

ПОГОДЖЕНО
Директор Інституту енергетики,
автоматики і енергозбереження
Каплун В.В.
(підпис)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о. завідувача кафедри
інженерії енергосистем
Антипов Є.О.
(підпис)

«___» _____ 2023 р.

«___» _____ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «**Моделювання втрат електроенергії в розподільній мережі в
точках поточкорозподілу потужностей з сонячною генерацією**»

Спеціальність / 141 «**Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**»
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
К.Т.Н. ДОЦЕНТ
(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко С.М.
(підпис) (ПШ)

Керівник
д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)

Кривоносов В.Є.
(підпис) (ІНБ)

Виконав

Біловський О.А.
(підпис)

Біловський О.А.
(ПШ)

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП.....3

1. Районна мережа міста Києв.....5

2. Визначення потужностей.....17

3. Аналіз добових графіків.....27

4. Складання варіантів з'єднання сонячної генерації.....38

5. Визначення місця для підключення сонячних батарей.....45

6. Розрахунок потужностей сонячних батарей.....56

7. Визначення втрат з сонячної батареї.....65

ВИСНОВОК.....73

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....77

ДОДАТКИ.....79

Додаток А. Графіки навантаження до установи СБ. районної мережі міста Києва.....79

Додаток Б. Розрахунок втрат до установи СБ районної мережі міста Києва.....81

Додаток В. Порівняння зниження втрат та розрахунки районної мережі міста Києва.....83

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Питання забезпечення стабільного та ефективного електропостачання набуває все більшого значення в сучасному світі, особливо у зв'язку зі

НУБІП України

зростаючими вимогами до енергоефективності та використання відновлюваних джерел енергії. Однією з таких важливих тем є дослідження втрат електроенергії в точках розподілу в розподільчій мережі, зокрема

НУБІП України

сонячної енергії. Ця тема стає все більш актуальною у зв'язку зі стрімким розвитком відновлюваних джерел енергії та широким використанням сонячних панелей як джерела електроенергії.

НУБІП України

Зменшення втрат електроенергії в розподільчих мережах є ключовим пріоритетом для енергетичних компаній та регуляторів у багатьох країнах.

НУБІП України

Втрати електроенергії під час передачі та розподілу призводять не лише до економічних збитків, але й мають серйозні екологічні наслідки через додаткове виробництво енергії для компенсації втрат. Важливим є

НУБІП України

дослідження втрат електроенергії в контексті збільшення використання сонячної енергії, що несе нові можливості та виклики для системи електропостачання.

НУБІП України

Метою роботи є аналіз та дослідження втрат електроенергії в точках розподілу сонячної енергії в розподільчій мережі м. Києва з метою оптимізації роботи розподільчої мережі та підвищення її ефективності:

НУБІП України

Визначити поточний стан розподільчої мережі, включаючи характеристики та енергоспоживання розподільчої мережі м. Києва.

НУБІП України

Проаналізувати добові графіки активної та реактивної потужності та визначити пікові навантаження та час максимального споживання.

НУБІП України

Визначити потужність сонячної генерації та її вплив на мережу.

Розрахувати втрати електроенергії в розподільчій мережі та їх розподіл у часі.

Розробити стратегії та рекомендації щодо оптимізації роботи мережі та мінімізації втрат електроенергії.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є регіональна електрична мережа м. Києва, її складові та підключені до неї фотоелектричні генератори.

Матеріали та дослідження. Матеріали дослідження включають дані про розподільчу мережу м. Києва, добові графіки активної та реактивної потужності, інформацію про фотоелектричні генератори, результати розрахунків втрат електроенергії. Дослідження проводилося з використанням

математичного моделювання, аналізу даних, статистики та інженерних розрахунків. Дослідження має на меті сприяти розвитку більш сталої, ефективної та енергоефективної системи електропостачання в Києві та інших містах, що стикаються зі схожими енергетичними викликами.

В рамках сучасної тенденції до сталого розвитку та переходу на відновлювані джерела енергії важливо дослідити та зменшити втрати електроенергії на розподільчих станціях за рахунок сонячної генерації. Місто Київ, столиця та економічний центр України, стоїть перед викликом забезпечення надійного та ефективного електропостачання для своїх мешканців та підприємств, зменшуючи при цьому вплив на навколишнє середовище та економічні витрати.

Результати цього дослідження є важливими для практичної реалізації заходів з енергоефективності та оптимізації енергоспоживання в Києві. Вони також слугують прикладом для інших міст та регіонів, які стикаються з

подібними викликами у сфері електропостачання та використання сонячної енергії.

НУБІП України

1. РАЙОННА МЕРЕЖА МІСТА КИЄВА

НУБІП України

Електроенергетична система Київської області складається зі складної та розгалуженої мережі, що обслуговує широке коло споживачів, включаючи житлові та комерційні будівлі, промислові підприємства та транспортні вузли. Оскільки Київ є столицею та економічним центром України, попит на електроенергію в місті є високим, а пропускна спроможність мережі - значною. Київ має велику кількість різних будівель та споживачів, включаючи комерційні будівлі та дахові фотоелектричні системи.

НУБІП України

Встановлення сонячних фотоелектричних систем наразі зростає в Києві завдяки стимулюючим програмам та державній підтримці відновлюваної енергетики. Це означає, що багато будівель генерують власну електроенергію за допомогою сонячних панелей. Для того, щоб оптимізувати використання

НУБІП України

сонячної енергії та зменшити втрати електроенергії, важливо проаналізувати добовий графік активної та реактивної потужності в розподільчій мережі Києва.

НУБІП України

Дослідження втрат електроенергії базується на зборі даних, математичному моделюванні втрат та розрахунку потужностей сонячних панелей за різних сценаріїв підключення. Вибір Києва для цього дослідження був зумовлений кількома факторами

НУБІП України

Складна та роздвоєна система: Регіональна електромережа Києва є великою та складною системою, що обслуговує різні типи споживачів.

