



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДСТУ 8635:2016

Геліоенергетика

**ПЛОЩАДКИ
ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ
ПРИЄДНАННЯ СТАНЦІЙ
ДО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ**

Відповідає офіційному тексту

З питань придбання офіційного видання звертайтеся
до національного органу стандартизації
(ДП «УкрНДНЦ» <http://uas.org.ua>)

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України (ІВЕ НАН України)
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ ДП «УкрНДНЦ» від 05 квітня 2016 р. № 98 з 2017–01–01
- 3 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
- 4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати
здля 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», 2017

ЗМІСТ

	С.
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	2
4 Позначки і скорочення	2
5 Загальні положення	3
6 Попереднє оцінювання площадок	4
6.1 Загальні положення	4
6.2 Топографічне оцінювання	4
6.3 Оцінювання кліматичних умов	5
6.4 Оцінювання геліоенергетичного потенціалу	5
6.5 Оцінювання природоохоронних вимог	5
6.6 Оцінювання вимог щодо забезпечення охорони об'єктів культурної спадщини, пам'яток архітектури, археології та історії	6
6.7 Оцінювання можливостей вирішення питань землевідведення	6
6.8 Оцінювання вимог до ландшафту та дизайну	6
6.9 Оцінювання інфраструктури	6
6.10 Оцінювання можливостей приєднання ФЕС до електроенергетичної системи	6
6.11 Оцінювання супутніх факторів	7
7 Геологічне та геодезичне оцінювання	7
8 Вимоги щодо безпеки	7
9 Оцінювання техніко-економічних показників площадок	7
9.1 Обчислення вироблення електричної енергії ФЕС	7
9.2 Оцінювання собівартості виробленої електроенергії	8
10 Остаточне вибирання площадок	8
11 Допустимі схеми приєднання ФЕС до електроенергетичної системи та вимоги до лінії видавання потужності ФЕС	9
11.1 Схеми приєднання ФЕС до електроенергетичної системи	9
11.2 Приєднання ФЕС до електричних мереж	10

11.3 Робота ФЕС в енергосистемі.....	11
11.4 Релейний захист і лінійна автоматика.....	12
11.5 Засоби зв'язку, обсяг інформації, облік електричної енергії.....	13
12 Допустимі діапазони частоти й напруги.....	14
12.1 Нормальні умови експлуатації ФЕС.....	14
12.2 Аварійні умови експлуатації ФЕС.....	14
13 Якість електроенергії.....	15
14 Керування та моніторинг.....	15
15 Підготування технічних умов.....	17
16 Підключення ФЕС до електричної мережі.....	18
Додаток А (довідковий) Склад звітної документації про вибір площадок.....	19
Додаток Б (довідковий) Схема розподільчих установок ЦПС ФЕС.....	20
Додаток В (довідковий) Функції обмеження генерації ФЕС.....	21
Додаток Г (довідковий) Бібліографія.....	22

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ГЕЛІОЕНЕРГЕТИКА

**ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ
ПРИЄДНАННЯ СТАНЦІЙ ДО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ
СИСТЕМИ**

SOLAR POWER ENGINEERING

**AREAS FOR PHOTOVOLTAIC PLANTS
INTERCONNECTING PLANTS WITH THE GRID**

Чинний від 2017-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт установлює єдині вимоги до вибирання площадок для будівництва фотоелектричних станцій (ФЕС), що їх має бути приєднано до електроенергетичної системи, і до правил та варіантів приєднання ФЕС до електроенергетичної системи.

1.2 Цей стандарт застосовний для використання під час вибирання площадок для будівництва (спорудження) ФЕС, під час виконання попереднього оцінювання площадок щодо придатності для перспективного освоєння їх геліоенергетичного потенціалу та під час приєднання ФЕС до електроенергетичної системи.

1.3 Цей стандарт поширюється на підприємства й організації, що діють в Україні, незалежно від форм власності.

1.4 Цей стандарт не поширюється на фотоелектричні станції, на площадки, на яких розміщено й будують ФЕС, та на площадки, на які затверджено нормативну документацію на будівництво ФЕС до дати введення в дію цього стандарту.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

Податковий кодекс України

Закон України «Про електроенергетику»

Закон України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів»

Постанова НКРЕ від 11 жовтня 2012 р. № 1314 «Про затвердження Примірних договорів, які укладаються із суб'єктами господарювання, що виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел енергії»

Постанова Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. № 461 «Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів»

ДСТУ 3440-96 Системи енергетичні. Терміни та визначення

ДСТУ 4885:2007 Енергоощадність. Геліоенергетика. Методика визначання ресурсів

ДСТУ 7503:2014 Геліоенергетика. Станції фотоелектричні. Терміни та визначення понять
ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT)

ДСТУ IEC 60071-1:2009 Узгодженість ізоляції. Частина 1. Визначення понять, принципи та правила (IEC 60071-1:2006, IDT)

ГОСТ 13109–97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения (Електрична енергія. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення)

ДБН А.2.1-1–2014 Інженерні вишукування для будівництва

ДБН А.2.2-1–2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд (зі зміною)

ДБН В.2.2-2–2008 Планування та забудова міст і функціональних територій. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження науково-проектної документації щодо визначення меж та режимів використання зон охорони пам'яток архітектури та містобудування

ДБН В.1.2-7–2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека

ДБН В.1.2-14–2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ (зі зміною)

ДБН В.3.2-2–2009 Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт

НАПБ 05.028–2004 Протипожежний захист енергетичних підприємств, окремих об'єктів та енергоагрегатів. Інструкція з проектування і експлуатації

НАПБ А.01.001–2004 Правила пожежної безпеки в Україні

НАПБ Б.06.004–2007 Перелік однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни, встановлені в ДСТУ 3440: геліоенергетика, енергетична система, електроенергетична система, об'єднана енергосистема, електростанція, теплова електростанція, обмеження потужності електростанції, тепlopостачання, нормальний режим роботи енергосистеми, аварійний режим роботи енергосистеми, електроустановка.

Крім того, в цьому стандарті використано терміни, встановлені в ДСТУ 7503: фотоелектрична станція; ФЕС, фотоелектрична станція, приєднана до електричної мережі; фотоелектричний модуль; ФЕМ, комбінований фотоелектричний модуль, фотоелектрична батарея; ФЕБ, ККД сонячного елемента (модуля) (батареї), опорна конструкція, пристрій стеження за Сонцем, система охолодження фотоелектричних сонячних елементів, режим з'єднання з мережею.

4 ПОЗНАКИ І СКОРОЧЕННЯ

У цьому стандарті наведено такі позначки та скорочення:

- в. о. — відносна одиниця;
- ВОЛЗ — волоконно-оптична лінія зв'язку;
- ВЧ — високочастотний канал зв'язку;
- ГВ — гаряче водопостачання;
- ДП — диспетчерський пункт;
- ЕС — електроенергетична система;
- КЗ — коротке замикання;
- ККД — коефіцієнт корисної дії;
- НД — нормативний документ;
- ОВНС — оцінка впливу на навколишнє середовище;
- ОЕС — об'єднана енергетична система;
- ПА — пристрої автоматики;
- ПЛ — повітряна лінія електропередавання;

ПС	— підстанція електрична;
ПУЕ	— правила улаштування електроустановок;
РДП	— районний диспетчерський пункт;
РЗ	— релейний захист;
СЗЗ	— санітарно-захисна зона;
ТЕС	— теплова електрична станція;
ТЗП	— точка загального приєднання;
ТУ	— технічні умови;
ФЕБ	— фотоелектрична батарея;
ФЕМ	— фотоелектричний модуль;
ФЕС	— фотоелектрична станція;
ЦДП	— центральний диспетчерський пункт;
ЦПС	— центральна підстанція ФЕС;
E_n	— надходження сонячної радіації (прямої та розсіяної) на похилу поверхню, кВт/м ² за годину;
$f_<$	— зниження частоти в точці підключення, Гц;
$f_>$	— підвищення частоти в точці підключення, Гц;
GPS	— супутникова система навігації;
$k_{\text{мод}}$	— ККД фотоелектричного модуля;
$k_{\text{інв}}$	— ККД інвертора;
$k_{\text{тр}}$	— ККД трансформатора (обчислюють згідно з паспортними даними трансформатора та проектної генерації ФЕС після введення її в експлуатацію);
k_{W1}	— втрати змінного струму в мережі до 1 кВ;
k_{W2}	— втрати змінного струму в мережі понад 1 кВ;
k_{W3}	— втрати в мережі постійного струму;
k_f	— коефіцієнт готовності ФЕС;
P	— потужність, кВт;
S	— загальна сумарна площа фотобатарей, м ² ;
t	— час, за який обчислюють вироблення електричної енергії;
U_n	— номінальна напруга в точці підключення, В;
$U_>$	— перенапруга в точці підключення (крок 1), В;
$U_{>>}$	— перенапруга в точці підключення (крок 2), В;
$U_{>>>}$	— перенапруга в точці підключення (крок 3), В;
$U_<$	— зниження напруги в точці підключення, В;
UTC	— універсальний координований час;
W	— вироблена фотоелектричною станцією електроенергія, кВт · год;
β	— кут нахилу фотоелектричної батареї відносно горизонту, град;
φ	— широта місцевості, град.

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Вибирати площадки для розміщення фотоелектричної станції та приєднання ФЕС до електричних мереж ОЕС України необхідно відповідно до вимог цього стандарту. За необхідності встановлення жорсткіших або додаткових вимог до вибору площадки та до приєднання ФЕС до електричних мереж ОЕС України їх зазначають в іншій НД для конкретної площадки для ФЕС.

