3,05
	6,0	0	0	0	0	0,70	1,90	2,50	2,95
	6,5	0	0	0	0	0,70	1,40	2,30	2,85
	7,0	0	0	0	0	0	0,70	2,00	2,65
110	3,0	1,20	1,35	1,85	2,35	2,65	2,95	3,25	3,50
	3,5	1,20	1,20	1,50	2,20	2,60	2,95	3,25	3,50
	4,0	0	1,20	1,20	2,00	2,50	2,90	3,20	3,50
	4,5	0	0	1,20	1,65	2,35	2,80	3,15	3,45
	5,0	0	0	0	1,20	2,10	2,65	3,05	3,40
	5,5	0	0	0	1,20	1,70	2,50	2,95	3,35
	6,0	0	0	0	0	1,20	2,20	2,80	3,25
	6,5	0	0	0	0	1,20	1,70	2,60	3,15
	7,0	0	0	0	0	0	1,20	2,30	2,95
150	3,5	1,50	1,50	1,70	2,30	2,80	3,10	3,35	3,60
	4,0	0	1,50	1,50	2,10	2,60	3,00	3,30	3,60
	4,5	0	0	1,50	1,75	2,45	2,90	3,25	3,55
	5,0	0	0	0	1,50	2,20	2,75	3,15	3,50
	5,5	0	0	0	1,50	1,80	2,60	3,05	3,45
	6,0	0	0	0	0	1,50	2,30	2,90	3,35
	6,5	0	0	0	0	0	1,80	2,70	3,25
	7,0	0	0	0	0	0	1,50	2,40	3,05
220	5,0	0	0	2,00	2,00	2,50	3,05	3,45	3,80
	5,5	0	0	2,00	2,00	2,10	2,90	3,35	3,75
	6,0	0	0	0	0	2,00	2,60	3,20	3,65
	6,5	0	0	0	0	2,00	2,10	3,00	3,55
	7,0	0	0	0	0	0	2,00	2,70	3,35

Кінець таблиці 2.5.23

Напруга ПЛ, кВ	Відстань по вертикалі, м	Зміщення суміжних проводів по горизонталі, м, за габаритних стріл провисання, м							
		4	5	6	8	10	12	14	16
330	6,0	0	0	2,50	2,90	3,45	3,85	4,15	4,40
	6,5	0	0	2,50	2,70	3,35	3,80	4,10	4,40
	7,0	0	0	0	2,50	3,20	3,75	4,10	4,40
	7,5	0	0	0	2,50	3,05	3,65	4,05	4,40
	8,0	0	0	0	2,50	3,85	3,55	4,00	4,35
	8,5	0	0	0	2,50	2,50	3,40	3,90	4,30
	9,0	0	0	0	2,50	2,50	3,25	3,80	4,25
	10,0	0	0	0	0	2,50	2,65	3,55	4,10

б) на проміжних опорах зі стрілами провисання проводів понад 16 м відстань між проводами обчислюють за формулою (2.5.24);

в) на всіх опорах анкерного типу ПЛ напругою від 35 кВ до 750 кВ відстань між проводами обчислюють за формулами (2.5.22), (2.5.23). При цьому найменше зміщення проводів суміжних ярусів по горизонталі, як правило, має бути не меншим від зазначених у табл. 2.5.24;

г) на опорах ПЛ напругою від 35 кВ до 330 кВ усіх типів горизонтальне зміщення проводів не вимагається, якщо відстань між проводами по вертикалі перевищує $0,8f + U/250$ для одиничних проводів і $f + U/250$ – для проводів розщепленої фази.

Таблиця 2.5.24 – Найменше зміщення проводів суміжних ярусів по горизонталі на опорах анкерного типу

Напруга ПЛ, кВ	Найменше зміщення, м, у районах за ожеледдю	
	1, 2	3 – 6
10	0,4	0,6
35	0,5	0,7
110	0,7	1,2
150	1,0	1,5
220	1,5	2,0
330	2,0	2,5

У разі застосування засобів захисту ПЛ від галопування проводів відстань між проводами допускається приймати за формулами (2.5.22) і (2.5.23), горизонтальне зміщення проводів суміжних ярусів – за табл. 2.5.24.

2.5.99 Відстань між тросом і проводом по вертикалі на опорах ПЛ напругою від 35 кВ до 330 кВ з одним тросом визначають для габаритних прогонів за умов захисту від перенапруг і відповідно до вимог, зазначених у **2.5.119** і **2.5.120**.

В окремих прогонах, довжина яких перевищує габаритні прогони, допускається використовувати опори з відстанями між проводами і тросами, вибраними за габаритними прогонами.

На опорах ПЛ напругою від 35 кВ до 330 кВ з горизонтальним розташуванням проводів і з двома тросами горизонтальне зміщення між тросом і найближчим проводом має бути не меншим ніж: 1 м – на ПЛ напругою 35 кВ; 1,75 м – на ПЛ напругою 110 кВ; 2 м – на ПЛ напругою 150 кВ; 2,3 м – на ПЛ напругою 220 кВ і 2,75 м – на ПЛ напругою 330 кВ.

На проміжних опорах ПЛ напругою 500 кВ і 750 кВ горизонтальне зміщення між тросом і найближчим проводом слід приймати за табл. 2.5.25.

Таблиця 2.5.25 – Горизонтальне зміщення між проводом і тросом на проміжних опорах напругою 500 кВ і 750 кВ

Відстань по вертикалі, м	Найменше зміщення проводів і тросів по горизонталі на проміжних опорах, м, за габаритних стріл провисання, м							
	500 кВ				750 кВ			
	10	12	14	16	12	16	20	24
9	2,5	3,5	4,0	4,5	3,5	4,5	5,5	6,0
10	2,0	3,0	4,0	4,0	3,5	4,5	5,5	6,0
11	2,0	2,0	3,0	3,5	3,0	4,0	5,0	5,5
12	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,5	5,0
14	–	–	–	–	3,0	3,5	3,5	4,0
16	–	–	–	–	3,0	3,0	3,0	3,0

Відстань від проводу до троса, якщо їх не зміщено по горизонталі на опорах анкерного типу ПЛ напругою від 35 кВ

до 750 кВ, повинна бути не меншою від прийнятої на проміжних опорах. Допускається зменшувати цю відстань не більше як на 25 % за умови, що кількість анкерних опор не перевищує в середньому 0,5 на 1 км лінії.

Для забезпечення нормальної роботи проводів у прогоні великих переходів у разі розташування їх у різних ярусах відстані між суміжними ярусами проміжних перехідних опор висотою понад 50 м мають бути не меншими ніж:

Відстань, м	7,5	8	9	11	14	18
Горизонтальне зміщення, м	2	2	2,5	3,5	5	7
ПЛ напругою, кВ	35 – 110	150	220	330	500	750

На двоколових опорах великих переходів відстань між осями фаз різних кіл має бути не меншою ніж:

Відстань між осями фаз, м	8	9	10	12	15	19
ПЛ напругою, кВ	35-110	150	220	330	500	750

Горизонтальне зміщення грозозахисного троса від крайньої фази на великих переходах має бути не меншим ніж: 1,5 м – для напруги 110 кВ; 2,0 м – для напруги 150 кВ; 2,5 м – для напруги 220 кВ; 3,5 м – для напруги 330 кВ; 4,0 м – для напруги 500 і 750 кВ.

2.5.100 На ПЛ напругою 35 кВ і нижче із штировими та стрижневими ізоляторами за будь-якого розташування проводів відстань між ними $d_{и}$, м, за умови їх зближення в прогоні має бути не меншою від значень, обчислених за формулою:

$$d_{и} = d_{ел} + 0,6 f, \quad (2.5.25)$$

де $d_{ел}$ – відстань між проводами відповідно до **2.5.124** для умов внутрішніх перенапруг, м;

f – стріла провисання за вищої температури після залишкової деформації проводу в прогоні, м.

Якщо $f > 2$, то відстань $d_{и}$ допускається визначати відповідно до **2.5.97** і **2.5.98**.

Відстань між проводами на опорі і в прогоні ПЛЗ незалежно від розташування проводів на опорі та району за ожеледдю повинна бути не меншою ніж: 0,4 м – для ПЛЗ напругою 6 – 10 кВ; 0,45 м – для ПЛЗ напругою 20 кВ і 0,5 м – для ПЛЗ напругою 35 кВ.

2.5.101 На двоколових і багатоколових опорах відстань між найближчими проводами різних кіл за умови роботи проводів у прогоні має задовольняти вимогам **2.5.97, 2.5.98, 2.5.102**; при цьому зазначені відстані повинні бути не меншими ніж: 2 м – для ПЛ напругою до 20 кВ із штировими ізоляторами і 2,5 м – з підвісними; 2,5 м – для ПЛ напругою 35 кВ із стрижневими ізоляторами і 3 м – з підвісними; 4 м – для ПЛ напругою 110 кВ; 5 м – для ПЛ напругою 150 кВ; 6 м – для ПЛ напругою 220 кВ; 7 м – для ПЛ напругою 330 кВ; 8,5 м – для ПЛ напругою 500 кВ.

На двоколових опорах ПЛЗ відстань між найближчими проводами різних кіл повинна бути не меншою ніж 0,6 м для ПЛЗ із штировими ізоляторами і 1,5 м – для ПЛЗ з підвісними ізоляторами.

2.5.102 Проводи ПЛ різних напруг, вищих ніж 1 кВ, можна підвішувати на спільних опорах.

Допускається підвішувати на спільних опорах проводи ПЛ напругою до 10 кВ і до 1 кВ за дотримання таких умов:

- ПЛ напругою до 1 кВ слід виконувати за розрахунковими умовами ПЛ вищої напруги;

- проводи ПЛ напругою до 10 кВ слід розміщувати вище від проводів ПЛ напругою до 1 кВ, причому відстань між найближчими проводами ПЛ різних напруг на опорі, а також всередині прогону за температури навколишнього середовища плюс 15 °С без вітру повинна бути не меншою ніж 2 м;

- кріплення проводів вищої напруги на штирових ізоляторах має бути подвійним.

У мережах напругою до 35 кВ включно з ізолюваною нейтраллю, які містять відрізки спільного підвішування з ПЛ більш високої напруги, електромагнітний і електростатичний вплив останніх не повинен викликати зміщення нейтралі за нормального режиму мережі понад 15 % фазної напруги.

До мереж із заземленою нейтраллю, які піддаються впливу ПЛ більш високої напруги, спеціальні вимоги стосовно наведеної напруги не висуваються.

Проводи ПЛЗ можна підвішувати на спільних опорах з проводами ПЛ напругою від 6 кВ до 20 кВ, а також з проводами ПЛ і ПЛІ* напругою до 1 кВ.

Відстань по вертикалі між найближчими проводами ПЛЗ і ПЛ напругою від 6 кВ до 20 кВ на спільній опорі і в прогоні за температури плюс 15 °С без вітру повинна бути не меншою ніж 1,5 м.

У разі підвішування проводів ПЛЗ напругою від 6 кВ до 20 кВ і ПЛ напругою до 1 кВ або ПЛІ на спільних опорах необхідно дотримуватися таких вимог:

- ПЛ напругою до 1 кВ або ПЛІ необхідно виконувати за розрахунковими умовами ПЛЗ;

- проводи ПЛЗ напругою від 6 кВ до 20 кВ необхідно розміщувати вище від проводів ПЛ напругою до 1 кВ або ПЛІ;

- відстань по вертикалі між найближчими проводами ПЛЗ напругою від 6 кВ до 20 кВ і проводами ПЛ напругою до 1 кВ або ПЛІ на спільній опорі і в прогоні за температури плюс 15 °С без вітру повинна бути не меншою ніж 0,5 м для ПЛІ і 1,5 м – для ПЛ;

- кріплення проводів ПЛЗ напругою від 6 кВ до 20 кВ на штирових ізоляторах треба виконувати посиленням.

ІЗОЛЯТОРИ ТА АРМАТУРА

2.5.103 На ПЛ напругою 110 кВ і вище треба застосовувати підвісні ізолятори, допускається використовувати стрижневі ізолятори.

На ПЛ напругою 35 кВ потрібно застосовувати підвісні або стрижневі ізолятори.

На ПЛ напругою 20 кВ і нижче треба застосовувати:

- на проміжних опорах – будь-які типи ізоляторів;

- на опорах анкерного типу – підвісні ізолятори.

2.5.104 Вибір типу і матеріалу (скло, фарфор, полімерні матеріали) ізоляторів здійснюють з урахуванням кліматичних умов (температури та зволоження) і умов забруднення.

* Тут і далі ПЛІ – повітряна лінія електропередавання з самоутримними ізольованими проводами (глава 2.4 цих Правил).

На ПЛ напругою 330 кВ і вище рекомендовано застосовувати скляні ізолятори, а в умовах значного забруднення – полімерні ізолятори; на ПЛ напругою від 35 кВ до 220 кВ – скляні, полімерні і фарфорові; перевагу треба віддавати скляним або полімерним ізоляторам.

На ПЛ, які проходять в особливо складних для експлуатації умовах (гори, болота тощо), на ПЛ, що споруджуються на двоколових і багатоколових опорах, на ПЛ, що живлять тягові підстанції електрифікованих залізниць, і на великих переходах незалежно від напруги необхідно застосовувати скляні або полімерні підвісні ізолятори.

2.5.105 Кількість підвісних і тип штирових, стрижневих ізоляторів для ПЛ визначають відповідно до глави 1.9 цих Правил.

2.5.106 Ізолятори та арматуру вибирають за навантаженнями в нормальних і аварійних режимах роботи ПЛ за кліматичних умов, зазначених у **2.5.76**.

Горизонтальне навантаження в аварійних режимах для підтримувальних підвісів визначають згідно **2.5.79** і відповідно до **2.5.68, 2.5.69**.

Зусилля від навантажень в ізоляторах і арматурі не має перевищувати значень руйнівних навантажень (механічних або електромеханічних для ізоляторів і механічних для арматури), установлених державними стандартами та технічними умовами і поділених на коефіцієнт надійності за матеріалом γ_m .

2.5.107 Коефіцієнти надійності за матеріалом γ_m для ізоляторів і арматури мають бути не меншими ніж:

У нормальному режимі:	
за найбільших навантажень	2,5
за навантажень за середньорічної температури	
в режимі без ожеледі	5,0
В аварійному режимі:	
для ПЛ 400 – 750 кВ	2,0
для ПЛ 330 кВ і нижче	1,8

2.5.108 У розрахунковому аварійному режимі роботи дволанцюгових і багатоланцюгових підтримувальних і натяжних

ізоляційних підвісів з механічною зв'язкою між ланцюгами ізоляторів необхідно приймати обрив одного ланцюга. При цьому розрахункові навантаження від проводів і тросів приймають для кліматичних умов, зазначених у **2.5.76**, у нормальних режимах роботи ПЛ, які дають найбільше значення навантажень, і не повинні перевищувати 90 % механічного (електромеханічного) руйнівного навантаження необірваного ланцюга ізоляторів.

2.5.109 Кріплення проводів до підвісних ізоляторів і кріплення тросів треба виконувати за допомогою глухих і спіральних підтримувальних або натяжних затискачів. На проміжних опорах великих переходів проводи і троси потрібно кріпити до них за допомогою глухих або спеціальних затискачів (наприклад, багатороликкових підвісів) із застосуванням спіральних протекторів.

2.5.110 Кріпити проводи до штирових ізоляторів слід за допомогою дротових в'язок або спеціальних затискачів (у тому числі затискачів з обмеженою міцністю затискання проводів).

2.5.111 Підтримувальні ізоляційні підвіси ПЛ напругою 750 кВ, а також проміжно-кутових опор ПЛ напругою 330 кВ повинні бути дволанцюговими з окремим кріпленням ланцюгів до опори.

На ПЛ напругою 110 кВ і вище в умовах важкодоступної місцевості, а також на великих переходах рекомендовано використовувати дволанцюгові підтримувальні і натяжні ізоляційні підвіси з окремим кріпленням ланцюгів до опори.

2.5.112 Дво- і триланцюгові натяжні ізоляційні підвіси необхідно кріпити до опори окремо. Натяжні ізоляційні підвіси з кількістю ланцюгів, більшою ніж три, допускається кріпити до опори не менше ніж у двох точках. При цьому для захисту проводів шлейфів (петель) від пошкоджень у разі ударів їх об арматуру на них треба встановлювати захисні протектори спірального типу в місцях наближення проводів шлейфа до арматури ізоляційного підвісу.

На ПЛ напругою 330 кВ і вище в натяжних ізоляційних підвісах з окремим кріпленням ланцюгів до опори потрібно передбачати механічне з'єднання між усіма ланцюгами підвісу, яке виконують з боку проводів. Крім цього, з боку прогону треба встановлювати екранну захисну арматуру.

У дволанцюгових підтримувальних ізоляційних підвісах ланцюги треба розташовувати вздовж осі ПЛ.

Конструкція натяжних ізоляційних підвісів розщеплених фаз і вузли кріплення до опори має забезпечувати окремий монтаж кожного проводу розщепленої фази.

2.5.113 В одному прогоні ПЛ допускається не більше одного з'єднання на кожний провід і трос.

У прогонах перетину ПЛ з вулицями (проїздами), інженерними спорудами, згаданими у **2.5.190 – 2.5.225, 2.5.240 – 2.5.248**, водними об'єктами допускається одне з'єднання на кожний провід (трос):

- для сталевих тросів перерізом 120 мм² і більше;
- для фази, розщепленої на три сталевих тросів перерізом за алюмінієм 150 мм² і більше;
- для сталевих тросів перерізом 120 мм² і більше;
- для фази, розщепленої на три сталевих тросів перерізом за алюмінієм 150 мм² і більше.

Не допускається з'єднання проводів (тросів) у прогонах перетину ПЛ між собою на перетинаючих (верхніх) ПЛ, а також у прогонах перетину ПЛ з надземними і наземними трубопроводами для транспортування горючих рідин і газів.

2.5.114 Міцність затискання проводів і тросів у з'єднувальних і натяжних затискачах повинна становити не менше 90 % розривного зусилля проводів і канатів під час розтягування.

ЗАХИСТ ПЛ ВІД ПЕРЕНАПРУГ, ЗАЗЕМЛЕННЯ

2.5.115 ПЛ напругою від 110 кВ до 750 кВ мають бути захищеними від прямих ударів блискавки грозозахисними тросами по всій довжині лінії.

2.5.116 Для ПЛ напругою до 35 кВ застосування грозозахисних тросів по всій довжині лінії не вимагається.