НУБІП України

Дослідження втрат електроенергії в такій системі допоможе отримати репрезентативні дані та розробити рекомендації щодо підвищення ефективності.

Високий попит на електроенергію: Київ має високий попит на електроенергію через наявність промислових підприємств, житлових та комерційних будівель. Важливо виявити та усунути втрати, щоб зменшити навантаження на мережу. [1]

Розвиток фотоелектрики: В останні роки за підтримки уряду в Києві все частіше встановлюють фотоелектричні системи. Це дає можливість вивчати вплив сонячних панелей на розподільчу мережу.

Аналіз добових графіків активної та реактивної потужності є важливим кроком у вивченні закономірностей споживання електроенергії та визначенні втрат. Результати дослідження можуть допомогти оптимізувати роботу розподільчої мережі та збільшити використання сонячної енергії у великих містах з високим енергоспоживанням.

Дослідження є важливим для розвитку енергетичної галузі та сприяє сталому розвитку Київської електромережі. Енергосистема складається з генераторів, ліній електропередач та розподільчих мереж, а також механізмів регулювання, які забезпечують стабільне та ефективне постачання електроенергії споживачам.

Напруга лінії електропередачі: вища напруга лінії електропередачі зменшує втрати енергії під час транспортування. Напруга на стороні передачі зазвичай коливається від 110 кВ до 765 кВ.

Трансформатори: Генератори виробляють електроенергію низької напруги, яка перетворюється на більш високу напругу за допомогою трансформаторів.

Енергосистема Сполучені Штати мають три основні енергосистеми:

Західну, Східну та ERCOT у Техасі. Оптові контракти на постачання електроенергії регулюються Федеральною комісією з регулювання енергетики (FERC).

Організації з управління мережами: Деякі мережі передачі експлуатуються комунальними підприємствами, тоді як інші передаються на аутсорсинг іншим організаціям, таким як незалежні системні оператори (ISO) та регіональні передавальні організації (RTO).

Інтегровані енергосистеми: Великі, технічно взаємопов'язані енергосистеми, які перетинають національні кордони і відіграють важливу роль у забезпеченні надійності електропостачання.

Розподільчі мережі: системи ліній електропередач, які починаються від трансформаторів і доставляють електроенергію до будинків та підприємств.

Лібералізація ринку електроенергії: Після енергетичної кризи 1970-х років багато штатів США реструктурували свої системи, щоб забезпечити вільну конкуренцію у виробництві електроенергії.

Надійність електроенергетичної системи: Розгалужена та взаємопов'язана мережа електропередач гарантує, що електроенергія буде доставлена в потрібний район.

Гнучкість: Енергосистеми повинні бути гнучкими та адаптивними, щоб забезпечити постачання електроенергії туди, де вона необхідна. Розміщення

вітрових турбін у вітряних районах або постачання електроенергії у віддалені місця є прикладами гнучкості системи.

Економічна конкуренція: Конкуренція в електроенергетичному секторі допомагає утримувати ціни на низькому рівні та надає споживачам вибір. Це

може зменшити вразливість споживачів до коливань цін на наливо, як це було під час відключення електроенергії у 2003 році.

Аналіз графіків активної та реактивної потужності за періодом: характер споживання електроенергії сильно змінюється залежно від часу доби та дня тижня. Для оптимізації використання сонячних панелей та

зменшення втрат електроенергії важливо розуміти, в який час доби попит є найвищим і як сонячна генерація взаємодіє з цими моделями.

Інфраструктура розподільчої мережі: Важливо враховувати поточну потужність розподільчої мережі Києва. Встановлення великої кількості сонячних панелей може вплинути на навантаження на розподільчу мережу і може вимагати модернізації або розширення інфраструктури для ефективного розподілу електроенергії.

Інтеграція з сонячними панелями: Підключення сонячних панелей до електромережі вимагає належної інтеграції та управління. Ефективне управління сонячними фотоелектричними установками та їхня здатність взаємодіяти з іншими джерелами електроенергії важливі для забезпечення стабільності та надійності мережі.

Відстеження та моніторинг даних: Для ефективного використання сонячних панелей та зменшення втрат необхідно постійно контролювати систему та збирати дані про виробництво та споживання електроенергії. Це дозволить усунути будь-які аномалії та підвищити ефективність системи з часом.

Ефективне зберігання енергії: При розгляді великих обсягів сонячної енергії корисно розглянути варіанти зберігання енергії, такі як акумулятори. Вони можуть зберігати надлишкову енергію, яку можна використовувати, коли сонце не світить.

Закони та нормативні акти: Розглядаючи можливість встановлення сонячних панелей, важливо вивчити місцеві закони і правила, що стосуються підключення до електромережі, кредитів та інших стимулів для сонячних систем.

Робота з комунальними службами: Важливо співпрацювати з місцевими комунальними службами та регуляторними органами, щоб забезпечити стабільне електропостачання та дотримання стандартів електробезпеки.

Така співпраця може оптимізувати використання сонячної енергії та зменшити втрати в київській електромережі.

Енергоефективність будівель: Підвищення енергоефективності житлових і комерційних будівель у Києві може зменшити загальне споживання електроенергії та підвищити ефективність фотоелектричних систем. Це включає в себе утеплення будівель, встановлення енергоефективного обладнання та енергоменеджмент.

Взаємодія з іншими відновлюваними джерелами енергії: На додаток до сонячних панелей, розгляньте можливість інтеграції з іншими відновлюваними джерелами енергії, такими як вітрові турбіни та гідроенергія. Це дозволить створити диверсифіковану та стійку систему виробництва електроенергії.