5.2 Вибір площадки для ФЕС у загальному складається з таких основних етапів:

- попереднього оцінювання площадок;
- визначення геліоенергетичного потенціалу площадки;
- геологічного та геодезичного оцінювання;
- вимог щодо безпеки;
- оцінювання впливів на навколишнє середовище;
- оцінювання техніко-економічних показників площадок;
- остаточного вибору.

5.3 Приєднання ФЕС до електричних мереж ОЕС України в загальному складається з таких основних етапів:

- розроблення схеми приєднання до електричних мереж ОЕС України та вимог до лінії видавання потужності ФЕС;
- підготування та отримання ТУ на приєднання;
- підключення до електричної мережі.

5.4 Необхідність виконання робіт за певним етапом визначається наявністю або відсутністю достатніх попередніх напрацювань за цим етапом.

5.5 Вибірання площадки для розміщення ФЕС та приєднання ФЕС до електроенергетичної системи не повинні суперечити положенням чинного законодавства, чинній нормативній документації та рішенням органів місцевого самоврядування.

6 ПОПЕРЕДНЄ ОЦІНЮВАННЯ ПЛОЩАДОК

6.1 Загальні положення

6.1.1 Попереднє оцінювання площадок має охоплювати:

- топографічне оцінювання;
- оцінювання кліматичних умов;
- оцінювання геліоенергетичного потенціалу;
- оцінювання природоохоронних вимог;
- оцінювання вимог щодо забезпечення охорони об'єктів культурної спадщини, пам'яток архітектури, археології та історії;
- оцінювання можливостей вирішення питань землевідведення;
- оцінювання вимог щодо ландшафту та дизайну;
- оцінювання інфраструктури;
- оцінювання можливостей приєднання ФЕС до електроенергетичної системи;
- оцінювання супутніх факторів.

6.1.2 Під час вибирання площадок для розміщення ФЕС на дахах або стінах у вибраному населеному пункті (місті, селищі тощо) рекомендовано:

- розглядати будинки чи інші споруди з плоскими дахами або з переважним нахилом дахів на південний, південно-східний або південно-західний напрями, які не затінюють протягом світлого дня інші будівлі, дерева тощо;
- перевірити на відповідність площадок (на дахах, стінах та інших елементах архітектурних конструкцій будівель і споруд) нормам ДБН В.1.2-14;
- узгодити з архітектором та іншими компетентними структурами, яким підпорядковані будівлі та споруди, що їх планують використати, таке:
 - варіанти дизайну розміщення фотоелектричних батарей;
 - обчислення міцності елементів будівель, на яких буде розміщено фотоелектричні батареї, з урахуванням додаткових навантаж від ваги модулів ФЕС, опорних конструкцій, кабелів, системи охолодження (для комбінованих фотоелектричних модулів), вітрових і снігових навантаж та інших і, за необхідності, передбачити реконструкцію або додаткове укріплення будівель згідно з ДБН В.3.2-2.

6.1.3 Попереднє оцінювання площадок для розміщення ФЕС виконує замовник (інвестор) із залученням за необхідності відповідних фахівців або експертів.

6.2 Топографічне оцінювання

6.2.1 У загальному топографічне оцінювання площадки має містити в собі візуальне оцінювання даних про рельєф місцевості, наявних будівель, споруд (зокрема й підземних) та інших елементів планування території площадки.

6.2.2 Необхідно зібрати та проаналізувати наявні архівні дані планово-картографічних матеріалів, а саме і наявність топографічних карт Укркартгеофонду М1:10 000 або М1:25 000 з розбивкою та прив'язкою точок географічних спостережень.

6.3 Оцінювання кліматичних умов

Необхідно виконати загальне оцінювання клімату. Для цього треба визначити та врахувати для вибраної місцевості за довгостроковими спостереженнями з найближчої метеостанції такі чинники:

- максимальні й мінімальні значення температури;
- відомості про опади та вологість повітря;
- концентрацію солей у повітрі;
- максимальні значення швидкості вітру та його переважні напрямки.

6.4 Оцінювання геліоенергетичного потенціалу

6.4.1 Для отримання попередньої оцінки геліоенергетичного потенціалу площадки необхідно визначити середньомісячне (за порами року) та середньорічне значення сонячного випромінювання, яке беруть за усередненими довгостроковими даними згідно з ДСТУ 4885.

6.4.2 Для точнішого обчислення середньомісячного (за порами року) та середньорічного значення сонячного випромінювання довгострокові актинометричні дані рекомендовано брати не тільки з метеостанцій Центральної геофізичної обсерваторії України, а й з метеостанцій, установлених на цивільних і військових аеродромах, морських і річкових портах та інших об'єктах Міністерства оборони України й Міністерства інфраструктури України.

Для отримання достовірних обчислень рекомендовано ці дані брати як усереднені на основі довгострокових (не менше ніж 5 років) даних спостережень з метеостанцій, розміщених у радіусі не більше ніж 50 км від площадки.

6.5 Оцінювання природоохоронних вимог

6.5.1 Необхідно виконати перевірку потенційної площадки на невходження її до земель заповідників, національних парків та інших природоохоронних земель, визначених законодавством України, на відсутність на ній рідкісних видів дерев, рослин, занесених до Червоної книги України, тощо.

6.5.2 Необхідно провести попереднє оцінювання впливів планової діяльності ФЕС на природне, соціальне й техногенне навколишнє середовище.

6.5.3 Необхідно визначити перелік джерел, що впливатимуть та забруднюватимуть навколишнє середовище в процесі будівництва й експлуатації ФЕС, а саме:

- обладнання та електричні мережі ФЕС;
- будівельна та інша техніка;
- технологічні та господарсько-побутові процеси;
- відходи (промислові, господарсько-побутові) тощо.

6.5.4 Необхідно визначити перелік шкідливих впливів, що очікуються, на навколишнє середовище в процесі будівництва та експлуатації ФЕС (затінення ґрунтів; підвищені рівні шуму, вібрації, електромагнітного випромінювання та радіочастот, електричних полів; забруднені викиди у повітря; теплові викиди; забруднені стоки; відходи промислової та побутової діяльності тощо), а також компонентів навколишнього середовища, на які поширюється дія шкідливих впливів (ландшафт, клімат та мікроклімат, повітряне середовище, геологічне середовище, ґрунти, рослинний і тваринний світ, заповідні й технологічні об'єкти, соціальне середовище (враховуючи здоров'я населення) тощо).

6.5.5 Необхідно передбачити розроблення комплексних охоронних заходів щодо запобігання негативному впливу будівництва та експлуатації ФЕС на навколишнє середовище.

6.5.6 Необхідно попередньо визначити розмір санітарно-захисної зони ФЕС (за необхідності й для її складових частин — обладнання, мереж тощо) на основі обчислення забруднень навколишнього середовища в процесі її експлуатації згідно з [9].

6.5.7 У разі, якщо наднормативних забруднень у процесі експлуатації ФЕС не передбачено, встановлюють охоронні зони навколо станції (у разі необхідності, навколо трансформаторних підстанцій, розподільчих пунктів та пристроїв, а також уздовж повітряних і кабельних ліній електропередавання тощо) згідно з Законом України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів».

6.5.8 Вибираючи площадки для розташування ФЕС поблизу населених пунктів, необхідно врахувати, що допустимо розташування станцій, які не є джерелом шкідливих викидів у навколишнє

середовище та відповідають іншим вимогам 4.3 згідно з ДБН А.2.2-1, у сельбищній зоні населеного пункту. При цьому відстань до житлових будинків, ділянок дитячих дошкільних закладів, шкіл, закладів охорони здоров'я тощо необхідно встановлювати за погодженням з органами державного санітарного нагляду, але не менше ніж 50 м від межі території ФЕС згідно з ДБН А.2.2-1.

6.6 Оцінювання вимог щодо забезпечення охорони об'єктів культурної спадщини, пам'яток архітектури, археології та історії

6.6.1 Перевіряють, чи немає на території площадки діючих археологічних розкопок і таких, що планують у майбутньому.

6.6.2 Перевіряють, чи немає на території площадки пам'яток архітектури, археологічних та культурно-історичних пам'яток тощо.

6.6.3 За наявності поблизу площадки, що її розглядають для розміщення ФЕС, об'єктів культурної спадщини, внесених до Державного реєстру [10], необхідно врахувати охоронні зони цих об'єктів, розміри яких визначено згідно з ДБН Б.2.2-2.

6.7 Оцінювання можливостей вирішення питань землевідведення

6.7.1 Необхідно визначити власника (або власників) земель площадки.

6.7.2 Визначають наміри власника (або власників) площадки щодо будівництва на ній ФЕС.

6.7.3 Визначають можливість виведення частини території під площадку для будівництва ФЕС.

6.8 Оцінювання вимог до ландшафту та дизайну

Вимоги до ландшафту та дизайну має бути розглянуто в разі розташування площадки ФЕС неподалік природних або культурно-історичних пам'яток, пам'яток архітектури тощо.

6.9 Оцінювання інфраструктури

6.9.1 Необхідно визначити наявність електричних мереж, необхідних для ведення будівництва ФЕС та для її підключення поблизу площадки, що розглядають як потенційну для розміщення ФЕС.

6.9.2 Необхідно визначити наявність під'їзних автошляхів до площадки.

6.9.3 Визначають наявність магістральних автошляхів та відстань до них.

6.9.4 Необхідно визначити наявність залізничних колій та залізничних станцій і відстань до них.

6.9.5 Необхідно розглянути можливість використання інших варіантів транспортно-вантажних перевезень (водного, повітряного тощо).

6.9.6 Визначають наявність інженерних мереж (водопостачання, каналізації тощо) та відстань до них.

6.9.7 Необхідно визначити наявність житла та робочої сили необхідної кваліфікації.