На ПЛЗ напругою від 6 кВ до 35 кВ треба передбачати встановлення захисних апаратів (ЗА) для недопущення перекриття ізоляторів на опорах від грозових перенапруг або передбачати захист проводів від дії силової електричної дуги супровідного струму, яка виникає внаслідок імпульсного перекриття ізоляторів від грозових перенапруг.

Для недопущення перекриття ізоляторів під час грози на опорах ПЛЗ слід встановлювати такі ЗА: обмежувачі перенапруг нелінійні (ОПН) з послідовно включеним іскровим проміжком або довгоіскрові розрядники, або розрядники мультикамерного типу. Зазначені ЗА треба встановлювати по одному на кожну опору з чергуванням фаз. На двоколових ПЛЗ ЗА треба встановлювати на кожній опорі по одному в кожне коло таким чином, щоб було захищено тільки одну пару однойменних фаз з тим самим принципом чергування фаз.

На ПЛЗ з підвісною ізоляцією дозволено, за наявності на ПЛЗ АПВ, застосовувати ІІ спеціального виконання для захисту проводів від електричної дуги супровідного струму.

Вибір типу ЗА і ІІ виконують за галузевими НД з урахуванням технічних характеристик лінії, яку проектують.

На вставки ПЛЗ довжиною до 200 м у ПЛ ЗА та ІІ дозволено не встановлювати.

2.5.117 Грозозахист підходів ПЛ і ПЛЗ напругою від 6 кВ до 35 кВ до підстанцій має бути виконано з дотриманням вимог глави 4.2 цих Правил.

2.5.118 Одиначні металеві й залізобетонні опори, а також інші місця з послабленою ізоляцією на ПЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ слід захищати ОПН. На ПЛ напругою 6 – 10 кВ дозволено, за наявності на ПЛ АПВ, замість ОПН встановлювати ІІ відповідно до вимог глави 4.2 цих Правил.

2.5.119 У разі виконання захисту ПЛ тросами від грозових перенапруг необхідно керуватися такими настановами:

а) одностоякові металеві та залізобетонні опори з одним тросом повинні мати кут захисту, не більший ніж 30° , а опори з двома тросами – не більший ніж 20° ;

б) на металевих опорах з горизонтальним розміщенням проводів і з двома тросами кут захисту відносно зовнішніх проводів для ПЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ повинен бути не більшим ніж 20° , для ПЛ напругою 500 кВ – не більшим ніж 25° , для ПЛ напругою 750 кВ – не більшим ніж 22° . У районах за ожеледдю 3 і більше і в районах з інтенсивним галоупуванням проводів для ПЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ допускається мати кут захисту до 30° ;

в) на залізобетонних і дерев'яних опорах порталного типу кут захисту відносно крайніх проводів допускається мати не більшим ніж 30° ;

г) на великих переходах:

1) кількість тросів має бути не меншою ніж два з кутом захисту, не більшим ніж 20° ;

2) у разі розташування переходу за межами довжини захисного підходу ПЛ до РП і підстанцій з підвищеним захисним рівнем у районах за ожеледдю 3 і більше, а також у районах з інтенсивним галопуванням проводів кут захисту допускається мати до 30° ;

3) горизонтальне зміщення троса від центра крайньої фази має бути не меншим ніж: 1,5 м – для ПЛ напругою 110 кВ; 2 м – для ПЛ напругою 150 кВ; 2,5 м – для ПЛ напругою 220 кВ; 3,5 м – для ПЛ напругою 330 кВ і 4 м – для ПЛ напругою 500 – 750 кВ. На переходах з прогонами довжиною понад 1000 м або висотою опор, вищою ніж 100 м, рекомендовано встановлювати ОПН.

2.5.120 Відстані по вертикалі між тросом і проводом ПЛ всередині прогону без урахування відхилення їх вітром за умови захисту від грозових перенапруг мають бути не меншими від наведених у табл. 2.5.26 і не меншими від відстані по вертикалі між тросом і проводом на опорі.

Таблиця 2.5.26 – Найменші відстані між тросом і проводом всередині прогону

Довжина прогону, м	Найменша відстань між тросом і проводом по вертикалі, м	Довжина прогону, м	Найменша відстань між тросом і проводом по вертикалі, м
100	2,0	700	11,5
150	3,2	800	13,0
200	4,0	900	14,5
300	5,5	1000	16,0
400	7,0	1200	18,0
500	8,5	1500	21,0
600	10,0		

Примітка. Для проміжних значень довжин прогонів відстані визначають за допомогою інтерполяції.

Кріплення тросів на всіх опорах ПЛ напругою від 220 кВ до 750 кВ потрібно виконувати за допомогою ізоляторів, які шунтуються ІІ розміром, не меншим ніж 40 мм.

На кожному анкерному відрізку довжиною до 10 км троси повинні бути заземленими в одній точці шляхом влаштування спеціальних перемичок на анкерній опорі. За більшої довжини анкерних прогонів кількість точок заземлення в прогоні вибирають такою, щоб у разі найбільшого значення поздовжньої електрорушійної сили, яка наводиться в тросі під час короткого замикання (КЗ) на ПЛ не виникло перекриття ІІ.

Ізольоване кріплення троса рекомендовано виконувати скляними підвісними ізоляторами.

На підходах ПЛ напругою 220 – 330 кВ до підстанцій (на відрізках довжиною 1 – 3 км) і ПЛ 500 – 750 кВ (на відрізках довжиною 3 – 5 км), якщо троси не використовують для ємнісного відбору, плавлення ожеледі або зв'язку, їх необхідно заземлювати на кожній опорі.

На ПЛ напругою 150 кВ і нижче, якщо не передбачене плавлення ожеледі або організації каналів височастотного зв'язку на тросі, ізолювальне кріплення троса треба виконувати лише на металевих або залізобетонних анкерних опорах.

На відрізках ПЛ з неізолювальним кріпленням троса і струмом КЗ на землю, який перевищує 15 кА, а також на підходах до підстанцій заземлення троса треба виконувати з установленням перемички, яка шунтує затискач.

У разі використання тросів для влаштування каналів височастотного зв'язку їх ізолюють від опор на всій довжині каналів височастотного зв'язку і заземлюють на підстанціях і підсилювальних пунктах через височастотні загороджувачі.

Кількість ізоляторів у підтримувальному тросовому кріпленні має бути не меншою ніж два і визначатися умовами забезпечення належної надійності каналів височастотного зв'язку. Кількість ізоляторів у натяжному тросовому кріпленні треба приймати подвоєною порівняно з кількістю ізоляторів у підтримувальному тросовому кріпленні. Для кріплення тросів на великих переходах кількість ізоляторів слід збільшувати на два. При цьому руйнівне механічне навантаження ізоляторів повинне становити не менше ніж 120 кН.

Ізолятори, на яких підвішено трос, треба шунтувати іскровим проміжком. Розмір ІП вибирають мінімально можливим за таких умов:

- розрядна напруга ІП має бути нижчою від розрядної напруги ізолювального тросового кріплення не менше ніж на 20 %;

- ІП не має перекриватися в разі однофазного КЗ на землю на інших опорах;

- у разі перекриття ІП від грозових розрядів має відбуватися самопогашення дуги супровідного струму промислової частоти.

На ПЛ напругою 500 – 750 кВ, у разі використання тросів для організації ВЧ зв'язку або для плавлення ожеледі, рекомендовано схрещувати троси для покращення самопогашення дуги супровідного струму промислової частоти і зниження втрат електроенергії.

Якщо на тросах ПЛ передбачають плавлення ожеледі, то ізолювальне кріплення тросів виконують на всій ділянці плавлення. В одній точці ділянки плавлення троси заземлюють за допомогою спеціальних перемичок. Тросові ізолятори шунтують ІП, які повинні бути мінімальними, витримувати напругу плавлення і мати розрядну напругу тросового підвісу. Розмір ІП має забезпечувати самопогашення дуги супровідного струму промислової частоти в разі його перекриття під час КЗ або грозових розрядів.

2.5.121 На ПЛ з дерев'яними опорами порталного типу відстань між фазами по дереву має бути не меншою ніж: 3 м – для ПЛ напругою 35 кВ; 4 м – для ПЛ напругою 110 кВ; 4,8 м – для ПЛ напругою 150 кВ; 5 м – для ПЛ напругою 220 кВ.

В окремих випадках для ПЛ напругою від 110 кВ до 220 кВ за наявності обґрунтувань (невеликі струми КЗ, райони із слабкою грозовою діяльністю тощо) зазначені відстані допускається зменшувати до значення, рекомендованого для ПЛ напругою, на ступінь нижчою.

На одностоякових дерев'яних опорах допускаються такі відстані між фазами по дереву: 0,75 м – для ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ; 2,5 м – для ПЛ напругою 35 кВ за умови дотримання відстаней у прогоні згідно з формулою (2.5.25).

Не рекомендовано за умови грозозахисту використовувати металеві траверси на дерев'яних опорах ПЛ напругою від 6 кВ до 20 кВ.

2.5.122 Кабельні вставки в ПЛ мають бути захищеними на обох кінцях кабелю від грозових перенапруг за допомогою ОПН. Заземлювальний затискач ОПН, металеві оболонки кабелю, корпус кабельної муфти треба з'єднувати між собою найкоротшим шляхом. Заземлювальний затискач ОПН треба з'єднувати із заземлювачем окремим провідником.

2.5.123 Для ПЛ, які проходять на висоті до 1000 м над рівнем моря, ізоляційні відстані по повітрю від проводів і арматури, що перебуває під напругою, до заземлених частин опор мають бути не меншими від зазначених в табл. 2.5.27. Допускається зменшувати ізоляційні відстані за грозових перенапруг, зазначених в табл. 2.5.27, за умови зниження загального рівня грозостійкості ПЛ не більше ніж на 20 %. Для ПЛ напругою 750 кВ, які проходять на висоті до 500 м над рівнем моря, відстані, зазначені в табл. 2.5.27, можна зменшувати на 10 % для проміжку „провід шлейфа – стояк анкерно-кутової опори”, „провід – відтяжка” і на 5 % – для решти проміжків. Найменші ізоляційні відстані за внутрішніх перенапруг подано для таких значень розрахункової кратності: 4,5 – для ПЛ напругою від 6 кВ до 10 кВ; 3,5 – для ПЛ напругою від 20 кВ до 35 кВ; 3,0 – для ПЛ напругою від 110 кВ до 220 кВ; 2,7 – для ПЛ напругою 330 кВ; 2,5 – для ПЛ напругою 500 кВ і 2,1 – для ПЛ напругою 750 кВ.

За інших, більш низьких значень розрахункової кратності внутрішніх перенапруг, допустимі ізоляційні відстані перераховують пропорційно.

Ізоляційні відстані по повітрю між струмопровідними частинами і дерев'яною опорою, яка не має заземлювальних спусків, допускається зменшувати на 10 %, за винятком відстаней, які вибирають за умовою безпечного піднімання на опору.

У разі проходження ПЛ у гірських районах найменші ізоляційні відстані за робочою напругою та внутрішніми перенапругами треба збільшувати порівняно із зазначеними в табл. 2.5.27 на 1 % на кожні 100 м вище 1000 м над рівнем моря.

Для безпечного переміщення виробничого (електротехнічного) персоналу по траверсах перехідних опор на великих

переходах з розміщенням фаз у різних ярусах найменша припустима ізоляційна відстань по повітрю від струмопровідних до заземлених частин опор повинна бути не меншою ніж 3,3 м – для ПЛ напругою до 110 кВ; 3,8 м – для ПЛ напругою 150 кВ; 4,3 м – для ПЛ напругою 220 кВ; 5,3 м – для ПЛ напругою 330 кВ; 6,3 м – для ПЛ напругою 500 кВ; 7,6 м – для ПЛ напругою 750 кВ.

Таблиця 2.5.27 – Найменші ізоляційні відстані по повітрю (у просвіті) від струмопровідних до заземлених частин опори

Розрахункова умова	Найменша ізоляційна відстань, см, для ПЛ напругою, кВ								
	до 10	20	35	110	150	220	330	500	750
Грозові перенапруги для ізоляторів:									
– штирових	15	25	35	–	–				
– підвісних	20	35	40	100	130	180	260	320	Не нормується
Внутрішня перенапруга	10	15	30	80	110	160	215	300	450/500*
Безпечне підняття на опору без відключення ПЛ	–	–	150	150	200	250	350	450	540/580*
Робоча напруга	–	7	10	25	35	55	80	115	160

* У знаменнику – проміжок „провід шлейфа – стояк анкерно-кутової опори”, у чисельнику – усі проміжки, крім проміжку „провід – опора” для середньої фази, який повинен бути не меншим ніж 480 см.

2.5.124 Найменші відстані на опорі між проводами ПЛ у місці їх перетину між собою в разі транспозиції, відгалужень, переходу з одного розміщення проводів на інше мають бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.28.

2.5.125 Додаткові вимоги до захисту від грозових перенапруг ПЛ у разі їх перетину між собою і перетину ними різних споруд наведено у **2.5.188, 2.5.196, 2.5.225**.

2.5.126 На двоколових та багатоколових ПЛ напругою 110 кВ і вище, захищених тросом, для зменшення кількості міжколових грозових перекриттів допускається посилювати ізоляцію одного з кіл на 20 – 30 % порівняно з ізоляцією другого кола.

Таблиця 2.5.28 – Найменша відстань між фазами на опорі

Розрахункова умова	Найменша ізоляційна відстань, см, для ПЛ напругою, кВ								
	до 10	20	35	110	150	220	330	500	750
Грозові перенапруги	20	45	50	135	175	250	310	400	Не нормується
Внутрішні перенапруги	22	33	44	100	140	200	280	420	640*
Робоча напруга	10	15	20	45	60	95	140	200	280

* Якщо значення розрахункової кратності перенапруг є меншими ніж 2,1, то допустимі ізоляційні відстані перераховують пропорційно.

2.5.127 На ПЛ слід заземлювати:

а) опори, які мають грозозахисний трос або інші пристрої блискавкозахисту;

б) залізобетонні і металеві опори ПЛ напругою від 3 кВ до 35 кВ;

в) опори, на яких встановлено силові або вимірювальні трансформатори, роз'єднувачі, запобіжники та інші апарати.

Дерев'яні опори та дерев'яні опори з металевими траверсами ПЛ без грозозахисних тросів або інших пристроїв блискавкозахисту не заземлюють.

Опір заземлювальних пристроїв опор, зазначених у підпункті а), за їх висоти до 50 м не має бути більшим від зазначеного в табл. 2.5.29; за висоти опор понад 50 м – у два рази меншим порівняно із зазначеним у табл. 2.5.29. На двоколових і багатоколових опорах ПЛ, незалежно від висоти опори, рекомендовано зменшувати опір заземлювальних пристроїв у два рази порівняно із зазначеним у табл. 2.5.29.

Опір заземлювального пристрою опор великих переходів із захисними апаратами не має бути більшим ніж 10 Ом за питомого опору землі до 1000 Ом·м і не більшим ніж 15 Ом – за більш високого питомого опору.

Для опор гірських ПЛ, розміщених на висоті понад 700 м над рівнем моря, значення опорів заземлювальних пристроїв, наведені в табл. 2.5.29, можна збільшувати в три рази.

Опір заземлювальних пристроїв опор, зазначених у підпункті б), для ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ, які проходять

у населеній місцевості, і опор, які обмежують прогін перетину з інженерними спорудами (ПЛ, трубопроводи тощо), а також усіх ПЛ напругою 35 кВ, не має бути більшим від зазначеного в табл. 2.5.29. Для опор ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ, які проходять по ненаселеній місцевості, опір не нормують і забезпечують його природною провідністю залізобетонних фундаментів і підземної частини опор у ґрунтах з питомим опором ρ до 500 Ом·м – для ПЛ напругою 3 кВ, до 1000 Ом·м – для ПЛ напругою 6 – 10 кВ і до 1500 Ом·м – для ПЛ напругою 15 – 20 кВ. У ґрунтах з опором ρ , більшим від вищезазначеного, опори ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ у ненаселеній місцевості повинні додатково мати штучні заземлювачі з опором, не більшим ніж 250 Ом, 500 і 750 Ом відповідно для ПЛ напругою 3 кВ, напругою 6 – 10 кВ і напругою 15 – 20 кВ (2.5.130).

Таблиця 2.5.29 – Найбільший опір заземлювальних пристроїв опор ПЛ

Питомий еквівалентний опір ґрунту ρ , Ом·м	Найбільший опір заземлювального пристрою, Ом
До 100	10
Більше 100 до 500	15
Більше 500 до 1000	20
Більше 1000 до 5000	30
Більше 5000	$6 \cdot 10^{-3} \rho$

Опір заземлювальних пристроїв опор ПЛ, зазначених у підпункті в) для ПЛ напругою 110 кВ і вище, не повинен бути більшим від зазначеного в табл. 2.5.29, а для ПЛ напругою від 3 кВ до 35 кВ він має бути не більшим ніж 10 Ом, якщо інше не вимагається в технічних умовах або інструкції з експлуатації обладнання, установленого на опорі.

Для ПЛ, захищених тросами, опір заземлювальних пристроїв, виконаних за умовами блискавкозахисту, треба забезпечувати в разі, коли трос від'єднано, а за іншими умовами – коли трос не від'єднано.

Місце приєднання заземлювального пристрою до залізобетонної опори має бути доступним для виконання вимірювань без підняття на опору.

2.5.128 Залізобетонні фундаменти опор ПЛ напругою 110 кВ і вище можна використовувати як природні заземлювачі (за винятком **2.5.129** і **2.5.211**) у разі здійснення металічного зв'язку між анкерними болтами та арматурою фундаменту і за відсутності гідроізоляції залізобетону полімерними матеріалами.

Бітумна обмазка на залізобетонних опорах і фундаментах не впливає на їх використання як природних заземлювачів.

2.5.129 У разі проходження ПЛ напругою 110 кВ і вище по місцевості з глинистими, суглинистими, супіщаними і подібними ґрунтами з питомим опором $\rho \leq 1000$ Ом·м використовують арматуру залізобетонних фундаментів і опор як природні заземлювачі без додаткового укладання або в поєднанні з укладанням штучних заземлювачів. У ґрунтах з $\rho > 1000$ Ом·м необхідне значення опору заземлювального пристрою треба забезпечувати лише штучними заземлювачами.

2.5.130 Необхідний опір заземлювальних пристроїв опор ПЛ напругою 35 кВ і опор ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ, який визначають згідно з табл. 2.5.29, повинен забезпечуватися використанням штучних заземлювачів, а природну провідність фундаментів і підземних частин опор під час розрахунків враховувати немає потреби.

