

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**ДСТУ EN 50160:2023
(EN 50160:2022, IDT)****ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРУГИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЗАГАЛЬНОЇ ПРИЗНАЧЕНОСТІ****Не є офіційним виданням.****Офіційне видання розповсюджує національний орган стандартизації
(ДП «УкрНДНЦ» <http://uas.gov.ua>)****ПЕРЕДМОВА**

1 РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет стандартизації «Керування енергетичними системами та пов'язані з ним процеси інформаційної взаємодії» (ТК 162)

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 23 травня 2024 р. № 179 з 2025-03-01

3 Національний стандарт відповідає EN 50160:2022 Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks (Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності) і внесений з дозволу CEN/CENELEC, Rue de la Science 23, B-1040 Brussels, Belgium. Усі права щодо використання європейських стандартів у будь-якій формі й будь-яким способом залишаються за CEN/CENELEC

Ступінь відповідності - ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, встановленими в національній стандартизації України

**Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати задля розповсюдження і
розповсюджувати як офіційне видання цей національний стандарт або його частини на
будь-яких носіях інформації без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи**

ДП «УкрНДНЦ», 2024

ЗМІСТ

Національний вступ

1 Сфера застосування

2 Нормативні посилання

3 Терміни та визначення понять

4 Характеристики низької напруги електропостачання

5 Характеристики середньої напруги електропостачання

6 Характеристики високої напруги електропостачання

7 Характеристики надвисокої напруги електропостачання

Додаток А (довідковий) Особлива природа електричної енергії

Додаток В (довідковий) Орієнтовані значення для раптових подій та одиночних швидких змін напруги

Додаток С (довідковий) Додаткова інформація стосовно розділу «Інші явища»

Додаток D (довідковий) Зв'язок між якістю електроенергії та ЕМС

Бібліографія

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ EN 50160:2023 (EN 50160:2022, IDT) «Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності», прийнятий методом перекладу, - ідентичний щодо EN 50160:2022 (версія en) «Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks».

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт в Україні, - ТК 162 «Керування енергетичними системами та пов'язані з ним процеси інформаційної взаємодії».

У цьому національному стандарті зазначено вимоги, які відповідають законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей документ» замінено на «цей стандарт»;
- літери приміток по тексту доповнено дужками;
- вилучено «Передмову» до EN 50160:2022 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту;
- вилучено додаток Е як такий, що стосується національних відхилів від норм цього стандарту в Норвегії;
- у розділі «Нормативні посилання» наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;
- структурні елементи цього стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», першу сторінку, «Терміни та визначення понять», «Національний вступ» та «Бібліографічні дані» -оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- у 3.3.6 виправлено формулу, у якій було вжито помилкові символи.

Стандарт, на який є посилання у цьому стандарті, чинний в Україні як національний ДСТУ EN 61000-4-30:2022 (EN 61000-4-30:2015, IDT; IEC 61000-4-30:2015, IDT) Електромагнітна сумісність (ЕМС). Частина 4-30. Методи випробування та вимірювання. Методи вимірювання якості електроенергії.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

ДСТУ EN 50160:2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРУГИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЗАГАЛЬНОЇ ПРИЗНАЧЕНОСТІ

VOLTAGE CHARACTERISTICS OF ELECTRICITY SUPPLIED BY PUBLIC ELECTRICITY NETWORKS

Чинний від 2025-03-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Застосування

Цей стандарт визначає основні характеристики напруги на терміналах електропостачання користувачів електричних мереж змінного струму низької, середньої, високої та надвисокої напруги загальної призначеності за нормальних умов експлуатування. Цей стандарт установлює норми або значення, в межах яких можуть знаходитися очікувані характеристики напруги на будь-якому терміналі електропостачання лише для європейських електричних мереж загальної призначеності.

Примітка 1. Якщо мережі, що не є загальнодоступними (наприклад, житлові квартали, енергетичні спільноти, офісні центри, торгові центри), мають кінцевих користувачів, подібних до користувачів загальнодоступних мереж, рекомендовано застосовувати ті самі вимоги, що й для мереж загальної призначеності.

Цей стандарт не застосовують у разі порушення нормальних умов роботи електричної мережі, враховуючи такі випадки:

- а) встановлення тимчасового електропостачання споживачам унаслідок аварії, під час технічного обслуговування та будівельних робіт або дій щодо зниження тривалості перерв електропостачання;
- б) у випадку, коли установки чи прилади користувача мережею електропостачання не відповідають певним вимогам стандартів або технічним умовам щодо приєднання, встановленим державними органами влади або постачальником електричної енергії та в яких зазначено норми емісії кондуктивних збурень.

Примітка 2. В установках користувача можуть бути як навантаження, так і джерела електричної енергії.

с) у надзвичайних ситуаціях, зокрема таких:

- 1) надзвичайні погодні умови та інші природні явища;
- 2) втручання третіх сторін;
- 3) дії державних органів влади;
- 4) дії страйкового характеру на підприємствах, спрямованих (на підтримання законних вимог);
- 5) форс-мажор;
- 6) дефіцит потужності внаслідок зовнішніх подій.

Установлені в цьому стандарті характеристики напруги стосуються кондуктивних збурень в електричних мережах загальної призначеності. Вони не призначені для використання як рівнів електромагнітної сумісності (ЕМС) або допустимих норм емісії для окремої категорії продукції.

Якість електроенергії пов'язана з електромагнітною сумісністю в кількох напрямках - насамперед тому, що дотримання вимог щодо якості електроенергії залежить від контролю сукупної емісії завад від усіх/кількох одиниць устаткування та/або інсталяцій. Отже, характеристики напруги, наведені в цьому стандарті, можна розглядати як рекомендації щодо визначення вимог у стандартах на категорію продукції та на інсталяції.

Примітка 3. Характеристики пристроїв можуть погіршуватися, якщо вони залежать від умов живлення, що їх не зазначено в стандартах на категорію продукції.

Примітка 4. Положення цього стандарту може бути змінено повністю або частково умовами договору між індивідуальним користувачем мережею електропостачання та оператором мережі.

Співробітництво в реагуванні на скарги та проблема розділу витрат на послаблення завад між сторонами договору перебувають поза сферою застосування EN 50160.

Методи вимірювання, застосовані у цьому стандарті, зазначено в EN 61000-4-30.

1.2 Мета

Метою цього стандарту є визначення, опис і встановлення значень характеристик напруги електропостачання стосовно:

- а) частоти;
- б) рівня напруги;
- с) форми кривої;
- д) симетрії лінійних напруг.

Цей стандарт також охоплює безперервні характеристики напруги електропостачання, а також інші передбачувані явища, які можуть вплинути на характеристики напруги, такі як, наприклад, сигнали операційного зв'язку, моніторингу або вимірювання, що передають через лінії електропередавання.

Ці характеристики зазнають змін під час нормальної роботи системи електропостачання внаслідок коливання потужності навантаження, наявності збурень, що генерують певні типи устаткування, а також під час аварій, спричинених переважно зовнішніми подіями.

Характеристики напруги випадковим чином змінюються з часом на будь-якому обраному терміналі електропостачання, а крім того в той самий момент часу, відрізняються в різних точках мережі. Внаслідок зазначених варіацій можна очікувати, що значення характеристик, наведені в цьому стандарті, будуть перевищені в невеликій кількості випадків.

Деякі явища, які впливають на напругу, особливо непередбачувані, тому дуже важко встановити зручні для використання значення для їхніх характеристик. Значення, наведені в цьому стандарті для цих явищ, наприклад, для провалів напруги та короткочасних переривань у електропостачанні, потрібно тлумачити відповідним чином.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У наведених нижче нормативних документах зазначено положення, які через посилання в цьому тексті становлять положення цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують лише наведені видання нормативних документів. У разі недатованих посилань застосовують останні видання нормативних документів (разом зі змінами).

EN 61000-4-30:2015 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods (IEC 61000-4-30:2015).

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 61000-4-30:2015 Електромагнітна сумісність. Частина 4-30. Методи випробування та вимірювання. Вимірювання показників якості електричної енергії.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті вжито наведені нижче терміни та визначення позначених ними понять.

Організації ISO та IEC мають термінологічні бази даних для використання в стандартизації за такими адресами:

- ISO платформа онлайн-перегляду доступна на <https://www.iso.org/obp>

- IEC Електропедія доступна на <https://www.electropedia.org/>

3.1 Електрична мережа

3.1.1 електрична мережа загального призначення (*public electric power network*)

Мережа електропостачання, до якої має доступ будь-який користувач і якою керує регульований (ліцензований) оператор мережі

3.1.2 закрыта мережа розподілу (*closed distribution network*)

Система, яка розподіляє електроенергію в рамках обслуговування промислових, комерційних та спільних об'єктів або житлових об'єктів, які мають встановлені межі.

Примітка. Закриті мережі розподілу можуть бути приватними мережами

[Джерело: Директива 2009/72/ЄС Європейського Парламенту та Ради, стаття 28, зі змінами]

3.1.3 точка розподілу електричної енергії, термінал електропостачання (*point of supply POS, supply terminal*)

Точка електричної мережі, яку спроектовано саме для цих цілей і зафіксовано в договорі та через яку відбувається обмін енергією між суб'єктами договору.

[Джерело: IEC 614-01-02]

Примітка. На практиці - це місцезнаходження межі між мережею загальної призначеності та закритою мережею розподілу або користувачем мережі. Характеристики напруги, які може очікувати користувач мережі згідно з EN 50160, стосуються точки розподілу електричної енергії (терміналів електропостачання)

3.1.4 точка приєднання (*point of connection POC*)

Встановлена точка в системі електропостачання, до якої під'єднано електричне устаткування користувача.

[Джерело: IEC 614-01-01]

Примітка. У деяких регіонах точку розподілу електричної енергії (термінал електропостачання) позначають як точку приєднання (POC). На практиці під'єднання до енергосистеми може бути під'єднанням до мережі електропостачання загального призначення або в деяких випадках - до закритої мережі розподілу. Варто зазначити, що багато стандартів використовують термін «точка приєднання» зазвичай для позначення місця розділення, який розглядається у відповідному контексті стандарту

3.1.5 оператор електричної мережі (*network operator*)

Суб'єкт, який відповідає за роботу, технічне обслуговування і, за потреби, за розвиток електричної мережі в певному регіоні, а також за забезпечення на тривалий строк обґрунтованих потреб щодо постачання електроенергії

3.1.6 користувач мережі електропостачання (*(power) network user*)

Суб'єкт, який споживає електричну енергію з електричної мережі або постачає її в електричну мережу.

Примітка. У деяких країнах термін «користувач мережі електропостачання» поширюється на операторів електричної мережі, під'єднаних до мережі того самого чи вищого рівня напруги

3.1.7 якість електроенергії, ЯЕ (*power quality PQ*)

Характеристики електричної енергії в певній точці електричної системи, оцінені за комплексом базових технічних параметрів.

Примітка 1. Ці параметри в деяких випадках можуть стосуватися сумісності між електроенергією, що постачає мережа, та навантаженнями, під'єднаними до цієї мережі.

Примітка 2. У контексті цього стандарту якість електроенергії має відношення до терміналів електропостачання, і вона сфокусована на визначенні характеристик напруги та частоти

3.1.8 кондуктивне збурення (*conducted disturbance*)

Електромагнітне явище, яке поширюється через лінійні провідники мережі розподілу.

Примітка. В окремих випадках електромагнітне явище поширюється через обмотки трансформатора, а отже через мережі з різними рівнями напруги. Ці збурення можуть погіршувати характеристики приладів, устаткування або систем, а також спричиняти збитки

3.1.9 нормальні робочі умови (*normal operation condition*)

Режим функціонування електричної мережі, за якого має місце баланс величини згенерованої та спожитої потужності, здійснено ввімкнення системи, системою автоматичного захисту ліквідовано короткі замикання, а також якщо немає виняткових обставин.

Примітка. Частими прикладами виняткових обставин є

- а) встановлення тимчасового електропостачання;
- б) у випадку, коли установки або прилади користувача мережею електропостачання не відповідають потрібним вимогам відповідних стандартів або технічних умов приєднання;
- в) надзвичайні ситуації, наприклад:
 - 1) надзвичайні погодні умови та інші природні явища;
 - 2) втручання третіх сторін;
 - 3) дії державних органів влади;
 - 4) дії страйкового характеру на підприємствах (на підтримання законних вимог);
 - 5) форс-мажор;
 - 6) дефіцит потужності внаслідок зовнішніх подій

3.1.10 переривання в електропостачанні (*supply interruption*)

Умови, за яких значення напруги на терміналах електропостачання становить менше ніж 5 % від значення опорної напруги.

Примітка 1. Переривання в електропостачанні може бути класифіковано як:

- а) заплановані, коли споживача заздалегідь інформують про них; або
- б) аварійні, спричинені тривалими або короткочасними короткими замиканнями, які найчастіше є наслідками зовнішніх подій, виходу з ладу устаткування чи стороннього втручання в його роботу. Випадкові переривання класифікують так:

- 1) довгі переривання (довше ніж 3 хв);
- 2) короткочасні переривання (до 3 хв включно).

Примітка 2. Зазвичай переривання спричиняє спрацювання перемикачів та пристроїв захисту.

Примітка 3. Наслідок запланованого переривання може бути мінімізовано споживачем за допомогою відповідних заходів.

Примітка 4. Заплановані переривання зазвичай мають місце внаслідок виконання запланованих робіт в електричних мережах.

Примітка 5. Випадкові переривання є несподіваними, значною мірою раптовими.

Примітка 6. У багатофазних системах переривання відбувається, коли значення напруги стає нижче рівня 5 % від значення опорної напруги в усіх фазах (в інших випадках це вважають провалом напруги).

Примітка 7. У деяких країнах термін «дуже короткочасні переривання, ДКП» (very short interruptions (VSI)) використовують для класифікування переривань з тривалістю менше певного значення від 1 с до 5 с. Такі переривання пов'язано з дією пристроїв автоматичного повторного вмикання.

Примітка 8. Ця точка може відрізнитися від, наприклад, точки обліку електроенергії або точки загального приєднання.

3.2 Терміни, що стосуються напруги та частоти

3.2.1 надвисока напруга, НВН (*extra high voltage EHV*)

Напруга, середньо квадратичне номінальне значення якої становить $150 \text{ кВ} < U_n \leq 800 \text{ кВ}$

3.2.2 висока напруга, ВН (*high voltage HV*)

Напруга, середньо квадратичне номінальне значення якої становить $36 \text{ кВ} < U_n \leq 150 \text{ кВ}$

3.2.3 середня напруга; СН (*medium voltage; MV*)

Напруга, середньо квадратичне номінальне значення якої становить $1 \text{ кВ} < U_n \leq 36 \text{ кВ}$

3.2.4 низька напруга; НН (*low voltage; LV*)

Напруга, середньо квадратичне номінальне значення якої становить $U_n \leq 1 \text{ кВ}$

3.2.5 номінальна напруга; U_n (*nominal voltage; U_n*)

Напруга, на яку розрахована або до якої віднесено електричну мережу, а також відносно до якої визначено окремі експлуатаційні характеристики

3.2.6 напруга електропостачання (*supply voltage*)

Середньоквадратичне значення напруги в певний час на терміналі електропостачання, виміряне протягом заданого інтервалу

3.2.7 декларована напруга електропостачання; U_c (*declared supply voltage*)

Значення напруги електропостачання U_c , яке погодили між собою оператор електричної мережі розподілу та користувач мережею електропостачання.

Примітка. Зазвичай декларованою напругою електропостачання U_c є номінальна напруга U_n , але за згодою між оператором електричної мережі розподілу та користувачем вона може мати інше значення

3.2.8 опорна напруга (*reference voltage*)

Значення напруги, визначене як базове, відносно якого обчислюють залишкову напругу, пороги та інші величини в відносних одиницях або відсотках.

Примітка 1. Під час використання цього стандарту опорною напругою вважають номінальну чи заявлену напругу системи електропостачання.

Примітка 2. Цей термін використовують для оцінювання переривань, провалів напруги та перенапруг

3.2.9 частота напруги електропостачання (*frequency of the supply voltage*)

Швидкість повторення хвилі основного складника напруги електропостачання, виміряна на певному інтервалі часу

3.2.10 номінальна частота (*nominal frequency*)

Номінальне значення частоти напруги електропостачання.

3.3 Явища

3.3.1 змінення напруги (*voltage variation*)

Підвищення або зниження середньо квадратичного значення напруги, що звичайно є наслідком змін навантаження

3.3.2 флуктуація, коливання напруги (*voltage fluctuation*)

Серії змінень значень напруги або циклічні зміни огинальної лінії змінної напруги

[Джерело: IEC 161-08-05, зі змінами]

3.3.3 швидке змінення напруги (*rapid voltage change*)

Одиничне швидке змінення середньо квадратичного значення напруги між двома її послідовними рівнями, які мають достатню але не визначену тривалість.

Примітка. Для більшої інформації див. EN 61000-3-3 та EN 61000-4-30

3.3.4 флікер, мерехтіння (*flicker*)

Відчуття нестійкості зорового сприйняття, спричинене світловим подразником, яскравість або спектральне розподілення якого коливається протягом часу

[Джерело: IEC 161-08-13]

3.3.5 інтенсивність флікера (*flicker severity*)

Інтенсивність подразнення від флікера, оцінена в наведених нижче величинах:

- короткострокова інтенсивність флікера; P_{st} (*shortterm severity*; P_{st}), період вимірювання 10 хв;

- довгострокова інтенсивність флікера; P_{lt} (*long term severity*; P_{lt}), яку обчислюють за даними 12 значень P_{st} , послідовно виміряних протягом 2 год згідно з формулою:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} P_{sti}^3 / 12}$$

3.3.6 напруга гармоніки U_h (*harmonic voltage*)

Синусоїдальна напруга з частотою, пропорційною цілому числу множника основної частоти напруги електропостачання.