6.10 Оцінювання можливостей приєднання ФЕС до електроенергетичної системи

6.10.1 Необхідно визначити наявність ліній електропередавання, відстань до них та спроможність їх приймати генеровану потужність.

6.10.2 Необхідно визначити характеристику ліній електропередавання та можливість суміщення їх з параметрами ФЕС, що прогнозують (потужність, напруга, переріз струмопровідної жили, тривалий струм для кабелів та проводів, розрахунковий струм КЗ тощо відповідно до 1.3, 1.4 [2]).

6.10.3 Необхідно визначити розташування точок можливого приєднання ФЕС.

6.10.4 Необхідно визначити та проаналізувати відстані до найближчих підстанцій електричної мережі та їхні технічні характеристики (потужність, напруга тощо).

6.10.5 Необхідно визначити потребу в реконструкції (посиленні) наявної енергетичної інфраструктури відповідно до потреб ФЕС та можливості такої реконструкції.

6.10.6 Необхідно визначити можливість прокладання кабелю до найближчої підстанції та спроможність її прийняти генеровану потужність ФЕС — для дахових або стінових фотоелектричних станцій, що планують розмістити поблизу житлової або іншої наявної забудови.

6.10.7 Вибираючи площадки для розміщення наземної, стінової або дахової ФЕС, яку буде укомплектовано комбінованими фотоелектричними модулями, необхідно отримати попередній висновок енергопостачальної компанії, в зоні дії якої планують розмістити таку ФЕС, про можливість:

- приєднання трубопроводів теплової частини станції до наявної мережі з тепlopостачання найближчого району житлової чи іншої наявної забудови;
- використання для ГВ чи опалення об'єктів тепла (гарячої води, повітря тощо), виробленого під час експлуатації ФЕС, в об'ємах його отримання (за попередніми обчисленнями).

6.11 Оцінювання супутніх факторів

6.11.1 Необхідно визначити наявність чи будівництво поблизу площадки під ФЕС, що розглядають, аеродромів, автомобільних трас, щоб уникнути в майбутньому взаємного негативного впливу та знизити ефективність роботи ФЕС.

6.11.2 Необхідно врахувати перспективні плани розвитку міст чи інших населених пунктів, біля або на території яких планують розмістити ФЕС, щодо спорудження будівель чи інших об'єктів, які можуть негативно впливати на роботу ФЕС (обмеження потоку сонячної радіації тощо).

7 ГЕОЛОГІЧНЕ ТА ГЕОДЕЗИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ

7.1 У межах території, яку розглядають для розміщення ФЕС, має бути проведено комплексні інженерно-геологічні вишукування згідно з ДБН А.2.1-1. При цьому має бути виконано такі роботи:

- аналіз архівних і фонових матеріалів для з'ясування інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов району робіт;
- виявлення сучасних фізико-геологічних процесів і явищ, що можуть мати несприятливий вплив на об'єкт проектування в майбутньому;
- врахування таких гідрогеологічних особливостей, як наявність плавунів, зон з пісковим рельєфом, а також схильність ґрунтів до просідання, зсувів, підтоплення або затоплення.

7.2 Виконання вишукувань та досліджень відповідно до 7.1 під час попереднього оцінювання площадки, на якій фотоелектричні батареї буде обладнано пристроями стеження за Сонцем, вважають особливо важливим, оскільки будуть значні концентровані навантаження на площадку.

7.3 Кінцевою метою геологічного та геодезичного оцінювання, оброблення та аналізування досліджень має бути прийняття остаточного рішення про можливість використання цього району як площадки для ФЕС.

8 ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ

Вибираючи площадку для розміщення ФЕС, необхідно враховувати необхідність розроблення проекту з протипожежного захисту ФЕС, що є обов'язковим. Цей проект має бути виконано з урахуванням вимог ДБН В.1.2-7, НАПБ 05.028 та [2] і містити:

- забезпечення первинними засобами пожегогасіння згідно з НАПБ А.01.001;
- забезпечення пожегогасіння ФЕС і зовнішнього пожегогасіння будинків та інших споруд (диспетчерської служби та охорони тощо) на території експлуатаційної ділянки;
- проїзди з твердим покриттям, з розворотним майданчиком для автотранспорту для технологічного та протипожежного обслуговування ФЕС, будівель і споруд;
- автоматичне електроосвітлення доріг та проїздів, резервуарів запасу води та обладнання ФЕС з метою швидкого розгортання засобів пожегогасіння в нічний час;
- будинки диспетчерської служби, охорони та інші споруди необхідно обладнати установкою автоматичної пожежної сигналізації з виведенням сигналу на пульт відповідно до вимог НАПБ 05.028 та НАПБ Б.06.004;
- усі вироби протипожежного призначення повинні мати сертифікати відповідності України.

9 ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛОЩАДОК

9.1 Обчислення вироблення електричної енергії ФЕС

9.1.1 Оцінювання техніко-економічних показників площадок необхідно починати з визначення їх геліоенергетичного потенціалу відповідно до 6.4.

9.1.2 Надходження сонячної радіації на похилу поверхню ФЕБ

9.1.2.1 У разі попереднього обчислення рекомендовано визначати приблизний кут нахилу ФЕБ відносно горизонту за формулою:

$$\beta = \varphi \pm 15^\circ, \text{ град}, \quad (1)$$

де φ — широта місцевості, град.

9.1.2.2 У разі точного розрахунку — за оптимальним кутом нахилу ФЕБ, який обчислюють за спеціальною методикою [9].

9.1.3 Обчислення вироблення ФЕС електричної енергії W рекомендовано виконувати за формулою:

$$W = E_H \cdot k_{\text{мод}} \cdot S \cdot k_{\text{інв}} \cdot k_{W1} \cdot k_{W2} \cdot k_{W3} \cdot k_{\text{тр}} \cdot k_r \cdot t, \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2)$$

У разі попереднього оцінювання техніко-економічних показників площадок:

- добуток $k_{\text{інв}} \cdot k_{W1} \cdot k_{W2} \cdot k_{W3} \cdot k_{\text{тр}} \cdot k_r$ рекомендовано взяти таким, що дорівнює 0,88—0,92;
- ККД фотоелектричного модуля $k_{\text{мод}}$ беруть відповідно до вибраного типу ФЕМ;
- загальну сумарну площу фотобатарей визначають за передпроектним кресленням розміщення фотобатарей на площадці (за максимально можливої щільності з урахуванням раціонального розміщення їх та незатінення).

9.2 Оцінювання собівартості виробленої електроенергії

9.2.1 На стадії вибирання площадок рекомендовано використовувати окремі елементи економічних показників згідно з положеннями [3] та [4], при цьому враховують:

- термін нормальної експлуатації ФЕС беруть залежно від вибраного типу фотоелектричних модулів згідно з паспортними даними виробника;
- річні амортизаційні відрахування від основних фондів, які беруть згідно з Податковим кодексом України;
- річні експлуатаційні витрати, які складаються в основному з витрат на поточні ремонти, капітальні ремонти, матеріали, оплату праці (з відрахуваннями) та інші витрати (інфляційні зміни (різницю між коливаннями валютних курсів, заробітної плати), плату за воду, плату за вивезення каналізаційних стоків тощо).

9.2.2 Для попереднього порівняльного оцінювання економічної ефективності реалізації проекту будівництва ФЕС визначають:

- вартість 1 кВт · год електроенергії за «зеленим» тарифом для цього типу ФЕС відповідно до Закону України «Про електроенергетику»;
- собівартість 1 кВт · год виробленої електроенергії;
- річний виробіток електроенергії на потенційній площадці розміщення ФЕС;
- термін окупності проекту;
- індекс дохідності.

9.2.3 Необхідно також врахувати компенсацію за зменшення викидів «парникових» газів у процесі виробництва електроенергії, якщо встановлено вартість квоти на продаж викидів.

10 ОСТАТОЧНЕ ВИБИРАННЯ ПЛОЩАДОК

10.1 Підготування матеріалів до вибирання площадок для подальшого вивчення та прийняття остаточного рішення організовує замовник (інвестор) або, за його дорученням, організація, що має ліцензію на вишукувальні й проектні роботи та досвід проектування ФЕС (далі — генпроектувальник).

10.2 Оцінювання площадок потрібно проводити з точки зору можливостей господарського використання території з урахуванням прав власності на землю та/або будівель і споруд (для дахових і стінових ФЕС), постанов і розпоряджень владних структур, які стосуються площадки.

10.3 Висновок про придатність площадок як потенційних для розміщення ФЕС і черговість подальшого дослідження їх роблять на підставі комплексного аналізу економічних, технічних та екологічних показників, визначених відповідно до розділів 6—9:

- геліоенергетичного потенціалу площадки;
- обчислення середньорічного вироблення електричної енергії;
- собівартості 1 кВт · год виробленої електроенергії;
- величини «зеленого» тарифу для електроенергії, що вироблятиметься для цього типу ФЕС;
- витрат на створення інфраструктури;
- витрат на реконструкцію або додаткове укріплення будівель у разі розміщення ФЕС на елементах будівель (для стінових та дахових ФЕС) тощо.

10.4 Під час остаточного вибирання площадок для розміщення ФЕС треба враховувати оцінку впливу на навколишнє середовище (ОВНС) з отриманням висновку про екологічні наслідки згідно з ДБН А.2.1-1 та ДБН А.2.2-1.

10.5 Порівняння відомостей для різноманітних площадок рекомендовано проводити в табличній формі. При цьому доцільне групування показників, що аналізують, за впливом їх відповідно на обсяги капітальних вкладень, виробіток електроенергії, експлуатаційні витрати.

10.6 Генпроектувальник за результатами виконаної роботи готує технічний звіт в обсязі, зазначеному в додатку А, і подає його замовникові на погодження та затвердження.