Використовувати природну провідність підземної частини залізобетонних опор ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ у ненаселеній місцевості як природні заземлювачі з ненормованим опором без додаткового укладання або в поєднанні з укладанням штучного заземлювача (**2.5.127**, підпункт б) можна за умови металевого зв'язку між стержнями поздовжньої арматури, яка знаходиться в підземній частині стояків опори, заземлювальними провідниками і штучним заземлювачем, якщо він є. Вертикальні штучні заземлювачі слід установлювати на відстані, не ближчий ніж 0,5 м від стояків опори.

За наявності в мережах напругою від 3 кВ до 20 кВ опор із заземлювальними пристроями, опір яких перевищує значення, наведені в табл. 2.5.29, час замикання на землю повинен бути обмеженим за умов термічної стійкості заземлювачів. Граничне його значення треба визначати для кожної окремої мережі залежно від її номінальної напруги, ємнісного струму замикання на землю і найбільшого значення ρ ґрунтів, по яких проходять ПЛ.

У тих випадках, коли граничного часу замикання на землю недостатньо для пошуку місця пошкодження, на шинах живильної підстанції рекомендовано встановлювати пристрій шунтування пошкодженої фази.

2.5.131 Для заземлення залізобетонних опор як заземлювальних провідників (заземлювальних спусків) необхідно використовувати елементи напруженої і ненапруженої поздовжньої арматури стояків, які металічно з'єднано між собою і які можна приєднувати до заземлювача і елементів опори, що підлягають заземленню.

Елементи арматури, які використовують як заземлювальні провідники і природні заземлювачі, повинні задовольняти вимогам до термічної стійкості в разі протікання струмів короткого замикання (КЗ). За час КЗ стержні не повинні нагріватися більше ніж на 60 °С.

Відтяжки залізобетонних опор потрібно використовувати як заземлювальні провідники додатково до арматури.

За неможливості виконання попередніх умов необхідно поза стояком або всередині його прокладати заземлювальний провідник. У разі прокладання заземлювального провідника на опорах ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ і неможливості металевого з'єднання його з арматурою, яка знаходиться в підземній частині опори (**2.5.130**), провідник треба приєднувати до штучного заземлювача з опором, не більшим від зазначеного в табл. 2.5.29, незалежно від того, по якій місцевості проходять ПЛ.

Троси, які заземлюють згідно з **2.5.120**, і деталі кріплення ізоляторів до траверси залізобетонних опор повинні бути металеві з'єднаними із заземлювальним провідником.

2.5.132 Переріз кожного із заземлювальних провідників (спусків) на опорі ПЛ не повинен бути меншим ніж 35 мм², а діаметр для однодротових провідників не повинен бути меншим ніж 10 мм (переріз 78,5 мм²). Кількість заземлювальних провідників на опорах ПЛ напругою 110 кВ і вище не повинна бути меншою ніж два.

Для районів із середньорічною відносною вологістю повітря 60 % і більше, а також у разі середньо- і сильноагресивних ступенів впливу середовища заземлювальні провідники (спуски) в місці їх входу в ґрунт слід захищати від корозії відповідно до вимог будівельних норм.

У разі небезпеки корозії заземлювачів треба збільшувати їх переріз або використовувати заземлювачі з гальванічним мідним покриттям (1.7.117).

На дерев'яних опорах рекомендовано застосовувати болтове з'єднання заземлювальних спусків; на металевих і залізобетонних опорах з'єднання заземлювальних спусків може бути як болтовим, так і зварним.

2.5.133 Заземлювачі опор ПЛ, як правило, повинні знаходитися на глибині, не меншій ніж 0,5 м, а в орній землі – на глибині 1 м. У разі встановлення опор у скельних ґрунтах допускається прокладати променеві заземлювачі безпосередньо під розбірним шаром над скельними породами за товщини шару, не меншої ніж 0,1 м. За меншої товщини цього шару або за його відсутності прокладати заземлювачі по поверхні скелі рекомендовано із заливанням їх цементним розчином.

ОПОРИ І ФУНДАМЕНТИ

2.5.134 Опори ПЛ поділяються на два основні види: анкерні опори, які повністю сприймають натяг проводів і тросів у суміжних з опорою прогонах, і проміжні, які не сприймають натягу проводів або сприймають його частково. На базі анкерних опор можна виконувати кінцеві і транспозиційні опори. Проміжні й анкерні опори можуть бути прямими і кутовими.

Залежно від кількості електричних кіл, проводи яких підвішують на опорах, останні поділяються на одноколові, двоколові і багатоколові.

Опори можна виконувати вільностоячими або з відтяжками.

Проміжні опори можуть бути гнучкої і жорсткої конструкції; анкерні опори повинні бути жорсткими. Допускається застосовувати анкерні опори гнучкої конструкції для ПЛ напругою до 35 кВ.

До опор жорсткої конструкції відносяться опори, відхилення вершини яких (без урахування повороту фундаментів) під час впливу розрахункових навантажень за другою групою граничних станів не перевищує 1/100 висоти опори. Опори, вершини яких відхиляються більше ніж на 1/100 їх висоти, відносяться до опор гнучкої конструкції.

Опори анкерного типу можуть бути нормальної і полегшеної конструкції (див. **2.5.80**).

Нові конструкції опор ПЛ напругою 330 – 750 кВ до введення їх у масове виробництво повинні проходити випробування за вимогами чинних стандартів.

2.5.135 Анкерні опори треба застосовувати в місцях, які визначаються умовами роботи на ПЛ під час їх спорудження та експлуатації, а також умовами роботи конструкції опори.

На нових (які проектується) ПЛ напругою 35 кВ і вище з підвісним кріпленням проводів відстань між анкерними опорами повинна бути не більшою ніж 10 км, а на ПЛ, які проходять по важкодоступній місцевості і в місцевості з особливо складними природними умовами – не більше ніж 5 км.

На ПЛ напругою 35 кВ і нижче з проводами, закріпленими на штирових (стрижневих) ізоляторах, відстань між анкерними опорами не повинна перевищувати 1,5 км у районах за ожеледдю 1 – 3 і 1 км – у районах за ожеледдю 4 і більше.

На ПЛ напругою 20 кВ і нижче з підвісними ізоляторами відстань між анкерними опорами не повинна перевищувати 3 км.

На ПЛ, які проходять по гірській або сильно пересіченій місцевості в районах за ожеледдю 3 і більше, рекомендовано встановлювати опори анкерного типу на перевалах і в інших точках, які різко піднімаються над навколишньою місцевістю.

2.5.136 Конструкції опор на відключеній ПЛ, а на ПЛ напругою 110 кВ і вище і за наявності на ній напруги повинні забезпечувати:

- виконання їх технічного обслуговування та ремонтних робіт;

- зручне і безпечне підняття виробничого (електротехнічного) персоналу на опору від рівня землі до вершини опори і його переміщення по елементах опори (стояках, траверсах, тросостояках, підкосах тощо).

На опорі та її елементах треба передбачати можливість кріплення спеціальних пристроїв і пристосувань для виконання експлуатаційних і ремонтних робіт.

2.5.137 Для піднімання виробничого (електротехнічного) персоналу на опору має бути передбачено такі заходи:

– на кожному стояку металевих опор висотою до 20 м за відстаней між точками кріплення решітки до поясів стояка понад 0,6 м або за нахилу решітки до горизонталі, більшого ніж 30° , а для опор висотою від 20 до 50 м – незалежно від відстаней між точками решітки і кута її нахилу – виконують спеціальні сходишки (степ-болти) на одному поясі або сходишки без огорожі, які доходять до відмітки верхньої траверси.

Конструкція тросостояка на цих опорах повинна забезпечувати зручне піднімання або мати спеціальні сходишки (степ-болти).

На металевих багатогранних гнутих стояках необхідно встановлювати стаціонарні драбини без огорож до висоти кріплення троса;

– на кожному стояку металевих опор висотою понад 50 м треба встановлювати сходишки з огорожею, які доходять до вершини опори. При цьому через кожні 15 м по вертикалі потрібно виконувати площадки (трапи) з огорожами. Трапи з огорожами виконують також на траверсах цих опор. На опорах із шпренгельними траверсами необхідно забезпечувати можливість триматися за тягу під час переміщення по траверсі;

– на залізобетонних опорах будь-якої висоти треба забезпечувати можливість піднімання на нижню траверсу з телескопічних вишок, по інвентарних драбинах або за допомогою спеціальних інвентарних піднімальних пристроїв. Для піднімання по залізобетонному центрифугованому стояку вище нижньої траверси на опорах ПЛ напругою від 35 кВ до 750 кВ потрібно передбачати стаціонарні лази (сходишки без огорож тощо).

Для піднімання по залізобетонному віброваному стояку ПЛ напругою 35 кВ і нижче, на якому встановлено силові або вимірювальні трансформатори, роз'єднувачі або інші апарати, треба передбачати можливість кріплення інвентарних драбинок або спеціальних інвентарних піднімальних пристроїв. На залізобетонні вібровані стояки, на яких вищезазначене електроустаткування не встановлюють, ця вимога не поширюється.

Зручне піднімання на тросостояки і металеві вертикальні частини стояків залізобетонних опор ПЛ напругою 35 кВ і вище має забезпечувати їх конструкція або спеціальні сходишки (степ-болти);

– залізобетонні опори, по яких не допускають піднімання по інвентарних драбинах або за допомогою спеціальних інвентарних підіймальних пристроїв (опори з відтяжками або внутрішніми зв'язками, закріпленими на стояку нижче нижньої траверси тощо) треба забезпечувати стаціонарними сходами без огорож, які доходять до нижньої траверси. Вище від нижньої траверси слід монтувати пристрої, зазначені в підпункті в) цього пункту.

РОЗТАШУВАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ НА ПЛ

2.5.138 Волоконно-оптичні кабелі розміщують на ПЛ будь-якого класу номінальної напруги виходячи із умов механічної міцності конструкцій ПЛ, наведеного на кабелі потенціалу, додержання необхідних габаритів тощо.

2.5.139 Вимоги **2.5.140 – 2.5.159** поширюються на розміщення на ПЛ оптичних кабелів (ОК) таких типів:

- ОКГТ – оптичний кабель, вбудований у грозозахисний трос;
- ОКФП – оптичний кабель, вбудований у фазний провід;
- ОКСН – оптичний кабель самоутримний неметалевий;
- ОКНН – оптичний кабель неметалевий, який прикріплюють або навивають на грозозахисний трос чи фазний провід.

2.5.140 Усі елементи ВОЛЗ-ПЛ повинні відповідати умовам роботи ПЛ. У разі механічних розрахунків ВОЛЗ-ПЛ кліматичні умови повинні відповідати вимогам, прийнятим для повітряної лінії електропередавання. Якщо ВОЛЗ-ПЛ споруджують на існуючих ПЛ, то приймають ті самі кліматичні умови, що й під час їх проектування та будівництва.

2.5.141 Для спорудження конкретної лінії зв'язку допускається використовувати кілька ПЛ різної напруги, які збігаються за напрямком з її трасою.

2.5.142 У разі спорудження введів ОК на регенераційні пункти і вузли зв'язку енергооб'єктів на окремих самостійних опорах конструктивне виконання і вимоги до параметрів і характеристик введів визначають у проекті.

2.5.143 Елементи ВОЛЗ-ПЛ, включаючи вводи ОК на регенераційні пункти, вузли зв'язку енергооб'єктів, треба

проектувати на такі самі кліматичні умови, що й для ПЛ, на якій ця ВОЛЗ розміщується. Вони повинні відповідати вимогам **2.5.25 – 2.5.85**.

2.5.144 Оптичні кабелі, які розміщуються на елементах ПЛ, повинні задовольняти таким вимогам:

- механічна міцність;
- термічна стійкість;
- стійкість до впливу грозових перенапруг;
- забезпечення навантажень на оптичні волокна, які не перевищують припустимих;
- стійкість до впливу корозії;
- стійкість до впливу електричного поля.

2.5.145 Механічний розрахунок ОКГТ, ОКФП, ОКСН треба виконувати на розрахункові навантаження за методом допустимих напружень з урахуванням залишкової деформації кабелів і допустимих навантажень на оптичне волокно.

2.5.146 Механічний розрахунок грозозахисного троса або фазного проводу, на яких розміщують ОКНН, треба виконувати з урахуванням додаткових вагових і вітрових навантажень від ОК у всіх режимах, зазначених у **2.5.76**.

2.5.147 Механічний розрахунок ОК усіх типів виконують для вихідних умов за **2.5.76**.

Значення фізико-механічних параметрів, необхідних для механічного розрахунку ОК, і дані з залишкової деформації приймають за технічними умовами на ОК або за даними виробників кабелів.

2.5.148 Оптичні кабелі потрібно захищати від вібрації відповідно до умов їх підвішування і вимог виробника ОК.

2.5.149 У разі підвішування на ПЛ ОКГТ і ОКФП їх розміщення повинне задовольняти вимогам **2.5.95 – 2.5.102** і **2.5.120**.

2.5.150 Кріплення ОКГТ до натяжних і підтримувальних підвісів виконують спіральними затискачами, незалежно від напруги ПЛ. ОКГТ треба, як правило, заземлювати на кожній опорі. Значення опору заземлювальних пристроїв опор, на яких підвішено ОКГТ, повинне відповідати значенню опору згідно з табл. 2.5.29. Допускається збільшувати ці опори в разі забезпечення термічної стійкості ОК.

Під час плавлення ожеледі на грозозахисних тросах допускається ізолювальне кріплення ОКГТ за умови, що стійкість оптичних волокон за температурним режимом задовольняє умови роботи в режимах плавлення ожеледі і протікання струмів на цій ділянці (див. також **2.5.151, 2.5.152, 2.5.154**).

2.5.151 Оптичні кабелі ОКГТ, ОКФП, ОКНН треба перевіряти на роботоздатність за температурним режимом під час протікання максимального повного струму КЗ, який визначають з урахуванням часу спрацювання резервних захистів, дії ПРВВ і АПВ і повного часу відключення вимикачів. Допускається не враховувати далеке резервування.

2.5.152 Оптичні кабелі ОКФП і ОКНН (у разі підвішування їх на фазному проводі) потрібно перевіряти на роботоздатність за температурним режимом за температур проводу, які виникають під час його нагрівання найбільшим робочим струмом лінії.

2.5.153 Напруженість електричного поля в точці підвішування ОКСН визначають з урахуванням реального розміщення кабелю, транспозиції фаз ПЛ, а також конструкції затискача (протектора).

2.5.154 Оптичний кабель типу ОКНН треба перевіряти:

- у разі підвішування його на фазному проводі – на стійкість до впливу електричного поля проводів;
- у разі підвішування його на грозозахисному тросі – на стійкість до впливу електричної напруги, наведеної на тросі, і до прямих ударів блискавки в трос.

2.5.155 Струми КЗ, на які виконують перевірку ОК (ОКГТ, ОКФП, ОКНН) на термічну стійкість, визначають з урахуванням перспективи розвитку енергосистеми.

2.5.156 Місце кріплення ОКСН на опорі з урахуванням його залишкової деформації в процесі експлуатації визначають, виходячи з умов:

- стійкості оболонки до впливу електричного поля;
- забезпечення найменшої відстані до поверхні землі – не менше ніж 5 м незалежно від напруги ПЛ і типу місцевості;
- забезпечення найменшої відстані від ОКСН до фазних проводів на опорі – не менше ніж 0,6 м для ПЛ напругою до 35 кВ; 1 м – напругою 110 кВ; 1,5 м – напругою 150 кВ; 2 м – напругою 220 кВ; 2,5 м – напругою 330 кВ; 3,5 м – напругою 500 кВ; 5 м – напругою 750 кВ за відсутності ожеледі і вітру.

З урахуванням зазначених умов ОКСН можна розміщувати як вище фазних проводів, так і між фазами або нижче фазних проводів.

2.5.157 У разі кріплення ОКНН до фазного проводу треба забезпечувати такі найменші відстані від проводів з прикріпленим або навитим ОК:

- до конструкції опори в разі відхилення від дії вітру – згідно з табл. 2.5.27; за кліматичних умов – відповідно до **2.5.85**.

- до землі, інженерних споруд і природних перешкод – згідно з табл. 2.5.30 – 2.5.36, 2.5.41, 2.5.42, 2.5.45 – 2.5.51.

2.5.158 У разі підвішування на ПЛ ОК будь-якого типу опори та їх закріплення в ґрунті слід перевіряти з урахуванням додаткових навантажень, які при цьому виникають.

2.5.159 Окремі відрізки ОК з'єднують спеціальними з'єднувальними муфтами, які розміщують на опорах.

Висота розміщення з'єднувальних муфт на опорах ПЛ повинна бути не меншою ніж 5 м від основи опори.

До опор ПЛ, на яких розміщують з'єднувальні муфти ОК, у будь-яку пору року треба забезпечувати під'їзд транспортних засобів зі зварювальним і вимірювальним обладнанням.

На опорах ПЛ, у разі розміщення на них муфт ОК, додатково до знаків, зазначених у **2.5.18**, треба наносити такі постійні знаки:

- умовне позначення ВОЛЗ;
- порядкове число з'єднувальної муфти.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО НЕНАСЕЛЕНИЙ І ВАЖКОДОСТУПНИЙ МІСЦЕВОСТЯХ

2.5.160 Відстані від проводів ПЛ до поверхні землі в ненаселених і важкодоступних місцевостях у нормальному режимі ПЛ не повинні бути меншими від зазначених у табл. 2.5.30.

Найменші відстані визначають за найбільшої стріли провисання проводу без урахування його нагрівання електричним струмом (якщо не передбачено режим передачі потужності з перегрівом проводів за **2.5.86**):

- за найвищої температури повітря – за **2.5.60**;
- за температури повітря за **2.5.23** при гранично допустимих значеннях напруженості електричного поля для ПЛ 330 кВ і вище;

– за розрахункового ожеледного навантаження – згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі – згідно з 2.5.61.

2.5.161 Під час вибору трас ПЛ усіх класів напруг рекомендовано не займати землі, які зрошують за допомогою дощувальних установок. Допускається проходження ПЛ по цих землях за умови виконання вимог будівельних норм і правил на меліоративні системи та споруди.

2.5.162 У місцях перетину ПЛ з меліоративними каналами найменша відстань по вертикалі від проводів за вищої температури повітря без урахування нагрівання проводу електричним струмом до підйимальної або висувної частини землерийних машин, розміщених на дамбі або бермі каналів, у робочому положенні або до габаритів землесосів за найбільшого рівня високих вод повинна бути не меншою від: 2 м – для ПЛ напругою до 20 кВ; 4 м – для ПЛ напругою від 35 кВ до 110 кВ; 5 м – для ПЛ напругою 150–220 кВ; 6 м – для ПЛ напругою 330 кВ; 9 м – для ПЛ напругою 500 – 750 кВ.