НУБІП України

Освітене свідоме споживання: Інформування киян та бізнесу про переваги та можливості використання сонячних панелей та енергоефективних рішень допоможе популяризувати ці технології та зменшити споживання енергії.

Моніторинг впливу на навколишнє середовище: При встановленні сонячних систем важливо враховувати екологічні аспекти та здійснювати моніторинг впливу на навколишнє середовище. Збільшення використання сонячної енергії має потенціал для зменшення викидів парникових газів та захисту навколишнього середовища.

Залучення громадськості, місцевої влади, бізнесу та інших зацікавлених сторін до процесу встановлення сонячних систем може допомогти заручитися підтримкою та сприяти сталому розвитку проекту.

Моніторинг та підвищення ефективності: Після встановлення сонячних панелей важливо постійно контролювати їхню продуктивність і вживати заходів для її підвищення. Це включає очищення панелей від бруду та підтримання їх ефективності протягом багатьох років.

Підтримка досліджень та інновацій: Інвестиції в дослідження і розробку нових технологій відновлюваної енергетики, таких як сонячні панелі і накопичувачі енергії, можуть підвищити ефективність і конкурентоспроможність сонячних рішень.

Зберігання енергії: Важливо розглянути варіанти зберігання енергії, щоб забезпечити стабільне постачання під час переривчастої сонячної генерації (наприклад, вночі або в похмуру погоду). Акумулятори та інші технології зберігання енергії можуть вирішити цю проблему.

НУБІП України

Мережева інфраструктура: Покращення інфраструктури мережі передачі для підтримки розподілу сонячних фотоелектричних станцій та інших відновлюваних джерел енергії є ключовим завданням. Це включає модернізацію та збільшення пропускну здатності мережі.

Регулювання та законодавство: Розробка відповідних законів і нормативно-правових актів для розвитку сонячної та інших відновлюваних джерел енергії може стимулювати інвестиції та розвиток сектору.

Фінансування та інвестиції: Залучення інвестицій та фінансування для проектів сонячної енергетики має вирішальне значення. Розробка інвестиційних програм та створення сприятливих умов для інвесторів може допомогти стимулювати розвиток сектору.

Стабільність тарифів: Забезпечення стабільності тарифів на зелену енергію може зробити інвестиції в сонячні фотоелектричні системи більш привабливими для споживачів та інвесторів.

Моніторинг та звітність: Важливо створити системи моніторингу та звітності, які дозволять відстежувати виробництво електроенергії, втрати та вплив на навколишнє середовище.

Співпраця з іншими регіонами: Регіональна співпраця в секторах відновлюваної енергетики може сприяти обміну досвідом та ресурсами для спільного досягнення цілей чистої енергетики.

Загальна мета полягає у створенні ефективної, чистої та сталої системи енергопостачання, яка враховує попит, регіональні умови та відновлювані ресурси для забезпечення комфорту та сталості, а також сприяє досягненню загальної мети скорочення викидів парникових газів та захисту навколишнього середовища.

Дефіцит ліній електропередач: Проблема дефіциту ліній електропередач може вплинути на надійність енергосистеми, оскільки вона не забезпечує задовільної пропускної здатності.

Технологічний розвиток: Електроенергетична система постійно розвивається, і нові технології використовуються для економії енергії, підвищення ефективності та зменшення впливу на навколишнє середовище. Зберігання енергії, інтелектуальний облік та розподілена генерація - це лише деякі з інноваційних рішень.

Надійність та безпека: Надійність електроенергетичної системи має важливе значення для забезпечення безпеки та зручності споживачів. Сучасне обладнання та системи автоматизації можуть підвищити надійність електропостачання та забезпечити швидке відновлення після перебоїв в електропостачанні.

Системи розподіленої генерації: Системи розподіленої генерації, такі як сонячні панелі, є важливим джерелом енергії для домогосподарств та бізнесу, допомагаючи зменшити витрати та підвищити надійність постачання.

Інвестиції та розвиток: Інвестиції в нові технології та обладнання допомагають забезпечити ефективність та надійність електроенергетичної системи. Компанії, які активно інвестують у вдосконалення, можуть краще обслуговувати своїх клієнтів.

Недостатня кількість ліній електропередач: Проблема недостатньої кількості ліній електропередач може вплинути на надійність електроенергетичної системи, оскільки вона не забезпечує задовільної пропускної здатності. Розширення та модернізація мережі електропередач може вирішити цю проблему та забезпечити безпеку постачання.

3

Технологічний розвиток: Електроенергетична система постійно розвивається, і нові технології використовуються для економії енергії, підвищення ефективності та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Зберігання енергії, інтелектуальний облік та розподілена генерація - це лише деякі з інноваційних рішень, які можуть покращити сучасну енергетичну систему.

Надійність та безпека: Надійність електроенергетичної системи має важливе значення для забезпечення безпеки та зручності споживачів.

Сучасне обладнання та системи автоматизації можуть підвищити надійність електропостачання та забезпечити швидке відновлення після перебоїв в електропостачанні.

Системи розподіленої генерації: Системи розподіленої генерації, такі як сонячні панелі, є важливим джерелом енергії для домогосподарств та бізнесу, допомагаючи знизити витрати та підвищити надійність постачання. Розвиток інфраструктури для сприяння розподіленій генерації є ключовим завданням.

Інвестиції та розвиток: Інвестиції в нові технології та обладнання допомагають забезпечити ефективність та надійність електроенергетичної системи. Компанії, які активно інвестують у вдосконалення, можуть краще обслуговувати своїх клієнтів і забезпечувати стабільне енергопостачання.

Автоматичне повторне включення: Пристрої, встановлені на лініях електропередач для автоматичного відновлення живлення після тимчасового відключення, можуть значно підвищити надійність системи, дозволяючи швидше відновити постачання після аварії та зменшити негативний вплив на споживачів.