10.7 У разі, якщо проект будівництва ФЕС переважно комерційний, остаточне рішення щодо вибору площадки приймає замовник, при цьому визначальними є економічні показники.

11 ДОПУСТИМІ СХЕМИ ПРИЄДНАННЯ ФЕС ДО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТА ВИМОГИ ДО ЛІНІЇ ВИДАВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ФЕС

11.1 Схеми приєднання ФЕС до електроенергетичної системи

11.1.1 Приєднання ФЕС до електроенергетичної системи (електричних мереж Об'єднаної енергетичної системи України) необхідно виконувати відповідно до вимог цього стандарту.

За необхідності встановлення жорсткіших вимог або додаткових вимог до приєднання ФЕС їх зазначають в іншій НД для конкретної ФЕС.

11.1.2 Приєднання ФЕС не повинно суперечити положенням чинного законодавства України, чинній нормативній документації та рішенням органів місцевого самоврядування.

11.1.3 Схему приєднання ФЕС має бути виконано, зважаючи на те, що ФЕС є електростанцією негарантованої потужності, а тому для неї допустимо аварійний розрив (повне припинення видавання активної потужності в мережу, що обумовлено потоком сонячної радіації $< 200 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$) електричних зв'язків станції з електричною мережею.

11.1.4 Схему приєднання ФЕС потужністю від 150 кВт до 25 МВт пропонує оператор передавання місцевими електричними мережами.

Схему приєднання ФЕС потужністю понад 25 МВт, яку приєднують до місцевої електричної мережі, може пропонувати оператор передавання місцевими електричними мережами за попереднім узгодженням запропонованої схеми із системним оператором.

Схему приєднання ФЕС потужністю понад 25 МВт, яку приєднують до магістральної електричної мережі, визначає системний оператор.

Якщо немає однозначного рішення щодо схеми приєднання ФЕС потужністю понад 10 МВт, системний оператор має право вимагати від замовника проектування ФЕС розроблення схеми приєднання відповідно до наданих ним технічних рекомендацій та представлення розробником схеми рекомендованого варіанта приєднання. При цьому для ФЕС потужністю 100 МВт і більше розробник схеми повинен виконати перевірку характерних режимів роботи ФЕС в ОЕС України, щоб встановити достатність діапазону регулювання теплових станцій (блокових ТЕС).

11.1.5 Схему приєднання ФЕС має бути спроектовано так, щоб після її реалізації показників якості електроенергії в точці загального приєднання можна було досягти без додаткової модернізації електричних мереж загального призначення (крім тієї, яка необхідна для видавання потужності ФЕС).

11.2 Приєднання ФЕС до електричних мереж

11.2.1 Приєднання ФЕС до електричних мереж ОЕС України виконують на основі схеми приєднання та відповідно до виданих ТУ на їх приєднання.

11.2.2 ТЗП ФЕС в електричній мережі загального призначення визначають, зважаючи на те, що такою точкою можуть бути:

- місце відгалуження на лінії електропередавання мережі загального призначення, до якої приєднують ФЕС;
- розподільча установка підстанції в мережі загального призначення або електростанції гарантованої потужності;
- місце розтину лінії електропередавання мережі загального призначення у разі спорудження заходів вказаної лінії на ЦПС ФЕС.

Зважаючи на доцільність простих схем приєднання, бажано, щоб ФЕС мала одну ТЗП. Однак залежно від потужності ФЕС, її компонування, схеми внутрішньої мережі та черг її розвитку можливе приєднання ФЕС до кількох ТЗП. Для такого приєднання електрична схема ФЕС має складатися з кількох електрично незалежних частин, кожен з яких приєднують до окремої ТЗП, можливо і в мережах різної напруги.

11.2.3 Видавання потужності ФЕС допустимо здійснювати по одній лінії (за винятком умов, передбачених 11.2.5, 11.2.6) з приєднанням до наявних підстанцій або ліній електропередачі. При цьому мають виконуватися такі умови:

- схема видавання потужності ФЕС має забезпечувати видавання повної потужності електростанції;
- під час ремонтного режиму прилеглої мережі (елементів перетинів) допустиме обмеження на видавання потужності групи фотоелектричних станцій, приєднаних у межах одного енерговузла величиною до 100 МВт, при цьому видавання потужності окремої фотоелектричної станції з зазначеної вище групи в цьому режимі не має обмежуватися на величину більше ніж 50 % встановленої потужності цієї фотоелектричної станції.

Потужність фотоелектричних станцій, які приєднують до електричних мереж виконанням заходів транзитних повітряних ліній на підстанції збирання потужності, визначається пропускною спроможністю цього транзиту та має задовольняти умови першої частини цього пункту.

Приєднання фотоелектричних станцій до повітряних ліній виконанням відпаювання допустимо тільки в мережах 150 кВ і нижче, якщо на лінії немає відгалужувальних підстанцій. При цьому потужність фотоелектричної станції визначається пропускною спроможністю лінії, до якої вона приєднується, та має задовольняти умови першої частини цього пункту.

Приєднання фотоелектричних станцій до розподільчих установок 110 кВ і вище електростанції гарантованої потужності допустимо за умов достатності схеми видавання її потужності з урахуванням додатково приєднаної потужності ФЕС.

Напругу та спосіб приєднання лінії видавання потужності визначають залежно від необхідної пропускної спроможності лінії та параметрів елементів електричної мережі, прилеглих до ТЗП.

11.2.4 Принципову електричну схему розподільчої установки ЦПС на напрузі приєднання утворюють у вигляді схеми блока (або схем блоків) видавання потужності на одну лінію (за винятком випадку, зазначеного в 11.2.7).

Належить переважно застосовувати наведені нижче різновиди блоків видавання потужності з ФЕС:

- лінію видавання потужності, підключену через один вимикач до головного трансформатора (групи головних трансформаторів);
- лінію видавання потужності, підключену до двох груп головних трансформаторів через вимикачі кожної групи;
- лінію видавання потужності, підключену без вимикача (вимикачів) до головного трансформатора, якщо це допустимо за умовами чутливості й селективності роботи пристроїв релейного захисту та в ТЗП здійснено підключення цієї лінії через вимикач розподільчої установки підстанції або електростанції з організацією каналу передавання команд на її вимикання — вимикання в ТЗП.

Наведені схеми блоків застосовують з трансформаторами потужністю до 125 МВА включно.

Якщо напруга внутрішньої мережі електростанції та напруга приєднання однакові, на розподільчій установці ЦПС встановлюють вимикач з боку лінії видавання потужності.

Спрощені зображення електричних з'єднань основних елементів у блокових схемах розподільчих установок ЦПС наведено на рисунку Б.1 (додаток Б).

11.2.5 За недостатньої пропускної спроможності однієї лінії видавання потужності чи елементів мережі в певній ТЗП допустимо застосування другої лінії видавання потужності, яку спрямовують від ФЕС до іншої ТЗП.

11.2.6 Видавання потужності двома лініями виконують в разі приєднання ФЕС в розтин лінії, що належить до електричної мережі (ТЗП становить місце розтину). Таке приєднання доцільно застосовувати, якщо відстань від місця розтину лінії до ЦПС ФЕС становить не більше ніж 10 км. У разі приєднання в розтин наявної лінії ЦПС ФЕС додатково до функції видавання потужності набуває функцію забезпечення транзиту електроенергії в мережі загального призначення. Для виконання таких функцій на розподільчій установці ЦПС на напрузі приєднання утворюють схему містка з вимикачем з ремонтною перемичкою для секціонування транзитної лінії та по одному вимикачу з боку кожного головного трансформатора (групи трансформаторів).

Наведену схему застосовують, якщо врегульовано питання щодо технічної експлуатації та керування оператором електричних мереж об'єктами ФЕС, які можуть впливати на транзит електроенергії в мережі, але є власністю ФЕС, а не власника мережі.

Спрощені зображення електричних з'єднань основних елементів у місткових схемах розподільчих установок ЦПС ФЕС наведено на рисунку Б.2 (додаток Б).

11.2.7 Пропускню спроможність лінії (ліній) видавання потужності та технічні параметри елементів схем видавання потужності ФЕС визначають за її робочою потужністю під час нормального режиму роботи. В післяаварійному або ремонтному режимах схеми видавання потужності ФЕС, приєднаної до мережі кількома лініями (за винятком схеми вхід — вихід), можна обмежувати потужність ФЕС на величину не більшу за величину сумарної потужності ФЕС, які приєднані до зазначеної лінії.

11.2.8 Пропускню спроможність повітряних ліній видавання потужності, що мають час використання максимальної потужності передавання енергії до 3000 год на рік, допустимо визначати з урахуванням високотемпературного використання проводів з нагріванням їх електричним струмом не вище за допустиму температуру в разі найвищої температури повітря місцевості. Відповідні умови має бути враховано в проекті конструктивно-механічної частини повітряної лінії.

11.2.9 До ЦПС ФЕС приєднують лише лінії видавання потужності, лінії внутрішньої електричної мережі ФЕС та лінії резервного живлення власних потреб. Не бажано приєднання ліній іншого призначення, наприклад для електроживлення сторонніх споживачів.

11.3 Робота ФЕС в енергосистемі

11.3.1 Фотоелектричну станцію, приєдану до електричних мереж ОЕС України, не можна розглядати як джерело гарантованої потужності через неперіодичний характер прояву сонячного випромінювання.

ФЕС потрібно розглядати як джерела електричної енергії, призначені насамперед для економії органічних енергоресурсів на електростанціях традиційного типу.

ФЕС потужністю більше ніж 25 МВт має бути оснащено системою регулювання активної потужності, яка даватиме можливість контролювати активну потужність, що генерується електростанцією в точці приєднання, з використанням уставок та градієнтів.