Опори треба розміщувати поза смугою земель, відведених у постійне користування для меліоративних каналів.

Таблиця 2.5.30 – Найменші відстані від проводів ПЛ до поверхні землі в ненаселеній і важкодоступній місцевості

Характеристика місцевості	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ						
	до 20	35 – 110	150	220	330	500	750
Ненаселена місцевість; райони степів з ґрунтами, не придатними для землеробства	6	6	6,5	7	7,5	8	12
Важкодоступна місцевість	5	5	5,5	6	6,5	7	10
Недоступні схили гір, скелі, бескиди тощо	3	3	3,5	4	4,5	5	7,5

2.5.163 Якщо ПЛ проходить паралельно з меліоративними каналами, крайні проводи ПЛ у разі невідхиленого їх положення треба розміщувати поза смугою земель, відведених у постійне користування для меліоративних каналів.

2.5.164 Шпалерний дріт для підвішування винограду, хмелю та інших аналогічних сільськогосподарських культур або дріт огорожі культурних пасовищ, який перетинається з ПЛ напругою 110 кВ і вище під кутом, меншим ніж 70° , або проходить на протяжності 2 км та більше за відстані від осі ПЛ напругою 110 кВ і вище змінного струму за напруги 110 кВ – 100 м; напруги 154, 220 кВ – 150 м; напруги 330, 500 кВ – 200 м; 750 кВ – 250 м, треба заземлювати через кожні 50 – 70 м в межах охоронної зони ПЛ. Опір заземлення не нормується, переріз заземлювального провідника повинен бути не меншим від перерізу дроту шпалери чи огорожі в зоні перетину.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО ТЕРИТОРІЇ, ЗАЙНЯТІЙ НАСАДЖЕННЯМИ

2.5.165 Необхідно, як правило, уникати прокладання ПЛ по землях, зайнятих лісами природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, рекреаційно-оздоровчими лісами, захисними лісами, а також парками і садами.

2.5.166 Для проходження ПЛ по території, зайнятій насадженнями, треба прорубувати просіки або влаштовувати проїзди до опор згідно з проектами будівництва ПЛ.

Ширину просік у насадженнях приймають залежно від висоти насаджень з урахуванням їх перспективного росту протягом 25 років з часу введення ПЛ в експлуатацію та категорії лісів:

а) для проходження ПЛ через сади або інші багаторічні насадження із перспективною висотою до 4 м просіки прокладають у разі, якщо необхідність їх улаштування визначено умовами будівництва ПЛ.

За необхідності улаштування просік їх ширина має дорівнювати відстані між крайніми проводами плюс додаткові відстані:

– для ПЛ напругою до 20 кВ – по 1 м по обидва боки від проекції крайніх проводів;

– для ПЛ напругою від 35 кВ до 150 кВ – по 2 м по обидва боки від проекції крайніх проводів;

– для ПЛ напругою 220 кВ, 330 кВ, 400 кВ, 500 кВ та 750 кВ – по 3 м по обидва боки від проекції крайніх проводів.

Для експлуатації ПЛ, які проходять через ліси, сади або насадження інших дерев, в яких просіку проектом не передбачено, улаштовують проїзди до опор для автотранспортної та спеціальної техніки, а також вільні від насаджень земельні ділянки в радіусі до 5 м навколо фундаментів або елементів опор, які необхідні для виконання ремонтних і експлуатаційних робіт;

б) у насадженнях із перспективною висотою порід понад 4 м в лісах природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, рекреаційно-оздоровчих і захисних лісах, у парках і садах ширина просіки A , м, ПЛ має дорівнювати:

$$A = D + 2(B + a + K), \quad (2.5.26)$$

де D – відстань по горизонталі між крайніми, найбільш віддаленими проводами фаз, м;

B – найменша допустима відстань по горизонталі між крайнім проводом ПЛ і кроною дерев (ці відстані повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.31), м;

Таблиця 2.5.31 – Найменша відстань по горизонталі між проводами ПЛ і кронами дерев

Напруга ПЛ, кВ	До 20	35 – 110	150 – 220	330 – 500	750
Найменша відстань, м	2	3	4	5	8

a – горизонтальна проекція стріли провисання проводу і підтримувального ізоляційного підвісу, м, за найбільшого їх відхилення згідно з формулами (2.5.21 а) і (2.5.21 б) з урахуванням типу місцевості за **2.5.45**;

K – радіус горизонтальної проекції крони з урахуванням перспективного росту протягом 25 років з часу введення ПЛ в експлуатацію, м.

Радіуси проекцій крон дерев основних лісоутворювальних порід приймають такими, м:

- сосна, модрина – 7,0;
- ялина, ялиця, клен, осика – 5,0;
- дуб, бук – 9,0;
- липа, береза – 4,5.

Для інших порід дерев радіуси проекцій крон визначають під час конкретного проектування згідно з даними власника насаджень;

в) в експлуатаційних лісах із перспективною висотою порід понад 4 м ширину просіки приймають такою, що дорівнює більшому з двох значень, обчислених за формулою (2.5.26) і за формулою:

$$A = D + 2H, \quad (2.5.27)$$

де H – висота насаджень з урахуванням перспективного росту, м.

г) для ПЛЗ ширину просік у насадженнях приймають не меншою, ніж відстань між крайніми проводами, плюс 2 м у кожен бік незалежно від висоти насаджень. У разі проходження ПЛЗ по території фруктових садів з деревами висотою понад 4 м відстань від крайніх проводів до дерев повинна бути не меншою ніж 2 м.

2.5.167 У місцях, де ПЛ мають конструктивні рішення з підвищеними вертикальними відстанями над насадженнями, у місцях зниження рельєфу, на косогорах і в ярах просіку для ПЛ прокладають шириною, визначеною відповідно до **2.5.166**, підпункт а), якщо відстань по вертикалі від верхівки дерев до проводу лінії у стані його найбільшого провисання є більшою ніж:

- 2 м – для ПЛ напругою до 110 кВ;
- 3 м – для ПЛ напругою 150 кВ, 220 кВ;
- 4 м – для ПЛ напругою 330 кВ;
- 5 м – для ПЛ напругою 500 кВ;
- 8 м – для ПЛ напругою 750 кВ.

2.5.168 Окремі дерева чи групи дерев, які ростуть поза просікою і загрожують падінням на проводи або опори ПЛ, треба вирубувати.

По всій ширині просіки по трасі ПЛ її треба очищувати від вирубаних дерев і чагарників, місця порушення схилів на просіках треба засаджувати чагарниковими породами.

На пухких (піщаних) ґрунтах, крутих (понад 15°) схилах і в місцях, які зазнають розмивання та впливу вітрової ерозії, заборонено викорчовувати пні, вирубувати кущі та молодняк висотою до 2 м. На інших ділянках просік пні потрібно викорчовувати або зрізувати їх під рівень землі та рекультивувати землі.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ЧЕРЕЗ НАСЕЛЕНУ МІСЦЕВІСТЬ

2.5.169 Прокладати ПЛ у населеній місцевості необхідно з дотриманням вимог державних будівельних норм України «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень». Прокладати ПЛ 750 кВ у населеній місцевості не дозволено. ПЛ напругою від 35 кВ до 500 кВ необхідно, як правило, розміщувати за межами сільбищних територій. На сільбищних територіях усіх видів поселень дозволено споруджувати ПЛ напругою, нижчою ніж 35 кВ. ПЛ напругою 35 кВ дозволено споруджувати на сільбищних територіях усіх видів поселень із будинками висотою до трьох поверхів включно.

Допускається проходження ПЛ напругою від 35 кВ до 500 кВ через протяжні сільські населені пункти з однорядною чи дворядною забудовою за умови виділення коридору між садибами, ширина якого для ПЛ напругою від 35 кВ до 220 кВ має дорівнювати ширині охоронної зони відповідно до табл. 2.5.32, а для ПЛ напругою від 330 кВ до 500 кВ – ширині санітарно-захисної зони відповідно до табл. 2.5.32 плюс 20 м з кожного боку зони.

Таблиця 2.5.32 – Відстань від проводів до межі зон і споруд

Напруга, кВ	Відстань по горизонталі від проєкції крайніх проводів до межі зон і споруд, м		
	Проводи у невідхиленому стані		Проводи в стані найбільшого відхилення
	Відстань до межі ОЗ	Відстань до межі СЗЗ	Відстань до об'єктів (будівель, споруд, гаражів), розташованих в ОЗ
Понад 1 до 20	10	–	2
35	15	–	4
110	20	–	4
150	25	–	5
220	25	–	6
330	30	20	8
500	30	30	Розташування об'єктів в ОЗ заборонено*
750	40	40	Те саме

* До виробничих будівель і споруд лише на території електроустановок дозволена відстань становить 10 м.

Кут перетину ПЛ з вулицями (проїздами) не нормується. У разі проходження ПЛ уздовж вулиці проводи допускається розташовувати над проїзною частиною вулиць і доріг місцевого значення.

2.5.170 Кріплення проводів ПЛ на штирових (стрижневих) ізоляторах повинне бути подвійним, а на ПЛЗ – посиленим. У разі застосування підвісних і полімерних ізоляторів кріплення проводів на проміжних опорах треба виконувати за допомогою глухих затискачів.

2.5.171 Найменші відстані від проводів ПЛ до поверхні землі в населеній місцевості в нормальному режимі роботи ПЛ потрібно приймати не меншими від зазначених у табл. 2.5.33.

Найменші відстані визначають за найбільшої стріли провисання проводу за температурних умов і умов механічних навантажень, установлених у **2.5.160**.

2.5.172 У місцях проходження ПЛ через вулиці, проїзди тощо відстані по вертикалі від проводів перерізом алюмінієвої частини, меншим за 185 мм^2 , до поверхні землі треба перевіряти також на обрив проводу в суміжному прогоні за середньорічної температури повітря, без урахування нагрівання проводів електричним струмом. Ці відстані повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.33.

У разі проходження ПЛ через спеціально відведені (у межах міст) коридори, а також для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 185 мм^2 і більше перевіряти вертикальні відстані в разі обриву проводів не потрібно.

2.5.173 Відстань по горизонталі від основи опори ПЛ до кювету або бордюрного каменя проїзної частини вулиці (проїзду) повинна бути не меншою ніж 2,0 м; відстань до тротуарів і пішохідних доріжок не нормується.

Для запобігання наїздам транспортних засобів на опори ПЛ, установлені в межах міських і сільських вулиць і доріг, їх слід огорожувати відповідно до вимог будівельних норм і правил.

2.5.174 Проходження ПЛ напругою до 330 кВ над будівлями та спорудами, які не заборонено розташовувати в ОЗ ПЛ (див. **2.5.175**), а також проходження ПЛ напругою до 500 кВ над виробничими будівлями і спорудами на території електроустановок виконують за таких умов:

– будівлі і споруди повинні мати I або II ступінь вогнестійкості відповідно до будівельних норм і правил пожежної безпеки, а також покрівлю із матеріалів групи горючості Г1 або Г2;

– відстань по вертикалі від проводів ПЛ до зазначених будівель і споруд за найбільшої стріли провисання повинна бути не меншою від зазначених у табл. 2.5.33;

– кріплення проводів на ПЛ напругою до 220 кВ у прогонах перетину має бути подвійним.

Проходження ПЛ напругою від 330 кВ до 500 кВ над виробничими будівлями допускається за умови забезпечення захисту працівників, які перебувають або можуть перебувати в будівлі, від впливу електричного поля.

Таблиця 2.5.33 – Найменша відстань по вертикалі від проводів ПЛ до поверхні землі, виробничих будівель і споруд у населеній місцевості

Умови роботи ПЛ	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	до 35	110	150	220	330	500
Нормальний режим:						
– до поверхні землі;	7	7	7,5	8	11	15,5
– до виробничих будівель і споруд	3	4	4	5	7,5	8
Обірвано провід у суміжному прогоні до поверхні землі	5,5	5,5	5,5	5,5	–	–
Примітка. ПЛ не повинні перешкоджати безпечній роботі пожежних автодрабин і колінчастих підйомників.						

Металеві покрівлі, над якими проходять ПЛ, треба заземлювати, а покрівлі, над якими проходять ПЛ напругою від 330 кВ до 500 кВ, – заземлювати у двох точках. Опір заземлення повинен бути не більшим від зазначеного в табл. 2.5.29.

2.5.175 Під час вибору трас ПЛ слід мати на увазі та неухильно дотримуватися обмежень щодо знаходження в охоронних зонах ПЛ будівель і споруд, визначених законом України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» та Правилами охорони електричних мереж.

Якщо відстань до об'єкта в ОЗ є меншою, ніж передбачено табл.2.5.32, або об'єкт розташовано безпосередньо під прово-

дами ПЛ, то вертикальні габарити між проводами і об'єктом повинні бути не меншими, ніж визначені в табл. 2.5.33; крім того – має бути виконано додаткові умови, визначені в **2.5.174**.

Допускається, як виняток, на ділянках траси ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ, які проходять у стиснених умовах, відстань по горизонталі від крайніх проводів ПЛ за найбільшого їхнього відхилення до найближчих частин житлових, громадських і садових будинків, які виступають, приймати не меншою ніж 2 м за умови застосування на таких ділянках ПЛЗ (**2.5.2**).

2.5.176 Відстані від відхилених проводів ПЛ, розташованих уздовж вулиць, у парках і садах, до дерев, а також до тросів підвішування дорожніх знаків повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.31.

2.5.177 Якщо за відстаней, зазначених у **2.5.175**, від ПЛ до будівель і споруд, які мають приймальну радіо- або телевізійну апаратуру, радіоперешкоди перевищують значення, нормовані державними стандартами, і якщо дотримання вимог стандартів не може бути досягнуто спеціальними заходами (застосуванням виносних антен, зміною конструкції ПЛ і тощо) або ці заходи є недоцільними, то відстані від крайніх проводів ПЛ у разі невідхиленого їхнього положення до найближчих виступних частин цих будівель і споруд приймають не меншими ніж: 10 м – для ПЛ напругою до 35 кВ; 50 м – для ПЛ напругою 110 – 220 кВ і 100 м – для ПЛ напругою 330 кВ і вище.

Відстані до радіоцентрів, телецентрів, вузлів радіофікації тощо приймають відповідно до **2.5.206**.

Розрахунок рівня радіоперешкод виконують з урахуванням глави 1.3 цих Правил і **2.5.90**.

2.5.178 Відстані від заземлювачів опор ПЛ до прокладених у землі силових кабелів приймають відповідно до глави 2.3 цих Правил.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ МІЖ СОБОЮ

2.5.179 Кут перетину ПЛ напругою від 1 кВ і вище між собою і з ПЛ (ПЛІ) напругою до 1 кВ не нормується.

2.5.180 Місце перетину слід вибирати якнайближче до опори верхньої (яка перетинає) ПЛ. Відстані від проводів нижньої (яку перетинають) ПЛ до опор верхньої ПЛ по горизонталі і від проводів верхньої ПЛ до опор нижньої ПЛ у просвіті повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.34, а також не меншими ніж 1,5 м – для ПЛЗ і 0,5 м – для ПЛІ.

Таблиця 2.5.34 – Найменша відстань між проводами та опорами ПЛ, які перетинаються

Напруга ПЛ, кВ	Найменша відстань від проводів до найближчої частини опори, м	
	За найбільшого відхилення проводів	За невідхиленого положення проводів
До 330	3	6
500	4	10
750	6	15

Допускається виконувати перетини ПЛ і ПЛЗ між собою і з ПЛ (ПЛІ) напругою до 1 кВ на спільній опорі.

2.5.181 Опори ПЛ напругою 500 – 750 кВ, які обмежують прогін перетину з ПЛ напругою 500 кВ, повинні бути анкерного типу. Перетин ПЛ напругою 500 – 750 кВ з ПЛ напругою 330 кВ і нижче, а також ПЛ напругою 330 кВ і нижче між собою допускається здійснювати в прогонах, обмежених як проміжними, так і анкерними опорами. Перетину ПЛ напругою 750 кВ між собою слід уникати.

2.5.182 У разі перетину ПЛ напругою 500 – 750 кВ з ПЛ напругою від 6 кВ до 20 кВ і ПЛ (ПЛІ) напругою до 1 кВ опори перетнутих ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерного типу, а проводи перетнутих ПЛ у прогоні перетину повинні бути:

– сталевалюмінієвими перерізом алюмінієвої частини не менше ніж 70 мм^2 – для ПЛ напругою від 6 кВ до 20 кВ;

– сталевалюмінієвими перерізом алюмінієвої частини проводів із алюмінієвого сплаву не менше ніж 70 мм^2 або з термообробленого алюмінієвого сплаву перерізом не менше ніж 70 мм^2 – для ПЛЗ напругою від 6 кВ до 20 кВ;

– алюмінієвими перерізом не менше ніж 50 мм^2 – для ПЛ напругою до 1 кВ;

– джгут СИП без несучого нульового проводу перерізом фазної жили не менше ніж 25 мм^2 або з несучим проводом з термообробленого алюмінієвого сплаву перерізом не менше ніж 50 мм^2 .

Проводи в прогонах перетинів треба кріпити на опорах за допомогою:

– підвісних скляних ізоляторів – для ПЛ (ПЛЗ) напругою від 6 кВ до 20 кВ;

– штирових ізоляторів з подвійним кріпленням до них – для ПЛ напругою до 1 кВ;

– натяжних анкерних затискачів – для ПЛП.

2.5.183 На проміжних опорах ПЛ, яка перетинає, з підтримувальними ізоляційними підвісами проводи слід підвішувати в глухих затискачах, а на опорах із штировими (стержневими) ізоляторами необхідно застосовувати подвійне кріплення проводу.

На проміжних опорах існуючої ПЛ напругою 750 кВ, які обмежують прогін перетину з новозбудованими під нею ПЛ напругою до 330 кВ, а також на існуючих ПЛ напругою до 500 кВ перерізом алюмінієвої частини проводів 300 мм^2 і більше в разі спорудження під ними інших ПЛ допускається залишати затискачі з обмеженою міцністю закріплення і випадуючі затискачі.

2.5.184 Проводи ПЛ більш високої напруги, як правило, треба розташовувати вище від проводів перетнутих ПЛ меншої напруги. Допускається як виняток проходження ПЛ напругою 35 кВ і вище з проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм^2 і більше над проводами ПЛ більш високої напруги, але не вище ніж напругою 220 кВ. У містах і селищах міського типу допускається проходження ПЛП чи ПЛ з ізольованими самоутримними проводами напругою до 1 кВ над проводами ПЛ напругою до 20 кВ. При цьому проходження ПЛ меншої напруги над проводами двоколових ПЛ більш високої напруги не допускається.