Примітка. Застосування: напруги гармонік можна оцінювати індивідуально, через їхню відносну амплітуду (u_h), визначену як напруга гармоніки, віднесена до напруги основного складника U_1 , де h - це порядок гармоніки, або інтегрально, наприклад, через сумарний коефіцієнт гармонічних спотворень THD, обчислюваний за формулою:

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} (U_h / U_1)^2}$$

3.3.7 напруга інтергармоніки (*interharmonic voltage*)

Синусоїдальна напруга з частотою, коефіцієнт пропорційності якої до основного складника напруги електропостачання не є цілим числом.

Примітка. Напруги інтергармонік з близько розташованими частотами можуть з'являтися одночасно і створювати широкий спектр

3.3.8 небаланс напруг (*voltage unbalance*)

Стан багатофазної системи, за якого середньоквадратичні значення лінійних напруг (їхніх основних складників) або фазові кути між послідовними лінійними напругами не є однаковими.

Примітка 1. Міру неоднаковості зазвичай визначають як відношення складників зворотної або нульової послідовностей до складника прямої послідовності.

Примітка 2. У цьому стандарті небаланс напруг визначено лише для трифазних систем і для зворотної послідовності напруг

[Джерело: IEC 161-08-09 зі змінами]

3.3.9 провал напруги (*voltage dip*)

Тимчасове зменшення середньоквадратичного значення напруги в точці системи електропостачання нижче ніж визначений стартовий поріг.

Примітка 1. Застосування: у цьому стандарті стартовий поріг провалу дорівнює 90 % від значення опорної напруги.

Примітка 2. В основному, провали - це наслідок короткого замикання чи іншого екстремального зростання струмів у системі або установках, під'єднаних до неї.

Примітка 3. У цьому стандарті визначено, що провал напруги є двомірним збуренням, рівень якого визначають як напругою, так і проміжком часу (тривалістю).

3.3.10 тривалість провалу напруги (*voltage dip duration*)

Проміжок часу між моментом, коли середньоквадратичне значення напруги в певній точці системи електропостачання спадає нижче ніж поріг початку провалу, і моментом, коли воно стає вище ніж поріг закінчення провалу.

Примітка 1. Застосування: в межах цього стандарту тривалість провалу напруги може бути від 10 мс до 1 хв включно.

Примітка 2. Для багатофазних явищ провал починається тоді, коли хоча б одна напруга спадає нижче ніж поріг початку провалу і закінчується, коли значення всіх напруг стають рівними порогу закінчення провалу або перевищують його

3.3.11 поріг початку провалу напруги (*voltage dip start threshold*)

Середньоквадратичне значення напруги в системі електропостачання, визначене для встановлення моменту початку провалу напруги

3.3.12 поріг закінчення провалу напруги (*voltage dip end threshold*)

Середньоквадратичне значення напруги в системі електропостачання, визначене для встановлення моменту закінчення провалу напруги

3.3.13 залишкова напруга провалу (*voltage dip residual voltage*)

Мінімальне середньоквадратичне значення напруги, зафіксоване під час провалу напруги.

Примітка. У межах застосування цього стандарту залишкову напругу визначають у відсотках від опорної напруги

3.3.14 перенапруга перехідного процесу (*transient overvoltage*)

Короткочасна коливальна чи неколивальна перенапруга з тривалістю не більше ніж кілька мілісекунд, яка зазвичай швидко спадає.

Примітка. Перенапругу перехідного процесу зазвичай спричинено блискавкою, перемиканням або спрацюванням запобіжників. Час зростання перехідної перенапруги може варіюватися від менш ніж мікросекунди до кількох мілісекунд

[Джерело: IEC 604-03-13 зі змінами]

3.3.15 перенапруга, тимчасове перевищення напруги електропостачання (*voltage swell, temporary power frequency overvoltage*)

Тимчасове зростання середньоквадратичного значення напруги в точці електричної системи електропостачання вище ніж визначений поріг початку перенапруги.

Примітка 1. Застосування: у цьому стандарті поріг початку перенапруги дорівнює 110 % від значення опорної напруги (див. CLC/TR 50542-1:2018, розділ 1 для більшої інформації).

Примітка 2. У межах застосування цього стандарту перенапряга є двомірним збуренням, рівень якого визначають як напругою, так і проміжком часу (тривалістю).

Примітка 3. Перенапруги можуть з'являтися як між самими лінійними провідниками, та і між лінійними провідниками та землею. Залежно від типу налаштування нейтралі коротке замикання на землю може призвести до зростання перенапруги між непошкодженими фазами і нейтраллю

3.3.16 тривалість перенапруги (*voltage swell duration*)

Проміжок часу між моментом, коли середньоквадратичне значення напруги в певній точці системи електропостачання перевищує поріг початку перенапруги, і моментом, коли воно падає нижче ніж поріг закінчення перенапруги.

Примітка. Застосування: у цьому стандарті тривалість перенапруги може бути від 10 мс до 1 хв включно

3.3.17 поріг закінчення перенапруги (*voltage swell end threshold*)

Середньоквадратичне значення напруги в системі електропостачання, визначене для встановлення моменту закінчення перенапруги

3.3.18 поріг початку перенапруги (*voltage swell start threshold*)

Середньоквадратичне значення напруги в системі електропостачання, визначене для встановлення моменту початку перенапруги.

3.3.19 комунікаційні системи в мережах електропостачання (*mains communication system; MCS*)

Електричні системи, що використовують сигнали для передавання інформації про системи електропостачання через мережі розподілу чи в межах устаткування користувачів мережею

3.3.20 напруги сигналів у мережах електропостачання (*mains signalling voltage*)

Сигнали, накладені на напругу електропостачання, що їх використовують для передавання інформації в мережі електропостачання загальної призначеності, а також до місця розміщення користувачів мережею електропостачання.

Примітка. Класифікація: ці сигнали можна поділити на три класи:

- **модульовані тональні сигнали:** накладені сигнали синусоїдальної напруги з частотою від 110 Гц до 3 000 Гц;
- **сигнали, які пересилають через проводи мереж електропостачання:** накладені сигнали синусоїдальної напруги з частотою від 3 кГц до 148,5 кГц;
- **сигнали-маркери мереж:** накладені короткочасні імпульси у визначених точках кривої напруги електропостачання.

4 ХАРАКТЕРИСТИКИ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

4.1 Загальні положення

У цьому розділі визначено характеристики напруги електропостачання в електричних мережах низької напруги загальної призначеності. Розрізняють:

- безперервні явища, тобто відхили від номінального значення, що мають місце протягом всього часу. Зазначені явища мають місце головним чином внаслідок особливостей навантаження, змін потужності навантаження, або нелінійного характеру навантаження;
- раптові події, тобто несподівані та істотні відхили від нормальної або бажаної форми кривої напруги. Це найчастіше відбувається внаслідок непередбачуваних подій (наприклад, аварій) або зовнішніх причин (наприклад, погодних умов, дій третіх сторін);
- інші явища, тобто явища, що мають місце за наявності під'єднаних до мережі електропостачання комунікаційних систем (MCS) та/або устаткування, що використовує імпульсні режими.

Для деяких безперервних явищ визначено допустимі значення^{1),2)} характеристик; для раптових подій на даний час може бути використано тільки орієнтовні значення (див. додаток В).

Стандартна номінальна напруга U_n для мереж низької напруги загальної призначеності має значення $U_n = 230$ В між фазним і нульовим проводом або між фазним проводом:

- для трифазних чотирипровідних мереж:

$U_n = 230$ В між фазним і нульовим проводом;

- для трифазних трипровідних мереж:

$U_n = 230$ В між фазними проводами.

Примітка. В мережах низької напруги значення заявленої та номінальної напруги однакові.

4.2 Безперервні явища

4.2.1 Частота напруги електропостачання

Номінальна частота напруги електропостачання має бути 50 Гц. За нормальних робочих умов середнє значення частоти основного складника напруги, виміряне на інтервалі 10 с, має бути в межах:

- для систем, синхронно під'єднаних до об'єднаної енергосистеми:

$50 \text{ Гц} \pm 1 \%$ (тобто 49,5 Гц.. 50,5 Гц) протягом 99,5 % часу за рік;

$50 \text{ Гц} + 4 \%/ \text{мінус } 6 \%$ (тобто 47 Гц.. 52 Гц) протягом 100 % часу;

- для мереж без синхронного під'єднання до об'єднаної енергосистеми (тобто для електропоста-чальних систем типу енергетичного острова):

$50 \text{ Гц} \pm 2 \%$ (тобто 49 Гц...51 Гц) протягом 95 % часу за тиждень;

$50 \text{ Гц} \pm 15 \%$ (тобто 42,5 Гц.. 57,5 Гц) протягом 100 % часу;

Примітка 1. Цей стандарт визначає діапазон частот для нормальних умов мережі. За виняткових умов для забезпечення безперервності електропостачання тимчасово може бути використано ширші значення допусків для частоти.

Примітка 2. Відповідний моніторинг зазвичай здійснює оператор системи передачі.

4.2.2 Змінення напруги електропостачання

4.2.2.1 Вимоги

За нормальних робочих умов за винятком періодів, під час яких відбувалось переривання напруги, змінення значення напруги не повинні перевищувати $\pm 10 \%$ від номінальної напруги U_n .

За умов, коли електричну енергію постачають електромережі без зв'язку з об'єднаною енергосистемою чи до особливо віддалених користувачів мережі, змінення напруги не повинні перевищувати $10 \%/ \text{мінус } 15 \%$ від U_n . Користувачів мережі електропостачання має бути поінформовано про ці умови.

Фактичне споживання потужності, що його потребує індивідуальний користувач, не може бути повністю передбачуваним з точки зору величини та одночасності. Тому мережі, в основному, проектують на ймовірнісній базі. Якщо вимірювання, здійснене оператором мережі відповідно до 4.2.2.2 на підставі скарги користувача, покаже, що значення напруги, яка виходить за межі норм, наведених у 4.2.2.2, спричиняє негативні наслідки для користувача мережею, то оператор мережі спільно з користувачем (або з користувачами) має вжити виправних заходів, які залежать від оцінки ступеня небезпеки. Тимчасово, на строк, потрібний для розв'язання проблеми, змінення напруги повинні знаходитися в межах діапазону $10 \%/ \text{мінус } 15 \%$ від U_n , якщо з користувачем не погоджено іншого.

1) Для швидких змін напруги на сьогодні визначені лише орієнтовні значення.

2) Національні регламенти можуть містити суворіші норми.

Примітка 1. Відповідно до вимог стандартів на категорію продукції та інсталяції, а також згідно з ІЕС 60038 електроприлади користувачів мережі зазвичай сконструйовано так, щоб витримувати змінення напруги живлення $\pm 10\%$ відносно значення

номінальної напруги системи. Цього достатньо для переважної кількості умов електропостачання. Зазвичай немає потреби розроблення електроприладів призначених для роботи з більш широким діапазоном змінень напруги живлення.

Примітка 2. Визначення «особливо віддаленого користувача мережею» може розрізнятися від країни до країни, унаслідок особливостей національних електричних мереж, наприклад, рівнів обмеження потужності на терміналі електропостачання та/чи коефіцієнта потужності.

4.2.2.2 Метод випробування

За нормальних робочих умов,

- протягом кожного тижневого періоду вимірювання 95 % середньоквадратичних значень напруги електропостачання, усереднені на інтервалі 10 хв, мають бути в межах $U_n \pm 10 \%$; і

- усі середньоквадратичні значення напруги електропостачання, усереднені на інтервалі 10 хв, мають бути в межах $U_n 10 \%$ / мінус 15 %.

Примітка 1. Означені вище допуски належать до періоду вимірювання в один тиждень (тобто до 1 008 інтервалів по 10 хв).

Під час оцінювання результатів вимірювання треба звертати увагу на промарковані інтервали. Треба вилучити дані, промарковані як переривання напруги. Принципи щодо використання інших промаркованих даних - на розгляді.

Примітка 2. Означений метод випробування не застосовний у випадках електропостачання в мережах, не під'єднаних до систем передачі, або для спеціальних віддалених користувачів мережі.

4.2.3 Швидкі змінення напруги

4.2.3.1 Одиначне швидке змінення напруги

Швидке змінення напруги електропостачання головним чином спричинене змінами навантаження чи генерації в устаткуванні користувачів електромережею, перемиканням у системі чи аваріями.

Якщо значення напруги під час її змінення перетинає поріг провалу напруги та/чи поріг перенапруги, то такий випадок класифікують не як швидке змінення напруги, а як провал напруги та/або перенапругу.

Примітка. Можливі посилання до EN 61000-2-2, окремі орієнтовні значення можна знайти в додатку В.

4.2.3.2 Інтенсивність флікера

За нормальних робочих умов у будь-якому тижневому періоді довгострокова інтенсивність флікера P_{It} , спричиненого коливанням напруги, має бути меншим або дорівнювати 1 для 95 % часу спостереження.

Примітка 1. Спочатку вимоги щодо флікера визначали, ґрунтуючись на реакції людини на коливання світла від лампи розжарювання 60 Вт, яка живиться нестабільною напругою. Вимоги щодо флікера, наведені в EN 50160, досі ґрунтуються на оригінальній «кривій флікера», отриманій у результаті цих досліджень з лампою розжарювання 60 Вт. Стандарт, що встановлює методику вимірювання флікера, IEC 61000-4-15 також ґрунтується на цій «кривій флікера». Щоб гарантувати, що нові енергоефективні освітлювальні прилади (такі як компактні люмінесцентні та світлодіодні лампи) не виробляють більше мерехтіння світла, ніж старі лампи розжарювання, було розроблено стандарт IEC TR 61547, який визначає об'єктивний метод вимірювання мерехтіння світла, коли освітлювальний пристрій живиться напругою, що змінюється в часі згідно з оригінальною «кривою флікера». Отже, оригінальна «крива флікера» для напруги також і у майбутньому залишається основою для запобігання проблеми мерехтіння світла.

Примітка 2. Реакція на флікер є суб'єктивною і може змінюватися залежно від причини того, що флікер відчутний, і проміжку часу, під час якого він триває. У деяких випадках флікер з $P_{It} = 1$ має підвищений подразнювальний вплив, тоді як в інших випадках за вищих рівнів P_{It} подразнювальні впливи не відчувалися.

4.2.4 Небаланс напруг електропостачання

За нормальних робочих умов протягом кожного тижневого періоду 95 % середньоквадратичних значень напруги зворотної послідовності (основного складника), усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути в межах від 0 % до 2 % від напруги прямої послідовності (основного складника).

Примітка 1. У деяких мережах, де частина устаткування споживачів має одно- або двофазне з'єднання з мережею, небаланс напруг на терміналах трифазного електропостачання може досягати 3 %.

Примітка 2. У цьому стандарті наведено значення тільки для складника зворотної послідовності, тому що цей складник належним чином характеризує можливі взаємні впливи під'єднаного до системи устаткування.

4.2.5 Напруга гармонік

За нормальних робочих умов протягом кожного тижневого періоду вимірювання 95 % середньоквадратичних значень напруги індивідуальної гармоніки, усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути менше або дорівнювати значенням, наведеним у таблиці 1. Резонанси можуть спричинювати вищі значення напруг окремих гармонік.

Окрім того, THD напруги електропостачання (враховуючи усі гармоніки до 40-ої включно) має бути меншим чи дорівнювати 8 %.

Таблиця 1 - Значення напруг індивідуальних гармонік на терміналах електропостачання НН

Непарні гармоніки				Парні гармоніки	
не кратні 3		кратні 3			
Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h	Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h	Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h
5	6,0 %	3	5,0 %	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5%	4	1,0 %
11	3,5 %	15	1,0 %	6 ...24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,75 %		
17	2,0 %				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				
Значення наведено у відсотках від основного складника u ₁ .					
Примітка. Не наведено значення для гармонік з порядком вище ніж 25, тому що вони, зазвичай, невеликі та значною мірою непередбачувані через резонансні явища.					

4.2.6 Напруги інтергармонік

Рівень інтергармонік збільшується внаслідок розвитку перетворювачів частоти й подібного регульовального устаткування. Ці рівні перебувають на розгляді з тим, щоб отримати більший досвід.

У деяких випадках інтергармоніки, навіть низького рівня, спричиняють зростання флікера (див. 4.2.3.2) або вплив на системи, в яких використовують модульовані тональні посилення.

4.3 Раптові події

4.3.1 Переривання напруги електропостачання

Переривання за своєю природою є непередбачуваними та непостійними за місцем і часом. На цей час неможливо дати репрезентативні статистичні результати вимірювання частоти переривань, що повністю охоплюють усі європейські мережі. Посилання на фактичні дані стосовно частоти переривань, зафіксованих в європейських мережах, наведено в додатку В.

4.3.2 Провали напруги та перенапруги

4.3.2.1 Загальні положення

Провали напруги зазвичай спричиняють аварії, які відбуваються в мережах загальної призначеності чи в устаткуванні споживачів.

Перенапруги зазвичай спричинені діями із перемиканням і від'єднанням навантаження.

Обидва явища непередбачувані та випадкові. Частота їхніх появ за рік значно змінюється залежно від типу систем електропостачання й точки спостереження. Крім того, їх розподілення протягом року може бути дуже нерівномірним.

4.3.2.2 Виявлення та вимірювання провалів напруги та перенапруг

Якщо статистичні дані зібрано, треба виявляти й вимірювати провали напруги/перенапруги згідно з EN 61000-4-30, застосовуючи номінальне значення напруги мережі як опорне. Характеристики провалів напруги/перенапруги, розглянуті в цьому стандарті, - це залишкова напруга (максимум середньоквадратичного значення для перенапруги), а також їхня тривалість¹⁾.

У мережах низької напруги для чотирипровідних систем потрібно розглядати напругу між лінійним проводом і нейтраллю, для трипровідних систем - розглядати напругу між лінійними проводами, у випадку однофазного під'єднання треба розглядати напругу електропостачання (між лінійними проводами чи між лінійним проводом і нейтраллю відповідно до типу під'єднання споживача).