11.3.2 Побудову схем електропостачання споживачів електроенергії в районах приєднання ФЕС до енергосистеми, а також побудову схем протиаварійної автоматики енерговузлів та енергорайонів потрібно виконувати з припущенням можливого повного відключення ФЕС в години, коли потік сонячної радіації становитиме менше ніж 200 Вт/м².

11.3.3 Перевірку використання потужності ФЕС треба проводити залежно від рівня сонячного випромінювання та з поправками на кліматичні й погодні умови в регіоні (температурні перепади, ожеледиця, сольовий туман, запиленість тощо) з використанням можливостей регульовальних електростанцій, розміщених у частинах ОЕС України, які працюють синхронно, з урахуванням пропускної спроможності електричних мереж.

11.3.4 У разі приєднання ФЕС до частини енергосистеми, що може довго працювати несинхронно (відносно інших частин системи), треба перевіряти можливості регульовальних електростанцій, розміщених у регіоні залежно від рівня сонячного випромінювання та з поправками на кліматичні й погодні умови регіону (температурні перепади, ожеледиця, сольовий туман, запиленість тощо).

11.3.5 Електроживлення власних потреб необхідно здійснювати відповідно до 1.2.18 [2] для I категорії електроприймачів.

11.4 Релейний захист і лінійна автоматика

11.4.1 Вибираючи пристрої релейного захисту і лінійних апаратів, за їх основні параметри необхідно брати параметри, що відповідають максимальному значенню потужності фотоелектричної станції.

11.4.2 Лінію 110—150 кВ видавання потужності ФЕС, підключену до ПС приєднання, має бути обладнано з двох боків, а лінію ФЕС, підключену відгалуженням до лінії 110 кВ з двобічним живленням, має бути обладнано з трьох боків приладами релейного захисту, а саме:

- диференційно-фазним захистом по ВЧ-каналах зв'язку або диференційним захистом ліній на коротких лініях з ВОЛЗ;
- резервним захистом від усіх видів коротких замикань, що забезпечують надійне ближнє й дальнє резервування.

Примітка. Всі пристрої релейного захисту та противарійної автоматики має бути виконано на мікропроцесорній основі.

11.4.3 Лінію 35 кВ видавання потужності ФЕС, підключену до підстанції приєднання, має бути обладнано з двох боків, а лінію ФЕС, підключену відгалуженням до лінії 35 кВ з двобічним живленням, має бути обладнано з трьох боків дистанційним і струмовим захистом від міжфазних коротких замикань.

11.4.4 У схемах з підключенням ФЕС через відгалуження до лінії з двобічним живленням має бути забезпечено сталу роботу приладів релейного захисту в багаторазово-змінному режимі генерації і споживання електроенергії по відгалуженню до ФЕС.

11.4.5 Передбачають систему автоматизованого управління технологічними процесами ФЕС з реалізацією автоматичної зміни установок пристроїв релейного захисту та противарійної автоматики на обох кінцях ПЛ, що відходять від ФЕС, залежно від потужності ФЕС, що видається.

11.4.6 Вимоги щодо захисту електричних мереж у точці приєднання

11.4.6.1 Усі налаштування потрібно задавати за діючим значенням. ФЕС має бути відключено або зупинено, якщо виміряні значення відрізняються від встановлених номінальних значень.

11.4.6.2 Час відключення ФЕС у разі виникнення аварійних ситуацій має бути чітко визначено функціями захисту. Затримка відключення недопустима.

11.4.6.3 Використання реле виявлення стрибків векторів як захист від ізолюваної роботи ФЕС чи відключення станції від мережі не дозволено. Номінальну напругу одиничної генерувальної установки ФЕС визначають з боку низької напруги підвищувального трансформатора.

11.4.6.4 У разі трьохобмоткових трансформаторів необхідно використовувати значення номінальної напруги низького боку та відповідне значення номінальної потужності для цієї обмотки.

11.4.6.5 Якщо напругу вимірюють з боку вищої напруги, то значення уставки потрібно визначати переведенням значення номінальної напруги нижчого боку в значення номінальної напруги вищого боку підвищувального трансформатора.

11.4.6.6 Частоту й напругу треба вимірювати для всіх трьох фаз як лінійну напругу. В іншому разі, якщо вимірюють напругу на нижчому боці підвищувального трансформатора, допустимо вимірювати фазну напругу. У разі перехідної стрибкоподібної зміни фази напруги до 20° у місці приєднання відключати електростанцію не потрібно.

11.4.6.7 Тимчасові перенапруги, визначені в ДСТУ IEC 60071-1, має бути обмежено до 1,30 в. о. та знижено до 1,20 в. о. напруги в місці приєднання за 100 мс.

11.4.6.8 Функції захисту ФЕС потужністю до 25 МВт, уставки та час роботи мають бути такими, як зазначено в таблиці 1.

Таблиця 1 — Вимоги до ФЕС потужністю від 150 кВт до 25 МВт

Захід безпеки	Символ	Уставка		Час роботи	
Перенапруга (крок 3)	$U_{>>>}$	$1,20 \cdot U_n$	В	5... 100	мс
Перенапруга (крок 2)	$U_{>>}$	$1,10 \cdot U_n$	В	200	мс
Перенапруга (крок 1)	$U_{>}$	$1,06 \cdot U_n$	В	60	с
Знижена напруга	$U_{<}$	$0,90 \cdot U_n$	В	10... 60	с
Підвищена частота	$f_{>}$	52	Гц	200	мс
Знижена частота	$f_{<}$	47	Гц	200	мс

11.4.6.9 Функції захисту ФЕС потужністю більше ніж 25 МВт, уставки та час роботи мають бути такими, як зазначено в таблиці 2.

Таблиця 2 — Вимоги до ФЕС потужністю більше ніж 25 МВт

Захід безпеки	Символ	Уставка		Час роботи	
Перенапруга (крок 3)	$U_{>>>}$	$1,20 \cdot U_n$	В	5... 100	мс
Перенапруга (крок 2)	$U_{>>}$	$1,15 \cdot U_n$	В	2	с
Перенапруга (крок 1)	$U_{>}$	$1,10 \cdot U_n$	В	60	с
Знижена напруга	$U_{<}$	$0,90 \cdot U_n$	В	10... 60	с
Підвищена частота	$f_{>}$	52	Гц	200	мс
Знижена частота	$f_{<}$	47	Гц	200	мс

11.5 Засоби зв'язку, обсяг інформації, облік електричної енергії

11.5.1 ФЕС, приєднані до електричних мереж, незалежно від їхньої відомчої належності й форми власності, потрібно відносити до сфери оперативного диспетчерського керування енергооб'єктами територій. Окремі ФЕС потужністю до 25 МВт треба відносити до сфери керування локальних диспетчерських пунктів, у регіонах ОЕС України. Система оперативного підпорядкування об'єктів геліоенергетики підлягає уточненню під час одержання технічних умов на приєднання об'єктів до електричних мереж.

11.5.2 ФЕС, приєднані до електричних мереж, повинні мати засоби зв'язку для обміну технологічною інформацією з ДП (РДЦ) й одержання настановних дій з центру оперативного управління на комутаційні апарати ЦПС ФЕС.

Види зв'язку (телефон, радіотелефон, технологічний високочастотний канал тощо) та обсяг переданої на ДП (ЦДП) інформації визначають під час конкретного проектування об'єкта відповідно до вимог ТУ на приєднання ФЕС до енергосистеми.

11.5.3 Системи передавання інформації від ФЕС мають відповідати вимогам оперативності (швидкодії), надійності та якості передавання, для чого рекомендовано, як найкраще рішення, застосування цифрової апаратури, що працює по оптичних каналах зв'язку. Організацію каналів зв'язку ФЕС потрібно виконувати з урахуванням наявних каналів між енергооб'єктами за максимального використання можливостей стосовно досягнення швидкодії і достовірності передавання інформації.

11.5.4 Інформація й оперативні дані, що надходять з ФЕС на центр оперативного керування, мають віддзеркалювати завдання, які вирішують автоматизованою системою диспетчерського керування, розробленою на основі високопродуктивних мереж.

11.5.5 Електроживлення засобів диспетчерсько-технологічного керування на ФЕС має виконуватися відповідно до 1.2.18 [2] для I категорії електроприймачів.

11.5.6 Засоби обліку рекомендовано встановлювати на лінії видавання потужності ФЕС. Місце розташування засобів обліку на лінії (на початку або в кінці лінії) визначається межею розподілу — балансової належності устаткування ФЕС та енергопостачальної організації.

11.5.7 На ФЕС потужністю більше ніж 25 МВт потрібно проводити реєстрацію коротких замикань (аварій) в електричних мережах загального призначення з використанням електронного обладнання, призначеного для фіксування принаймні такої інформації:

- струму в кожній фазі;
- активної потужності;
- реактивної потужності;
- частоти.

Додатково реєструвальне обладнання має фіксувати дискретні сигнали пристроїв РЗ й ПА, а також технологічної автоматики.

11.5.8 Записи коротких замикань потрібно проводити як синхронізовані серії вимірювань величин, починаючи за 10 с до аварійної ситуації та 60 с після виявлення аварійної ситуації (короткого замикання). Мінімальна частота запису всіх аварійних ситуацій має бути 1 кГц.

11.5.9 Особливі налаштування для реєстрації аварій має бути узгоджено з системним оператором протягом введення електростанції в експлуатацію.

11.5.10 Усі вимірювання й дані, які стосуються реєстрації та аналізування, потрібно записувати з точною позначкою часу, тобто дані мають співвідноситися одне з одним та з подібними записами в електричній мережі загального призначення. Час потрібно записувати відповідно до універсального глобального часу (UTC) або GPS з точністю до 10 мс. Поправку UTC потрібно встановити + 2 — для зимового часу та + 3 — для літнього часу.