2.5.185 Перетин ПЛ напругою від 35 кВ до 500 кВ з двоколовими ПЛ таких самих напруг, що призначено для електропостачання споживачів, які не мають резервного електроживлення, або з двоколовими ПЛ, кола яких є взаєморезервованими, треба, як правило, здійснювати в різних прогонах ПЛ, які перетинаються і які розділено анкерною опорою. Перетин ПЛ напругою 750 кВ з такими ПЛ допускається виконувати в одному прогоні, обмеженому як анкерними, так і проміжними опорами.

На ділянках траси в стиснених умовах перетин ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм² і більше з двоколовими ПЛ допускається здійснювати в одному прогоні тієї ПЛ, яка перетинає, обмеженому проміжними опорами. При цьому на опорах, які обмежують прогін перетину, треба застосовувати дволанцюгові підтримувальні ізоляційні підвіси з окремим кріпленням ланцюгів до опори.

2.5.186 Найменші відстані між найближчими проводами (або проводами та тросами) перетнутих ПЛ потрібно приймати не меншими від зазначених у табл. 2.5.35 за температури повітря плюс 15 °С без вітру, для проміжних значень довжин прогонів відповідні відстані визначають за допомогою лінійної інтерполяції.

Відстань між найближчими проводами ПЛ, яка перетинає, і перетнутою ПЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ за умови, що хоча б одну з них виконано захищеними проводами, за температури плюс 15 °С без вітру, повинна бути не меншою за 1,5 м.

Відстань по вертикалі між найближчими проводами ПЛЗ, яка перетинає, і перетнутої ПЛІ за температури повітря плюс 15 °С без вітру повинна бути не меншою за 1 м.

Допускається залишати опори перетнутих ПЛ напругою до 110 кВ під проводами ПЛ напругою до 500 кВ, які перетинають, якщо відстань по вертикалі від проводів ПЛ, яка перетинає, до верху опори перетнутої ПЛ на 4 м є більшою від зазначених у табл. 2.5.35.

Допускається залишати опори перетнутих ПЛ напругою до 150 кВ під проводами ПЛ напругою 750 кВ, які перетинають, якщо відстань по вертикалі від проводів ПЛ напругою 750 кВ до верху опори, перетнутої ПЛ, становить не менше ніж 12 м за вищої температури повітря.

2.5.187 Відстані між найближчими проводами (чи між проводами та тросами) перетнутих ПЛ напругою 35 кВ і вище підлягають додатковій перевірці на умови відхилення проводів (тросів) однієї з перетнутих ПЛ у прогоні перетину за вітрового тиску згідно з формулою (2.5.11), спрямованого перпендикулярно до осі прогону даної ПЛ, і невідхиленого положення проводу (троса) іншої. При цьому відстані між проводами та тросами або проводами повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.27 або 2.5.28 для умов найбільшої робочої напруги, температуру повітря для невідхилених проводів приймають за **2.5.61**.

2.5.188 На ПЛ з дерев'яними опорами, не захищених тросами, на опорах, які обмежують прогони перетину, треба установлювати ОПН на обох перетнутих ПЛ. Відстані між проводами перетнутих ПЛ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.35.

На опорах ПЛ напругою 35 кВ і нижче в разі перетину їх з ПЛ напругою 750 кВ і нижче допускається застосовувати іскрові проміжки (ІП). При цьому для ПЛ напругою 35 кВ треба передбачати автоматичне повторне ввімкнення. ІП на одностоякових і А-подібних опорах з дерев'яними траверсами виконують у вигляді одного заземлювального спуску і закінчують бандажами на відстані 75 см (по дереву) від точки кріплення нижнього ізолятора. На П- і АП-подібних опорах заземлювальні спуски прокладають на двох стояках опор до траверси.

На ПЛ з дерев'яними опорами, не захищених тросами, в разі перетину їх з ПЛ напругою 750 кВ металеві деталі для кріплення проводів (гаки, штирі, оголовки) треба заземлювати на опорах, які обмежують прогін перетину, а кількість підвісних ізоляторів в ізоляційних підвісах повинна відповідати ізоляції для металевих опор. При цьому на опорах ПЛ напругою 35 – 110 кВ установлюють захисні апарати.

Якщо відстань від місця перетину до найближчих опор перетнутих ПЛ становить понад 40 м, то захисні апарати допускається не встановлювати. Заземлювати деталі кріплення проводів на опорах ПЛ напругою 35 кВ і вище не потрібно.

Таблиця 2.5.35 – Найменша відстань між проводами або проводами та тросами перетнутих ПЛ на металевих і залізобетонних опорах, а також на дерев'яних опорах за наявності грозозахисних пристроїв

Довжина прогону ПЛ, яка перетинає, м	Найменша відстань, м, за відстані від місяця перетину до найближчої опори ПЛ, м					
	30	50	70	100	120	150
У разі перетину ПЛ 750 кВ з ПЛ меншої напруги						
До 200	6,5	6,5	6,5	7,0	–	–
300	6,5	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
450	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
500	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
У разі перетину ПЛ 330-500 кВ між собою і з ПЛ меншої напруги						
До 200	5,0	5,0	5,0	5,5	–	–
300	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
450	5,0	5,5	6,0	7,0	7,5	8,0
У разі перетину ПЛ 150-220 кВ між собою і з ПЛ меншої напруги						
До 200	4	4	4	4	–	–
300	4	4	4	4,5	5	5,5
450	4	4	5	6	6,5	7
У разі перетину ПЛ 20-110 кВ між собою і з ПЛ меншої напруги						
До 200	3	3	3	4	–	–
300	3	3	4	4,5	5	–
У разі перетину ПЛ 10 кВ між собою і з ПЛ меншої напруги						
До 100	2	2	–	–	–	–
150	2	2,5	2,5	–	–	–

Установлювати захисні апарати на опорах перетину не вимагається:

- для ПЛ з металевими та залізобетонними опорами;
- для ПЛ з дерев'яними опорами за відстаней між проводами ПЛ, які перетинаються, не менших ніж: 9 м – за напруги 750 кВ; 7 м – за напруги від 330 кВ до 500 кВ; 6 м – за напруги 150 – 220 кВ; 5 м – за напруги 35 – 110 кВ; 4 м – за напруги до 20 кВ.

Опір заземлювальних пристроїв дерев'яних опор із захисними апаратами приймають відповідно до табл. 2.5.29.

2.5.189 У разі паралельного проходження та зближення ПЛ однієї напруги між собою або з ПЛ інших напруг відстані по горизонталі повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.36 і прийматися такими, як для ПЛ більш високої напруги. Зазначені відстані підлягають додатковій перевірці:

Таблиця 2.5.36 – Найменша відстань по горизонталі між ПЛ

Ділянки траси ПЛ	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ								
	до 20	35	110	150	220	330	500	750	ПЛЗ
Ділянки вільної від забудови траси, між осями ПЛ	Висота найвищої опори*								3
Ділянки траси в стиснених умовах, підходи до підстанцій: – між крайніми проводами в невідхиленому положенні; – від відхилених проводів однієї ПЛ до найближчих частин опор іншої ПЛ	2,5	4	5	6	7	10	15	20**	2
	2	4	4	5	6	8	10	10	2
* Не менше ніж 50 м – для ПЛ 500 кВ і не менше ніж 75 м – для ПЛ 750 кВ.									
** Для двох і більше ПЛ 750 кВ фазування суміжних крайніх фаз повинне бути різноименним.									

– щодо неперевищення зсуву нейтралі понад 15 % фазної напруги в нормальному режимі роботи ПЛ до 35 кВ з ізолюваною нейтраллю за рахунок електромагнітного та електростатичного впливу ПЛ більш високої напруги;

– щодо унеможливлення розвитку резонансних перенапруг у вимкненому стані ПЛ напругою 500 – 750 кВ, обладнаних компенсувальними пристроями (шунтувальними реакторами, синхронними або тиристорними статичними компенсаторами тощо). Ступінь компенсації робочої ємності лінії, відстані між осями ПЛ і довжини відрізків зближень треба визначати за допомогою розрахунків.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ ЗІ СПОРУДАМИ ЗВ'ЯЗКУ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ЛІНІЯМИ РАДІОТРАНСЛЯЦІЙНИХ МЕРЕЖ, КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ ТА ІНТЕРНЕТУ

2.5.190 Перетин ПЛ напругою до 35 кВ з лініями зв'язку (ЛЗ), лініями радіотрансляційних мереж (ЛРМ) і кабельного телебачення та Інтернету (КТ) виконують за одним з варіантів:

- проводами ПЛ та підземним кабелем ЛЗ*, ЛРМ, КТ;
- проводами ПЛ та повітряним кабелем ЛЗ, ЛРМ, КТ;
- підземною кабельною вставкою у ПЛ та неізолюваними проводами ЛЗ і ЛРМ;
- проводами ПЛ та неізолюваними проводами ЛЗ і ЛРМ.

2.5.191 Перетин ПЛ напругою до 35 кВ з неізолюваними проводами ЛЗ і ЛРМ можна застосовувати в таких випадках:

- якщо неможливо прокласти ні підземний кабель ЛЗ і ЛРМ, ні кабель ПЛ;
- якщо застосування кабельної вставки в ЛЗ призведе до необхідності встановлення додаткового або перенесення раніше встановленого підсилювального пункту ЛЗ;
- якщо в разі застосування кабельної вставки в ЛРМ загальна довжина кабельних вставок у лінію перевищує припустимі значення;
- якщо на ПЛ застосовано підвісні ізолятори. При цьому ПЛ на ділянці перетину з неізолюваними проводами ЛЗ і ЛРМ виконують з підвищеною механічною міцністю проводів і опор (див. **2.5.198**).

*У цій главі до кабелів зв'язку відносяться металеві та оптичні кабелі з металевими елементами.

2.5.192 Перетин ПЛ напругою від 110 кВ до 500 кВ з ЛЗ і ЛРМ виконують за одним із таких варіантів:

- проводами ПЛ та підземним кабелем ЛЗ, ЛРМ і КТ;
- проводами ПЛ та проводами ЛЗ, ЛРМ і КТ.

Перетин ПЛ напругою 750 кВ із ЛЗ, ЛРМ і КТ виконують підземним кабелем ЛЗ, ЛРМ і КТ.

2.5.193 У разі перетину ПЛ напругою від 110 кВ до 500 кВ з проводами повітряних ЛЗ і ЛРМ застосовувати кабельні вставки немає потреби, якщо:

- застосування кабельної вставки в ЛЗ може призвести до необхідності встановлення додаткового підсилювального пункту на ЛЗ, а відмова від застосування цієї кабельної вставки не призведе до збільшення негативного впливу ПЛ на ЛЗ понад допустимі норми;

- застосування кабельної вставки в ЛРМ може призвести до перевищення сумарної припустимої довжини кабельних вставок у лінії, а відмова від цієї кабельної вставки не призведе до збільшення негативного впливу ПЛ на ЛРМ понад допустиме значення.

2.5.194 У прогоні перетину ЛЗ і ЛРМ з ПЛ напругою до 750 кВ, на яких передбачають канали високочастотного зв'язку і телемеханіки з апаратурою, яка працює в співпадаючому спектрі частот з апаратурою ЛЗ і ЛРМ і має потужність на один канал:

- понад 10 Вт – ЛЗ і ЛРМ виконують підземними кабельними вставками. Довжину кабельної вставки визначають з розрахунку негативного впливу ПЛ, при цьому відстань по горизонталі від основи кабельної опори ЛЗ і ЛРМ до проекції крайнього проводу ПЛ на горизонтальну площину повинна бути не меншою ніж 100 м;

- від 5 до 10 Вт – необхідність застосування кабельної вставки в ЛЗ і ЛРМ чи прийняття інших засобів захисту визначають шляхом розрахунку перешкоджаючого впливу. При цьому у разі застосування кабельної вставки відстань у просвіті від невідхилених проводів ПЛ напругою до 500 кВ до вершин кабельних опор ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою ніж 20 м, а для ПЛ напругою 750 кВ – не меншою ніж 30 м;

- менше 5 Вт або якщо високочастотна апаратура ПЛ працює в неспівпадаючому спектрі частот або ЛЗ і ЛРМ не ущіль-

нено високочастотною апаратурою – застосовувати кабельну вставку в разі перетину з ПЛ напругою до 750 кВ за умови перешкоджального впливу немає потреби. Якщо кабельна вставка в ЛЗ і ЛРМ обладнується не за умови перешкоджального впливу від високочастотних каналів ПЛ, то відстань по горизонталі від основи кабельної опори ЛЗ і ЛРМ до проекції на горизонтальну площину крайнього невідхиленого проводу ПЛ напругою 330 кВ повинна бути не меншою ніж 15 м. Для ПЛ напругою 500 кВ відстань у просвіті від крайніх невідхилених проводів до вершини кабельних опор ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою ніж 20 м, а для ПЛ напругою 750 кВ – не меншою ніж 30 м.

2.5.195 Перетин проводів ПЛ з повітряними лініями міського телефонного зв'язку не допускається; ці лінії в прогоні перетину з проводами ПЛ треба виконувати лише підземними кабелями.

2.5.196 У разі перетину ПЛ з підземним кабелем зв'язку, КТ і ЛРМ (або з підземною кабельною вставкою) треба дотримуватися таких вимог:

а) кут перетину ПЛ напругою до 110 кВ з ЛЗ і ЛРМ не нормується;

б) відстань від підземних кабелів ЛЗ і ЛРМ до найближчого заземлювача опори ПЛ напругою до 35 кВ чи її підземної металевої або залізобетонної частини повинна бути:

1) у населеній місцевості – не меншою ніж 3 м;

2) у ненаселеній місцевості – не меншою від відстаней, зазначених у табл. 2.5.37.

Таблиця 2.5.37 – Найменші відстані від підземних кабелів ЛЗ (ЛРМ) до найближчого заземлювача опори ПЛ та її підземної частини

Еквівалентний питомий опір ґрунту, Ом·м	Найменші відстані, м, для ПЛ напругою, кВ		
	До 35	110 – 500	750
До 100	10	10	15
Від 100 до 500	15	25	25
Від 500 до 1000	20	35	40
Понад 1000	30	50	50

Відстань від підземних кабелів ЛЗ, ЛРМ і КТ до підземної частини незаземленої дерев'яної опори ПЛ напругою до 35 кВ повинна бути:

- у населеній місцевості – не меншою ніж 2 м (у стиснених умовах зазначену відстань можна зменшувати до 1 м за умови прокладання кабелю в трубі з ізоляційного матеріалу на довжину в обидва боки від опори, не меншу ніж 3 м);

- у ненаселеній місцевості: не меншою ніж 5 м – у разі еквівалентного питомого опору ґрунту до 100 Ом·м; 10 м – у разі еквівалентного питомого опору ґрунту від 100 до 500 Ом·м; 15 м – у разі еквівалентного питомого опору ґрунту від 500 до 1000 Ом·м; 25 м – у разі еквівалентного питомого опору ґрунту понад 1000 Ом·м;

- в) відстань від підземних кабелів ЛЗ, ЛРМ і КТ до найближчого заземлювача опори ПЛ напругою 110 кВ і вище та її підземної частини повинна бути не меншою від зазначених у табл. 2.5.37;

- г) у разі прокладання підземного кабелю (кабельної вставки) у сталевих трубах або покриття його швелером, кутником або в разі прокладання його в поліетиленовій трубі, закритій з обох боків від попадання ґрунту, на довжині, яка дорівнює відстані між проводами ПЛ плюс 10 м з кожного боку від крайніх проводів для ПЛ напругою до 500 кВ і 15 м для ПЛ напругою 750 кВ допускається зменшувати відстані, зазначені в табл. 2.5.37, до 5 м – для ПЛ напругою до 500 кВ і до 10 м – для ПЛ напругою 750 кВ.

Металеве покриття кабелю в цьому разі необхідно з'єднувати з трубою або іншими металевими захисними елементами. Ця вимога не поширюється оптичні кабелі і кабелі із зовнішнім ізолювальним шлангом, у тому числі з металевою оболонкою. Металеве покриття кабельної вставки треба заземлювати на кінцях. У разі зменшення відстаней, зазначених у табл. 2.5.37, між кабелем і опорами ПЛ, крім наведених засобів захисту, необхідно застосовувати пристрій додаткового захисту від ударів блискавки шляхом оконтурювання опор тросами згідно з вимогами відповідних нормативних документів із захисту кабелів від ударів блискавки;

д) замість швелера, кутника або сталевий труби під час будівництва нової ПЛ допускається використовувати два сталевих троси перерізом 70 мм^2 , які прокладають симетрично на відстані від кабелю, не більший ніж $0,5 \text{ м}$, і на глибині $0,4 \text{ м}$. Троси слід продовжувати з обох боків кабелю під кутом 45° до траси в напрямку опори ПЛ і заземлювати на опір, не більший ніж 30 Ом . Співвідношення між довжиною відведення тросів l і опором R заземлювача повинне відповідати значенням, наведеним у табл. 2.5.38;

Таблиця 2.5.38 – Опір заземлювачів у разі захисту кабелю ЛЗ, ЛРМ і КТ на ділянці перетину з ПЛ

Питомий опір ґрунту, Ом·м,	До 100	101 – 500	Понад 500
Довжина відводу, l , м	20	30	50
Опір заземлювача, R , Ом	30	30	20

Примітка. Захист кабелю від ударів блискавки шляхом оконтурювання опор ПЛ або прокладання захисного троса в даному випадку є обов'язковим.

е) у прогоні перетину ПЛ з ЛЗ, ЛРМ і КТ проводи ПЛ на опорах, які обмежують прогін перетину, треба закріплювати за допомогою глухих затискачів, які не допускають падіння проводів на землю у разі їхнього обриву в суміжних прогонах.

2.5.197 У разі перетину підземної кабельної вставки у ПЛ напругою до 35 кВ з неізолюваними проводами ЛЗ і ЛРМ необхідно дотримуватися таких вимог:

- кут перетину підземної кабельної вставки ПЛ з ЛЗ і ЛРМ не нормується;

- відстань від підземної кабельної вставки ПЛ до незаземленої опори ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою ніж 2 м , а до заземленої опори ЛЗ (ЛРМ) та її заземлювача – не меншою ніж 10 м ;

- відстань по горизонталі від основи кабельної опори ПЛ, не ущільненої та ущільненої в неспівпадаючому і співпадаючому спектрах частот залежно від потужності високочастотної апаратури, до проекції проводів ЛЗ і ЛРМ треба вибирати відповідно до вимог **2.5.194**;

- підземні кабельні вставки в ПЛ слід виконувати відповідно до вимог глави 2.3 цих Правил і **2.5.122**.