Традиційно поріг початку провалу напруги дорівнює 90 % від номінальної напруги, поріг початку перенапруги - 110 % від номінальної напруги. Значення гістерезису зазвичай дорівнює 2 %, рекомендовані правила щодо гістерезису зазначено в 5.4.2.1 EN 61000-4-30:2015.

¹⁾ У цьому стандарті значення виражено у відсотках від опорної напруги.

4.3.2.3 Оцінювання провалів напруги

Оцінювання провалів напруги треба здійснювати згідно з EN 61000-4-30. Метод аналізування провалів напруги (оброблення отриманих даних) залежить від цілі оцінювання.

Зазвичай для низьковольтної мережі:

- якщо розглядають трифазну систему, то застосовують поліфазне узагальнення результатів, що містить визначення еквівалентної події, яка характеризується однаковою тривалістю й однаковою остаточною напругою;

- узагальнення подій у часі, яке охоплює визначення еквівалентної події у випадку, якщо відбувається послідовність кількох подій; метод, застосовний для узагальнення таких подій, можна використовувати під час остаточного оброблення даних, кілька рекомендованих правил зазначено в IEC/TR 61000-2-8.

4.3.2.4 Класифікація провалів напруги

Якщо статистичні дані зібрано, провали напруги має бути класифіковано відповідно до таблиці 2. У комірці таблиці треба внести цифри, що відповідають кількості еквівалентних подій (див. 4.3.2.3). Ця таблиця відображає поліфазні характеристики мережі. Потрібна додаткова інформація для визначення явищ, що впливають на напругу лише однієї фази в трифазних системах. Для обчислювання наведеного вище потрібно використовувати інші методи оцінювання.

Приклади того, як представити класифікацію провалів напруги протягом періоду вимірювання, див. у додатку В.

Щодо наявного вимірювального устаткування та/або систем моніторингу таблицю 2 можна використати як рекомендацію.

Таблиця 2 - Класифікація провалів за залишковою напругою та тривалістю

Залишкова напруга u , %	Тривалість t , мс				
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$90 > u \geq 80$	A1	A2	A3	A4	A5
$80 > u \geq 70$	B1	B2	B3	B4	B5
$70 > u \geq 40$	C1	C2	C3	C4	C5
$40 > u \geq 5$	D1	D2	D3	D4	D5
$5 > u$	X1	X2	X3	X4	X5

Провали напруги за своєю природою є непередбачуваними та непостійними за місцем і часом. На цей час неможливо дати статистичні результати стосовно частоти появи провалів напруги, що повністю охоплюють усі європейські мережі. В додатку В наведено посилання на фактичні дані щодо провалів напруги, зафіксованих в європейських мережах.

Потрібно звернути увагу на те, що залежно від вибраного методу вимірювання, треба враховувати невизначеність вимірювання, яка впливає на його результати, особливо відносно короткочасних подій. Щодо невизначеності вимірювання треба застосовувати EN 61000-4-30.

Зазвичай тривалість провалів напруги залежить від вибраної стратегії побудови захисту в мережі, що в різних мережах може відрізнятися через структуру мережі та типу заземлення нейтралі. Тому типова тривалість провалів не обов'язково відповідає межах, наведеним у колонках таблиці 2.

4.3.2.5 Оцінювання перенапруг

Оцінювання перенапруг треба здійснювати згідно з EN 61000-4-30. Метод аналізування перенапруг (обробляння отриманих даних) залежить від цілі оцінювання.

Зазвичай для низьковольтних мереж:

- якщо розглядають трифазну систему, то застосовують поліфазне узагальнення результатів, що містить визначення еквівалентної події, яку характеризує однакова тривалість й однакове середньоквад-ратичне значення максимальної напруги;
- узагальнення подій у часі, яке охоплює визначення еквівалентної події у випадку, якщо відбувається послідовність із кількох подій; метод, застосовний для узагальнення таких подій, можна використовувати під час остаточного обробляння даних, кілька рекомендованих правил наведено в IEC/TR 61000-2-8.

4.3.2.6 Класифікація перенапруг

Якщо статистичні дані зібрано, перенапруги має бути класифіковано згідно з наведеною нижче таблицею. У комірки таблиці треба внести цифри, що відповідають кількості еквівалентних подій (див. 4.3.2.5)¹⁾.

Щодо наявного вимірювального устаткування та/або систем моніторингу таблицю 3 можна використати як рекомендацію.

Примітка 1. Звичайно аварії в низьковольтних мережах загальної призначеності або в устаткуванні користувачів спричиняють зростання кількості тимчасових перевищень напруги електропостачання між лінійними провідниками та землею, такі перенапруги зникають тоді, коли аварію усунуто. Деякі орієнтовні значення перенапруг наведено в додатку В.

Примітка 2. Щодо класифікації перенапруг між лінійним провідником та землею треба застосовувати IEC 60364-4-44.

¹⁾ Ця таблиця відображає поліфазні характеристики мережі. Потрібна додаткова інформація для визначення явищ, які впливають на напругу тільки однієї фази в трифазних системах. Для обчислення, наведеного вище, потрібно використовувати інші методи оцінювання.

Таблиця 3 - Класифікація перенапруг за максимальною напругою та тривалістю

Перенапруга u , %	Тривалість t , мс		
	$10 \leq t \leq 500$	$500 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$u \geq 120$	S1	S2	S3
$120 > u > 110$	T1	T2	T3

4.3.3 Перенапруги перехідного процесу

Перенапругу перехідного процесу на терміналах електропостачання зазвичай спричиняє блискавка (наведена перенапруга) або перемикання в мережі.

Примітка 1. Час зростання напруги протягом перехідного процесу може бути в широкому діапазоні, що спадає від мілісекунд до менше ніж 1 мкс. Однак із фізичних причин перехідні процеси більшої тривалості, зазвичай, мають значно меншу амплітуду. Отже, одночасний збіг високих амплітуд і тривалого часу наростання напруги є досить мало ймовірним.

Примітка 2. Значення енергії завади під час дії перенапруги перехідного процесу істотно відрізняється залежно від її походження. Наведена перенапруга внаслідок дії блискавки звичайно має більшу амплітуду, але менше значення енергії завади, ніж перенапруга, спричинена перемиканням, через зазвичай більшу тривалість комутаційних перенапруг.

Щоб забезпечити завадостійкість до перенапруг перехідного процесу в переважній більшості випадків, устаткування НН та пристрої користувачів мережі електропостачання розробляють згідно з EN 60664-1. За потреби (див. стандарт IEC 60364-4-44)

пристрої захисту від сплесків напруги вибирають згідно з ІЕС 60234-5-53, враховуючи реальні ситуації. Вважають, що вони також ефективні проти наведеної напруги, спричиненої як блискавкою, так і перемиканням у системі.

4.4 Інші явища (див. також додаток С)

4.4.1 Загальні положення

Цей підрозділ стосується явищ, які через їхні характеристики не зазначено в попередніх підрозділах.

Таблиця 4 містить огляд ситуації стосовно стандартних рівнів якості електроенергії.

Таблиця 4 - Стандартизація якості електроенергії в діапазоні частот до 150 кГц

Діапазон частот	Тип устаткування	
	комунікаційні системи в мережах електропостачання (MCS)	Інший
Від 0,1 кГц до 2 кГц	Нормативні рівні ЯЕ (див. 4.4.2)	Див. розділи 4-6 цього стандарту
від 2 кГц до 9 кГц	Нормативні рівні ЯЕ (див. 4.4.2)	На розгляді а),с),d),e)
від 9 кГц до 95 кГц	Нормативні рівні ЯЕ (див. 4.4.2)	На розгляді а),с),d),e)
Від 95 кГц до 150 кГц	На розгляді б), е)	На розгляді а),с),d),e)

а) Рівні сумісності для ненавмисної емісії завад для частотного діапазону від 2 кГц до 30 кГц було опубліковано в ІЕС 61000-2-2:2002/A1:2017. Рівні сумісності для ненавмисної емісії завад для частотного діапазону від 30 кГц до 150 кГц було опубліковано в ІЕС 61000-2-2:2002/A2:2019.

б) Норми емісії для сигналів MCS зазначено в EN 50065-1.

с) Розрахункові значення емісії завад від інверторів наведено в ІЕС TS 62578. Норми емісії завад для освітлювального устаткування наведено в EN 55015, для індукційних плит - в EN 55014-1.

д) Для частотного діапазону від 2 кГц до 150 кГц: пікові значення ненавмисної емісії завад можуть перевищувати наведені в EN 50065-1 норми сигналу в зазначеному діапазоні частот.

е) Для частотного діапазону від 2 кГц до 150 кГц методику випробування на несприйнятливості наведено в EN 61000-4-16 (для синфазних завад) і EN 61000-4-19 (для диференційних завад).

Примітка. Потрібно виконати додаткове дослідження, враховуючи, що до електричної мережі будуть під'єднані потужні електронні перетворювачі.

4.4.2 Напруги комунікаційних сигналів у мережах електропостачання

У деяких країнах оператори мережі можуть використовувати мережі загальної призначеності для передавання сигналів (див. EN 50065-1). Протягом 99 % доби значення напруги сигналу усереднене на інтервалі 3 с, має бути менше або дорівнювати значенням, зображеним на рисунку 1.

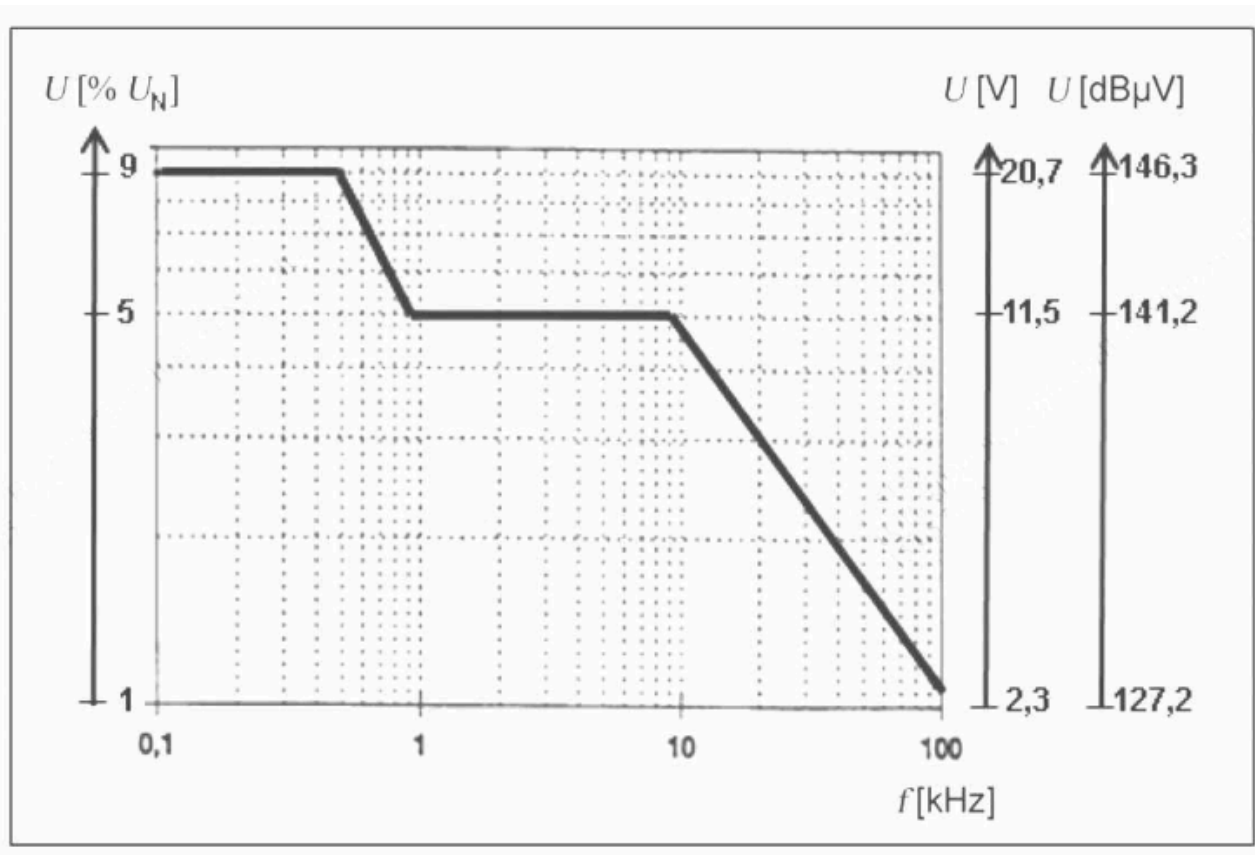


Рисунок 1 - Рівні напруги сигналу в мережах НН загальної призначеності

Комунікації в електричних мережах із частотами в діапазоні від 95 кГц до 148,5 кГц можуть використовувати в устаткуванні користувачів мережі. Хоча мережу НН загальної призначеності заборонено використовувати для передавання сигналів між її користувачами, потрібно враховувати напруги зазначених частот із середньоквадратичним значенням до 1,4 В. Через можливість взаємних впливів комунікаційних систем у мережах електропостачання (MCS) сусідніх користувачів у них може бути потреба застосування засобів захисту або заходів щодо мінімізації такого впливу на устаткування MCS.

Примітка. Для MCS у деяких мережах також використовують частоти вище ніж 148,5 кГц.

5 ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРЕДНЬОЇ НАПРУГИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

5.1 Загальні положення

Користувачі мережі електропостачання, що потребують потужності, яка перевищує можливості мережі НН, переважно під'єднані до мереж із номінальною напругою, що перевищує 1 кВ. Цей розділ стосується систем електропостачання із номінальною напругою до 36 кВ включно.

Користувачів мережі електропостачання також можуть забезпечувати електроенергією за означеним рівнем напруги щоб задовольнити спеціальні вимоги або щоб знизити кондуктивне збурення від їхнього устаткування.

У цьому розділі зазначено характеристики напруги електроенергії, що постачають мережі середньої напруги загальної призначеності.

Розрізняють:

- безперервні явища, тобто відхили від номінального значення, що мають місце протягом усього часу. Зазначені явища мають місце головним чином внаслідок особливостей навантаження, змін потужності навантаження, або нелінійного характеру навантаження;
- раптові події, тобто несподівані та істотні відхили від нормальної або бажаної форми кривої напруги. Це скоріше за все відбувається внаслідок непередбачуваних подій (наприклад, аварій) або зовнішніх причин (наприклад, погодних умов, дій третіх сторін).

Для деяких безперервних явищ визначено граничні значення^{1),2)} характеристик; для раптових подій на сьогодні може бути використано лише орієнтовні значення (див. додаток В).

Величину напруги визначають декларованою напругою U_c .

¹⁾ Для швидких змін напруги на сьогодні визначено тільки орієнтовні значення.

²⁾ Національні регламенти можуть містити суворіші норми.

5.2 Безперервні явища

5.2.1 Частота напруги електропостачання

Номінальна частота напруги електропостачання має бути 50 Гц. За нормальних робочих умов середнє значення частоти основного складника напруги, виміряне в інтервалі 10 с, має бути в межах:

- для систем, синхронно під'єднаних до об'єднаної енергосистеми:

50 Гц $\pm 1\%$ (тобто 49,5 Гц...50,5 Гц) протягом 99,5 % часу за рік;

50 Гц $+ 4\%$ /мінус 6 % (тобто 47 Гц.. 52 Гц) протягом 100 % часу;

- для мереж без синхронного під'єднання до об'єднаної енергосистеми тобто для електропостачальних систем типу енергетичний острів):

50 Гц $\pm 2\%$ (тобто 49 Гц.. 51 Гц) протягом 95 % часу за тиждень;

50 Гц $\pm 15\%$ (тобто 42,5 Гц...57,5 Гц) протягом 100 % часу;

Примітка 1. Цей стандарт визначає діапазон частот для нормальних умов роботи мережі. За виняткових умов для забезпечення безперервності електропостачання тимчасово може бути використано ширші допуски для частоти.

Примітка 2. Відповідний моніторинг зазвичай здійснює Оператор системи передачі.

5.2.2 Змінення напруги електропостачання

5.2.2.1 Вимоги

За нормальних робочих умов, окрім виняткових періодів, під час яких відбувалися переривання напруги, змінення значення напруги не повинні перевищувати $\pm 10\%$ від декларованої напруги U_c .

За умов, коли електричну енергію постачають електромережі без зв'язку з об'єднаною енергосистемою чи до особливо віддалених користувачів мережею, змінення значення напруги не повинні перевищувати 10 %/мінус 15 % від U_c . Користувачів мережею електропостачання має бути поінформовано про ці умови.

Фактичне споживання потужності, що його потребує індивідуальний користувач, не може бути повністю передбачуваним з точки зору величини та одночасності. Тому мережі проектують переважно на ймовірнісній базі. Якщо вимірювання, що їх виконав відповідно до 5.2.2.2 оператор мережі на підставі скарги користувача, покажуть, що значення напруги, яка виходить за межі норм, наведених у 5.2.2.2, спричиняє негативні наслідки для користувача мережею, то оператор мережі спільно з користувачем (або з користувачами) має вжити виправних заходів, які залежать від оцінки ступеня небезпеки. Тимчасово на строк, потрібний для розв'язання проблеми, змінення напруги має перебувати в межах діапазону 10 %/мінус 15 % від U_c , якщо з користувачем не погоджено іншого.

Примітка. Визначення «особливо віддаленого користувача мережею» може розрізнятися від країни до країни, унаслідок неоднакових характеристик національних електричних мереж, наприклад, обмеження потужності на терміналі електропостачання та/чи обмеження коефіцієнта потужності.

5.2.2.2 Метод випробування

Щодо методики вимірювання напруги див. EN 61000-4-30, період вимірювання має бути щонайменше один тиждень.