Розвиток і модернізація електроенергетичної системи відіграє ключову роль у забезпеченні надійності, стійкості та сталого розвитку. Для вирішення цих завдань важливо зосередитися на вдосконаленні технічних стандартів, підвищенні ефективності та розвитку інфраструктури відповідно до сучасних вимог.

Ресурс ефективність: Оптимізація використання таких ресурсів, як паливо та вода, є важливим аспектом розвитку енергетичної системи. Сучасні технології виробництва енергії мають бути спрямовані на зменшення споживання ресурсів та викидів.

Енергоефективність: Заходи з підвищення енергоефективності у виробництві, передачі та споживанні енергії є важливими для зменшення втрат та забезпечення сталого розвитку. Енергозберігаючі технології та стандарти можуть допомогти досягти цих цілей.

Електромобільність: Розвиток і поширення електромобільної стає важливим аспектом електроенергетичної системи. Потреба в зарядних станціях і розвиток інфраструктури для підтримки електромобілів може вплинути на споживання і розподіл електроенергії.

Енергетична безпека: Забезпечення енергетичної безпеки включає заходи щодо захисту енергетичних систем від кібератак, стихійних лих, терористичних загроз та інших небезпек. Розробка і впровадження систем кіберзахисту набуває вирішального значення в сучасних електроенергетичних системах.

Співпраця між країнами: Міжнародне співробітництво має важливе значення в контексті глобального споживання та виробництва енергії. Обмін енергією між країнами та створення міжнародних електромереж і

НУБІП України

регіональних систем може забезпечити більшу безпеку та ефективність енергопостачання.

Енергетична освіта та обізнаність споживачів: Освіта щодо раціонального споживання енергії та усвідомлення важливості сталого

розвитку є ключовими елементами в удосконаленні електроенергетичних систем. Споживачі повинні бути поінформовані про ефективне використання енергії та вплив їхнього споживання на навколишнє середовище.

Розвиток сучасної електроенергетичної системи вимагає комплексного підходу та співпраці між урядом, промисловістю та громадськістю.

Вирішення цих проблем допоможе побудувати стійку та ефективну енергетичну систему, яка відповідатиме поточним і майбутнім потребам.

Автоматичне повторне включення: Пристрій, встановлений на лінії електропередачі для автоматичного відновлення живлення після тимчасового

відключення електроенергії. В аварійній ситуації відключається лише пошкоджена ділянка, тоді як решта лінії продовжує працювати, що дозволяє

швидко відновити роботу лінії електропередачі. Це дозволяє забезпечити електроенергією більшу кількість споживачів і скоротити час відключення.

Автоматичне повторне включення (АПВ): АПВ - це система, яка автоматично виявляє тимчасові перебої в електропостачанні, такі як погодні

умови, падіння гілок дерев або удари блискавки, і відновлює подачу електроенергії. Система дозволяє відключити лише ту частину лінії, де

сталася несправність, а решта мережі відновлюється автоматично.

Інвестиції та розвиток Згідно з наведеною інформацією, ДТЕК Київські електромережі планує інвестувати значні кошти в покращення та розвиток

електроенергетичної інфраструктури Київської області. Це включає в себе реконструкцію підстанцій, розподільчих станцій, ліній електропередач та

систем "розумних мереж". Інвестиції в інфраструктуру сприяють підвищенню надійності та ефективності електропостачання.

ДТЕК Мережі, до складу якого входить ДТЕК Київські електромережі, є дуже важливою компанією в системі електропостачання України. Вона відіграє ключову роль у забезпеченні надійного електропостачання мільйонів будинків, комерційних підприємств та об'єктів інфраструктури.

ДТЕК Мережі володіє та експлуатує електроенергетичну інфраструктуру в різних регіонах України, в тому числі в Київській області.

Діяльність компанії забезпечує стабільну роботу електроенергетичної системи, яка є життєво важливою для функціонування міста та економіки в цілому.

Важливу роль у забезпеченні надійності електропостачання відіграють інвестиції компанії в модернізацію та розвиток інфраструктури. Ці інвестиції допомагають вдосконалювати та розширювати мережу, підвищувати ефективність та забезпечувати більшу безпеку. Вони також сприяють впровадженню сучасних технологій та рішень для підвищення продуктивності енергосистеми та оптимізації її роботи.

Такий підхід зменшує кількість відключень і підвищує надійність електропостачання для всіх споживачів. ДТЕК Мережі відіграє ключову роль у забезпеченні стабільності та надійності роботи енергосистеми України, а його робота має велике значення для економічного та соціального розвитку країни.

ДТЕК Мережі ДТЕК Київські електромережі входить до складу ДТЕК Мережі, що управляє електроенергетичною інфраструктурою в різних регіонах України. Компанія відіграє ключову роль у забезпеченні

електроенергією мільйонів будинків і підприємств та інвестує в модернізацію своєї системи.

НУБІП України

Заповніть прогалину. Надана тут інформація допоможе підкреслити важливість заходів, спрямованих на підвищення надійності

електропостачання та скорочення тривалості відключень. Вона також

НУБІП України

висвітлює інвестиції в розвиток та вдосконалення інфраструктури, які сприяють стабільності та ефективності роботи електроенергетичної системи.

[2]

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТЕЙ

НУБІП України

Для визначення потенціалу Київської обласної електромережі для дослідження втрат електроенергії на розподільчих підстанціях через сонячну

генерацию необхідно виконати кілька кроків: Зібрати дані про мережу: Отримати дані про регіональну електромережу в Києві, включаючи інформацію про розподільчі підстанції, лінії електропередач, трансформатори та споживачів. Ці дані надаються енергетичними компаніями та регуляторами.