2.5.198 У разі перетину проводів ПЛ з неізольованими проводами ЛЗ і ЛРМ необхідно дотримуватися таких вимог:

- кут перетину проводів ПЛ з проводами ЛЗ і ЛРМ повинен бути, за можливості, приблизно 90° . Для умов стисненої траси кут не нормується;

- місце перетину треба вибирати, за можливості, ближче до опори ПЛ. При цьому відстань по горизонталі від найближчої частини опори ПЛ до проводів ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою ніж 7 м, а від опор ЛЗ і ЛРМ до проекції на горизонтальну площину найближчого невідхиленого проводу ПЛ – не меншою ніж 15 м. Відстань у просвіті від вершин опор ЛЗ і ЛРМ до невідхилених проводів ПЛ повинна бути не меншою ніж 15 м для ПЛ напругою до 330 кВ і 20 м – для ПЛ напругою 500 кВ;

- не допускається розташовувати опори ЛЗ і ЛРМ під проводами ПЛ, яка їх перетинає;

- опори ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 120 мм^2 , які обмежують прогін перетину з ЛЗ і ЛРМ, повинні бути анкерного типу полегшеної конструкції з будь-якого матеріалу, як вільностоячі, так і на відтяжках. Дерев'яні опори треба посилювати додатковими приставками або підкосами;

- перетин можна виконувати на проміжних опорах за умови застосування на ПЛ проводів перерізом алюмінієвої частини, не меншим ніж 120 мм^2 ;

- проводи ПЛ слід розташовувати над проводами ЛЗ і ЛРМ; вони повинні бути багатодротовими з перерізами, не меншими від зазначених у табл. 2.5.15;

- проводи ЛЗ і ЛРМ у прогоні перетину не повинні мати з'єднань;

- у прогоні перетину ПЛ з ЛЗ і ЛРМ на проміжних опорах ПЛ кріпити проводи треба лише за допомогою підтримувальних ізоляційних підвісів із глухими затискачами;

- змінювати місце встановлення опор ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину з ПЛ, допускається за умови, що відхилення середньої довжини елемента схрещування на ЛЗ і ЛРМ не буде перевищувати значень, наведених у табл. 2.5.39;

- довжини прогонів ЛЗ і ЛРМ у місці перетину з ПЛ не повинні перевищувати значень, наведених у табл. 2.5.40;

Таблиця 2.5.39 – Допустима зміна місця встановлення опор ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину з ПЛ

Довжина елемента схрещування, м	35	40	50	60	70	80	100	125	170
Допустиме відхилення, м	± 6	± 6,5	± 7	± 8	± 8,5	± 9	± 10	± 11	± 13

Таблиця 2.5.40 – Максимально допустимі довжини прогонів ЛЗ і ЛРМ у місці перетину з ПЛ

Марки проводів, які використовують на ЛЗ і ЛРМ	Діаметр проводу, мм	Максимально допустимі довжини прогонів ЛЗ і ЛРМ, м, для ліній типу			
		З	Н	П	ОП
Сталеалюмінієві:					
АС 25/4,2	6,9	150	85	65	50
АС 16/2,7	5,6	85	65	40	35
АС 10/1,8	4,5	85	50	40	35
Біметалеві (сталемідні) БСМ-1, БСМ-2	4,0	180	125	100	85
	3,0	180	100	85	65
	2,0	150	85	65	40
	1,6	100	65	40	40
	1,2	85	35	–	–
Біметалеві (сталеалюмінієві) БСА-КПЛ	5,1	180	125	90	85
	4,3	180	100	85	65
Сталеві	5,0	150	130	70	45
	4,0	150	85	50	40
	3,0	125	65	40	–
	2,5	100	40	30	–
	2,0	100	40	30	–
	1,5	100	40	–	–

Примітка. Типи ліній відповідно до «Правил перетину повітряних ліній зв'язку і радіотрансляційних мереж з лініями електропередавання»: З – звичайний, Н – нормальний, П – посилений, ОП – особливо посилений.

– опори ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину або суміжні з ним і знаходяться на узбіччі автомобільної дороги, необхідно захищати від наїзду транспортних засобів;

– проводи на опорах ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину з ПЛ, повинні мати подвійне кріплення: за траверсного профілю – лише на верхній траверсі, за гакового – на двох верхніх колах;

– відстані по вертикалі від проводів ПЛ до перетнутих проводів ЛЗ і ЛРМ у нормальному режимі ПЛ і в разі обриву проводів у суміжних прогонах ПЛ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.41.

Відстані по вертикалі визначають у нормальному режимі роботи ПЛ за температурних умов і умов механічних навантажень, установлених у 2.5.160.

В аварійному режимі відстані перевіряють для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 185 мм^2 , за середньорічної температури без ожеледі і вітру. Для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 185 мм^2 і більше перевіряти відстані за аварійним режимом немає потреби.

За різниці висот точок кріплення проводів ЛЗ і ЛРМ на опорах, які обмежують прогін перетину (наприклад, на косогорах) з ПЛ напругою 35 кВ і вище, вертикальні відстані, які визначають за табл. 2.5.41, треба додатково перевіряти на умови відхилення проводів ПЛ за вітрового тиску, визначеного згідно з 2.5.49, спрямованого перпендикулярно до осі ПЛ і невідхиленого положення проводів ЛЗ і ЛРМ.

Таблиця 2.5.41 – Найменша відстань по вертикалі від проводів ПЛ до проводів ЛЗ і ЛРМ

Розрахунковий режим ПЛ	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	До 10	20-110	150	220	330	500
Нормальний режим: а) ПЛ на дерев'яних опорах за наявності грозозахисних пристроїв, а також на металевих і залізобетонних опорах	2	3	4	4	5	5
б) ПЛ на дерев'яних опорах за відсутності грозозахисних пристроїв	4	5	6	6	–	–
Обрив проводів у суміжних прогонах	1	1	1,5	2	2,5	3,5

Відстані між проводами треба приймати для найбільш несприятливого випадку.

У разі застосування на ПЛ плавлення ожеледі перевіряють габарити до проводів ЛЗ і ЛРМ у режимі плавлення ожеледі. Ці габарити перевіряють за температури проводу в режимі плавлення ожеледі. Вони повинні бути не меншими, ніж у разі обриву проводу ПЛ у суміжному прогоні;

- на дерев'яних опорах ПЛ без грозозахисного троса, які обмежують прогін перетину з ЛЗ і ЛРМ, за відстаней між проводами перетнутих ліній, менших від зазначених у підпункті б) (табл. 2.5.41), на ПЛ треба встановлювати захисні апарати. Захисні апарати встановлюють згідно з **2.5.188**. У разі встановлення ІП на ПЛ передбачають автоматичне повторне вмикання;

- на дерев'яних опорах ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину, треба встановлювати блискавковідводи відповідно до вимог нормативної документації на ЛЗ і ЛРМ.

2.5.199 Сумісне підвішування проводів ПЛ і проводів ЛЗ, ЛРМ і КТ на спільних опорах не допускається. Ця вимога не поширюється на спеціальні оптичні кабелі, які підвішують на конструкціях ПЛ. Ці кабелі повинні відповідати вимогам цієї глави і правилам проектування, будівництва та експлуатації волоконно-оптичних ліній зв'язку на повітряних лініях електропередавання.

2.5.200 У разі зближення ПЛ з ЛЗ, ЛРМ і КТ відстані між їхніми проводами і заходи щодо їх захисту від впливу ПЛ визначають відповідно до правил захисту пристроїв проводового зв'язку, сигналізації і телемеханіки залізниці від небезпечного і перешкоджаючого впливу ліній електропередавання.

2.5.201 У разі зближення ПЛ з повітряними ЛЗ, ЛРМ і КТ найменші відстані від крайніх невідхилених проводів ПЛ до опор ЛЗ, ЛРМ і КТ повинні бути не меншими, ніж висота найбільш високої опори ПЛ, а в умовах стисненої траси відстані від крайніх проводів ПЛ за найбільшого відхилення їх вітром – не меншими від значень, наведених у табл. 2.5.42. При цьому відстань у просвіті від найближчого невідхиленого проводу ПЛ до вершин опор ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою ніж 15 м для ПЛ напругою до 330 кВ, 20 м – для ПЛ напругою 500 кВ і 30 м – для ПЛ напругою 750 кВ.

Таблиця 2.5.42 – Найменші відстані між проводами ПЛ за найбільшого відхилення їх вітром та опорами ЛЗ, ЛРМ і КТ в стиснених умовах траси

Напруга ПЛ, кВ	До 20	35 – 110	150	220	330	500 – 750
Найменша відстань, м	2	4	5	6	8	10

Крок транспозиції ПЛ за умови її впливу на ЛЗ і ЛРМ не нормується.

Опори ЛЗ, ЛРМ і КТ треба закріплювати додатковими підпорами або встановлювати здвоєними на випадок, якщо в разі їхнього падіння можливе зіткнення між проводами ЛЗ, ЛРМ і КТ та проводами ПЛ.

2.5.202 У разі зближення ПЛ зі штировими ізоляторами на відрізках, які мають кути повороту, з повітряними ЛЗ, ЛРМ і КТ, відстані між ними повинні бути такими, щоб провід, який зірвався з кутової опори ПЛ, не міг опинитися від найближчого проводу ЛЗ, ЛРМ і КТ на відстанях, менших від зазначених у табл. 2.5.42. За неможливості виконати цю вимогу проводи ПЛ, які відходять від внутрішнього боку повороту, повинні мати подвійне кріплення.

2.5.203 У разі зближення ПЛ з підземними кабелями ЛЗ, ЛРМ і КТ найменші відстані між ними і заходи захисту визначають відповідно до правил захисту пристроїв проводового зв'язку, сигналізації і телемеханіки залізниці від небезпечного і перешкоджаючого впливу ліній електропередавання і рекомендацій із захисту оптичних кабелів з металевими елементами від небезпечного впливу ліній електропередавання, електрифікованих залізниць змінного струму і електропідстанцій.

Найменші відстані від заземлювача та підземної частини опори ПЛ до підземного кабелю ЛЗ, ЛРМ і КТ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.37.

2.5.204 Відстані від ПЛ до антенних споруд передавальних радіоцентрів приймають за табл. 2.5.43.

2.5.205 Найменші відстані зближення ПЛ зі створом радіорелейної лінії та радіорелейних станцій поза зоною спрямування антени приймають за табл. 2.5.44. Можливість перетину ПЛ зі створом радіорелейної лінії встановлюють під час проектування ПЛ.

Таблиця 2.5.43 – Найменші відстані від ПЛ до антенних споруд передавальних радіоцентрів

Антенні споруди	Відстані, м, для ПЛ напругою, кВ	
	до 110	150 – 750
Середньохвильові та довгохвильові передавальні антени	За межами високочастотного заземлювального пристрою, але не менше ніж 100	
Короткохвильові передавальні антени:		
– у напрямку найбільшого випромінювання	200	300
– в інших напрямках	50	50
Короткохвильові передавальні слабоспрямовані і неспрямовані антени	150	200

2.5.206 Відстані від ПЛ до меж приймальних радіоцентрів і виділених приймальних пунктів радіофікації та місцевих радіовузлів визначають за табл. 2.5.44.

Таблиця 2.5.44 – Найменші відстані від ПЛ до меж приймальних радіоцентрів, радіорелейних КХ і УКХ станцій, виділених приймальних пунктів радіофікації та місцевих радіовузлів

Радіопристрої	Відстані, м, для ПЛ напругою, кВ		
	до 35	110 – 220	330 – 750
Магістральні, обласні, районні радіоцентри та радіорелейні станції зв'язку в діаграмі спрямування антени	500	1000	2000
Радіолокаційні станції, радіотехнічні системи ближньої навігації	1000	1000	1000
Автоматичні ультракороткохвильові радіопеленгатори	800	800	800
Короткохвильові радіопеленгатори	700	700	700
Станції проводового мовлення	200	300	400
Радіорелейні станції поза зоною спрямування їх антен і створи радіорелейних ліній	100	200	250

Якщо траса проектованої ПЛ проходить у районі розташування особливо важливих приймальних радіопристроїв, то припустиме зближення встановлюють в індивідуальному порядку під час проектування ПЛ.

Якщо відстаней, зазначених у табл. 2.5.44, дотриматися неможливо, то в окремих випадках їх допускається зменшувати (за умови виконання на ПЛ заходів, які забезпечували б відповідне зменшення перешкод). Для кожного випадку під час проектування ПЛ складають проект заходів щодо дотримання норм радіоперешкод.

Відстані від ПЛ до телерадіоцентрів повинні бути не меншими ніж 400 м – для ПЛ напругою до 20 кВ, 700 м – для ПЛ напругою 35 – 150 кВ і 1000 м – для ПЛ напругою від 220 кВ до 750 кВ.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ ІЗ ЗАЛІЗНИЦЯМИ

2.5.207 Перетин ПЛ із залізницями виконують, як правило, повітряними переходами. На залізницях з особливо інтенсивним рухом* і в деяких технічно обґрунтованих випадках (наприклад, під час переходу через насипи, на залізничних станціях або в місцях, де влаштовувати повітряні переходи технічно складно) переходи ПЛ треба виконувати кабелем.

Улаштовувати перетин ПЛ із залізницями в горловинах залізничних станцій і в місцях сполучення анкерних ділянок контактної мережі заборонено.

Кут перетину ПЛ з електрифікованими** залізницями або залізницями, які підлягають електрифікації,*** а також кут перетину ПЛ напругою 750 кВ із залізницями загального користування повинен становити приблизно 90°, але не менше ніж 40°. Кут перетину ПЛ з іншими залізницями не нормується.

* До особливо інтенсивного руху потягів відноситься такий рух, за якого кількість пасажирських і вантажних потягів у сумі за графіком на двоколіїних ділянках становить понад 100 пар на добу і на одноколіїних – 48 пар на добу.

** До електрифікованих залізниць відносяться всі електрифіковані залізниці незалежно від виду струму і значення напруги контактної мережі.

*** До залізниць, що підлягають електрифікації, відносяться залізниці, які буде електрифіковано протягом 10 років, рахуючи від року будівництва ПЛ, наміченого проектом.

Якщо повітряна ЛЗ залізниці проходить непаралельно залізничній колії, то кут перетину повітряної ЛЗ з ПЛ слід визначати за допомогою розрахунку небезпечного та перешкоджаючого впливів.

2.5.208 У разі перетину та зближення ПЛ із залізницями відстані від основи опори ПЛ до габариту наближення будівель* на неелектрифікованих залізницях чи до осі опор контактної мережі електрифікованих залізниць або залізниць, які підлягають електрифікації, повинні бути не меншими від висоти опори плюс 3 м.

На ділянках траси ПЛ зі стисненими умовами ці відстані допускається приймати не меншими ніж: 3 м – для ПЛ напругою до 20 кВ; 6 м – для ПЛ напругою 35 – 150 кВ; 8 м – для ПЛ напругою 220 – 330 кВ; 10 м – для ПЛ напругою 500 кВ і 20 м – для ПЛ напругою 750 кВ.

Захист перетинів ПЛ з контактною мережею захисними апаратами виконують відповідно до вимог **2.5.188**.

2.5.209 Відстані від проводів до різних елементів залізниці в разі перетину і зближення з нею повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.45.

Найменші відстані по вертикалі від проводів ПЛ до різних елементів залізниць, а також до найвищого проводу або несучого троса електрифікованих залізниць визначають у нормальному режимі ПЛ за найбільшої стріли провисання проводу (за вищої температури повітря з урахуванням додаткового нагрівання проводу електричним струмом або за розрахункового ожеледного навантаження за формулою (2.5.1).

За відсутності даних про електричні навантаження ПЛ температуру проводів приймають такою, що дорівнює плюс 70 °С.

* Габаритом наближення будівель називається призначений для пропуску рухомого складу граничний поперечний, перпендикулярний до колії окреслений контур, усередину якого, крім рухомого складу, не можуть заходити жодні частини будівель, споруд і пристроїв.

Таблиця 2.5.45 – Найменші відстані в разі перетину і зближення ПЛ із залізними

Перетин або зближення	Найменші відстані, м, для ПЛ напругою, кВ					
	До 20	35 – 110	150	220	330	500
У разі перетину						
Для неелектрифікованих залізниць: від проводу до головки рейки в нормаль- ному режимі ПЛ по вертикалі: – залізниць широкої та вузької колії загального користування – залізниць широкої колії незагального користування – залізниць вузької колії незагального користування	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5
	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5
	6,5	6,5	7	7,5	8	8,5
	6	6	6,5	6,5	7	–
Для електрифікованих залізниць або залізниць, які підлягають електрифікації, від проводів ПЛ до найвищого проводу або несучого троса: – у нормальному режимі по вертикалі – у разі обриву проводу в суміжному прогоні	4,5	4,5	5	5	5,5	–
Так само, як у разі перетину ПЛ між собою відповідно до табл. 2.5.35 (див. 2.5.188)						
	1	1	2	2	2,5	3,5
						–

Кінець таблиці 2.5.45

У разі зближення або паралельного проходження							
Для неелектрифікованих залізниць на ділянках траси в стиснених умовах від відхиленого проводу ПЛ до габариту наближення будівель по горизонталі	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5
Для електрифікованих залізниць або залізниць, які підлягають електрифікації, від крайнього проводу ПЛ до крайнього проводу, підвішеного з польового боку опори контактної мережі по горизонталі	Так само, як у разі зближення ПЛ між собою відповідно до таблиці 2.5.36						
Те саме, від крайнього проводу ПЛ до опори контактної мережі за відсутності проводів з польового боку опор контактної мережі	Так само, як між проводами і опорами в разі зближення ПЛ між собою відповідно до табл. 2.5.36 (див. 2.5.189) для ділянок траси в стиснених умовах						

В аварійному режимі відстані перевіряють у разі перетину ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 185 мм^2 , для умов середньорічної температури без ожеледі і вітру без урахування нагрівання проводів електричним струмом.

Для проводів з перерізом алюмінієвої частини 185 мм^2 і більше відстані в аварійному режимі не перевіряють. Допускається розташовувати проводи ПЛ, яка перетинає, над опорами контактної мережі за відстані по вертикалі від проводів ПЛ до верху опор контактної мережі, не меншої ніж: 7 м, – для ПЛ напругою до 110 кВ; 8 м – для ПЛ напругою 150 – 220 кВ; 9 м – для ПЛ напругою від 330 кВ до 500 кВ і 10 м – для ПЛ напругою 750 кВ.