11.5.11 Дані реєстрації потрібно зберігати принаймні протягом трьох місяців після виникнення аварійних ситуацій. Мінімально можлива кількість зареєстрованих аварійних ситуацій, що зберігаються, має бути не менше ніж 100.

12 ДОПУСТИМІ ДІАПАЗОНИ ЧАСТОТИ Й НАПРУГИ

Фотоелектрична станція повинна витримувати відхилення частоти й напруги в точці приєднання за робочих та аварійних умов експлуатації. При цьому потужність генерації ФЕС має зменшуватися на мінімально можливу величину.

12.1 Нормальні умови експлуатації ФЕС

12.1.1 У межах, визначених як «нормальне виробництво», повинна забезпечуватися можливість безперебійного пуску та генерації фотоелектричної станції згідно з наявними проектними режимами, які обмежено тільки уставками релейного захисту на підвищення та пониження напруги.

12.1.2 Допустимі діапазони частоти й напруги електроенергії, що виробляється ФЕС, мають відповідати вимогам до рівнів частоти й напруги в нормальних та аварійних режимах роботи енергосистеми згідно з ГОСТ 13109. При цьому потужність генерації ФЕС повинна зменшуватися на мінімально можливу величину.

12.1.3 Групи всіх нормативних відхилень (збурень) та їх протяжність мають бути відповідно до [7].

12.1.4 За паралельної роботи з ОЕС України технічні вимоги до регулювання частоти та потужності ФЕС мають відповідати [8].

12.2 Аварійні умови експлуатації ФЕС

12.2.1 Для ФЕС потужністю понад 2 МВт застосовують наведені нижче вимоги.

12.2.1.1 Схему видавання потужності ФЕС має бути спроектовано так, щоб за нормативних аварійних відключень не було перевантаження елементів мережі, призначених для видавання потужності ФЕС.

12.2.1.2 ФЕС має бути спроектовано так, щоб витримувати стрибкоподібні зміни фаз до 20° у точці приєднання без відключення чи зниження потужності генерації. Після періоду регулювання ФЕС має відновити нормальну потужність генерації не пізніше ніж через 5 с після того, як режимні параметри в точці приєднання повернуться до нормальних відповідно до 12.1.

12.2.1.3 ФЕС повинна витримувати падіння напруги в точці приєднання до рівня 20 % номінального значення напруги (лінійна напруга основної гармоніки) як мінімум протягом 0,5 с без відключення.

12.2.1.4 Фотоелектрична станція та будь-які компенсувальні пристрої, що належать до ФЕС, мають залишатися підімкненими до електричної мережі у разі виникнення аварійних ситуацій в електричних мережах загального призначення відповідно до таблиці 3.

Наведені вимоги стосуються точки приєднання, але необхідно враховувати можливість виникнення розрахункових аварійних ситуацій у довільній точці електричних мереж загального призначення.

Вимоги таблиці 3 має бути підтверджено проектною документацією, в якій повинно бути зазначено, що ФЕС спроектовано із врахуванням розрахункових аварійних ситуацій.

12.2.1.5 Потужність ФЕС має бути достатньою, щоб відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 3, якщо принаймні дві незалежні аварійні ситуації визначеного типу сталися протягом двох хвилин.

Запаси енергії допоміжного обладнання, такого як джерела резервного живлення, гідравлічні та пневматичні системи, мають бути достатніми для забезпечення роботи ФЕС принаймні за шести незалежних аварійних ситуацій типу, визначеного в таблиці 3, протягом 5 хв.

Таблиця 3 — Типи аварійних ситуацій в електричних мережах та їх тривалість

Тип	Тривалість несправності
Трифазне коротке замикання	Коротке замикання тривалістю 150 мс
Двофазне коротке замикання (міжфазне або коротке замикання на землю)	Коротке замикання тривалістю 150 мс, після якого виникає нове замикання через 0,5—3 с тривалістю також 150 мс
Однофазне коротке замикання (для мереж з ізольованою нейтраллю)	Однофазне замикання тривалістю 150 мс, після якого виникає нове замикання через 0,5—3 с також тривалістю 150 мс

12.2.1.6 Крім розрахункових аварійних ситуацій, визначених у таблиці 3, під час проектування фотоелектричних станцій необхідно враховувати всі групи нормативних збурень та протяжність їх згідно з ДСТУ ІЕС 60071-1.

13 ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

13.1 Показники якості електричної енергії, що виробляється ФЕС в точці приєднання, мають відповідати вимогам до якості електроенергії згідно з ГОСТ 13109.

13.2 Власник електричних мереж відповідальний за розрахунки та погодження гранично допустимих показників якості електроенергії в точці приєднання ФЕС.

13.3 Власник ФЕС має гарантувати, що станцію спроектовано, побудовано й налаштовано так, що визначених граничних показників якості електроенергії в точці загального приєднання може бути досягнуто без додаткової модернізації електричних мереж загального призначення (крім тієї, яка необхідна для видавання потужності ФЕС).

13.4 За необхідності ФЕС має бути оснащено відповідними швидкодіючими засобами компенсації реактивної потужності з фільтрами вищих гармонік. Відповідність обладнання ФЕС вимогам щодо якості електричної енергії має бути підтверджено моделюванням та/або експериментально.

13.5 У разі, якщо вимоги до певних показників якості електроенергії не визначено в 13.1, рекомендовано використовувати вимоги та методи обчислень згідно з ДСТУ EN 50160.

14 КЕРУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГ

14.1 Усі функції систем керування ФЕС належать до точки приєднання.

14.2 Фотоелектрична станція, приєднана до ОЕС України, повинна мати можливість брати участь у роботі як об'єкт протиаварійного керування.

14.3 Вимоги щодо керування та моніторингу режимів роботи, до яких належить і встановлення автоматики відокремлення для переведення ФЕС, у разі порушень в ОЕС України, в автономний режим роботи, а також можливість ручної й автоматичної синхронізації та виведення ФЕС на паралельну роботу з ОЕС України має бути виконано згідно з ГОСТ 13109. Ці вимоги має бути узгоджено з власником електричних мереж до того, як ФЕС буде приєднано до електричної мережі.

14.4 Умови паралельної роботи з ОЕС України має бути узгоджено з регіональною (місцевою) диспетчерською службою. Вони охоплюють регулювання активної потужності, реактивної потужності, коефіцієнта потужності, напруги та частоти.

14.5 Усі зміни уставок має бути зареєстровано, ідентифікуючи також оператора змін. Усі зміни уставок або зміни порядку генерації мають стосуватися часу UTC з точно зафіксованим часом з мінімальною точністю 10 мс.

14.6 У разі відхилення частоти в електричній мережі загального призначення рекомендовано передбачити можливість для ФЕС, щоб вона могла забезпечити регулювання частоти для стабілізації частоти в мережі (50,00 Гц). Точність вимірювання частоти має бути не менше ніж ± 10 мГц.

14.7 Якщо уставка регулювання частоти зміниться, то такі зміни мають бути прийняті протягом двох секунд та вступити в силу не пізніше ніж через десять секунд після отримання розпорядження змінити задані уставки. Похибка виконаного регулювання та заданих уставок не повинна перевищувати ± 2 % значення уставки або $\pm 0,5$ % номінальної потужності, залежно від того, який з критеріїв жорсткіший.

14.8 ФЕС потужністю понад 25 МВт повинна мати в своєму складі функціонал обмеження генерації, тобто додаткові функції регулювання активної потужності. Функції обмеження використовують для уникнення небалансів або перевантажень в електричних мережах загального призначення у зв'язку зі зміною топології під час аварійних ситуацій тощо. Вимоги до функцій обмеження генерації наведено в додатку В.

14.9 ФЕС або ЦПС у складі ФЕС має бути обладнано реєстраторами поточних та аварійних подій. У реєстратори мають заходити аналогові та дискретні сигнали, які дають можливість проводити моніторинг генерації ФЕС, а також реєструвати аварійні події на ФЕС з урахуванням схеми приєднання її до мережі. Необхідно передбачити передачу цієї інформації на рівень енергосистеми для аналізу аварійних режимів роботи ФЕС.

14.10 Фотоелектричну станцію має бути оснащено функціями регулювання реактивної потужності. Поточні уставки параметрів для регулювання реактивної потужності та напруги має бути визначено перед введенням ФЕС в експлуатацію власником електричних мереж (та за необхідності системним оператором).

14.11 Функція регулювання реактивної потужності та функція регулювання напруги взаємозаперечні, а це означає, що тільки одна з функцій може бути активною в певний момент часу.

14.12 Фотоелектрична станція повинна мати можливість фіксувати уставки коефіцієнта потужності з точністю 0,001 кВА. Якщо уставка коефіцієнта потужності для ФЕС потужністю більше ніж 25 МВт змінюється, то такі зміни мають бути прийняті протягом 2 с та вступити в силу не пізніше ніж через 30 с після отримання розпорядження змінити уставку. Похибка виконаного регулювання та заданих уставок не повинна перевищувати ± 2 % значення уставки або $\pm 0,5$ % номінальної потужності залежно від того, який із критеріїв жорсткіший.

14.13 Фотоелектричну станцію має бути оснащено системним захистом, що являє собою функції автоматичного низхідного регулювання активної потужності ФЕС, але діє на відключення фотоелектричних модулів з використанням однієї чи кількох уставок. Такі уставки визначає власник електричних мереж чи системний оператор під час введення фотоелектричної електростанції в експлуатацію.

Необхідно передбачити можливість встановлювати щонайменше п'ять різних уставок для ФЕС.