За умов, наведених у 5.2.2.1, застосовують такі допуски:

- щонайменше 99 % середньоквадратичних значень напруги електропостачання, усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути нижче ніж верхній допуск 10 %; зазначений в 5.2.2.1;

- щонайменше 99 % середньоквадратичних значень напруги електропостачання, усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути вище ніж нижній допуск мінус 10 %; зазначений в 5.2.2.1;

- жодне середньоквадратичне значення напруги електропостачання, усереднене на інтервалі 10 хв, не має бути за межами $\pm 15\%$ від U_c .

Примітка. Допуски у відсотках, наведені вище, застосовують до періоду вимірювання один тиждень (тобто до 1008 інтервалів по 10 хв).

Під час оцінювання результатів вимірювання треба звертати увагу на марковані інтервали. Треба вилучити дані, марковані як переривання напруги. Принципи щодо використання інших маркованих даних - на розгляді.

Для особливих випадків, коли встановлено норми суворіші ніж $\pm 10\%$ від U_c , треба застосовувати менші відсоткові значення від тижневого інтервалу (тобто 95 %).

5.2.3 Швидкі змінений напруги

5.2.3.1 Одиначне швидке змінення напруги

Швидке змінення напруги електропостачання головним чином спричинене змінами потужності навантаження чи генерації в устаткуванні користувачів електромережею, а також перемиканням у системі або аваріями.

Якщо напруга під час змінення перетинає поріг провалу напруги та/чи поріг перенапруги, то такий випадок точніше треба класифікувати як провал напруги та/або перенапруга.

Примітка. Можливі посилання на EN 61000-2-12, окремі орієнтовні значення можна знайти в додатку В.

5.2.3.2 Інтенсивність флікера

За нормальних робочих умов у будь-якому тижневому періоді довгострокова інтенсивність флікера P_{fL} , спричиненого коливанням напруги, має бути менше або дорівнювати 1 для 95 % часу спостереження.

Примітка 1. Цю величину вибрано за допущенням того, що коефіцієнт передавання між системами СН та НН дорівнює 1. На практиці коефіцієнт передавання між рівнями СН та рівнями НН може бути менше ніж 1.

У випадку появи скарг потрібно вибрати такі значення норм для СН та такі заходи щодо зниження завад у мережах ВН, СН, НН, щоб значення P_{fL} для НН не перевищувало 1.

Примітка 2. Відповідну настанову наведено в IEC/TR 61000-3-7.

5.2.4 Небаланс напруг електропостачання

За нормальних робочих умов протягом кожного тижневого періоду 95 % середньоквадратичних значень складника зворотної послідовності напруги електропостачання, усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути в межах від 0 % до 2 % від складника напруги прямої послідовності.

Примітка 1. У деяких мережах небаланс напруг на терміналах трифазного електропостачання може досягати 3 %.

Примітка 2. У цьому стандарті наведено значення лише для складника зворотної послідовності, тому що цей складник належним чином характеризує можливі взаємні впливи під'єднаного до системи устаткування.

5.2.5 Напруга гармонік

За нормальних робочих умов протягом кожного тижневого періоду вимірювання 95 % середньоквадратичних значень напруги індивідуальної гармоніки, усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути меншими чи дорівнювати значенням, наведеним в таблиці 4. Резонанси можуть спричинювати вищі значення напруг окремих гармонік.

Окрім того, THD напруги електропостачання (враховуючи усі гармоніки до 40-ої включно) має бути не більше ніж 8 %.

Примітка. Обмеження порядку гармонік до 40 є загальноприйнятим. Залежно від типу використаного трансформатора, результат вимірювання гармонік високих порядків може бути недостовірним, додаткову інформацію зазначено в А.2 EN 61000-4-30:2015.

Таблиця 5 - Значення напруг індивідуальних гармонік на терміналах електропостачання СН

Непарні гармоніки				Парні гармоніки	
не кратні 3		кратні 3			
Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h	Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h	Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h
5	6,0 %	3	5,0 % ^{a)}	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5 %	4	1,0 %
11	3,5 %	15	0,5 %	6 ... 24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,5 %		
17	2,0 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				
Значення наведено у відсотках від основного складника u ₁ .					
Примітка. Не наведено значення для гармонік із порядком вище 25-го, тому що вони звичайно невеликі та значною мірою непередбачувані через резонансні явища.					
^{a)} Залежно від побудови мережі, величина третьої гармоніки може бути суттєво нижчою.					

5.2.6 Напруга інтергармонік

Рівень інтергармонік збільшується в результаті розвитку перетворювачів частоти й подібного устаткування для регулювання. Ці рівні - на розгляді, щоб отримати більший досвід.

У деяких випадках інтергармоніки, навіть низького рівня, спричиняють зростання флікера (див. 5.2.3.2) або вплив на системи, в яких використовують модульовані тональні посилення.

5.3 Раптові події

5.3.1 Переривання напруги електропостачання

Переривання за своєю природою непередбачувані та непостійні за місцем і часом. На цей час неможливо дати репрезентативні статистичні результати вимірювання частоти переривань, що повністю охоплюють усі європейські мережі. Посилання на фактичні дані стосовно частоти переривань, зафіксованих в європейських мережах, наведено в додатку В.

5.3.2 Провали напруги та перенапруги

5.3.2.1 Загальні положення

Провали напруги зазвичай спричиняють аварії, що відбуваються в мережах загальної призначеності чи в устаткуванні споживачів.

Перенапруги зазвичай спричинені діями з перемиканням і від'єднанням навантаження.

Обидва явища непередбачувані та випадкові. Частота їх появи за рік значно змінюється залежно від типу систем електропостачання й точки спостереження. Крім того, їх розподіл протягом року може бути дуже нерівномірним.

5.3.2.2 Виявлення та вимірювання провалів напруги та перенапруг

Якщо статистичні дані зібрано, треба виявляти та вимірювати провали напруги/перенапруги згідно з EN 61000-4-30, застосовуючи деклароване значення напруги електропостачання як опорне. Характеристики провалів напруги/перенапруги, розглянуті в цьому стандарті, - це залишкова напруга (максимум середньоквадратичного значення для перенапруги), а також тривалість¹⁾.

Зазвичай у мережах СН розглядають напругу між лінійними проводами.

Традиційно поріг початку провалу напруги дорівнює 90 % від опорного значення напруги, поріг початку перенапруги дорівнює 110 % від опорного значення напруги. Величина гістерезису зазвичай дорівнює 2 %, рекомендовані значення гістерезису наведено в 5.4.2.1 EN 61000-4-30:2015.

¹⁾ У цьому стандарті значення виражені у відсотках від опорної напруги.

5.3.2.3 Оцінювання провалів напруги

Оцінювання провалів напруги треба здійснювати згідно з EN 61000-4-30. Метод аналізування провалів напруги (оброблення отриманих даних) залежить від цілі оцінювання.

Зазвичай для мереж СН застосовують:

- поліфазне узагальнення результатів, що містить визначення еквівалентної події, яка характеризується однаковою тривалістю та однаковою остаточною напругою;

- узагальнення подій в часі, яке охоплює визначення еквівалентної події в випадку, якщо відбувається послідовність із кількох подій; метод, застосовний для узагальнення багаторазових подій, можна використовувати під час остаточного оброблення даних, кілька рекомендованих правил зазначено в IEC/TR 61000-2-8.

5.3.2.4 Класифікація провалів напруги

Якщо статистичні дані зібрано, провали напруги має бути класифіковано відповідно до наведеної нижче таблиці. У комірці таблиці треба внести цифри, що відповідають кількості еквівалентних подій (див. 5.3.2.3). Ця таблиця відображає поліфазні характеристики мережі. Потрібна додаткова інформація для визначення явищ, що впливають на напругу тільки однієї фази в трифазних системах. Для обчислення наведеного вище потрібно використовувати інші методи оцінювання. Приклади того, як подати класифікацію провалів напруги протягом періоду вимірювання, див. у додатку В.

Для наявного вимірювального устаткування та/або систем моніторингу таблицю 6 можна використати як рекомендацію.

Таблиця 6 - Класифікація провалів за залишковою напругою та тривалістю

Залишкова напруга u , %	Тривалість t , мс				
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$90 > u \geq 80$	A1	A2	A3	A4	A5
$80 > u \geq 70$	B1	B2	B3	B4	B5
$70 > u \geq 40$	C1	C2	C3	C4	C5
$40 > u \geq 5$	D1	D2	D3	D4	D5
$5 > u$	X1	X2	X3	X4	X5

Провали напруги за своєю природою непередбачувані та непостійні за місцем і часом. На цей час неможливо дати репрезентативні статистичні результати стосовно частоти появи провалів напруги, що повністю охоплюють усі європейські мережі. В додатку В є посилання на фактичні дані щодо провалів напруги, зафіксованих в європейських мережах.

Потрібно звернути увагу на те, що залежно від вибраного методу вимірювання, треба враховувати невизначеність вимірювання, яка впливає на результати, особливо стосовно короткочасних подій. Щодо невизначеності вимірювання треба застосовувати EN 61000-4-30.

Зазвичай тривалість провалів напруги залежить від вибраної стратегії побудови захисту в мережі, яка в свою чергу, залежить від структури мережі та заземлення нейтралі. Тому типова тривалість не обов'язково відповідає межах, наведеним у колонках таблиці 6.

5.3.2.5 Оцінювання перенапруг

Оцінювання перенапруг треба виконувати згідно з EN 61000-4-30. Метод аналізування перенапруг (оброблення отриманих даних) залежить від цілі оцінювання.

Зазвичай, для мереж СН:

- застосовують поліфазне узагальнення результатів, що містить визначення еквівалентної події, яку характеризує однакова тривалість й однакове середньоквадратичне значення максимальної напруги;

- узагальнення подій у часі, яке охоплює визначення еквівалентної події у випадку, якщо відбувається послідовність з кількох подій; метод, застосовний для узагальнення багаторазових подій, можна використовувати під час остаточного оброблення даних, кілька рекомендованих правил зазначено в IEC/TR 61000-2-8.

5.3.2.6 Класифікація перенапруг

Якщо статистичні дані зібрано, перенапруги має бути класифіковано згідно з наведеною нижче таблицею. У клітинки таблиці треба внести цифри, що відповідають кількості еквівалентних подій (див. 5.3.2.5). Ця таблиця відображає поліфазні характеристики мережі. Потрібна додаткова інформація для визначення явищ, що впливають на напругу тільки однієї фази в трифазних системах. Для обчислювання зазначеного вище потрібно використовувати інші методи оцінювання.

Для наявного вимірювального устаткування та/або систем моніторингу таблицю 7 може бути використано як рекомендацію.

Таблиця 7 - Класифікація перенапруг за максимальною напругою та тривалістю

Перенапруга u , %	Тривалість t , мс		
	$10 \leq t \leq 500$	$500 < t \leq 5000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$u \geq 120$	S1	S2	S3
$120 > u > 110$	T1	T2	T3

Примітка. Аварії в мережах загальної призначеності або в устаткуванні користувачів спричиняють зростання тимчасових перенапруг між лінійними проводами та землею, ці перенапруги зникають, коли аварію усунуто. Кілька орієнтовних значень наведено в додатку В.

5.3.3 Перенапруги перехідного процесу

Перенапругу перехідного процесу в мережах СН спричиняють перемикання, а також безпосередній чи індукційний вплив блискавки. Перенапруги перемикання звичайно мають меншу амплітуду, але коротший час зростання та/або довшу тривалість ніж перенапруги, спричинені блискавкою.

Система побудови ізоляції устаткування споживача має бути сумісна з тією, що ухвалена оператором мережі.

5.4 Інші явища (див. також додаток С)

5.4.1 Загальні положення

Цей підрозділ стосується явищ, які внаслідок їхніх характеристик не зазначено в попередніх підрозділах.

Примітка. Потрібно виконати додаткове дослідження, враховуючи, що до електричної мережі будуть під'єднані потужні електронні перетворювачі.

5.4.2 Напруги комунікаційних сигналів у мережах електропостачання

З огляду на наявну ситуацію в мережах електропостачання середньої напруги рівні ЯЕ передбачені лише для комунікацій у середині мережі. В деяких країнах оператори мережі загальної призначеності можуть використовувати їх для передавання сигналів. Протягом 99 % доби усереднене на інтервалі 3 с значення напруги сигналу має бути менше або дорівнювати значенням, наведеним на рисунку 2.

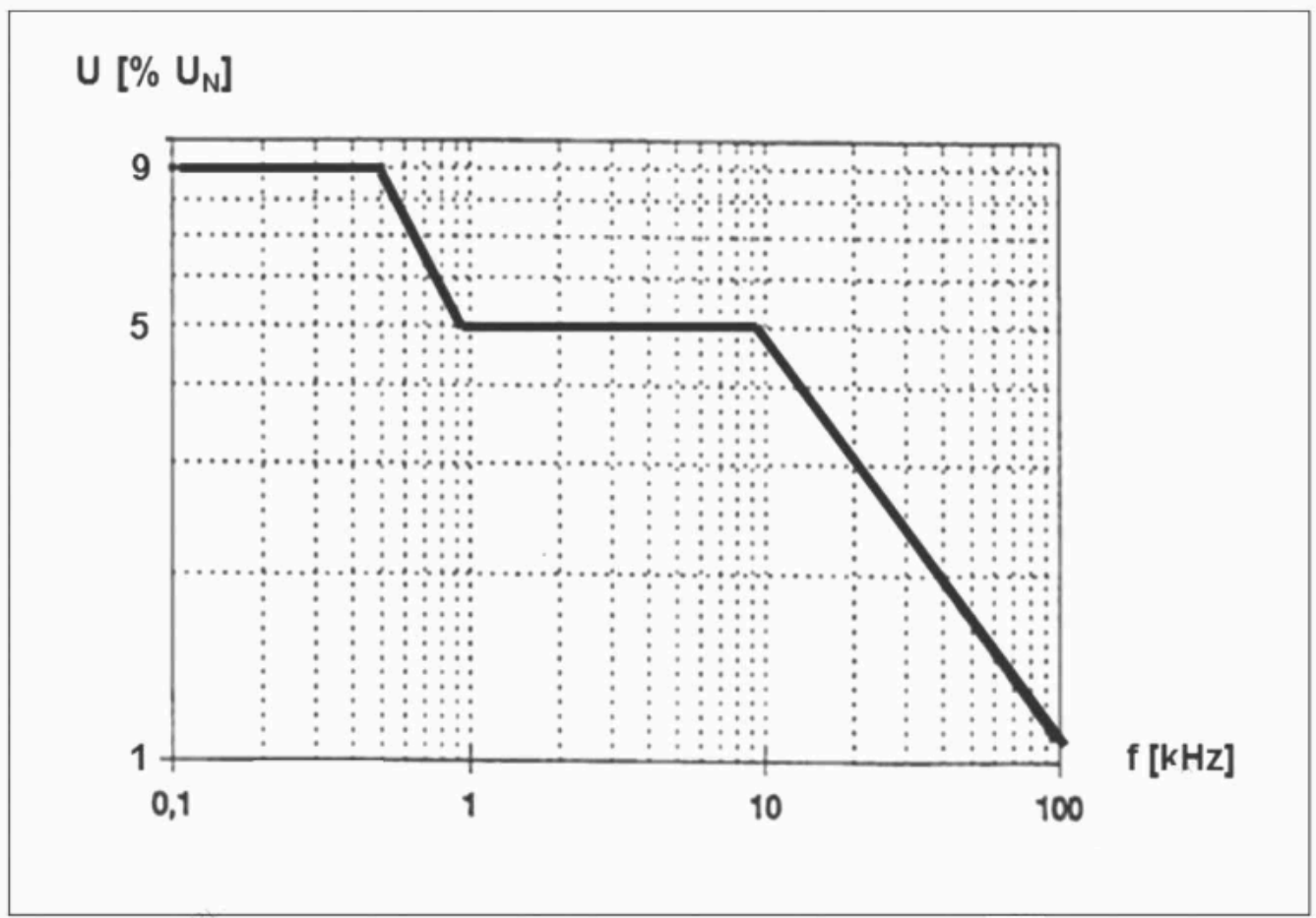


Рисунок 2 - Рівні напруги сигналу в мережах СН загальної призначеності

Примітка. Вважають, що користувачі мережі не використовують мережу СН загальної призначеності для передавання сигналів.

6 ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИСОКОЇ НАПРУГИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

6.1 Загальні положення

Користувачів мережі електропостачання, що потребують потужності, яка перевищує можливості мережі середньої напруги, в основному, під'єднують до мереж із номінальною напругою вище ніж 36 кВ. Цей розділ стосується систем електропостачання із номінальною напругою до 150 кВ включно.

Користувачів мережею електропостачання також можуть забезпечувати електроенергією за таких рівнів напруг щоб задовольнити спеціальні вимоги або щоб знизити кондуктивне збурення від їхнього устаткування

Цей розділ описує характеристики напруги електроенергії, що постачають мережі високої напруги загальної призначеності. Розрізняють:

- безперервні явища, тобто відхили від номінального значення, що мають місце протягом усього часу. Зазначені явища мають місце головним чином внаслідок особливостей навантаження, змін потужності навантаження, або нелінійного характеру навантаження;
- раптові події, тобто несподівані та істотні відхили від нормальної або бажаної форми кривої напруги. Це більш за все відбувається унаслідок непередбачуваних подій (наприклад, аварій) або зовнішніх причин (наприклад, погодних умов, дій третіх сторін).

Щодо деяких безперервних явищ визначено допустимі значення ¹⁾ характеристик; а для раптових подій, на сьогодні можуть бути використані тільки орієнтовні значення (див. додаток В).

Величину напруги визначають декларованою напругою U_c .

¹⁾ Для окремих особливих параметрів у деяких країнах норми можуть бути суворіші.