У виняткових випадках на ділянках траси в стиснених умовах допускається підвішувати проводи ПЛ і контактної мережі на спільних опорах.

У разі перетину та зближення ПЛ із залізницями, уздовж яких проходять лінії зв'язку і сигналізації, необхідно, крім вимог, зазначених у табл. 2.5.45, керуватися також вимогами до перетинів і зближень ПЛ зі спорудами зв'язку.

2.5.210 У разі перетину ПЛ з залізницями загального користування, електрифікованими та залізницями, що підлягають електрифікації, опори ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерними нормальної конструкції. На ділянках з особливо інтенсивним і інтенсивним рухом* потягів ці опори повинні бути металевими.

Допускається в прогоні цього перетину, обмеженого анкерними опорами, установлювати проміжну опору між коліями, не призначеними для проходження регулярних пасажирських потягів, а також проміжні опори по краях залізничного полотна колій будь-яких доріг. Зазначені опори повинні бути металевими чи залізобетонними. Кріпити проводи на цих опорах треба за допомогою підтримувальних дволанцюгових ізоляційних підвісів з глухими затискачами.

* До інтенсивного руху потягів відноситься такий рух, за якого кількість пасажирських і вантажних потягів у сумі за графіком на двоколійних ділянках становить понад 50 і до 100 пар на добу, а на одноколійних – понад 24 до 48 пар на добу.

Застосовувати опори з будь-якого матеріалу з відтяжками та дерев'яні одностоякові опори не допускається. Дерев'яні проміжні опори повинні бути П-подібними (з Х- або Z-подібними зв'язками) або А-подібними.

У разі перетину залізниць незагального користування допускається застосовувати анкерні опори полегшеної конструкції та проміжні опори. Кріпити проводи на проміжних опорах треба за допомогою підтримувальних дволанцюгових ізоляційних підвісів із глухими затискачами. Опори всіх типів, установлені на перетині залізниць незагального користування, можуть бути вільностоячими або на відтяжках.

2.5.211 На ПЛ з підвісними ізоляторами натяжні ізоляційні підвіси для проводу повинні бути дволанцюговими з окремим кріпленням кожного ланцюга до опори. Застосовувати штирові ізолятори в прогонах перетину ПЛ із залізницями не допускається.

Арматуру залізобетонних опор і приставок, які обмежують прогін перетину, використовувати як заземлювачі не допускається.

2.5.212 У разі перетину ПЛ із залізницею, яка має лісозахисні насадження, треба керуватися вимогами **2.5.166**.

2.5.213 Мінімальні відстані від ПЛ до мостів залізниць з прогоном 20 м і менше слід приймати такими самими, як до відповідних залізниць за табл. 2.5.45, а з прогоном понад 20 м – установлювати під час проектування ПЛ.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З АВТОМОБІЛЬНИМИ ДОРОГАМИ

2.5.214 Вимоги **2.5.214** – **2.5.221** поширюються на перетин і зближення з автомобільними дорогами:

- загального користування і під'їзними до промпідприємств (категорій ІА, ІБ, ІІ–V за будівельними нормами та правилами на автомобільні дороги);

- внутрішньогосподарськими в сільськогосподарських підприємствах (категорій І-С – ІІІ-С за будівельними нормами та правилами на внутрішньогосподарські автомобільні дороги сільськогосподарських підприємств і організацій).

Перетин і зближення ПЛ з державними дорогами загального користування повинні також відповідати вимогам правил

установлення та використання придорожніх смуг державних автомобільних доріг загального користування.

Кут перетину ПЛ з автомобільними дорогами не нормується.

2.5.215 У разі перетину автомобільних доріг категорій ІА та ІБ опори ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерного типу нормальної конструкції.

На ПЛ з підвісними ізоляторами і перерізом алюмінієвої частини проводу 120 мм² і більше натяжні ізоляційні підвіси повинні бути дволанцюговими з окремим кріпленням кожного ланцюга до опори.

Допускається в прогоні перетину доріг категорій ІА і ІБ, обмеженому анкерними опорами, установлювати проміжні опори за межами водопропускної канами в підшві дорожнього полотна з урахуванням вимог **2.5.220**. Кріпити проводи на цих опорах треба за допомогою підтримувальних дволанцюгових ізоляційних підвісів з глухими затискачами.

У разі перетину автомобільних доріг категорій ІІ – V, І-С – ІІІ-С опори, які обмежують прогін перетину, можуть бути анкерного типу полегшеної конструкції або проміжними.

На проміжних опорах з підтримувальними ізоляційними підвісами проводи треба підвішувати в глухих затискачах; на опорах зі штировими ізоляторами – застосовувати подвійне кріплення проводів на ПЛ і посилене кріплення на ПЛЗ.

2.5.216 Відстані в разі перетину та зближення ПЛ з автомобільними дорогами повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.46.

В усіх випадках зближення ПЛ з криволінійними ділянками автодоріг, які проходять по насипах, мінімальні відстані від проводів ПЛ до брівки земляного полотна дороги повинні бути не меншими від відстаней по вертикалі, зазначених у табл. 2.5.46.

Найменші відстані по вертикалі від проводів до проїзної частини дороги в нормальному режимі роботи ПЛ треба приймати за температурних умов і умов механічних навантажень, установлених у **2.5.160**.

2.5.217 Відстані по вертикалі від проводів ПЛ перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 185 мм², у місцях перетину з автомобільними дорогами треба перевіряти на обрив проводу в суміжному прогоні за середньорічної температури повітря

Таблиця 2.5.46 – Найменші відстані в разі перетину та зближення ПЛ з автомобільними дорогами

Перетин, зближення або паралельне проходження	Найменші відстані, м, для ПЛ напругою, кВ						
	до 20	35 – 110	150	220	330	500	750
Відстань по вертикалі: – від проводу до покриття проїзної частини доріг усіх категорій	7	7	7,5	8	8,5	9,5	16
– те саме у разі обриву проводу в суміжному прогоні	5,5	5,5	5,5	5,5	6	–	–
Відстань по горизонталі: 1. У разі перетину доріг: від основи або будь-якої частини опори до брівки земляного полотна дороги:	Висота опори						
– у стиснених умовах від основи або будь-якої частини опори до підшви чи насипу зовнішньої брівки кювету доріг категорій ІА, ІБ і ІІ							
– те саме до доріг інших категорій	5	5	5	5	10	10	15
2. У разі паралельного проходження з дорогами всіх категорій: від основи або будь-якої частини опори до брівки земляного полотна дороги:	1,5	2,5	2,5	2,5	5	5	15
– від крайнього невідхиленого проводу до брівки земляного полотна дороги	Висота опори плюс 5 м						
– те саме в стиснених умовах							
	10	15	15	15	20	30	40
	2	4	5	8	8	10	15

без урахування нагрівання проводів електричним струмом. Ці відстані повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.46.

2.5.218 У місцях перетину ПЛ з автомобільними дорогами по обидва боки ПЛ на дорогах треба установлювати дорожні знаки відповідно до вимог державного стандарту, а в місцях перетину ПЛ 330 кВ і вище – дорожні знаки, які забороняють зупинку транспортних засобів у охоронних зонах цих ПЛ.

Підвішувати дорожні знаки на тросах-розтяжках у межах охоронних зон ПЛ не допускається.

2.5.219 У разі зближення або перетину ПЛ із зеленими насадженнями, розташованими уздовж автомобільних доріг, слід керуватися вимогами **2.5.166**.

2.5.220 Для запобігання наїздам транспортних засобів на опори ПЛ, розташовані на відстані менше ніж 4 м від краю проїзної частини, треба застосовувати дорожні огорожі І групи.

2.5.221 Мінімальні відстані від ПЛ до мостів автомобільних доріг з прогоном 20 м і менше треба приймати такими самими, як до відповідних автомобільних доріг, за табл. 2.5.46, а з прогоном понад 20 м – визначати під час проектування ПЛ.

ПЕРЕТИН, ЗБЛИЖЕННЯ АБО ПАРАЛЕЛЬНЕ ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ІЗ ТРОЛЕЙБУСНИМИ І ТРАМВАЙНИМИ ЛІНІЯМИ

2.5.222 Кут перетину ПЛ із троллейбусними і трамвайними лініями рекомендовано приймати приблизно 90°, але не менше ніж 60°.

2.5.223 У разі перетину троллейбусних і трамвайних ліній опори ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерними нормальної конструкції.

Для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм² і більше та зі сталевими тросами типу ТК перерізом 50 мм² і більше допускається застосовувати також проміжні опори з підвішуванням проводів у глухих затискачах або з подвійним кріпленням на штирових ізоляторах.

У разі застосування анкерних опор на ПЛ з підвісними ізоляторами і нерозщепленим проводом у фазі перерізом алюмінієвої частини 120 мм² і більше натяжні ізоляційні підвіси

повинні бути дволанцюговими з окремим кріпленням кожного ланцюга до опори.

Для ПЛЗ з проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм^2 і більше допускається застосовувати проміжні опори з посиленням кріпленням захищених проводів на штирових ізоляторах.

У разі будівництва нових тролейбусних і трамвайних ліній під існуючими ПЛ напругою $500 - 750 \text{ кВ}$ здійснювати перебудову ПЛ немає потреби, якщо відстані від проводів є не меншими від зазначених у табл. 2.5.47.

2.5.224 Найменші відстані від проводів ПЛ у разі перетину, зближення або паралельного проходження з тролейбусними і трамвайними лініями в нормальному режимі роботи ПЛ слід приймати не меншими від зазначених у табл. 2.5.47.

Вертикальні відстані визначають за температурних умов і умов механічних навантажень згідно з **2.5.160**.

Відстані по вертикалі від проводів ПЛ перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 185 мм^2 , у місцях перетину з проводами або несучими тросами тролейбусної чи трамвайної лінії треба перевіряти в аварійному режимі на обрив проводу ПЛ у суміжному прогоні за середньорічної температури повітря без урахування нагрівання проводів електричним струмом. При цьому відстані повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.47.

У разі зближення ПЛ 110 кВ і вище з тролейбусними і трамвайними лініями відстані між проводами і заходи захисту від впливу ПЛ слід визначати відповідно до будівельних норм і правил на трамвайні і тролейбусні лінії.

2.5.225 Захист перетинів ПЛ з контактною мережею виконують за допомогою захисних апаратів відповідно до вимог **2.5.188**.

Допускається розміщувати проводи ПЛ, яка перетинає, над опорами контактної мережі за відстаней по вертикалі від проводів ПЛ до верху опор контактної мережі, не менших ніж: 7 м – для ПЛ напругою до 110 кВ ; 8 м – для ПЛ напругою $150 - 220 \text{ кВ}$; 9 м – для ПЛ напругою $330 - 500 \text{ кВ}$ і 10 м – для ПЛ напругою 750 кВ .

Таблиця 2.5.47 – Найменші відстані від проводів ПЛ у разі перетину, зближення або паралельного проходження з тролейбусними і трамвайними лініями

Перетин, зближення або паралельне проходження	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	до 20	35 – 110	150 – 220	330	500	750
Відстань по вертикалі від проводів ПЛ: у разі перетину тролейбусної лінії в нормальному режимі ПЛ:						
– до вищої відмітки проїзної частини	11	11	12	13	13	15
– до проводів контактної мережі або несучих тросів	3	3	4	5	5	7
у разі перетину трамвайної лінії в нормальному режимі ПЛ:						
– до головки рейки	9,5	9,5	10,5	11,5	11,5	13
– до проводів контактної мережі або несучих тросів	3	3	4	5	5	
у разі обриву проводу ПЛ у суміжному прогоні до проводів або несучих тросів тролейбусної чи трамвайної лінії	1	1	2	2,5	–	–
Відстань по горизонталі в разі зближення або паралельного проходження:						
– від крайніх невідхилених проводів ПЛ до опор тролейбусної і трамвайної контактних мереж	Не менше висоти опори					
– від крайніх проводів ПЛ за найбільшого їх відхилення до опор тролейбусної і трамвайної контактних мереж на ділянках стисненої траси	3	4	6	8	10	12
– від крайніх невідхилених проводів ПЛ до пунктів зупинок трамваїв і тролейбусів, кін розвороту з робочими коліями, коліями відстою, обгону і ремонту	10	20	25	30	30	40

ПЕРЕТИН ПЛ З ВОДНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

2.5.226 Кут перетину ПЛ з водними об'єктами (ріками, каналами, озерами, водоймищами, а також на великих переходах) не нормується.

Слід уникати, за можливості, перетину ПЛ з місцями тривалої стоянки суден (затонів, портів та інших пунктів відстою). Проходження ПЛ над шлюзами не допускається.

2.5.227 Опори, які обмежують ділянку перетину ПЛ із судноплавними водними об'єктами (незалежно від довжини прогонів і їх кількості на ділянці перетину) або ділянку перетину з несудноплавними об'єктами (у разі встановлення на ділянці перетину прогонів довжиною понад 700 м), повинні бути анкерними кінцевими.

На ділянці перетину допускається застосовувати проміжні та анкерні опори у разі, якщо ділянку перетину відокремлено кінцевими опорами в самостійну частину ПЛ. Залежно від типу кріплення проводів, опори, установлені між кінцевими опорами (КО) чи кінцевими пристроями, можуть бути:

- проміжними (П) – з кріпленням усіх проводів на опорі за допомогою підтримувальних ізоляційних підвісів;
- анкерними (А) – з кріпленням усіх проводів на опорі за допомогою натяжних ізоляційних підвісів;
- комбінованими (ПА) – зі змішаним кріпленням проводів на опорі за допомогою як підтримувальних, так і натяжних ізоляційних підвісів.

Для ПЛ зі сталевалюмінієвими проводами та проводами з термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям перерізом алюмінієвої частини для обох типів проводів 120 мм² і більше або сталевими тросами типу ТК перерізом 50 мм² і більше допускається застосовувати проміжні опори та анкерні опори полегшеного типу; при цьому виходячи з конкретних умов застосовують такі схеми переходів:

- а) однопрогінні на кінцевих опорах К-К;
- б) двопрогінні з опорами К-П-К, К-ПА-К;
- в) трипрогінні з опорами К-П-П-К, К-ПА-ПА-К;

г) чотирипрогінні з опорами К-П-П-П-К, К-ПА-ПА-ПА-К (лише для ожеледного навантаження 12 Н/м і менше та довжин прогонів на переході, не більших ніж 1100 м);

д) багатопрогінні з опорами К-А...А-К;

е) у разі застосування опор П чи ПА перехід слід розділяти опорами на ділянки з кількістю опор на кожній ділянці не більше двох, тобто К-П-П-А...А-П-П-К, К-ПА-ПА-А...А-ПА-ПА-К (або не більше трьох згідно з підпунктом г) цього пункту).

2.5.228 Переходи можна виконувати на одноколових і двоколових опорах.

Переходи на двоколових опорах рекомендовано виконувати в населеній місцевості, у районах промислової забудови, а також, за необхідності, у перспективі – другий перехід у ненаселеній чи важкодоступній місцевості.

2.5.229 На одноколових переходах для ПЛ 330 кВ і нижче рекомендовано застосовувати трикутне розташування фаз, допускається горизонтальне розташування фаз. Для ПЛ напругою 500 – 750 кВ необхідно, як правило, застосовувати горизонтальне розташування фаз.

2.5.230 На двоколових переходах ПЛ напругою до 330 кВ і нижче рекомендовано розташовувати проводи в трьох ярусах, допускається також розташовувати проводи в двох ярусах.

2.5.231 На переходах з прогонами, які перевищують прогони основної лінії не більше ніж у 1,5 раза, рекомендовано перевіряти доцільність застосування проводу тієї самої марки, що й на основній лінії. На переходах ПЛ напругою до 110 кВ рекомендовано перевіряти доцільність застосування як проводів сталевих тросів, якщо це можливо за електричним розрахунком проводів.

На перетині ПЛ із судноплавними водними об'єктами, виконаних на проміжних опорах з кріпленням проводів у глухих затискачах, відстані по вертикалі від проводів ПЛ перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 185 мм², до суден, треба перевіряти на обрив проводу в суміжному прогоні за середньорічної температури повітря без вітру й ожеледі без урахування нагрівання проводів електричним струмом. Для перерізу алюмінієвої частини 185 мм² і більше перевірку в аварійному режимі виконувати немає потреби.

2.5.232 Відстань від нижньої точки провисання проводів ПЛ у нормальному та аварійному режимах до рівня високих (паводкових) вод на судноплавних ділянках рік, каналів, озер і водоймищ визначають як суму максимального габариту суден і найменшої відстані від проводів ПЛ до габариту суден за табл. 2.5.48. Стрілу провисання проводу в цьому разі визначають за вищої температури повітря без урахування нагрівання проводів електричним струмом (якщо не передбачено режим передавання потужності з перегріванням проводів за **2.5.86**).

Рівень високих (паводкових) вод приймають з імовірністю перевищення (забезпеченістю) 0,02 (повторюваність – один раз на 50 років) для ПЛ 330 кВ і нижче. Для ПЛ напругою 500 – 750 кВ забезпеченість повинна становити 0,01 (повторюваність – один раз на 100 років).

Відстані від нижньої точки провисання проводу ПЛ до рівня льоду повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.48. Стрілу провисання проводу в цьому разі визначають за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі – згідно з **2.5.61**.

2.5.233 Відстані від нижньої точки провисання проводів ПЛ у нормальному режимі до рівня високих (паводкових) вод на несудноплавних ділянках рік, каналів, озер і водоймищ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.48. Стрілу провисання проводу в цьому разі визначають за температури повітря 15 °С без урахування нагрівання проводів електричним струмом.

Відстані від нижньої точки провисання проводів ПЛ до рівня льоду повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.48. Стрілу провисання проводу в цьому разі визначають за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі – згідно з **2.5.61**.

2.5.234 Місця перетину ПЛ із судноплавними і сплавними ріками, озерами, водоймищами і каналами треба позначати на берегах сигнальними знаками згідно з Правилами судноплавства на внутрішніх водних шляхах України, затвердженими наказом Міністерства транспорту України від 16.02.2004 № 91, зареєстрованими в Міністерстві юстиції України 12.07.2004 р. за № 872/9471.