14.14 Якщо уставка системного захисту для фотоелектричних електростанцій потужністю більше ніж 25 МВт змінюється, то такі зміни мають бути прийняті протягом 2 с та вступити в силу не пізніше ніж через 30 с після отримання розпорядження змінити уставку. Похибка виконаного регулювання та заданих уставок не повинна перевищувати $\pm 2\%$ значення уставки або $\pm 0,5\%$ номінальної потужності залежно від того, який із критеріїв жорсткіший.

14.15 Індивідуальні функції керування ФЕС мають бути впорядкованими в порядку черговості одна відносно одної. Пріоритет 1 функції керування має переважне значення над пріоритетністю 2 функції керування і так далі. Рекомендовано такий порядок пріоритетності:

- системний захист;
- регулювання частоти;
- функції обмеження.

Необхідно передбачити можливість змінювати пріоритетність функцій керування зміною їх черговості.

14.16 Фотоелектричні станції потужністю понад 2 МВт має бути оснащено функціями керування відповідно до таблиці 4. У таблиці вказано мінімальні вимоги, які диференційовані на основі повної номінальної потужності в точці приєднання.

Таблиця 4 — Функції керування для фотоелектричної станції

Функції керування	2 МВт < P < 25 МВт	P > 25 МВт
Регулювання частоти*	—	X
Абсолютне обмеження генерації	X	X
Дельта-обмеження генерації	—	X
Обмеження градієнта потужності	X	X
Системний захист	X	X
Регулювання реактивної потужності	X	X
Регулювання коефіцієнта потужності	X	X
Регулювання напруги*	X	X

*Фотоелектрична станція повинна виконувати регулювання частоти та регулювання напруги на основі договору про паралельну роботу з власником електричних мереж та/чи системним оператором.

15 ПІДГОТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ УМОВ

15.1 Технічні умови приєднання видає власник електричних мереж замовникові будівництва ФЕС:

- у разі приєднання нової ФЕС;
- у разі збільшення електричної потужності ФЕС внаслідок реконструкції чи модернізації;
- у разі зміни вимог замовника (власника) до надійності передавання електричної енергії та потужності від ФЕС в електричну мережу.

15.2 Технічні умови повинні мати обмежений у часі термін дії, який не може перевищувати 2 роки. Якщо будівництво ФЕС у зазначений термін не розпочато, видані технічні умови втрачають силу або їх має бути поновлено.

Ознакою початку будівництва вважають одержання від уповноваженого державного органу дозволу на проведення будівельних робіт.

15.3 Замовник будівництва (реконструкції) ФЕС подає в електропередавальну організацію заяву про приєднання ФЕС та здійснює оплату вартості підготування та видавання технічних умов.

15.4 Електропередавальна організація узгоджує можливі варіанти приєднання ФЕС замовника та можливі точки приєднання.

15.5 Замовник узгоджує з електропередавальною організацією вибір варіанта схеми інженерного забезпечення електричною енергією й точки приєднання.

15.6 Замовник погоджує з власником(-ами) електричних мереж, електроустановки якого(-их) задіяно у схемі електрозабезпечення об'єкта замовника під час приєднання, варіант схеми інженерного забезпечення електричною енергією та точки приєднання.

15.7 Власник електричних мереж повинен видати замовникові будівництва ФЕС підписані технічні умови чи аргументовану відмову в їх видаванні.

15.8 Механізм фінансування виконання комплексу робіт з нового будівництва, реконструкції електромереж власника (за необхідності), які є або мають стати невід'ємною частиною електричних мереж власника, визначають замовник та власник електричних мереж.

15.9 Розробляючи варіанти приєднання ФЕС до електричних мереж, рекомендовано забезпечити координації проектів, що розробляють для підключення до електричних мереж ОЕС України, можливого спорудження спільної схеми видавання потужності сусідніх ФЕС різних забудовників.

15.10 Проект договору про приєднання до електричних мереж видають протягом 15 робочих днів від дня подання власникові електричних мереж заяви про приєднання.

15.11 Примірний договір про приєднання до електричних мереж установки з виробництва електричної енергії затверджує Національна комісія регулювання електроенергетики України.

16 ПІДКЛЮЧЕННЯ ФЕС ДО ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

16.1 Організаційно-технічні заходи зі створення умов для передавання електричної енергії в місцеві (локальні) електричні мережі від точки приєднання ФЕС здійснює ліцензіат з передавання електричної енергії місцевими (локальними) мережами відповідно до договору про приєднання.

16.2 Прийняття в експлуатацію ФЕС замовника здійснюється відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. №461 «Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів».

16.3 Підключення ФЕС замовника до електричної мережі здійснює власник електричних мереж відповідно до договору про приєднання до електричних мереж та на підставі свідоцтва про відповідність збудованого об'єкта проектній документації, вимогам державних стандартів, будівельних норм і правил.

16.4 Про підключення ФЕС повідомляють державне підприємство, яке виконує функції диспетчерського (оперативно-технологічного) керування об'єднаною енергетичною системою України.

16.5 Підключення ФЕС замовника до електричної мережі проводять протягом п'яти робочих днів, якщо не потрібно припиняти електропостачання інших споживачів, або п'ятнадцяти робочих днів, якщо для надання послуги з підключення необхідно тимчасово припинити електропостачання інших споживачів після виконання таких вимог:

- оформлено акт допуску на підключення ФЕС замовника до електричної мережі;
- замовник отримав свідоцтво про відповідність збудованого об'єкта проектній документації, вимогам державних стандартів, будівельних норм і правил;
- у замовника є оперативний та оперативно-ремонтний персонал і особа, відповідальна за електрогосподарство, чи укладено договір про обслуговування електроустановок замовника з організаціями або фізичними особами, які атестовані, пройшли навчання, перевірку знань та мають право на виконання таких робіт;
- у разі потреби між власником транзитної електроустановки та електропередавальною організацією, яка здійснює ліцензовану діяльність на закріпленій території, укладається договір про оперативно-технічне обслуговування транзитних електроустановок (кабельних ліній, розподільних пунктів, трансформаторних підстанцій тощо), які набули статусу транзитних після виконання технічних умов приєднання ФЕС замовника відповідно до договору про приєднання.

16.6 Оперативно-технічне обслуговування транзитної електроустановки може здійснювати її власник самостійно або передаванням цієї електроустановки електропередавальній організації у встановленому законодавством України порядку згідно з відповідним договором.

ДОДАТОК А
(довідковий)

**СКЛАД ЗВІТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРО ВИБІР
ПЛОЩАДОК**

A.1 Матеріали з вибору площадок, перспективних для подальшого дослідження й будівництва ФЕС, зазвичай мають містити пояснювальну записку, графічні матеріали й додатки.

A.2 У пояснювальній записці подають:

- обґрунтування вибору площадок;
- загальну кліматичну характеристику району, де розглядають прогнозовані площадки для розміщення ФЕС;
- оцінку сонячного потенціалу району;
- соціально-економічну характеристику району;
- баланси електричних навантажень;
- опис площадок будівництва ФЕС, що аналізують, та їх характеристики (допустимо подавати у табличній формі);
- визначення витрат для будівництва ФЕС, пов'язаних із різноманітними умовами площадок, що розглядають (геологічні умови, видавання потужності в енергосистему, під'їзні автошляхи тощо);
- оцінку впливу ФЕС на навколишнє середовище;
- висновки й пропозиції, які містять рекомендації щодо оптимальних площадок для розміщення ФЕС, пропозиції про терміни виконання вишукувальних робіт.

A.3 Графічні матеріали, які містять оглядовий план району в масштабі карти району з нанесенням потенційних площадок для подальшого вивчення.

A.4 До додатків долучають:

- попередні протоколи узгодження площадок для розміщення ФЕС;
- варіанти пропозицій за технічними умовами на приєднання до електричних мереж;
- акти обстеження потенційних площадок на місцевості та інші документи, не передбачені переліком, але які можуть вплинути на особливості будівництва та експлуатації майбутньої ФЕС.

ДОДАТОК Б
(довідковий)

СХЕМИ РОЗПОДІЛЬЧИХ УСТАНОВОК ЦПС ФЕС

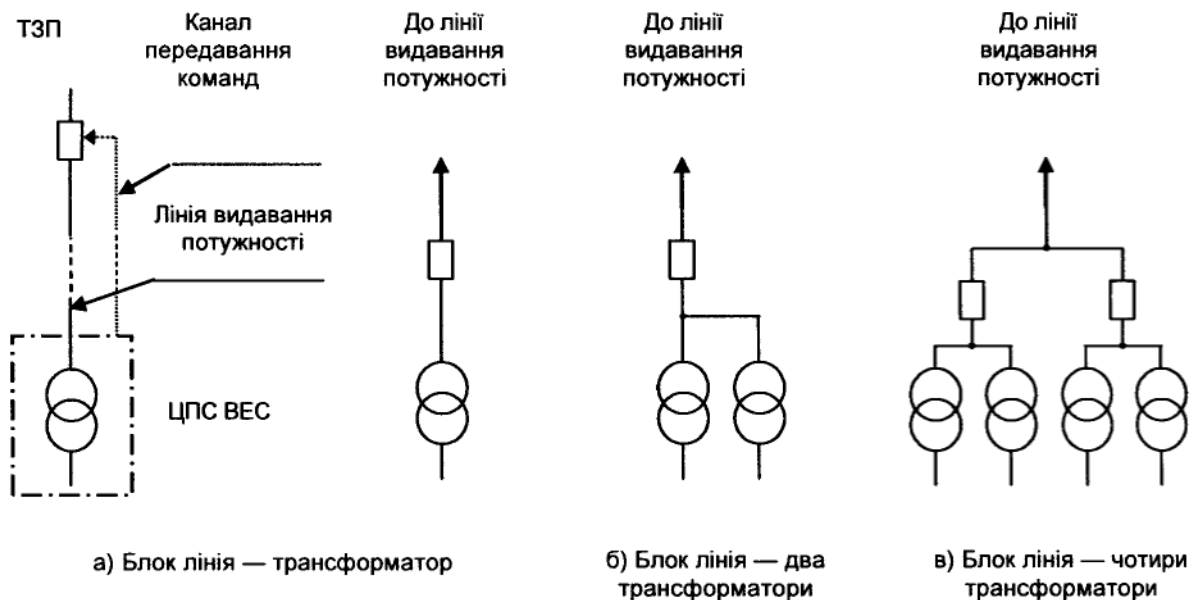


Рисунок Б.1 — Однолінійні схеми електричних з'єднань у блокових схемах розподільчих установок ЦПС