6.2 Безперервні явища

6.2.1 Частота напруги електропостачання

Номінальна частота напруги електропостачання має бути 50 Гц. За нормальних робочих умов середнє значення частоти основного складника напруги, виміряне на інтервалі 10 с, має бути в межах:

- для систем, які синхронно під'єднано до об'єднаної енергосистеми:

50 Гц $\pm 1\%$ (тобто 49,5 Гц...50,5 Гц) протягом 99,5 % часу за рік;

50 Гц $+ 4\%$ /мінус 6 % (тобто 47 Гц...52 Гц) протягом 100 % часу;

- для мереж без синхронного під'єднання до об'єднаної енергосистем и (тобто для електропостачальних систем типу енергетичного острова);

50 Гц $\pm 2\%$ (тобто 49 Гц...51 Гц) протягом 95 % часу за тиждень;

50 Гц $\pm 15\%$ (тобто 42,5 Гц...57,5 Гц) протягом 100% часу.

Примітка. Відповідний моніторинг зазвичай здійснює оператор системи передачі.

6.2.2 Змінення напруги електропостачання

Внаслідок того, що кількість користувачів, які отримують електроенергію безпосередньо від мереж ВН, обмежена та зазвичай вони мають індивідуальні договори, то в цьому стандарті не наведено норми на змінення напруги електропостачання.

Мають бути враховані чинні стандарти на групу продукції для ВН.

6.2.3 Швидкі змінення напруги

6.2.3.1 Одичичне швидке змінення напруги

Швидке змінення напруги електропостачання головним чином спричинене змінами потужності навантаження в устаткуванні користувачів електромережі, а також перемиканням у системі чи аваріями.

Якщо значення напруги під час її зміни перетинає поріг провалу напруги та/чи поріг перенапруги, то такий випадок точніше треба класифікувати як провал напруги та/або перенапругу.

6.2.3.2 Інтенсиивність флікера

За нормальних робочих умов у будь-якому тижневому періоді довгострокова інтенсиивність флікера P_{It} , спричиненого коливанням напруги, має бути менше або дорівнювати 1 для 95 % часу спостерігання.

Примітка 1. Це значення було обрано за допущенням того, що коефіцієнт передавання між системами ВН та НН дорівнює 1. На практиці коефіцієнт передавання між рівнями ВН та рівнями НН може бути менше ніж 1.

У випадку появи скарг треба вибрати інші значення допусків для ВН та вжити заходів щодо зниження флікера в мережах ВН, СН та НН, щоб значення P_{It} для НН не перевищувало 1.

Примітка 2. Відповідну настанову наведено в IEC/TR 61000-3-7.

За потреби може бути назначено перехідний період, погоджений із відповідними національними органами влади.

6.2.4 Небаланс напруг електропостачання

За нормальних робочих умов протягом кожного тижневого періоду вимірювання 95 % середньоквадратичних значень складника зворотної послідовності напруги електропостачання, усереднених на інтервалі 10 хв., мають бути в межах від 0 % до 2 % від складника напруги прямої послідовності.

Примітка 1. У деяких мережах небаланс напруг на терміналах трифазного електропостачання може досягати 3 %.

Примітка 2. У цьому стандарті наведено значення тільки для складника зворотної послідовності, тому що цей складник належним чином характеризує можливі взаємні впливи під'єднаного до системи устаткування.

Примітка 3. Наведені значення небалансу напруг є лише орієнтовними; норми будуть встановлені на основі даних, отриманих завдяки багатьом вимірюванням.

6.2.5 Напруга гармонік

Норми на гармоніки в мережах ВН мають бути нижче ніж норми на гармоніки в мережах СН на величину D, індивідуальну для кожної гармоніки:

$$\text{Норма ВН} = \text{Норма СН} - D.$$

Значення D має бути погоджено між оператором мережі ВН та під'єднаним користувачем.

За нормальних умов роботи протягом кожного тижневого періоду 95 % середньоквадратичних значень напруги індивідуальної гармоніки, усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути нижче ніж норми ВН. Орієнтовні значення наведено у таблиці 8. Резонанси можуть спричинювати вищі значення напруг окремих гармонік.

Примітка 1. Норми для кожної індивідуальної гармоніки - на розгляді.

Примітка 2. Норма для THD напруги електропостачання (враховуючи всі гармоніки до 40-ої включно) - на розгляді.

Обмеження порядку гармонік до 40 є загальноприйнятим. Для отримання потрібної точності вимірювання треба використовувати відповідний тип трансформатора напруги, особливо під час вимірювання гармонік високих порядків; додаткову інформацію наведено в A.2 EN 61000-4-30:2015.

Таблиця 8 - Орієнтовні значення напруг індивідуальних гармонік на терміналах електропостачання ВН

Непарні гармоніки				Парні гармоніки	
не кратні 3		кратні 3			
Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h	Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h	Порядок, h	Відносна амплітуда, u _h
5	5 %	3	3 % a)	2	1,9 %
7	4 %	9	1,3 %	4	1,0 %
11	3 %	15	0,5 %	6 ... 24	0,5 %
13	2,5 %	21	0,5 %		
17	На розгляді				
19	На розгляді				
23	На розгляді				
25	На розгляді				
Значення наведено у відсотках від основного складника u ₁ .					
Примітка 1. Не наведено значення для гармонік із порядком вище ніж 25, тому що вони звичайно невеликі та значною мірою непередбачувані через резонансні явища.					
Примітка 2. Гармоніки не кратні трьом, що мають порядок вище ніж 13, - на розгляді.					
Примітка 3. У деяких країнах норми на гармоніки вже встановлено.					
a) Залежно від побудови мережі величина третьої гармоніки може бути суттєво нижче.					

6.2.6 Напруга інтергармонік

Унаслідок низьких частот резонансу в мережах ВН норми для напруги інтергармонік не встановлено.

Примітка. Унаслідок дуже низьких частот резонансу в мережах ВН (200 Гц...500 Гц), що зумовлено значною ємністю й індуктивністю, вплив інтергармонік в мережах ВН незначний.

6.3 Раптові події

6.3.1 Переривання напруги електропостачання

Переривання за своєю природою непередбачувані та непостійні за місцем і часом. На цей час неможливо дати репрезентативні статистичні результати вимірювання частоти переривань, що повністю охоплюють усі європейські мережі. Посилання на фактичні дані стосовно частоти переривань, зафіксовані в європейських мережах, наведено в додатку В.

6.3.2 Провали напруги та перенапруги

6.3.2.1 Загальні положення

Провали напруги зазвичай спричиняють аварії, що відбуваються в мережах загальної призначеності чи в устаткуванні споживачів.

Перенапруги зазвичай спричинені діями з перемиканням і від'єднанням навантаження.

Обидва явища непередбачувані та випадкові. Частота їхньої появи протягом року значно змінюється залежно від типу систем електропостачання й точки спостереження. Крім того, їх розподіл протягом року може бути дуже нерівномірним.

6.3.2.2 Виявлення та вимірювання провалів напруги та перенапруг

Якщо статистичні дані зібрано, треба виявляти й вимірювати провали напруги/перенапруги згідно з EN 61000-4-30, застосовуючи деклароване значення напруги як опорне. Характеристиками провалів напруги/перенапруги, розглянуті в цьому стандарті, - залишкова напруга (максимум середньоквадратичного значення для перенапруги) а також їхня тривалість¹⁾.

Зазвичай у мережах ВН потрібно розглядати напругу між лінійними проводами.

Традиційно поріг початку провалу напруги дорівнює 90 % від опорної напруги, поріг початку перенапруги дорівнює 110 % від опорної напруги. Величина гістерезису звичайно дорівнює 2 %, рекомендовані правила встановлення гістерезису означено в EN 61000-4-30.

¹⁾ У цьому стандарті значення для високої напруги визначено у відсотках від опорної напруги.

6.3.2.3 Оцінювання провалів напруги

Оцінювання провалів напруги треба здійснювати згідно з EN 61000-4-30. Метод аналізування провалів напруги (оброблення отриманих даних) залежить від цілі оцінювання.

Зазвичай для мереж ВН застосовують:

- поліфазне узагальнення результатів, що містить визначення еквівалентної події, яка характеризується однаковою тривалістю та однаковою залишковою напругою;

- узагальнення подій у часі, яке охоплює визначення еквівалентної події у випадку, якщо відбувається послідовність із кількох подій; метод, застосовний для узагальнення багаторазових подій, можна використовувати під час остаточного оброблення даних, кілька рекомендованих правил зазначено в IEC/TR 61000-2-8.

6.3.2.4 Класифікація провалів напруги

Якщо статистичні дані зібрано, провали напруги має бути класифіковано відповідно до наведеної нижче таблиці. У клітинки таблиці треба внести цифри, що відповідають кількості еквівалентних подій (див. 6.3.2.3). Ця таблиця відображає поліфазні характеристики мережі. Потрібна додаткова інформація для визначення явищ, що впливають на напругу тільки однієї фази в трифазних системах. Для обчислювання згаданого вище потрібно використовувати інші методи оцінювання. Приклади того, як подати класифікацію провалів напруги протягом періоду вимірювання, див. у додатку В.

Для наявного вимірювального устаткування та/або систем моніторингу таблицю 9 можна використати як рекомендацію.

Таблиця 9 - Класифікація провалів за залишковою напругою та тривалістю

Залишкова напруга u , %	Тривалість t , мс				
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$90 > u \geq 80$	A1	A2	A3	A4	A5
$80 > u \geq 70$	B1	B2	B3	B4	B5

$70 > u \geq 40$	C1	C2	C3	C4	C5
$40 > u \geq 5$	D1	D2	D3	D4	D5
$5 > u$	X1	X2	X3	X4	X5

Провали напруги за своєю природою непередбачувані та непостійні за місцем і часом. На цей час неможливо дати репрезентативні статистичні результати вимірювання частоти появи провалів напруги, що повністю охоплюють усі європейські мережі.

Потрібно звернути увагу на те, що залежно від вибраного методу вимірювання, треба враховувати невизначеність вимірювання, яке впливає на результати, особливо відносно до короткочасних подій. Щодо невизначеності вимірювання треба застосовувати EN 61000-4-30.

Зазвичай тривалість провалів напруги залежить від вибраної стратегії побудови захисту в мережі, яка може розрізнятися від мережі до мережі залежно від структури мережі та заземлення нейтралі. Тому типова тривалість не обов'язково відповідає межах, наведеним у колонках таблиці 9.

6.3.2.5 Оцінювання перенапруг

Оцінювання перенапруг треба проводити згідно з EN 61000-4-30. Методика оброблення отриманих даних щодо перенапруг залежить від цілі оцінювання.

Зазвичай, для мережі високої напруги застосовують:

- поліфазне узагальнення результатів, яке містить визначення еквівалентної події, яка характеризується однаковою тривалістю та однаковою середньоквадратичною величиною максимальної напруги;
- узагальнення подій у часі, яке охоплює визначення еквівалентної події у випадку, якщо відбувається послідовність із кількох подій; метод, застосовний для узагальнення багаторазових подій, можна використовувати під час остаточного оброблення даних, кілька рекомендованих правил зазначено в IEC/TR 61000-2-8.

6.3.2.6 Класифікація перенапруг

Якщо статистичні дані зібрано, перенапруги має бути класифіковано згідно з наведеною нижче таблицею. В колонки таблиці треба внести цифри, що відповідають кількості еквівалентних подій (див. 6.3.2.5). Ця таблиця відображає поліфазні характеристики мережі. Потрібна додаткова інформація для визначення явищ, що впливають на напругу тільки однієї фази в трифазних системах. Для згаданого вище обчислювання потрібно використовувати інші методи оцінювання.

Для наявного вимірювального устаткування та/або систем моніторингу таблицю 9 можна використати як рекомендацію.

Таблиця 10 - Класифікація перенапруг за максимальною напругою та тривалістю

Перенапруга u , %	Тривалість t , мс		
	$10 \leq t \leq 500$	$500 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$u \geq 120$	S1	S2	S3
$120 > u > 110$	T1	T2	T3

Перенапруги зазвичай спричиняють перемикання і від'єднання навантаження в мережі. Аварії в мережах загальної призначеності чи в устаткуванні користувачів спричиняють зростання тимчасових перенапруг між лінійними проводами та землею, ці перенапруги зникають, коли аварію ліквідовано.

Звичайно тимчасові перенапруги в мережах ВН не цікавлять користувачів, тому що зазвичай будь-яке навантаження під'єднують через трансформатори з різними типами заземлення нейтралі.

6.3.3 Перенапруги перехідного процесу

Перенапругу перехідного процесу в мережах ВН спричиняє перемикання, а також безпосередній чи індукційний вплив блискавки. Перенапруги перемикання звичайно мають меншу амплітуду, але коротший час зростання та/або довшу тривалість ніж перенапруги від дії блискавки.

Система побудови ізоляції устаткування споживача має бути сумісною з тією, що ухвалена оператором мережі.

6.4 Інші явища (див. також додаток С)

6.4.1 Загальні положення

Цей підрозділ стосується явищ, які внаслідок їхніх характеристик не зазначено в попередніх підрозділах.

Примітка. Потрібно виконати додаткове дослідження, враховуючи, що до електричної мережі буде під'єднано потужні електронні перетворювачі.

6.4.2 Напруги комунікаційних сигналів у мережах електропостачання

Через низьку резонансну частоту мережі ВН норми для напруги комунікаційних сигналів у мережах не зазначено.

7 ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДВИСОКОЇ НАПРУГИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

7.1 Загальні положення

Користувачів мережею електропостачання, що потребують потужності, що перевищує можливості мережі високої напруги, які переважно під'єднані до мереж із номінальною напругою вище ніж 150 кВ. Цей розділ стосується систем електропостачання із номінальною напругою до 800 кВ включно.

Користувачів мережею електропостачання також можуть забезпечувати електроенергією за таких рівнів напруг щоб задовольнити спеціальні вимоги або щоб знизити кондуктивне збурення від їхнього устаткування.

У цьому розділі зазначено характеристики напруги електроенергії, що постачають мережі надвисокої напруги загальної призначеності. Розрізняють:

- безперервні явища, тобто відхили від номінального значення, що мають місце протягом усього часу. Зазначені явища мають місце головним чином внаслідок особливостей навантаження, змін потужності навантаження, або нелінійного характеру навантаження;
- раптові події, тобто несподівані та істотні відхили від нормальної або бажаної форми кривої напруги. Найчастіше це відбувається внаслідок непередбачуваних подій (наприклад, аварій) або зовнішніх причин (наприклад, погодних умов, дій третіх сторін).

Щодо деяких безперервних явищ визначено допустимі значення ¹⁾ характеристик; а для раптових подій, на сьогодні можуть бути використані тільки орієнтовні значення (див. додаток В).

Величину напруги визначають декларованою напругою U_c .

¹⁾ Для окремих особливих параметрів у деяких країнах норми можуть бути суворіші.

7.2 Безперервні явища

7.2.1 Частота напруги електропостачання

Номінальна частота напруги електропостачання має бути 50 Гц. За нормальних робочих умов середнє значення частоти основного складника напруги, виміряне на інтервалі 10 с, має бути в межах:

- для систем, які синхронно під'єднані до об'єднаної енергосистеми:

50 Гц $\pm 1\%$ (тобто 49,5 Гц...50,5 Гц) протягом 99,5 % часу за рік;

50 Гц $+ 4\%$ /мінус 6 % (тобто 47 Гц...52 Гц) протягом 100 % часу;

- для мереж без синхронного під'єднання до об'єднаної енергосистеми (тобто для електропостачальних систем типу енергетичний острів):

50 Гц $\pm 2\%$ (тобто 49 Гц...51 Гц) протягом 95 % часу за тиждень;

50 Гц $\pm 15\%$ (тобто 42,5 Гц...57,5 Гц) протягом 100% часу.

7.2.2 Змінення напруги електропостачання

Внаслідок того, що кількість користувачів, які отримують електроенергію безпосередньо від мереж НВН, обмежено та зазвичай вони мають індивідуальні договори, то в цьому стандарті не наведено норми на змінення напруги електропостачання.

В об'єднаній енергосистемі напругою 400 кВ за нормальних робочих умов змінення напруги електропостачання мають бути в діапазоні від 360 кВ до 420 кВ.

Мають бути враховані чинні стандарти на групу продукції для НВН.

7.2.3 Швидкі змінення напруги

7.2.3.1 Одиничне швидке змінення напруги

Швидке змінення напруги електропостачання головним чином спричинене змінами потужності навантаження в устаткуванні користувачів електромережею, а також перемиканням у системі чи аваріями.

Якщо значення напруги під час її зміни перетинає поріг провалу напруги та/чи поріг перенапруги, то такий випадок точніше треба класифікувати як провал напруги та/або перенапругу.

7.2.3.2 Інтенсивність флікера

За нормальних робочих умов у будь-якому тижневому періоді довгострокова інтенсивність флікера P_{It} , спричиненого коливанням напруги, має бути менше або дорівнювати 1 для 95 % часу спостереження.

Примітка 1. Це значення було обрано за допущенням того, що коефіцієнт передавання між НВН та іншими нижчими рівнями напруг меншими ніж 1. Може бути встановлено інші рівні на основі коефіцієнта передавання між НВН та найближчими споживачами НН.

У випадку появи скарг треба вибрати інші значення допусків для НВН та вжити заходів щодо зниження флікера в мережах НВН, ВН, СН та НН, щоб значення P_{It} для НН не перевищувало 1.

Примітка 2. Відповідну настанову наведено в IEC/TR 61000-3-7.

За потреби може бути назначено перехідний період, погоджений із відповідними національними органами влади.

7.2.4 Небаланс напруг електропостачання

За нормальних робочих умов протягом кожного тижневого періоду вимірювання 95 % середньоквадратичних значень складника зворотної послідовності напруги електропостачання, усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути в межах від 0 % до 2 % від складника напруги прямої послідовності.

Примітка. У цьому стандарті наведено значення лише для складника зворотної послідовності, тому що цей складник належним чином характеризує можливі взаємні впливи під'єднаного до системи устаткування.

7.2.5 Напруга гармонік

Норми на гармоніки в мережах НВН мають бути нижче ніж норми на гармоніки в мережах ВН на величину DD, індивідуальну для кожної гармоніки:

$$\text{Норма НВН} = \text{Норма ВН} - DD.$$

Значення DD має бути погоджено між оператором мережі НВН та оператором під'єднаної мережі ВН чи користувачем мережі НВН.