Аналіз добових графіків: Збираються та аналізуються добові графіки активної та реактивної потужності розподільчої мережі Києва. Ці дані допоможуть визначити споживання електроенергії в різний час доби.

Визначення фотоелектричних потужностей: розглядається інформація про фотоелектричні потужності, встановлені в електромережі Києва. Визначити потужність та режим роботи, в тому числі кількість виробленої електроенергії.

Розрахувати втрати електроенергії: використовуючи дані та математичні моделі, розрахувати втрати електроенергії в розподільчій мережі Києва. Визначити точки розподілу: Визначте точки розподілу в мережі, до яких буде підключена фотоелектрична станція.

Це може бути на рівні підстанції або на рівні споживача, де сонячні панелі генерують електроенергію. Аналіз втрат в точці розподілу: виміряйте втрати електроенергії в точці розподілу сонячних панелей і порівняйте їх з втратами в інших частинах мережі.

НУБІП України

Розробка стратегії оптимізації: на основі отриманих даних розробити стратегію оптимізації підключення фотоелектричних панелей до мережі, зменшення витрат енергії та збільшення коефіцієнта використання фотоелектричних панелей.

Формулювання рекомендацій: на основі результатів аналізу витрат електроенергії та стратегії оптимізації сформулювати рекомендації щодо підвищення ефективності роботи СЕС та зменшення витрат в розподільчій мережі м. Києва.

Збір даних про мережу

Першим кроком є збір детальних даних про мережу розподілу електроенергії, включаючи розподільні підстанції, лінії електропередач, трансформатори та споживачів. Цю інформацію повинні надати енергокомпанія та регулятор.

Аналіз добового графіка:

Для того, щоб визначити споживання електроенергії в різний час доби, важливо проаналізувати добові графіки активної та реактивної потужності розподільчої мережі Києва. Це допоможе визначити час доби, коли сонячні панелі найбільш необхідні для зменшення витрат.

Визначення потужності сонячної генерації:

Для визначення потенціалу сонячної генерації важлива детальна інформація про потужність сонячної генерації та режим її роботи. Це включає в себе потужність генерації та потужність генерації.

Розрахунок витрат електроенергії:

Використовуючи дані та математичне моделювання, розраховуються втрати електроенергії в розподільчій мережі Києва. Сюди входять втрати через нагрівання, збої в роботі трансформаторів тощо.

Ідентифікація точок розподілу:

Визначення точок розподілу, до яких будуть підключені СЕС, має велике значення для розподілу електроенергії в мережі.

Аналіз втрат в точках розподілу:

Вимірювання втрат електроенергії в точці розподілу фотоелектричних панелей і порівняння їх з втратами в інших частинах мережі може допомогти визначити, як фотоелектрична генерація впливає на втрати електроенергії.

Розробити стратегію оптимізації:

На основі даних про втрати електроенергії та їх аналізу можна розробити стратегію оптимізації для зменшення втрат електроенергії та збільшення коефіцієнта використання фотоелектричних панелей.

Формулювання рекомендацій:

На основі результатів аналізу та розробки стратегії оптимізації сформулюйте рекомендації щодо підвищення ефективності фотоелектричних станцій та зменшення втрат у розподільчій мережі Києва.

Ці кроки дозволять визначити оптимальну стратегію використання фотоелектричних станцій в Київській регіональній мережі та зменшити втрати електроенергії.

Пілотні проекти: для перевірки ефективності запропонованих стратегій та рекомендацій необхідно реалізувати пілотні проекти на конкретних ділянках Київської електромережі, де встановлені сонячні панелі.

Моніторинг та координація: Після впровадження оптимізованих рішень слід створити систему моніторингу для постійного відстеження втрат та продуктивності ФЕС. За необхідності коригуйте стратегії для досягнення максимальної ефективності.

Після завершення дослідження та впровадження оптимізованого рішення буде підготовлено фінальний звіт, в якому будуть відображені всі етапи, висновки та рекомендації щодо оптимізації фотоелектричної системи та зменшення втрат електроенергії в київській розподільчій мережі. Цей процес дозволить визначити пропускну спроможність мережі в Київському регіоні та розробити стратегію зменшення втрат електроенергії та збільшення використання сонячної енергії в Києві.

Коефіцієнт потужності - це безрозмірна фізична величина, яка виражає потужність споживача змінного струму з точки зору реактивної складової навантаження. Коефіцієнт потужності показує, наскільки змінний струм, що протікає через навантаження, не збігається за фазою з напругою, що подається на навантаження.

Коли джерело синусоїдального струму (наприклад, розетка ~220 В, 50 Гц) підключено до навантаження, можна показати, що струм передує або слідує за напругою на певну величину і що подальша енергія втрачається у внутрішньому активному опорі джерела.

На практиці це означає, що для виконання певної одиниці роботи від джерела забирається більше енергії, коли струм протікає в колі з синфазною напругою і струмом. Частина переданої енергії виділяється в провідник як додаткові втрати у вигляді тепла і випромінювання, і ці втрати потенційно можуть бути дуже великими.

Коефіцієнт потужності - це відношення ефективної потужності, споживаної споживачем електроенергії, до загальної споживаної потужності. Активна потужність - це потужність, що споживається під час роботи.

Повна потужність - це геометрична сума активної та реактивної потужності (для синусоїдального струму та напруги). Загалом, повну потужність можна визначити як добуток значень струму та напруги в ланці. Повна потужність дорівнює квадратному кореню з суми квадратів активної та реактивної потужностей. Замість ват (Вт) для вимірювання повної потужності зазвичай використовують вольт-ампер (В-А).

Коефіцієнт потужності можна визначити математично як синус кута між векторами струму і напруги. Таким чином, для синусоїдальної напруги коефіцієнт потужності дорівнює косинусу кута відповідного зсуву фаз. В електротехніці коефіцієнт потужності позначається як $\cos\varphi$ (де φ - зсув фаз між струмом і напругою) або λ . Якщо λ являє собою коефіцієнт потужності, його значення зазвичай виражається у відсотках.