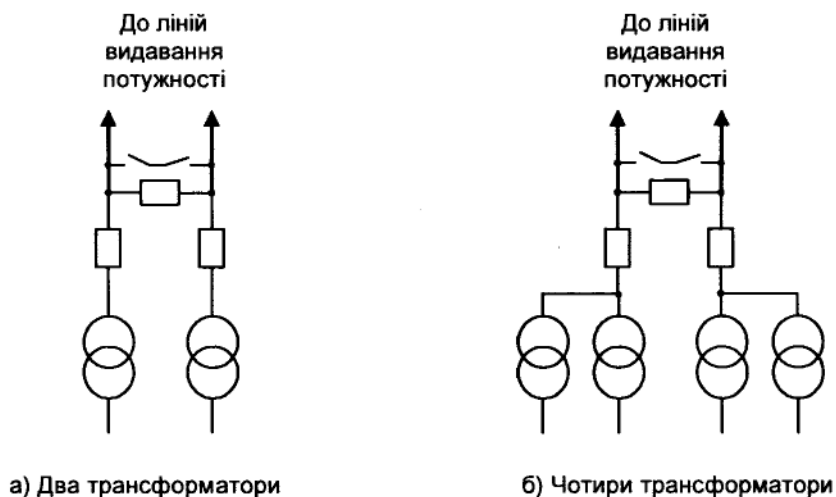
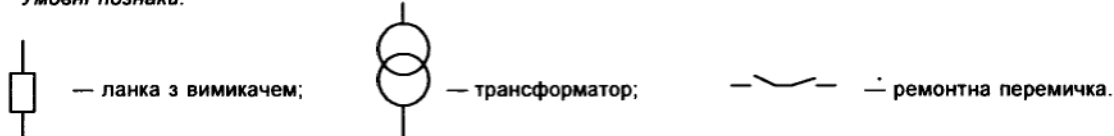


Рисунок Б.2 — Однолінійна схема електричних з'єднань розподільчих установок ЦПС ФЕС. Місток з вимикачами в колах трансформаторів і ремонтною перемичкою з боку ліній електропередавання

Умовні позначки:



ДОДАТОК В
(довідковий)

ФУНКЦІЇ ОБМЕЖЕННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ФЕС

В.1 Абсолютне обмеження генерації

В.1.1 Абсолютне обмеження генерації використовують з метою обмеження активної потужності, що генерується ФЕС, до наперед визначеного ліміту потужності в точці приєднання. Абсолютне обмеження генерації зазвичай використовують для захисту електричних мереж загального призначення від перевантаження. Функції обмеження активної потужності проілюстровано на рисунку В.1.

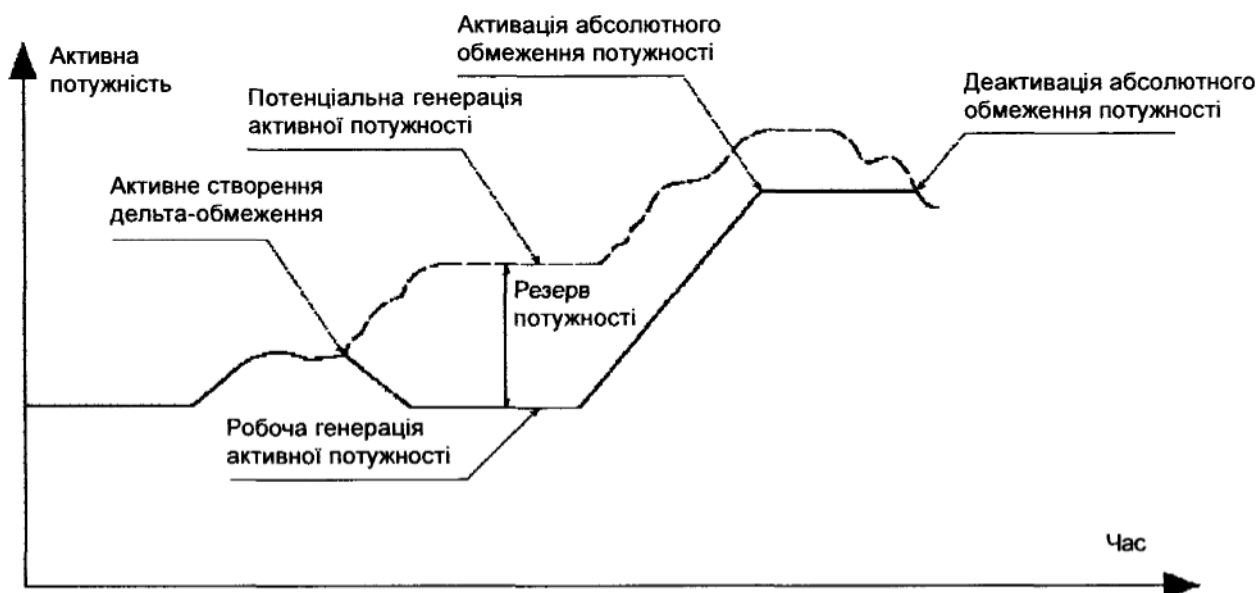


Рисунок В.1 — Функції обмеження активної потужності

В.1.2 Якщо уставку частоти для абсолютного обмеження генерації змінюють, то такі зміни мають бути прийняті протягом 2 с та вступити в силу не пізніше ніж через 30 с після отримання розпорядження змінити уставку. Похибка виконаного регулювання та заданих уставок не повинна перевищувати $\pm 2\%$ значення уставки або $\pm 0,5\%$ номінальної потужності залежно від того, який із критеріїв жорсткіший.

В.2 Дельта-обмеження генерації

В.2.1 Дельта-обмеження генерації використовують з метою обмеження активної потужності, що генерується ФЕС, до необхідної величини, пропорційної можливій потужності генерації. Дельта-обмеження генерації зазвичай застосовують для створення резерву регулювання активної потужності, щоб регулювати частоту.

В.2.2 Якщо уставку для дельта-обмеження генерації змінюють, то такі зміни мають бути прийняті протягом 2 с та вступити в силу не пізніше ніж через 30 с після отримання розпорядження змінити уставку. Похибка виконаного регулювання та заданих уставок не повинна перевищувати $\pm 2\%$ значення уставки або $\pm 0,5\%$ номінальної потужності залежно від того, який із критеріїв жорсткіший.

В.3 Обмеження градієнта потужності

В.3.1 Обмеження градієнта потужності використовують для обмеження максимальної швидкості, з якою активну потужність може бути змінено у разі швидкої зміни інтенсивності сонячного випромінювання або уставок для ФЕС. Обмеження градієнта потужності зазвичай використовують у загальносистемних цілях для порушень стійкості електричних мереж загального призначення через зміни активної потужності генерації.

В.3.2 Якщо уставку для обмеження градієнта потужності змінюють, то такі зміни мають бути прийняті протягом 2 с та вступити в силу не пізніше ніж через 30 с після отримання розпорядження змінити уставку. Похибка виконаного регулювання та заданих уставок не повинна перевищувати $\pm 2\%$ значення уставки або $\pm 0,5\%$ номінальної потужності залежно від того, який із критеріїв жорсткіший.

ДОДАТОК Г
(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 Научно-прикладной справочник по климату СССР. — Серия 3. — Многолетние данные. — Выпуск 10. — Украинская ССР. — Книга 1. — Ленинград: «Гидрометеиздат», 1990
- 2 Правила улаштування електроустановок. — 3-тє вид., перероб. і доп. — Х.: Вид-во «Форт», 2010
- 3 ГКД 340.000.001–95 Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Загальні методичні положення
- 4 ГКД 341.003.003.006–2000 Площадки для вітряних електростанцій. Метеорологічні дослідження характеристик вітру
- 5 Решение Технического управления Минэнерго СССР и Главного управления электрификации и электрохозяйства МПС СССР от 26.03.66, №Э4/66 «О схемах внешнего электроснабжения тяговых ПС»
- 6 СОУ-Н ЕЕ 20.178:2008 Схеми принципів електричні розподільчих установок напругою від 6 кВ до 750 кВ електричних підстанцій
- 7 ГКД 34.20.575–2002 Стійкість енергосистем. Керівні вказівки
- 8 СОУ-Н ЕЕ ЯЕК 04.156:2009 Основні вимоги щодо регулювання частоти та потужності в ОЕС України. Настанова
- 9 Бекман У. и др. Расчет систем солнечного теплоснабжения: Пер. с англ./У. Бекман, С. Клейн, Дж. Даффи. — М.: «Энергоатомиздат», 1982
- 10 Державний реєстр нерухомих пам'яток України
- 11 Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. — Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2008
- 12 Україна. Огляд енергетичної політики 2006. — Міжнародне енергетичне агентство, 2006
- 13 Костюков В. И., Хузмиев И. К. Возобновляемые источники энергии. — М.: Икар, 2009
- 14 Енергоефективність та відновлювані джерела енергії/За заг. ред. Шидловського А. К. — К.: «Українські енциклопедичні знання», 2007.

Код УКНД 27.160

Ключові слова: геліоенергетика, підключення, площадка, фотоелектричний модуль, фотоелектрична станція.