За нормальних умов роботи протягом кожного тижневого періоду 95 % середньоквадратичних значень напруги індивідуальної гармоніки, усереднених на інтервалі 10 хв, мають бути нижче ніж норми НВН.

В системах передачі НВН мета встановлення показників якості напруги має інше призначення. На відміну від систем низької або середньої напруги, зазначені показники для гармонік у системах передачі НВН лише в незначній кількості випадків напряму пов'язана з їхнім впливом на обладнання, оскільки устаткування кінцевого споживача не під'єднано безпосередньо до НВН. Виняткові випадки малої кількості розглядають індивідуально. Орієнтовні рівні в системах передачі спрямовані на координування рівнів збурень між різними частинами (енергетичної) системи або різними рівнями напруги та можуть використовувати як ознаку наявності проблем, які потребують розгляду і стосуються всієї мережі. Отже, орієнтовні норми напруг індивідуальних гармонік вищого рівня напруги мають бути меншими або дорівнювати нормам нижчого рівня напруги, наприклад, рівнів ВН, СН і НН.

Після завершення додаткового дослідження рівнів гармонік буде додано таблицю їх рекомендованих значень для НВН. Рекомендації щодо цих рекомендованих значень можна знайти в 4.6.4 IEC TS 62749:2020 та в таблиці 5, а також в IEC TR 61000-3-6.

У разі скарг, іноді через явища резонансу, відповідні заходи для зниження завад у мережі НВН (або ВН або СН, якщо вони безпосередньо під'єднані до мережі НВН) мають бути обрані оператором мережі НВН та користувачем під'єднаної мережі, щоб підтримувати рівні гармонік під'єднаної мережі та на терміналах електропостачання користувачів мережі нижче відповідних норм.

7.2.6 Напруга інтергармонік

Цей пункт знаходиться на розгляді. На цьому етапі значення напруги інтергармонік не надають.

Через резонанси враховують інтергармоніки в мережах НВН. Ці резонанси зумовлено значною ємністю й індуктивністю мережі та зазвичай спостерігають за низьких частот (200 Гц...500 Гц), але іноді резонанси спостерігають також за вищих частот.

7.3 Раптові події

7.3.1 Переривання напруги електропостачання

Переривання за своєю природою непередбачувані та непостійні за місцем і часом. На цей час неможливо дати репрезентативні статистичні результати вимірювання частоти переривань, що повністю охоплюють усі європейські мережі. Посилання на фактичні дані стосовно частоти переривань, зафіксованих в європейських мережах, наведено в додатку В.

7.3.2 Провали напруги та перенапруги

7.3.2.1 Загальні положення

Провали напруги зазвичай спричиняють аварії, що відбуваються в мережах загальної призначеності чи в устаткуванні споживачів.

Перенапруги зазвичай спричинені діями з перемиканням і від'єднанням навантаження.

Обидва явища непередбачувані та випадкові. Частота їхньої появи за рік значно змінюється залежно від типу систем електропостачання й точки спостереження. Крім того, їх розподіл протягом року може бути дуже нерівномірним.

7.3.2.2 Виявлення та вимірювання провалів напруги та перенапруг

Якщо статистичні дані зібрано, треба виявляти й вимірювати провали напруги/перенапруги згідно з EN 61000-4-30, застосовуючи деклароване значення напруги як опорне. Характеристиками провалів напруги/перенапруги, розглянуті в цьому стандарті, - залишкова напруга (максимум середньоквадратичного значення для перенапруги), а також їхня тривалість ¹⁾.

Зазвичай у мережах НВН потрібно розглядати напругу між лінійними проводами.

Традиційно поріг початку провалу напруги дорівнює 90 % від опорної напруги, поріг початку перенапруги дорівнює 110 % від опорної напруги. Величина гістерезису звичайно дорівнює 2 %, рекомендовані правила встановлення гістерезису означено в EN 61000-4-30.

¹⁾ У цьому стандарті значення для НВН визначено у відсотках від опорної напруги.

7.3.2.3 Оцінювання провалів напруги

Оцінювання провалів напруги треба здійснювати згідно з EN 61000-4-30. Метод аналізування провалів напруги (оброблення отриманих даних) залежить від цілі оцінювання.

Зазвичай, для мереж НВН застосовують:

- поліфазне узагальнення результатів, що містить визначення еквівалентної події, яка характеризується однаковою тривалістю та однаковою залишковою напругою;
- узагальнення подій у часі, яке охоплює визначення еквівалентної події у випадку, якщо відбувається послідовність із кількох подій; метод, застосовний для узагальнення багаторазових подій, можна використовувати під час остаточного оброблення даних, кілька рекомендованих правил означено в IEC/TR 61000-2-8.

7.3.2.4 Класифікація провалів напруги

Якщо статистичні дані зібрано, провали напруги має бути класифіковано відповідно до наведеної нижче таблиці. У комірці таблиці треба внести цифри, що відповідають кількості еквівалентних подій (див. 6.3.2.3). Ця таблиця відображає поліфазні характеристики мережі. Потрібна додаткова інформація для визначення явищ, що впливають на напругу лише однієї фази в

трифазних системах. Для обчислювання вище згаданого потрібно використовувати інші методи оцінювання. Приклади того, як подати класифікацію провалів напруги протягом періоду вимірювання, див. у додатку В.

Таблиця 11 - Класифікація провалів за залишковою напругою та тривалістю

Залишкова напруга u , %	Тривалість t , мс				
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$90 > u \geq 80$	A1	A2	A3	A4	A5
$80 > u \geq 70$	B1	B2	B3	B4	B5
$70 > u \geq 40$	C1	C2	C3	C4	C5
$40 > u \geq 5$	D1	D2	D3	D4	D5
$5 > u$	X1	X2	X3	X4	X5

Провали напруги за своєю природою непередбачувані та непостійні за місцем і часом. На цей час неможливо дати репрезентативні статистичні результати вимірювання частоти появи провалів напруги, що повністю охоплюють усі європейські мережі.

Потрібно звернути увагу на те, що залежно від вибраного методу вимірювання, треба враховувати невизначеність вимірювання, що впливає на результати, особливо відносно до короткочасних подій. Щодо невизначеності вимірювання треба застосовувати EN 61000-4-30.

Зазвичай тривалість провалів напруги залежить від вибраної стратегії побудови захисту в мережі, яка може розрізнятися від мережі до мережі залежно від структури мережі та заземлення нейтралі. Тому типова тривалість не обов'язково відповідає межах, наведеним у колонках таблиці 11.

7.3.2.5 Оцінювання перенапруг

Оцінювання перенапруг треба проводити відповідно до EN 61000-4-30. Методика оброблення отриманих даних щодо перенапруг залежить від цілі оцінювання.

Зазвичай, для мережі високої напруги застосовують:

- поліфазне узагальнення результатів, яке містить визначення еквівалентної події, яка характеризується однаковою тривалістю та однаковою середньоквадратичною величиною максимальної напруги;
- узагальнення подій у часі, яке охоплює визначення еквівалентної події у випадку, якщо відбувається послідовність із кількох подій; метод, застосовний для узагальнення багаторазових подій, можна використовувати під час остаточного оброблення даних, кілька рекомендованих правил зазначено в IEC/TR 61000-2-8.

7.3.2.6 Класифікація перенапруг

Якщо статистичні дані зібрано, перенапруги має бути класифіковано згідно з наведеною нижче таблицею. У комірки таблиці треба внести цифри, що відповідають кількості еквівалентних подій (див. 7.3.2.5). Ця таблиця відображає поліфазні характеристики мережі. Потрібна додаткова інформація для визначення явищ, що впливають на напругу лише однієї фази в трифазних системах. Для обчислювання згаданого вище потрібно використовувати інші методи оцінювання.

Таблиця 12 - Класифікація перенапруг за максимальною напругою та тривалістю

Перенапруга u , %	Тривалість t , мс		
	$10 \leq t \leq 500$	$500 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$u \geq 120$	S1	S2	S3
$120 > u > 110$	T1	T2	T3

Перенапруги зазвичай спричиняють перемикання і від'єднання навантаження у мережі. Аварії в мережах загальної призначеності чи в устаткуванні користувачів спричиняють зростання тимчасових перенапруг між лінійними проводами та землею, ці перенапруги зникають, коли аварію ліквідовано.

Звичайно тимчасові перенапруги в мережах НВН не цікавлять користувачів, тому що зазвичай будь-яке навантаження під'єднують через трансформатори з різними типами заземлення нейтралі.

7.3.3 Перенапруги перехідного процесу

Перенапругу перехідного процесу в мережах НВН спричиняє перемикання, а також безпосередній чи індукційний вплив блискавки.

Система побудови ізоляції устаткування споживача має бути сумісною з тією, яку ухвалено оператором мережі.

7.4 Інші явища (див. також додаток С)

7.4.1 Загальні положення

Цей підрозділ стосується явищ, які внаслідок їхніх характеристик не зазначені в попередніх підрозділах.

Примітка. Потрібно додаткове дослідження, враховуючи, що до електричної мережі будуть під'єднані потужні електронні перетворювачі.

7.4.2 Напруги комунікаційних сигналів у мережах електропостачання

Через низьку резонансну частоту мережі НВН норми для напруги комунікаційних сигналів у мережах не наводять.

ДОДАТОК А (довідковий)

ОСОБЛИВА ПРИРОДА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Електрична енергія є особливо універсальною і легко адаптованою для використання формою енергії. Її використовують, перетворюючи в інші форми енергії: теплову, світлову, механічну енергію, а також у різні електромагнітні, електронні, акустичні та візуальні форми, які є основою сучасних телекомунікацій, інформаційних технологій а також розважальних заходів.

Електрична енергія, що поставляють користувачам, має кілька характеристик, які змінюються і впливають на можливість використання її споживачами. Цей стандарт описує характеристики електричної енергії в термінах характеристик змінної напруги. Для використання електричної енергії бажано, щоб напруга електропостачання мала постійну частоту, неспотворену синусоїдальну форму кривої та незмінну амплітуду. На практиці є багато чинників, що спричиняють відхилення від цього. На відміну від звичайної продукції умови використання електричної енергії є одним з основних чинників, який впливає на змінення її «характеристик».

Передавання електроенергії до пристроїв користувача зумовлює зростання електричних струмів, пропорційних потужності електроспоживання користувачів. Оскільки ці струми протікають через провідники системи енергопостачання, то вони дають збільшення падіння напруги на провідниках. Значення напруги електропостачання для індивідуального користувача в будь-який момент часу є функцією сукупності падінь напруги на всіх складових елементах системи, через які відбувається електроживлення користувача, тому воно визначено як особистим електроспоживанням цього користувача, так і одночасним із ним споживанням інших користувачів у цій мережі. Оскільки електроспоживання кожного користувача постійно змінюється, а крім цього випадковим чином змінюється ступінь збігу з одночасним споживанням інших користувачів, значення напруги електропостачання також змінюється. Тому цей стандарт визначає характеристики напруги з урахуванням статистичних або ймовірнісних чинників. Враховуючі економічні інтереси користувача, стандарт на характеристики електропостачання стосується перш за все нормально очікуваних умов, а не виняткових випадків, наприклад, незвичайного ступеню збігу максимуму споживання енергії кількома електроприладами чи кількома користувачами.

Електрична енергія надходить до користувача через устаткування системи генерації, передачі й розподілу. Кожний складник системи може зазнати пошкодження чи аварії через електричні, механічні та хімічні впливи, що можуть бути наслідками кількох причин, зокрема це надзвичайні погодні умови, звичайні процеси зношення устаткування й погіршення з часом його властивостей, а також втручання людей, птахів, тварин тощо. Такі пошкодження можуть впливати або навіть переривати електропостачання для одного чи багатьох користувачів.

Підтримування незмінної частоти напруги потребує балансу обсягу генерованої потужності з повним сумарним споживанням у кожний момент часу. Оскільки обсяги генерованої та споживаної потужності можуть змінюватися в дискретних кількостях, особливо у разі аварій у системах генерації, передачі або розподілу, завжди є ризик порушення балансу, що спричиняє зростання або зниження частоти в системі. Цей ризик можна зменшити, якщо з'єднувати багато енергетичних систем в одну велику об'єднану систему, загальна потужність генерації якої є значно більшою порівняно зі змінами, що можуть мати місце.

Є кілька інших характеристик, що можуть заважати роботі або пошкоджувати устаткування користувачів, або навіть мати вплив на самих користувачів. Деякі з цих шкідливих характеристик виникають внаслідок неминучих перехідних процесів у самій системі енергопостачання, і вони спричинені аваріями або перемиканням у системі, а також атмосферними явищами (блискавкою). Інші характеристики, навпаки, є наслідком різного застосування електричної енергії, що змінює форму напруги електропостачання, впливає на її величину або додає до неї напруги сигналів. Одночасно з сучасною тенденцією поширення устаткування, що має такі впливи, також зростає кількість устаткування, вразливого до завад.

Гармоніки напруги є одними з таких збурень. Нелінійні навантаження користувачів, під'єднаних до мережі електропостачання, є джерелом гармонік струму. Ці струми, що протікають через імпеданс мережі, призводять до зростання напруг гармонік, що може створювати завади для інших користувачів.

Система фаз мережі НН залежить від векторної групи трансформатора та порядку під'єднання провідників СН на цьому трансформаторі. У разі послідовності операцій, зумовлених керуванням мережею після аварії, або у разі робіт із реструктурування мережі, для підтримування безперервності постачання споживачів, може бути здійснено операцію замикання в кільце різних мереж НН, що живлять різні підстанції СН/НН. У такому випадку систему фаз та порядок фазних провідників може бути змінено.

Цей стандарт визначає, за можливості, звичайно очікувані змінення характеристик напруги. В інших випадках стандарт дає найкращу можливу кількісну ознаку явищ, що можуть мати місце.

Унаслідок того, що існує значна різноманітність у структурах мереж розподілу в різних регіонах, яка виникає від різниці в щільності розміщення навантаження, розподілення місцеперебування населення, топографічних умов тощо, багато користувачів будуть спостерігати значно менші відхилення характеристик напруги, ніж значення, наведені в цьому стандарті.

Особливість електричної енергії стосовно її характеристик полягає в тому, що користувачі мають більший вплив на її якість, ніж її виробники або постачальники. У таких випадках користувач є найважливішим партнером постачальника в прагненні забезпечити якість електричної енергії.

Потрібно зазначити, що це питання має безпосереднє відношення до інших стандартів, які вже набули чинності або перебувають на розгляді. Стандарти щодо емісії встановлюють допустимі рівні електромагнітного збурення, що може створювати устаткування споживачів. Стандарти щодо несприйнятливості визначають рівні збурень, що їх має витримати устаткування без зайвого пошкодження або втрати потрібної функції. Третя група стандартів щодо рівнів електромагнітної сумісності виконує функцію координування та взаємоузгодження стандартів щодо емісії завад і щодо несприйнятливості із загальною метою досягнення електромагнітної сумісності.

Хоча цей стандарт має очевидний взаємозв'язок із рівнями електромагнітної сумісності, важливо зазначити, що він стосується саме характеристик напруги електричної енергії. Він не встановлює рівні електромагнітної сумісності. Треба особливо відзначити, що характеристики устаткування можуть бути погіршеними, якщо устаткування експлуатують за умов електроживлення, суворіших ніж встановлено в стандартах на відповідну категорію продукції.

ДОДАТОК В

(довідковий)

ОРІЄНТОВНІ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ РАПТОВИХ ПОДІЙ ТА ОДИНИЧНИХ ШВИДКИХ ЗМІН НАПРУГИ

В.1 Загальні положення

Цей додаток має на меті надати читачеві певну інформацію про доступні із європейських джерел орієнтовні значення для деяких подій, визначених і описаних у стандарті. Також надають певну інформацію щодо способу використання наведених у стандарті значень та способу подальшого оброблення даних вимірювання для порівняння різних систем, а також для забезпечування однотипності даних на загальноєвропейському рівні.

Оскільки в різних країнах розташовано багато систем моніторингу ЯЕ, подальшу інформацію можна отримати на національному рівні.

Точніші дані також можна знайти на національному рівні, крім того, характеристики напруги можуть встановлювати технічні регламенти.

В.2 Тривалі переривання напруги електропостачання

За нормальних робочих умов середньорічна частота переривань напруги, що перевищують 3 хв, суттєво відрізняються між регіонами. Ця різниця має місце, окрім інших чинників, унаслідок відмінностей у побудові систем (тобто кабельні або повітряні лінії), у навколишньому середовищі та кліматичних умов. Щоб отримати інформацію про очікувані події, треба консультуватися з оператором локальної мережі. У різних країнах існує національна статистика щодо переривань, яка містить орієнтовні значення. Узагальнювальний звіт щодо якості напруги, виданий CEER (Радою Європейських органів регулювання в

енергетиці), містить певну статистику щодо деяких європейських країн і огляд відповідних стандартів, що регламентують тривалі переривання.

Під час порівняння статистичних даних щодо тривалих переривань потрібно враховувати принципи об'єднання подій.

В.3 Короткочасні переривання напруги електропостачання

Тривалість більшості короткочасних переривань може бути менше кількох секунд. Інформацію стосовно діапазону очікуваних орієнтовних значень можна знайти в IEC/TR 61000-2-8 (статистика UNIPED (Міжнародної спілки виробників і постачальників електричної енергії)).

Порівнюючи статистичні дані щодо короткочасних переривань, потрібно враховувати такі питання:

- принципи об'єднання подій;
- можливі вилучення дуже короткочасних або переривань перехідного типу.

В окремих документах короткочасними вважають переривання, що не перевищують 1 хв. Однак, іноді для унеможливлення тривалих переривань застосовують схеми контролювання, час реагування яких може бути до 3 хв.

В.4 Провали напруги та перенапруги

Примітка. У цьому пункті розглядають перенапруги між лінійними проводами.