Якщо навантаження має реактивну складову, то крім значення коефіцієнта потужності можуть бути вказані характеристики навантаження (активна ємнісна або активна індуктивна). У цьому випадку коефіцієнт потужності називається випереджаючим або запізненим відповідно. У випадку синусоїдальної напруги, якщо в навантаженні відсутня реактивна складова, коефіцієнт потужності дорівнює частці потужності першої гармоніки струму в загальній потужності, що споживається навантаженням, яка дорівнює коефіцієнту спотворення струму.

Математичні розрахунки. Коефіцієнт потужності необхідно враховувати при проектуванні мережі передачі. Низький коефіцієнт

потужності призводить до високої частки втрат потужності в загальних втратах мережі.

Неправильно розрахований коефіцієнт потужності призводить до надмірного споживання електроенергії та знижує ефективність роботи

електрообладнання, що живиться від таких мереж. Для розрахунку

гармонійних змінних (напруга) та (струм) використовується наступне

рівняння, де P - активна потужність, S - повна потужність та Q - реактивна

потужність.

Коефіцієнт потужності (PF): Відношення активної потужності (вимірювання використовуваної активної потужності) до загальної

потужності (включаючи активну та реактивну потужність). Коефіцієнт

потужності має значення від 0 до 1, де 1 відповідає ідеальному коефіцієнту

потужності, що означає, що вся потужність використовується ефективно.

Активна потужність (P): частина потужності, яка фактично використовується для виконання корисних завдань, таких як освітлення,

приведення в дію механізмів, опалення тощо.

Реактивна потужність (Q): потужність, що використовується для підтримки магнітного поля обладнання, такого як трансформатори та

двигуни. Вона не виконує корисної роботи і є марнотратством для системи.

Повна потужність (видима потужність, S): Сумарна потужність, що надходить до споживача, яка є комбінацією активної та реактивної

потужності. Вимірюється у вольт-амперах (ВА) або кіловольт-амперах (кВА).

Кут зсуву фаз: Різниця в часі між змінами напруги та струму в електричному ланцюзі. Кут зсуву фаз може бути від'ємним (струм відстає від

напруги) або додатним (струм випереджає напругу). Кут зсуву фаз визначає різницю між активною та реактивною потужністю.

Коефіцієнт потужності відстає і випереджає: Якщо струм відстає від напруги, коефіцієнт потужності є випереджаючим ($\cos\varphi > 0$). Якщо струм випереджає напругу, коефіцієнт потужності є відстаючим ($\cos\varphi < 0$).

Відстаючий коефіцієнт потужності вказує на наявність ємності, в той час як випереджаючий коефіцієнт потужності вказує на наявність індуктивності в мережі.

Втрати в мережі: Низький коефіцієнт потужності призводить до високих втрат енергії в провідниках та електрообладнанні, оскільки частина потужності перетворюється на тепло в провідниках. Це призводить до неефективного використання енергії та збільшення витрат для споживачів енергії.

Оптимізація коефіцієнта потужності: Компенсація реактивної потужності може бути використана для зменшення втрат потужності та підвищення ефективності системи, наприклад, шляхом встановлення конденсаторних батарей та інших пристроїв реактивної потужності.

Розуміння цих концепцій може допомогти вам спланувати та оптимізувати вашу електричну систему для більш ефективного використання електроенергії та зниження витрат.

Оцінка якості традиційного електроспоживання Коефіцієнт потужності дозволяє оцінити величину лінійних спотворень, що вносяться в мережу навантаженнями. Чим нижчий коефіцієнт потужності, тим більше нелінійних спотворень вноситься в мережу. В той же час, для однієї і тієї ж ефективної потужності навантаження потужність, що втрачається в лінії, обернено пропорційна квадрату коефіцієнта потужності.

Отже, чим нижчий коефіцієнт потужності, тим нижча якість споживання електроенергії. Для поліпшення якості електроспоживання застосовують різні методи керування коефіцієнтом потужності, тобто підвищення його до значення, близького до одиниці.

Нелінійні спотворення струму. Споживачі електроенергії з нелінійними вольт-амперними характеристиками (коефіцієнт потужності менше одиниці) виробляють струми, які змінюються непропорційно миттєвій напрузі мережі (в більшості випадків форма струму не є синусоїдальною).

Це спотворює форму напруги на певних ділянках мережі, що призводить до зниження якості електроенергії. Залежно від характеру навантаження можна виділити такі основні типи нелінійних спотворень струму: зсув фаз через реактивну складову навантаження та несинусоїдальність форми струму. Зокрема, несинусоїдальні спотворення виникають, коли навантаження несиметричне в різні на півперіоди мережевої напруги.

Несинусоїдальні хвилі - це вид нелінійних спотворень напруги мережі, пов'язаний з появою гармоніки з частотами, що у багато разів перевищують основну частоту мережі. Вищі гармоніки напруги негативно впливають на роботу системи електропостачання, призводячи до додаткових ефективних втрат в трансформаторах, електричних машинах і мережах, збільшення аварійності в кабельних мережах, зниження коефіцієнта потужності через спотворення потужності, викликані струмами вищих гармоніки, компенсації реактивної потужності, конденсаторних батареї і обмежень на використання конденсаторних батареї.

Джерелами вищих гармонік струмів і напруг є споживачі електроенергії з нелінійним навантаженням. Прикладами є потужні

випрямлячі змінного струму, що використовуються в металургійній промисловості та на залізничному транспорті, газорозрядні лампи тощо. Нелінійні спотворення струму та напруги в електричних системах є серйозною проблемою, яка суттєво впливає на якість та надійність електропостачання.