Таблиця 2.5.48 – Найменша відстань у разі перетину ПЛ з водними об'єктами

Відстань	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	до 110	150	220	330	500	750
Для судноплавних ділянок рік, каналів, озер і водосховищ від проводів по вертикалі: – до максимального габариту суден або сплаву в нормального режимі ПЛ	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,5
– те саме в разі обриву проводу в суміжному прогоні	0,5	1,0	1,0	1,5	–	–
– до верхніх робочих площадок обслуговування суден (верх рубки тощо) у затоках, портах і інших пунктах відстою	–	–	–	11,0	15,5	23,0
– до рівня льоду	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	12,0
Для несудноплавних ділянок рік, каналів, озер і водоймищ від проводів по вертикалі: – до рівня високих вод*	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	10,0
– до рівня льоду	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	12,0
* Найменша відстань, яка дає можливість пропускати плавні засоби висотою до 3,5 м.						

Знаки «Дотримуйся надводного габариту» встановлюють по одному на кожному березі на відстані 100 м вище або нижче (за течією) осі повітряного переходу. За ширини ріки до 100 м щити знаків установлюють безпосередньо на опорі ПЛ на висоті, не меншій ніж 5 м.

Опори великого переходу повинні мати денне і нічне маркувальне позначення відповідно до **2.5.254**.

Попереджувальні навігаційні знаки встановлюють власники ПЛ. Розміри знака, колір і режим горіння вогнів повинні відповідати державним стандартам.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО МОСТАХ

2.5.235 Прокладати ПЛ напругою 1 кВ і вище на мостах різного призначення, як правило, не допускається.

За обґрунтованої необхідності допускається проходження ПЛ по мостах, побудованих з негорючих матеріалів. У цьому разі опори або підтримувальні пристрої, які обмежують прогони з берега на міст і через розвідну частину мосту, повинні бути анкерними нормальної конструкції. Усі інші підтримувальні пристрої на мостах можуть бути проміжного типу. На цих пристроях з підтримувальними ізоляційними підвісами проводи треба підвішувати в глухих затискачах. Застосовувати штирові ізолятори не допускається, за винятком ПЛЗ, на яких кріплення проводів виконують за допомогою спіральних пружинних в'язок.

2.5.236 На металевих залізничних мостах з проїздом по нижній його частині, забезпечених по всій довжині верхніми зв'язками, проводи допускається розташовувати безпосередньо над прогонною будовою моста вище від в'язок або за її межами. Розташовувати проводи в межах габариту наближення будови, а також у межах ширини, зайнятої елементами контактної мережі електрифікованих залізниць, не допускається. Відстані від проводів ПЛ до всіх ліній залізниці, прокладених по конструкції мосту, приймають такими самими, як для стиснених ділянок траси згідно з **2.5.209**.

На міських і шосейних мостах допускається розташовувати проводи як за межами прогонної будови, так і в межах ширини пішохідної і проїзної частин мосту.

На мостах, які перебувають під охороною, допускається розташовувати проводи ПЛ нижче від відмітки пішохідної частини.

2.5.237 Найменші відстані від проводів ПЛ до різних частин мостів слід приймати такими самими, як до будівель і споруд згідно з табл. 2.5.32 (**2.5.169**) і табл. 2.5.33 без урахування обриву проводів у суміжному прогоні.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО ГРЕБЛЯХ І ДАМБАХ

2.5.238 У разі проходження ПЛ по греблях, дамбах тощо будь-які відстані від невідхилених і відхилених проводів до різних частин гребель або дамб у нормальному режимі роботи ПЛ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.49.

Відстані по вертикалі в нормальному режимі роботи ПЛ треба приймати не меншими від зазначених у табл. 2.5.49 за температурних умов і умов механічного навантаження, визначених у **2.5.160**.

Таблиця 2.5.49 – Найменші відстані від проводів ПЛ до різних частин гребель і дамб

Частини гребель і дамб	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	До 110	150	220	330	500	750
Гребінь і бровка відкосу	6	6,5	7	7,5	8	12
Нахилена поверхня відкосу	5	5,5	6	6,5	7	9
Поверхня води, яка переливається через дамбу	4	4,5	5	5,5	6	7

2.5.239 Якщо ПЛ проходить по греблях і дамбах, на яких прокладено шляхи сполучення, то лінія повинна задовольняти також вимогам, яких необхідно дотримуватися в разі перетину та зближення з відповідними об'єктами шляхів сполучення.

При цьому відстані по горизонталі від будь-якої частини опори до шляхів сполучення треба приймати такими самими, як для ПЛ на ділянках стисненої траси. Відстані до пішохідних доріжок і тротуарів не нормуються.

Розташовувати проводи в межах габариту наближення будівель, а також у межах ширини, зайнятої елементами контактної мережі електрифікованих залізниць, не допускається.

Допускається розташовувати проводи ПЛ в межах полотна автомобільної дороги, пішохідних доріжок і тротуарів.

ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З ВИБУХО- І ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИМИ УСТАНОВКАМИ

2.5.240 Зближення ПЛ з будівлями, спорудами та зовнішніми технологічними установками, пов'язаними з видобуванням, транспортуванням, виробництвом, виготовленням, використанням або збереженням вибухонебезпечних, вибухо-пожежонебезпечних і пожежонебезпечних речовин, а також з вибухо- і пожежо-небезпечними зонами, треба виконувати відповідно до норм, затверджених у встановленому порядку.

Якщо норми зближення не передбачено нормативними документами, то відстані від осі траси ПЛ до зазначених будівель, споруд, зовнішніх установок і зон повинні становити не менше ніж півтори висоти опори.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З НАДЗЕМНИМИ І НАЗЕМНИМИ ТРУБОПРОВОДАМИ, СПОРУДАМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТИ І ГАЗУ ТА КАНАТНИМИ ДОРОГАМИ

2.5.241 Кут перетину ПЛ з надземними і наземними газопроводами, нафтопроводами, нафтопродуктопроводами, трубопроводами зріджених вуглеводневих газів, аміакопроводами (далі – трубопроводи для транспортування горючих рідин і газів), а також з пасажирськими канатними дорогами рекомендовано приймати близьким до 90°.

Кут перетину ПЛ з надземними і наземними трубопроводами для транспортування негорючих рідин і газів, а також з промисловими канатними дорогами не нормується.

2.5.242 Перетин ПЛ напругою 110 кВ і вище з надземними і наземними магістральними і промисловими трубопроводами (далі – магістральні трубопроводи) для транспортування горючих рідин і газів, як правило, не допускається.

Допускається перетин цих ПЛ з діючими одноститковими наземними магістральними трубопроводами для транспортування горючих рідин і газів, а також з діючими технічними коридорами цих трубопроводів у разі прокладання трубопроводів у насипі.

У прогонах перетину з ПЛ надземні і наземні трубопроводи для транспортування горючих рідин і газів, крім прокладених у насипі, треба захищати огорожами, які унеможливають попадання проводів на трубопровід як у разі їхнього обриву, так і необірваних проводів під час падіння опор, які обмежують прогін перетину.

Огорожі треба розраховувати на навантаження від проводів у разі їхнього обриву або під час падіння опор ПЛ, які обмежують прогін перетину, і на термічну стійкість під час протікання струмів КЗ.

Огорожі треба установлювати з обох боків перетину на відстані від трубопроводу, яка дорівнює висоті опори. Ширина огорожі має перевищувати відстань від проекції крайніх відхилених проводів ПЛ на 3 м – для ПЛ напругою до 20 кВ; на 4 м – для ПЛ напругою від 35 кВ до 220 кВ і на 8 м – для ПЛ напругою від 330 кВ до 750 кВ. Відстань від опор ПЛ до огорожі треба установлювати таку саму, як до надземних трубопроводів.

2.5.243 Опори ПЛ, які обмежують прогін перетину з надземними і наземними трубопроводами, а також з канатними дорогами, повинні бути анкерними нормальної конструкції. Для ПЛ зі сталевими проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм² і більше або зі сталевими тросами перерізом 50 мм² і більше, за винятком ПЛ, які перетинають пасажирські канатні дороги, допускаються анкерні опори полегшеної конструкції або проміжні опори. Підтримувальні затискачі на проміжних опорах повинні бути глухими.

У прогонах перетину ПЛ з трубопроводами для транспортування горючих рідин та газів проводи і троси не повинні мати з'єднань.

2.5.244 Проводи ПЛ слід розташовувати над надземними трубопроводами і канатними дорогами. Як виняток допускається прокладати ПЛ напругою до 220 кВ під канатними дорогами, які повинні мати містки або сітки для огорожування проводів ПЛ. Кріпити містки і сітки на опорах ПЛ не допускається.

Відстані по вертикалі від ПЛ до містків, сіток і огорож (2.5.242) повинні бути такими самими, як до надземних і наземних трубопроводів і канатних доріг (табл. 2.5.50).

2.5.245 У прогонах перетину з ПЛ металеві трубопроводи, крім прокладених у насипі, канатні дороги, а також огорожі, містки і сітки треба заземлювати. Опір, який забезпечується шляхом застосування штучних заземлювачів, повинен бути не більшим ніж 10 Ом.

2.5.246 Відстані в разі перетину, зближення і паралельного проходження ПЛ з надземними і наземними трубопроводами та канатними дорогами повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.50*.

Відстані по вертикалі в нормальному режимі роботи ПЛ треба приймати не меншими від значень, вказаних у табл. 2.5.50 за температурних умов і умов механічного навантаження, визначених у **2.5.160**.

В аварійному режимі відстані перевіряють для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 185 мм^2 , за середньорічної температури без ожеледі і вітру; для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 185 мм^2 і більше перевірка в разі обриву проводу не потрібна.

Траса ПЛ напругою 110 кВ і вище за паралельного проходження з технічними коридорами надземних і наземних магістральних нафтопроводів і нафтопродуктопроводів повинна проходити, як правило, на місцевості з відмітками рельєфу, вищими ніж відмітки технічних коридорів магістральних нафтопроводів і нафтопродуктопроводів.

* Взаємне розташування трубопроводів, їхніх будівель, споруд, зовнішніх установок і ПЛ, які входять до складу трубопроводів, визначають за відомчими нормами.

Таблиця 2.5.50 – Найменша відстань від проводів ПЛ до наземних, надземних трубопроводів, канатних доріг*

Перетин, зближення або паралельне проходження	Найменша відстань*, м, для ПЛ напругою, кВ							
	до 20	35	110	150	220	330	500	750
Відстань по вертикалі (у проєкті) в разі перетину: – від невідхилених проводів ПЛ до будь-якої частини трубопроводів (насипу), захисних пристроїв, трубопроводу або канатної дороги в нормальному режимі	3**	4	4	4,5	5	6	8	12
– те саме в разі обриву проводу в суміжному прогоні	2**	2**	2**	2,5	3	4	–	–
Відстані по горизонталі: – в разі зближення і паралельного проходження від крайнього невідхиленого проводу до будь-якої частини:								
– магістрального нафтопроводу і нафтопродуктопроводу	50 м, але не менше висоти опори							
– газопроводу з надлишковим тиском понад 1,2 МПа (магістрального газопроводу)	Не менше подвійної висоти опори, але не менше 50 м							
– трубопроводу зріджених вуглеводневих газів	Не менше 100 м		Не менше 1000 м					
– амакопроводу	Трикратна висота опори, але не менше 50 м							
– немагістральних нафтопроводу і нафтопродуктопроводу, газопроводу з надлишковим тиском газу 1,2 МПа і менше, водопроводу, каналізації (напірної і самотісної), водостоку, теплової мережі	Не менше висоти опори***							

Кінець таблиці 2.5.50

Приміщення з вибухонебезпечними зонами і зовнішніми вибухонебезпечними установами: – компресорних (КС) і газорозподільних станцій (ГРС): на газопроводах з тиском понад 1,2 МПа	80	80	100	120	140	160	180	200
	Не менше висоти опори плюс 3 м							
– на газопроводах з тиском газу 1,2 МПа і менше	40	40	60	80	100	120	150	150
– нафтоперекачувальних станцій (НПС)	Не менше висоти опори							
У разі перетину від основи опори ПЛ до будь-якої частини:								
– трубопроводу, захисних пристроїв								
трубопроводу або канатної дороги								
– те саме на ділянках траси в стиснених умовах	3	4	4	4,5	5	6	6,5	15
* Зазначені в таблиці відстані приймаються до межі насипу або захисної конструкції.								
** У разі прокладення трубопроводу в насипі відстань до насипу збільшується на 1 м.								
*** Якщо висота надземної споруди перевищує висоту опори ПЛ, відстань між цією спорудою і ПЛ треба приймати не меншою, ніж висота цієї споруди.								

2.5.247 Відстань від крайніх невідхилених проводів ПЛ до продувних свічок, установлюваних на магістральних газопроводах, необхідно приймати не меншою ніж 300 м.

На ділянках стисненої траси ПЛ цю відстань можна зменшувати до 150 м, за винятком багатоколових ПЛ, розташованих як на спільних, так і на окремих опорах.

2.5.248 На ділянках перетину ПЛ з новозбудованими надземними і наземними магістральними трубопроводами останні на відстані по 50 м в обидва боки від проекції крайнього невідхиленого проводу повинні мати для ПЛ напругою до 20 кВ категорію, яка відповідає вимогам будівельних норм і правил, а для ПЛ напругою 35 кВ і вище – на одну категорію вище. Переводити існуючі магістральні трубопроводи у підвищену категорію в разі перетину і зближення з ПЛ, які будуються, не потрібно.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З ПІДЗЕМНИМИ ТРУБОПРОВОДАМИ

2.5.249 Кут перетину ПЛ напругою 35 кВ і нижче з підземними магістральними газопроводами, нафтопроводами, нафтопродуктопроводами, трубопроводами для транспортування горючих рідин і газів не нормується.

Кут перетину ПЛ напругою 110 кВ і вище з новоспоруджуваними підземними магістральними трубопроводами для транспортування горючих рідин і газів, а також з діючими технічними коридорами цих трубопроводів повинен бути не меншим ніж 60°.

Кут перетину ПЛ з підземними газопроводами з надлишковим тиском газу 1,2 МПа і менше, немагістральними нафтопроводами, нафтопродуктопроводами, трубопроводами зріджених вуглеводневих газів і аміакопроводами, а також з підземними трубопроводами для транспортування негорючих рідин і газів не нормується.

2.5.250 Відстані в разі перетину, зближення і паралельного проходження ПЛ з підземними трубопроводами повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.51.

Таблиця 2.5.51 – Найменші відстані від ПЛ до підземних мереж

Перетин, зближення або паралельне проходження	Найменші відстані, м, для ПЛ напругою, кВ						
	До 20	35	110	150	220	330	500
1 У разі зближення, паралельного проходження від крайнього невідхиленого проводу до будь-якої частини: – магістральних нафтопроводів, нафтопродуктопроводів, аміакпроводів, газопроводів з тиском газу понад 1,2 МПа (магістральні газопроводи) – трубопроводів зрідених вуглеводневих газів							750
	10	15	20	25	25	30	40
	Не менше 100 м			Не менше 1000 м			
2 У разі наближення і паралельного проходження в стиснених умовах і в разі перетину від заземлювача або підземної частини (фундаментів) опори до будь-якої частини трубопроводів, зазначених у пункті 1)							
	5	5	10	10	10	15	25
3 У разі перетину, зближення і паралельного проходження від заземлювача або підземної частини (фундаментів) опори: – до немагістральних нафтопроводів, нафтопродуктопроводів, трубопроводів зрідених вуглеводневих газів і аміакпроводів до газопроводів з тиском газу 1,2 МПа і менше – до водопроводу, каналізації (напірної і самопливної), водостоків, дренажів теплових мереж							
	5	5	10	10	10	10	25
	2	2	3	3	3	3	10

У виняткових випадках допускається під час проектування зменшувати до 50 % відстані (наприклад, якщо ПЛ проходить по територіях електростанцій, промислових підприємств, по вулицях міст тощо), зазначені в пункті 3 (табл. 2.5.51).

При цьому слід передбачати захист фундаментів опор ПЛ від можливого їх підмивання, якщо пошкоджено зазначені трубопроводи, а також захист, який запобігає винесенню небезпечних потенціалів на металеві трубопроводи.

2.5.251 Відстані від крайніх невідхилених проводів ПЛ до продувних свічок, установлених на газопроводах з тиском газу понад 1,2 МПа (магістральних газопроводах), і до приміщень з вибухонебезпечними зонами і зовнішніми вибухонебезпечними установками КС, ГРС і НПС слід приймати такими самими, як для надземних і наземних трубопроводів згідно з **2.5.247** і табл. 2.5.50 відповідно.

2.5.252 Новозбудовані підземні магістральні газопроводи і нафтопроводи на ділянках зближення і паралельного проходження поряд ПЛ у разі прокладання їх на відстанях, менших від зазначених у пункті 1 (табл. 2.5.51), повинні мати категорію:

- для газопроводів і ПЛ напругою 500 – 750 кВ – не нижче ніж II;
- для газопроводів і ПЛ напругою 330 кВ і нижче – не нижче ніж III;
- для нафтопроводів і ПЛ напругою понад 1 кВ – не нижче ніж III.

Новозбудовані підземні магістральні трубопроводи в разі перетину їх з ПЛ у межах охоронної зони ПЛ повинні відповідати будівельним нормам і правилам.

ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З АЕРОДРОМАМИ

2.5.253 У районах аеродромів і повітряних трас ПЛ треба розміщувати відповідно до вимог будівельних норм і правил на аеродроми, планування і забудови міських і сільських поселень за погодженням державних органів, передбачених Положенням про використання повітряного простору України, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 29.03.2002 № 401.

2.5.254 Відповідно до «Повітряного кодексу України» для безпеки польотів повітряних суден опори ПЛ, розташовані на приаеродромній території і на місцевості в межах повітряних трас, які порушують чи погіршують умови безпеки польотів, треба позначати денними і нічними маркувальними знаками. Нічні і денні маркувальні знаки встановлюють також на опорах висотою 50 м і більше за вимогами державних органів, які погоджують трасу ПЛ, незалежно від місця розташування опор.

Установлення маркувальних знаків на опорах виконують енергопідприємства, у віданні яких перебуває ПЛ.

Маркувальні позначення опор ПЛ виконують відповідно до Сертифікаційних вимог до цивільних аеродромів України, затверджених наказом Державіаслужби України від 17.03.2006 № 201.

Засоби нічного маркувального позначення аеродромних перешкод за умовами електропостачання повинні відноситись до споживачів I категорії, і їх електропостачання треба здійснювати по окремих лініях, підключених до підстанцій. Лінії потрібно забезпечувати аварійним резервним живленням із системою АВР. Можливе використання автономних поновлюваних джерел електроенергії. Для забезпечення зручного і безпечного обслуговування засобів нічного маркувального позначення на опорах ПЛ треба передбачати площадки в місцях розміщення сигнальних вогнів і обладнання, а також драбини для доступу до цих площадок.