В.4.1 Застосування таблиць 2, 6, 9, 11

Як зазначено в стандартах на категорію продукції, провали напруги й перенапруги, залежно від їхньої інтенсивності, можуть впливати на роботу устаткування.

Класи 2 та 3 визначено в EN 61000-4-11 та EN 61000-4-34.

Хоча елементи таблиць 2, 6, 9 та 11 не повністю збігаються з таблицею тестових рівнів, можна очікувати, що устаткування, яке випробують згідно з відповідними стандартами на категорію продукції, має бути стійким до провалів напруги, зазначених у відповідних комірках:

- A1, B1, A2, B2 - для класу 2;
- A1, B1, C1, A2, B2, A3, A4 - для класу 3.

Рівні сумісності для промислових мереж електропостачання наведено в EN 61000-2-4.

Дані таблиць 2, 6, 9 та 11 можуть допомогти користувачеві визначити очікувані експлуатаційні параметри мережі та на базі цих даних оцінити очікувану поведінку під'єданого устаткування та його потрібну несприйнятливості.

За встановлення вимог із несприйнятливості (охоплюючи умови випробувань та критерії стійкості) відповідають комітети по категорії продукції. Загальні стандарти щодо EMC (EN 61000-6-1 та EN 61000-6-2) застосовують до устаткування, яке працює в певному оточенні й для яких не розроблено відповідних стандартів на категорію продукції. Втім, виключно для інформації, нижче наведено критерії стійкості.

В.4.2 Критерії стійкості

Критерій стійкості А: апаратура повинна продовжувати функціонувати за призначенням під час і після тестування. Не допустимо погіршення характеристик або втрати функцій за межі показників, встановлених виробником, якщо апаратура працює за призначенням. Показники ефективності роботи може бути замінено допустимою втратою властивостей. Якщо мінімальні показники ефективності роботи або допустиму втрату властивостей не визначено виробником, то їх може бути отримано з опису продукції та документації на неї, як і те, що користувач має очікувати від апаратури, яка працює за призначенням.

Критерій стійкості В: апаратура повинна продовжувати функціонувати за призначенням після тестування. Недопустимо погіршення характеристик або втрати функцій за межі показників, встановлених виробником, якщо апаратура працює за призначенням. Показники ефективності роботи може бути замінено допустимою втратою властивостей. Під час тестування допустимо погіршення характеристик апаратури. Не допустимо зміни в її робочому стані, або втрат збережених даних.

Якщо мінімальні показники ефективності роботи або допустиму втрату властивостей не визначено виробником, то їх може бути отримано з опису продукції та документації на неї, як і те, що користувач має очікувати від апаратури, яка працює за призначенням.

Критерій стійкості С: допустима тимчасова втрата працездатності, передбачено автоматичний або ручний режим відтворення працездатності.

В.4.3 Орієнтовні значення, наявні на цей час

Значна більшість провалів напруги мають тривалість менше ніж 1 с та остаточну напругу вище ніж 40 %. Але інколи можуть траплятися провали напруги із меншою остаточною напругою та більшої тривалості. У деяких регіонах можуть дуже часто траплятися провали напруги з остаточною напругою між 90 % та 85 % від U_c унаслідок перемикавання навантаження в установках користувачів мережі.

Орієнтовні значення, призначені для того, щоб надати читачам інформацію про діапазон очікуваних величин можна знайти в IEC/TR 61000-2-8 (статистика UNIPED).

В.4.4 Методи звітування щодо даних вимірювання

Дані, стосовно провалів напруги та перенапруг, має бути подано відповідно до наведеної нижче настанови.

Зібрані дані мають бути однорідними щодо рівня напруги. У разі однакового рівня напруги потрібно розподілити дані між мережами переважно з підземними кабелями та повітряними лініями. Щоб урахувати всі сезонні явища, час спостереження має тривати не менше ніж один рік.

Дані має бути зібрано в таблицях, подібних 6 та 7; потрібно зазначити такі дані:

- середня кількість провалів/перенапруг за рік на кожну шину;
- максимальна кількість провалів/перенапруг за рік на кожну шину електропостачання.
- 90 % або 95 % від кількості провалів/перенапруг за рік на кожну шину.

В.4.5 Приклади того, як застосовувати таблиці 2, 6, 9 та 11

Класифікацію, використану в таблицях 2, 6, 9 та 11, може бути подано в формі повної таблиці або в формі переліку подій. Нижче наведено приклад провалів напруги, зафіксованих протягом періоду вимірювання:

- провал напруги до 72 % від номінальної напруги тривалістю 532 мс;
- провал напруги до 82 % від номінальної напруги тривалістю 127 мс;
- провал напруги до 78 % від номінальної напруги тривалістю 743 мс;
- провал напруги до 42 % від номінальної напруги тривалістю 213 мс;
- провал напруги до 3 % від номінальної напруги (переривання) тривалістю 27 мс.

Провали напруги з наведеного вище прикладу можна подати у формі поданої нижче таблиці (значення «0» в таблиці також можна пропустити).

Таблиця В.1 - Приклад класифікації провалів за залишковою напругою та тривалістю

Залишкова напруга u , %	Тривалість t , мс				
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$	$5\,000 < t \leq 60\,000$
$90 > u \geq 80$	1	0	0	0	0
$80 > u \geq 70$	0	0	2	0	0
$70 > u \geq 40$	0	1	0	0	0
$40 > u \geq 5$	0	0	0	0	0
$5 > u$	1	0	0	0	0

Як альтернативний метод, зокрема, якщо подій небагато, замість таблиці можна використовувати наведений нижче формат переліку:

Загальна кількість провалів під час вимірювання становила:

- A1: 1;
- B3: 2;
- C2: 1;
- X1: 1.

В.5 Перенапруги (тимчасові перевищення напруги електропостачання) між лінійними провідниками та землею

Для систем низької напруги за певних обставин короткі замикання на стороні вищої напруги трансформатора можуть спричинити тимчасові перенапруги на стороні НН в інтервали часу, протягом яких протікає струм короткого замикання. Середньоквадратичне значення таких перенапруг зазвичай не перевищує 1,5 кВ.

Якщо нейтральний провід у багатофазній системі переривається, основна, подвійна та посилена ізоляція, а також компоненти, розраховані на напругу між лінійними та нейтральними провідниками, в системах низької напруги можуть тимчасово перебувати під підвищеною міжлінійною напругою. Вона може досягати значення $U = \sqrt{3} U_n$.

Для систем середньої напруги очікувана величина таких перенапруг залежить від типу заземлення системи. У системах із глухозаземленою нейтраллю перенапруга, загалом, не перевищує $1,7 U_c$. У системах з ізольованою нейтраллю або із заземленням нейтралі через резонансне коло перенапруга не повинна перевищувати переважно $2,0 U_c$. Тип заземлення має зазначити електропостачальник.

Орієнтовні значення перенапруг у мережах розподілу наведено в IEC/TR 61000-2-14. Більше інформації щодо систем НН можна знайти в IEC/TR 62066.

В.6 Значення швидких змін напруги

У мережах низької напруги за нормальних робочих умов значення швидких змін напруги переважно не перевищує 5 % від U_n , але за деяких обставин зміни до 10 % від U_n із короткою тривалістю усталеного рівня можуть відбуватися кілька разів на день.

Раптові зміни навантаження або генерації в мережах СН або ВН можуть призвести до тимчасового зниження або підвищення напруги, раніше ніж система автоматичного контролю напруги зможе виправити ситуацію та повернути напругу до норми. Ступень підвищення напруги залежить від імпедансу джерела (в системах із нижчим імпедансом спостерігатимуть меншу зміну напруги), а також потужності та характеристик навантаження. Зазвичай підвищення напруги становитиме близько 3 % від U_n , але в поодиноких випадках, наприклад, у разі несправності, вона може становити близько 6 %. Зазвичай може минути близько 3 хв, перш ніж перемикач відгалужень трансформатора зможе стабілізувати ситуацію та повернути напругу до норми.

Для середньої напруги за нормальних робочих умов значення швидких змін напруги в основному не перевищують 4 % від U_c , але за деяких обставин зміни до 6 % від U_c з короткою тривалістю усталеного рівня можуть відбуватися кілька разів на день.

Ці орієнтовні значення стосуються явищ швидких змін напруги, зазначених у 3.3.3.

На національному рівні також може бути наведено орієнтовні значення, але іноді вони стосуються інших визначень швидких змін напруги ($\Delta U_{\max}$, див. 3.3 EN 61000-3-3:2013 та рисунок 2).

Зазвичай частота та значення швидких змін напруги пов'язані зі змінами навантаження або генерації від користувачів та з потужністю короткого замикання мережі.

ДОДАТОК С **(довідковий)**

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ СТОСОВНО РОЗДІЛУ «ІНШІ ЯВИЩА»

С.1 Загальні положення

Додаткова інформація про окремі параметри характеристик напруги електропостачання за наявності під'єднаних до електричної мережі комунікаційних систем та/або устаткування, що використовує імпульсні режими роботи.

С.2 Зміна напруги електропостачання в часі

Потрібно розрізняти наведені нижче три аспекти:

- зміна з часом імпедансу мережі електропостачання внаслідок зміни потужності навантаження та наявності навантаження, що використовують імпульсні режими роботи;
- рівень напруги, генерованої в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц, залежить від сукупної дії такого навантаження, під'єднаних до мережі в певний момент часу;
- імпульсні режими роботи навантаження, а також передавання модульованих сигналів спричиняють переривчасті високочастотні напруги. Відповідні перехідні процеси або пульсації можуть впливати на ЯЕ.

Грунтовнішу інформацію щодо вимог до несприйнятливості в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц наведено в EN 61000-4-16 та EN 61000-4-19.

Щоб комплексно оцінити ЯЕ, пов'язану з рівнями напруги в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц, рекомендовано здійснювати вимірювання у часовій області на додаток до вимірювань у частотній області. Вимірювання потрібно проводити згідно з EN 61000-4-30.

С.3 Тривалість

Тривалість напруг в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц, створюваних різним навантаженням, може коливатися від кількох мілісекунд до безперервного стану, залежно від таких чинників:

- застосованої технології в устаткуванні, що генерує напруги в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц;
- типу навантаження, під'єднаних до мережі в певний момент часу.

Тривалість спричиненої цим навантаженням напруги збурення в діапазоні частот 2 кГц до 150 кГц, може становити від кількох мілісекунд до безперервного стану.

С.4 Періодичність

Може спостерігатися деяка періодичність появи напруг, створених різним навантаженням в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц, залежно від:

- застосованої технології устаткування, що генерує напруги в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц;
- типу навантаження, під'єданого до мережі в певний момент часу, що визначає деяку періодичність напруг, генерованих цими навантаженнями в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц.

С.5 Ширина смуги частот

Ширина смуги частот напруг сигналу комунікаційної системи в мережах електропостачання залежить від типу системи (вузькосмугова, широкосмугова та прийнятий у системі тип модуляції) і може охоплювати кілька десятків кілогерц.

Для більшості електричного устаткування ширина смуги частот напруг, генерованих таким навантаженням в діапазоні частот від 2 кГц до 150 кГц, залежить від частоти їх комутації (від кількох кілогерц до кількох десятків кілогерц), кратності частот, а також характеристик, установлених в устаткуванні фільтрів.

ДОДАТОК D (довідковий)

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ЯКІСТЮ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ЕМС

D.1 Загальні положення

Якість електроенергії та ЕМС тісно пов'язані та доповнюють одна одну. Спільна мета їх застосування - щоб електричне устаткування, під'єдане до мережі електропостачання, було забезпечено електроенергією певної якості та могло працювати без електромагнітних завад. Відповідність вимогам стандартів щодо ЕМС для окремої одиниці устаткування та для систем в цілому є основною передумовою для

- задовільної ЯЕ, що відповідає нормам стандарту, і внаслідок цього
- безаварійної, сумісної роботи великої кількості електричних пристроїв і систем в системі електропостачання.

Електромагнітну емісію від усього устаткування, під'єданого до мережі електропостачання, підсумовують; а сукупність електромагнітних явищ, пов'язаних з електромережами, впливає на якість електроенергії.

Якість електроенергії залежить від:

- місцезнаходження;
- робочого стану мережі, тобто типу та кількості під'єданого обладнання; а отже
- часу.

Примітка. Функціонування мережі також може передбачати наявність тимчасово прийнятої емісії, наприклад, від комунікаційної системи в мережах електропостачання.

Однак, оскільки норми стандарту на якість електроенергії розглядають відносно будь-якого терміналу електропостачання (точки розподілу електричної енергії) в мережі, характеристики та значення (рівні емісії) мають імовірнісний характер.

Щоб врахувати ефект сумування завад, вимоги до якості електроенергії у деяких випадках можуть (але не обов'язково) бути дещо суворішими, ніж рівні сумісності. Це не є протиріччям і не впливає на концепцію використання рівнів сумісності для визначення граничних норм для емісії та завадостійкості устаткування.

У таблиці D.1 порівняно деякі аспекти ЯЕ та ЕМС, що відображають зв'язок між ними.

Таблиця D.1 - Аспекти ЯЕ та ЕМС, що відображають їхній взаємозв'язок

Аспект	Якість електроенергії (ЯЕ)	Електромагнітна сумісність (ЕМС)
Визначення	Характеристики електричного струму, напруги та частоти в певній точці електроенергетичної системи, оцінені відносно комплексу базових технічних параметрів. Примітка 1. У деяких випадках ці параметри можуть стосуватися сумісності між електроенергією в системі електропостачання та навантаженням, під'єднаним до цієї системи [Джерело: IEC 614-01-01, IEC 617-01-05]	Здатність устаткування або системи задовільно працювати в електромагнітному середовищі, не створюючи недопустимих електромагнітних завад будь-якому іншому устаткуванню в цьому середовищі [Джерело: IEC 614-01-07]
Технічні цілі	Описати умови та встановити правила для забезпечення належного електропостачання та сумісності для будь-якого терміналу електропостачання (точки розподілу електричної енергії, POS)	Забезпечити роботу електроустаткування за призначенням, без неприйнятної погіршення його встановлених характеристик
Регуляторні цілі	Умови приєднання електроустаткування до електричної мережі	Основні вимоги ЕМС Директиви для електроустаткування щодо електромагнітних характеристик і для вільного доступу до європейського ринку
Тематика відповідних стандартів	Вимоги до комплексу електромагнітних явищ в мережах електропостачання: - очікувані/не перевищені; - вважають важливими для роботи устаткування та систем; - розглядають можливий ефект від накладення збурень кожного типу із досягненням відповідного значення	Вимоги щодо емісії та несприйнятливості до відповідного набору електромагнітних явищ, застосовних до окремих одиниць обладнання та інсталяцій
Діапазон частот	В даний час стандарти ЯЕ охоплюють діапазон до 150 кГц	В даний час ЕМС стандарти охоплюють діапазон до 400 ГГц
Поширення явища	Кондуктивне	Кондуктивне та випромінювання
Характер норм стандартів	Імовірнісні, відображають мінливі умови в будь-якій точці електричної мережі	Детерміновані (відтворювані). Значення вимірюють за певних умов випробування для окремої одиниці устаткування або інсталяцій
Інтерфейси устаткування	Точка постачання електричної енергії (порт живлення)	Усі типи портів (живлення змінного/постійного струму, сигналів/керування, заземлення)

Класифікації	Набір параметрів залежно від: - умов регіональної мережі; - типу мережі, наприклад, острів/ ізолювана; - (у майбутньому; характеристики мікромереж)	Категорії вимог залежать від: - типу приєднання до мережі (напрямку або через розподільний трансформатор); - характеристик інсталяцій; - властивості продукту; - ймовірності завад для іншого електричного устаткування
--------------	--	---

D.2 Точки контролювання якості електроенергії та електромагнітної сумісності для устаткування користувача мережі

D.2.1 Загальні положення

У відповідних стандартах визначено функції, а також встановлено рівні ЯЕ і рівні ЕМС для різних точок електричних мереж.

D.2.2 Точка розподілу електричної енергії

Точка розподілу електричної енергії (POS), синонім «термінал електропостачання», має відношення до якості електроенергії (EN 50160). Її визначено так:

- точка мережі розподілу, яку спроектовано саме для цих цілей та зафіксовано в договорі й через яку відбувається обмін енергією між суб'єктами договору (IEV 614-01-02).

На практиці - це місцезнаходження межі між мережею загальної призначеності та закритою мережею розподілу або користувачем мережі.

Характеристики напруги, які може очікувати користувач мережі відповідно до EN 50160, мають відношення до точки розподілу електричної енергії (терміналів електропостачання).

Ремарка: у деяких регіонах точку розподілу електричної енергії (термінали електропостачання), позначають як точку приєднання (POC).

Термін «точка приєднання» визначено так:

- встановлена точка в системі електропостачання, до якої під'єднано електричне устаткування користувача (IEV 614-01-01).

На практиці під'єднання до енергосистеми може бути під'єднанням до мережі електропостачання загального призначення або в деяких випадках до закритої мережі розподілу. Варто зазначити, що в багатьох стандартах використовують термін «точка приєднання» зазвичай для позначення місця розділення, який розглядають у відповідному контексті стандарту.

D.2.3 Точка загального приєднання

Точка загального приєднання (PCC) має відношення до ЕМС. У цьому стандарті точку загального приєднання визначено як точку в мережі загального призначення, електрично найближчу до конкретного користувача, до якої приєднано або може бути приєднано інших користувачів.

Користувачі оцінюють ЕМС (збурення в мережі) на основі рівнів сумісності (EN 61000-2-2) у відповідній точці загального приєднання (PCC).

D.2.4 Точки контролювання на практиці

У багатьох випадках точка загального приєднання та точка розподілу електричної енергії, ідентичні за місцем розташування або настільки близькі одна до одної, що на практиці їх можна розглядати як єдину точку щодо ЯЕ або ЕМС. Однак іноді ці точки можуть бути настільки віддалені одна від одної, що їх потрібно розглядати окремо щодо ЯЕ та ЕМС. Оскільки цей факт може вплинути, наприклад, на значення змін напруги, то його потрібно враховувати під час проектування приєднання.