Розглянемо деякі аспекти цих спотворень і способи їх усунення. Зсув фази через реактивну складову навантаження. Коли коефіцієнт потужності споживача низький (косинус ϕ менше 1), деякі споживачі генерують реактивну потужність (Q), а це означає, що фаза зсувається відносно напруги.

Це призводить до значних втрат електроенергії та зниження коефіцієнта потужності системи.

Для вирішення цих проблем компенсація реактивної потужності може бути досягнута за допомогою конденсаторних батарей або інших пристроїв, які підвищують коефіцієнт потужності до рівня, близького до одиниці.

Несинусоїдальні форми струму: Нелінійні споживачі можуть генерувати криві струму, які значно відрізняються від синусоїдальної форми струму. Це пов'язано з використанням електронних пристроїв, випрямлячів, генераторів імпульсів тощо.

Ці струми містять гармоніки з частотами, кратними частоті мережі (50 Гц або 60 Гц), і можуть мати негативний вплив на систему. Ці несинусоїдальні хвилі можуть спричинити прості обладнання, підвищену частоту відмов та інші проблеми.

Напруга вищих гармонік: Напруга вищих гармонік спричинена несинусоїдальними струмами та іншими факторами. Вони можуть впливати на роботу трансформаторів, електричних машин, збільшувати втрати та спричиняти надмірне нагрівання. Для захисту від нелінійних спотворень можна вжити таких заходів Фільтрація гармоніки:

Встановіть фільтри для придушення гармоніки і зменшення їхнього впливу на систему.

Активна фільтрація: Використовуйте активні фільтри, які генерують гармоніки у зворотній фазі, щоб компенсувати негативний вплив гармонік.

Покращене електроживлення: Обирайте обладнання з низьким несинусоїдальним струмом і високим ККД. Управління коефіцієнтом потужності: Використовуйте системи автоматичного керування для покращення коефіцієнта потужності та зменшення втрат.

Заходи проти нелінійних спотворень в енергосистемі важливі для забезпечення якості електропостачання та підвищення надійності електричної системи. Ефективна діагностика та моніторинг: Постійний моніторинг і діагностика електромережі та обладнання можуть допомогти виявити проблеми нелінійних спотворень на ранній стадії та уникнути серйозних витрат на ремонт.

Для вимірювання спотворень струму та напруги можна використовувати різні інструменти, такі як аналізатори якості електроенергії.

Заходи на рівні споживача Споживачі також можуть відігравати певну роль у контролі лінійних спотворень, особливо ті, які мають значний вплив на мережу. Це включає вибір обладнання з низьким рівнем гармонійних спотворень, дотримання вимог споживачів щодо якості електроенергії та уникнення високих однофазних навантажень.

Ефективне проектування мережі: При проектуванні нової електричної системи важливо враховувати потенціал нелінійних спотворень. Це включає вибір обладнання з низьким рівнем гармоніки, правильне розташування обладнання для зменшення взаємного впливу та проектування мереж, які можна легко розширити, щоб уникнути перевантажень. Освіта та навчання:

Ситуацію можна покращити, інформуючи споживачів та професіоналів про проблеми, пов'язані з нелінійними перенапруги, та пояснюючи найкращі практики управління.

Відповідна освіта і навчання можуть допомогти споживачам і фахівцям приймати правильні рішення для поліпшення якості електропостачання. Загалом, управління нелінійними спотвореннями струму та напруги є складним завданням, яке вимагає комплексного підходу, що включає технічні, інженерні та навчальні заходи. Дотримання нормативних вимог та використання сучасних технологій і методів дозволяє підвищити якість споживання електроенергії та забезпечити стабільну роботу електричної системи. [3].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3. АНАЛІЗ ДОБОВИХ ГРАФІКІВ

НУБІП України

Добовий графік активної та реактивної потужності в магістральній мережі Київської області показує динаміку споживання та генерації електроенергії в різні години доби. Цей аналіз є важливим кроком для розуміння навантаження на мережу та визначення годин максимального споживання, що має вирішальне значення для оптимізації роботи сонячних електростанцій.

НУБІП України

Ефективна потужність (P): Графік ефективної потужності показує зміну споживання електроенергії протягом дня. Зазвичай пік споживання електроенергії припадає на вечірній час, коли багато споживачів активно використовують електроприлади вдома і на роботі. Оптимізація мережі повинна бути спрямована на забезпечення стабільності в ці пікові періоди.

НУБІП України

Реактивна потужність (Q): Реактивна потужність є ще одним важливим показником для мережі передачі. Зміна реактивної потужності вказує на генерацію реактивної потужності, яка призводить до втрат енергії в мережі через опір. Оптимізація реактивної потужності може зменшити ці втрати.

НУБІП України

Фотоелектрична (PV) потужність: графік PV потужності показує час доби, коли сонячні панелі генерують енергію.

Пік сонячної активності припадає на день, коли сонце найяскравіше.

НУБІП України

Оптимізація підключення фотоелектричних станцій до електромережі може максимізувати використання сонячної енергії та збільшити частку відновлюваної енергії в загальній потужності генерації. Аналіз добових графіків є важливим кроком у розумінні енергосистеми та потенціалу її оптимізації.

НУБІП України

Він може допомогти виявити типи пікових навантажень, які призводять до втрат електроенергії, і визначити найкращий спосіб інтеграції сонячних фотоелектричних установок для зменшення цих втрат

Ефективна потужність - це потужність змінного струму, яка може бути перетворена в тепло. Енергія струму розподіляється між носіями заряду (електронами) та електромагнітним полем. Ефективна потужність відноситься до кінетичної енергії носіїв, тоді як реактивна потужність відноситься до енергії електромагнітного поля.