На практиці можуть виникнути обставини, за яких доступ до PCC та POS дуже складний або майже неможливий. Якщо з часом може бути потрібен доступ, наприклад, для проведення вимірювань, щоб з'ясувати параметри збурень або для підтвердження відповідності повним нормам, потрібно вибрати іншу відповідну електричну точку доступу, якомога ближче до необхідної точки.

Потрібно мати на увазі, що додатково до зазначених вище контрольних точок для устаткування користувача мережі також мають значення інші, такі як, наприклад, точка вимірювання або точка приєднання устаткування (PoC), але вони не мають відношення до обговорюваних тут аспектів ЯЕ та ЕМС, і тому їх не розглядають в цьому стандарті.

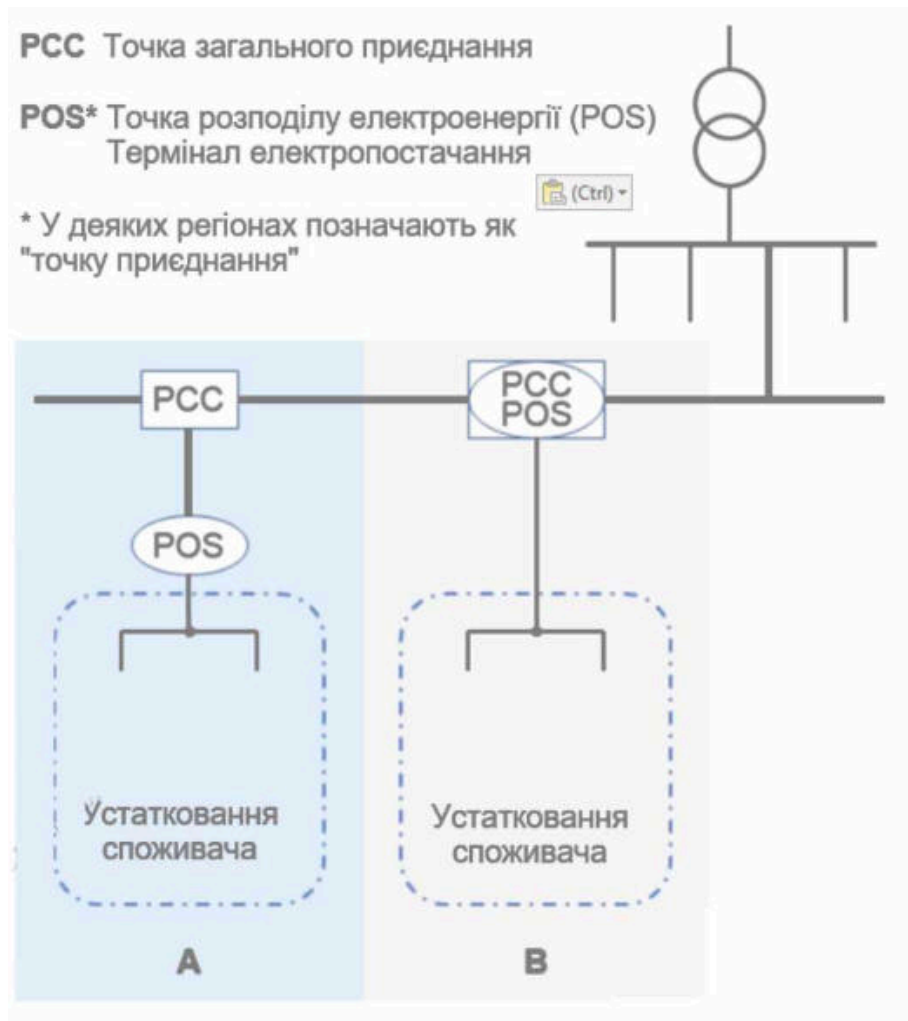


Рисунок D.1 - Приклад характерних точок контролювання ЯЕ та ЕМС в мережі НН

На рисунку D.1 зображено деякі ситуації, які часто трапляються на практиці. Існують топології, де PCC і POS розташовані окремо (А) або в одному місці (В). Також існує безліч інших топологій, але стосовно ЯЕ та ЕМС технічні подробиці, такі як особливості конфігурації з'єднання (відгалужене, за кільцеве) або точка встановлення лічильника електроенергії, у цьому контексті не розглядають.

Ситуації, коли через закриту мережу розподілу живлять більше ніж одного користувача мережі, детально розглянуто на рисунку D.2, який стосується випадку спільного постачання електроенергії кільком незалежним користувачам мережі.

Ситуації С та D відображають приклади постачання електроенергії через закриту мережу розподілу, яка, наприклад, може бути у багатоквартирних будинках, комерційних/житлових парках. Важливим елементом вказаних ситуацій є те, що користувача мережі під'єднано до мережі загального користування через приватні електричні лінії або через приватну мережу.

Для ситуації С у закритій мережі розподілу для всіх користувачів мережі на одному поверсі є одна IPC, розташована після POS; тому в багатоквартирному будинку може існувати кілька таких IPC.

Для ситуації D існує лише одна IPC для всіх користувачів мережі в багатоквартирному будинку, оскільки всі лінії живлення користувачів приєднано до однієї точки.

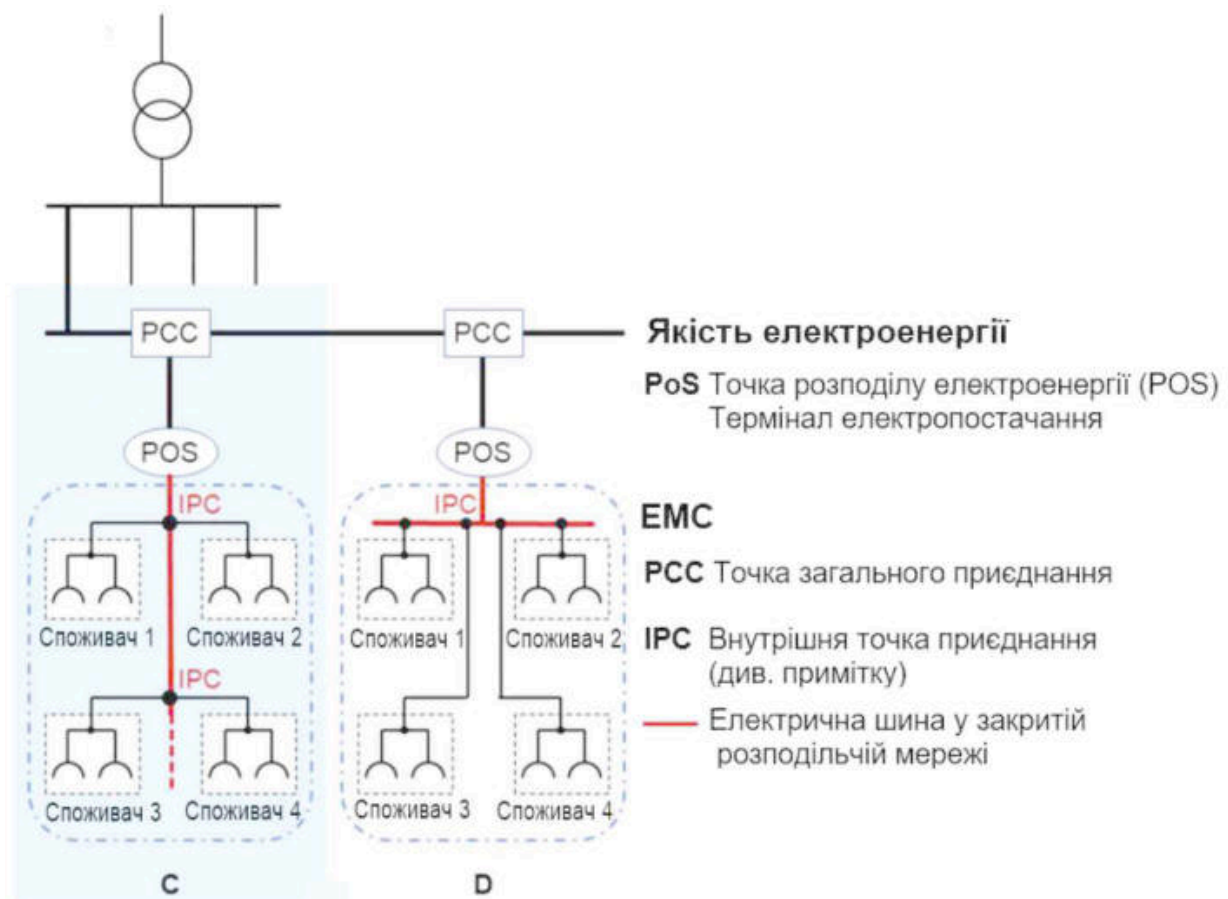


Рисунок D.2 - Приклад характерних точок контролювання ЯЕ та EMC у разі постачання через приватну мережу

Примітка. IPC - це точка у межах закритої мережі або устаткування, електрично найближча до певного навантаження, до якого під'єднано або може бути під'єднано інше навантаження (IEC 61000-2-4, зі змінами). На рисунку D.2, в принципі, розглянуто всі типи неpubлічних мереж.

Оскільки EN 61000-2-2 стосується винятково громадських мереж електропостачання, а EN 61000-2-4 адресований до промислових та інших неpubлічних мереж і визначає рівні сумісності для IPC у приватних мережах, подібних розглянутим тут, наприклад, мереж багатоквартирних будинків, то рекомендовано застосовувати рівні сумісності, зазначені в EN 61000-2-2, також до IPC подібних неpubлічних мереж. Так само, щодо якості електроенергії норми, наведені в EN 50160, рекомендовано враховувати як показники якості електроенергії в приватних мережах і установках.

D.3 Зв'язок між вимогами до якості електроенергії та рівнями електромагнітної сумісності

Згідно з визначенням, наведеним в IEC 161-03-10, рівень (електромагнітної) сумісності - це встановлений рівень електромагнітних збурень, який використовують як базовий рівень під час встановлення норм емісії та несприйнятливості й потрібний для їх узгодження між собою.

За домовленістю рівень сумісності вибирають так, щоб існувала лише невелика ймовірність перевищення його фактичним рівнем збурень. Однак електромагнітна сумісність може бути досягнута лише в тому випадку, якщо рівні емісії та несприйнятливості контролюють так, щоб у кожному місці мережі рівень завад, що є результатом сукупної емісії, був нижчим, ніж рівень несприйнятливості для кожного пристрою, устаткування та системи, розташованої в тому самому місці.

Норми якості електроенергії та рівні електромагнітної сумісності можуть співпадати у значеннях, але вони не є ідентичними, оскільки мають відношення до різних точок (див. D.1). Тоді як вимоги стандарту до якості електроенергії застосовують «лише» до точки розподілу електричної енергії (POS), електромагнітну сумісність має бути забезпечено саме на затискачах, де устаткування безпосередньо під'єднано до напруги живлення.

Через цей факт і різний характер вимог до якості електроенергії, зазначених у D.1, рівень ЯЕ та рівень електромагнітної сумісності не обов'язково мають знаходитися в одній точці збурення, як схематично зображено на рисунку D.3.

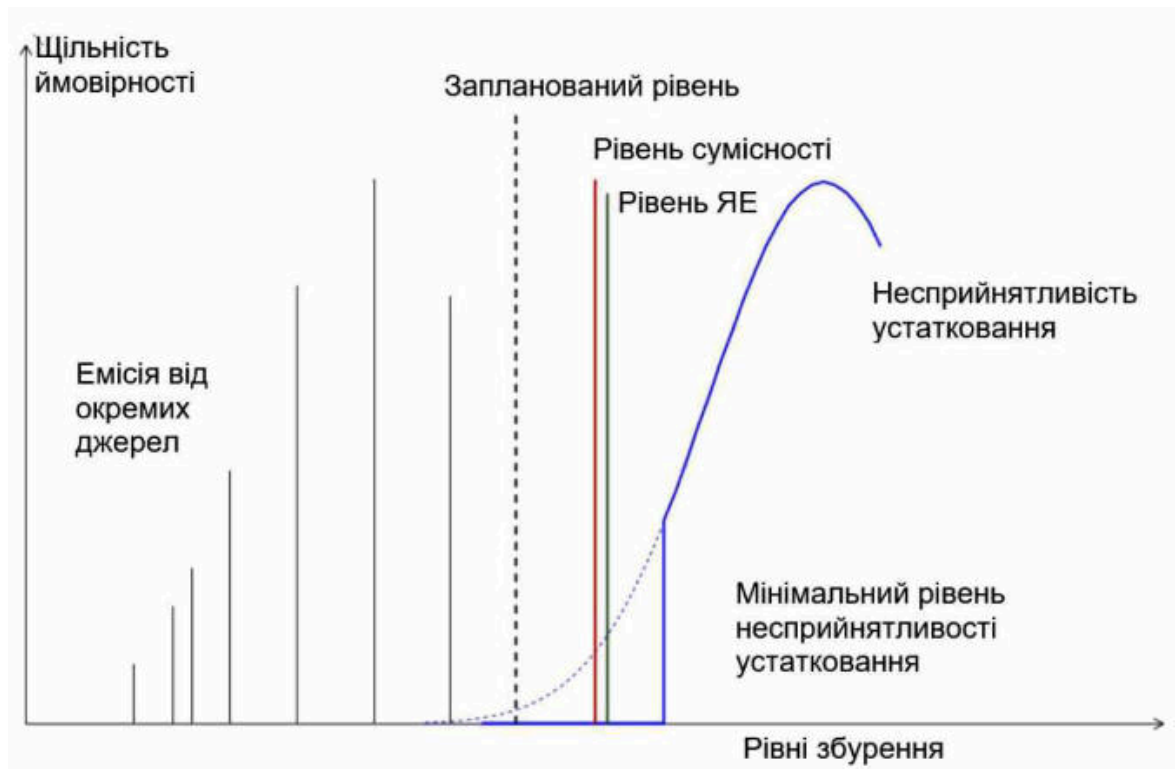


Рисунок Д.3 - Схематичний рпис співвідношення між рівнями EMC для окремого електромагнітного явища та рівнями ЯЕ

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 EN 50065-1:2001 Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz- Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances
- 2 CLC/TR 50422:2013 Guide for the application of the European Standard EN 50160
- 3 EN 50561-1:2013 Power line communication apparatus used in low-voltage installations - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement - Part 1: Apparatus for in-home use
- 4 EN 55032:2015 Electromagnetic compatibility of multimedia equipment- Emission Requirements
- 5 EN 55015:2019 Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment
- 6 EN 55014-1:2017 Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus - Part 1: Emission
- 7 EN IEC 60664-1:2020 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements, and tests (IEC 60664-1:2020)
- 8 EN 61000-2-2:2002¹⁾ Electromagnetic compatibility - Part 2-2: Environment - Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signaling in public low-voltage power supply systems (IEC 61000-2-2:2002)
- 9 EN 61000-3-3:2013²⁾ Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-3: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current < 16 A per phase and not subject to conditional connection (IEC 61000-3-3:2008)
- 10 EN 61000-4-16:2016 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-16: Testing and measurement techniques - Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz
- 11 EN 61000-4-19:2014 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-19: Testing and measurement techniques - Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signalling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports
- 12 EN 61000-4-34:2007³⁾ Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-34: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16 A per phase (IEC 61000-4-34:2005)

- 13 EN IEC 61000-6-1:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments (IEC 61000-6-1:2019)
- 14 EN IEC 61000-6-2:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards- Immunity for industrial environments (IEC 61000-6-2:2019)
- 15 IEC 60038:2009 IEC standard voltages
- 16 IEC 60050-161:1990 International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 161: Electromagnetic compatibility
- 17 IEC 61000-4-15 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-15: Testing and measurement techniques - Flickermeter - Functional and design specifications
- 18 IEC 60364-4-44:2001 ^{4),5)} Electrical installations of buildings - Part 4-44: Protection for safety - Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances
- 19 IEC 60364-5-53:2019 Low-voltage electrical installations - Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment- Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring
- 20 IEC/TR 61000-2-8 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-8: Environment - Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results
- 21 IEC/TR 61000-2-14:2006 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-14: Environment - Overvoltages on public electricity distribution networks
- 22 IEC/TR 61000-3-7 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems
- 23 IEC/TR 62066:2002 Surge overvoltages and surge protection in low voltage a.c. power systems - General basic information
- 24 IEC/TS 62578:2015 Power electronics systems and equipment - Operation conditions and characteristics of active infeed converter (AIC) applications including design recommendations for their emission values below 150 kHz
- 25 UNIPED 91 en 50.02 Voltage dips and short interruptions in public medium voltage electricity supply systems
- 26 CEER. 2001 Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply - Freely available at <http://www.ceer-eu.org>
- 27 CEER. 2003 Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply - Freely available at <http://www.ceer-eu.org>
- 28 CEER. 2005 Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply - Freely available at <http://www.ceer-eu.org>
- 29 CEER. 2008 Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply - Freely available at <http://www.ceer-eu.org>
- 30 CEER. 2011 Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply- Freely available at <http://www.ceer-eu.org>
- 31 CEER. 2016 Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply - Freely available at <http://www.ceer-eu.org>.

¹⁾ З доповненнями, внесеними EN 61000-2-2:2002/A1:2017 та EN 61000-2-2:2002/A2:2019.

²⁾ З доповненнями, внесеними EN 61000-3-3:2013/A1:2019 та EN 61000-3-3:2013/A2:2021.

³⁾ З доповненнями, внесеними EN 61000-4-34:2007/A1:2009.

⁴⁾ Замінено стандартом IEC 60364-4-44:2007 Low-voltage electrical installations - Part 4-44: Protection for safety - Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances.

⁵⁾ З доповненнями, внесеними IEC 60364-4-44:2001/A1:2003.

Код згідно з НК 004: 29.020

Ключові слова: безперервні явища, електричні мережі, користувач мережі, оператор електричної мережі, події з напругою, характеристики напруги.