Ефективна реактивна потужність змінного струму обумовлена тим, що електричний опір ланцюга змінного струму (на відміну від ланцюга постійного струму) характеризується комплексною числовою величиною, яка називається імпедансом або опором. Дійсна частина відноситься до активного опору, що створюється джоулем (подібно до електричного опору кола постійного струму), тоді як уявна частина відноситься до пасивного опору, що визначається індуктивністю і реактивним опором.

Ефективна потужність дорівнює $N = I_{eff}U_{eff}k$, де $I_{eff}U_{eff}$ - ефективний струм і напруга, а k - коефіцієнт потужності. Якщо струм строго синусоїдальний, $k = \cos \phi$, де ϕ - зсув фаз між струмом і напругою, викликаний індуктивністю і ємністю ланцюга.

Єдиною потужністю, яка дійсно має значення, є ефективна потужність, оскільки це єдина потужність, яка може виділятися у вигляді тепла або виконувати механічну роботу.

Тому метою ліній електронерепродачі завжди є покращення коефіцієнта потужності, тобто збільшення ефективної потужності.

Це досягається шляхом зменшення реактивного опору ланцюга змінного струму. Аналіз добового графіка активної та реактивної потужності в магістральній електромережі Київської області надає інформацію про динаміку споживання та генерації електроенергії в різні години доби.

Цей аналіз важливий для оптимізації мережі передачі, в тому числі для інтеграції сонячних електростанцій. Ефективна потужність (P): Графік ефективної потужності показує зміни споживання електроенергії протягом дня. Він показує, що піки споживання електроенергії припадають на ранкові та вечірні години, коли багато споживачів активно використовують електроприлади вдома і на роботі.

Ця інформація важлива для планування роботи електромережі та забезпечення стабільності в пікові періоди. Реактивна потужність (Q): Графік реактивної потужності показує наявність реактивної потужності, яка спричиняє втрати енергії в мережі через опір.

Оптимізація реактивної потужності може зменшити ці втрати та підвищити ефективність мережі: Графік фотоелектричної активності показує час доби, коли сонячні панелі генерують енергію. Пік сонячної активності припадає на день, коли сонце найяскравіше.

Оптимізація підключення сонячних електростанцій до електромережі дозволяє максимізувати використання сонячної енергії та зменшити залежність від імпортованої електроенергії. Аналіз цих параметрів важливий для розуміння навантаження на мережу та оптимізації її роботи. Він допомагає виявити пікові періоди споживання, які призводять до значних втрат енергії, і розробити стратегії для зменшення цих втрат.

Він також може вказати найкращий час для використання сонячної енергії та інтеграції її в мережу. Аналіз добових графіків активної та

реактивної потужності є важливим кроком на шляху до оптимізації використання відновлюваних джерел енергії в розподільчих та міських електричних мережах Києва.

Питанню компенсації реактивної потужності в мережі енергокомпанії приділяється недостатньо уваги. Компенсатори реактивної потужності рідко встановлюються на локальних підстанціях.

Навіть якщо вони встановлюються, то використовуються для підвищення напруги на віддалених підстанціях без урахування впливу намірів передачі. Інформація про добові графіки навантаження регіональних підстанцій є важливою для аналізу стану розподільчої мережі та розрахунку втрат електроенергії.

Параметр	Опис
Ефективна потужність (P)	Показує зміну споживання електроенергії протягом дня, з піками в ранкові та вечірні години. Важливий для стабільності мережі під час пікових навантажень.
Реактивна потужність (Q)	Вказує на наявність реактивної потужності, що призводить до втрат енергії через опір в мережі. Оптимізація реактивної потужності покращує ефективність мережі.
Фотоелектрична (PV) потужність	Показує часи, коли сонячні панелі генерують енергію, з піком активності під час яскравого сонячного дня. Інтеграція сонячних станцій може зменшити залежність від імпортованої електроенергії.

Ефективна потужність (P):

Ефективна потужність - це активна частина енергії, що споживається при використанні електроенергії. Це та потужність, яка виконує корисну роботу і виділяється у вигляді тепла. Як правило, пік споживання активної

потужності припадає на ранкові та вечірні години, коли більшість споживачів активно використовують електроприлади у своїх домівках та на робочих місцях. Оптимізація електромережі має на меті забезпечити стабільність у ці пікові періоди, зокрема, шляхом балансування та управління навантаженням.

Реактивна потужність (Q):

Реактивна потужність є другою складовою електроенергії і виникає через індуктивність та реактивний опір мережі передачі. Ця потужність не виконує жодної корисної роботи і призводить до втрат енергії через опір. Оптимізація реактивної потужності може зменшити ці втрати та підвищити ефективність мережі.

Фотоелектрична (PV) потужність:

Графік фотоелектричної активності показує, коли сонячні панелі генерують електроенергію. Як правило, пік фотоелектричної активності припадає на яскраві сонячні дні. Оптимізація підключення фотоелектричних станцій до електромережі може максимізувати використання сонячної енергії та зменшити залежність від імпортованої електроенергії.

Коефіцієнт потужності ($\cos \phi$):

Коефіцієнт потужності вказує на ступінь відповідності між активною та реактивною потужністю в системі. Якщо струм і напруга ідеально синусоїдальні, коефіцієнт потужності дорівнює косинусу зсуву фаз струму і напруги ($\cos \phi$). Оптимальна робота системи передбачає, що максимальний коефіцієнт потужності близький до 1, що означає, що реактивна потужність зведена до мінімуму.

Цей аналіз параметрів важливий для розуміння навантаження на мережу та оптимізації її роботи. Він допомагає виявити пікові періоди споживання, які призводять до втрат електроенергії, і розробити стратегії для зменшення цих втрат. Він також надає інформацію про найкращий час для використання сонячної енергії та її інтеграції в мережу.

Ця таблиця надає основну інформацію про добові графіки активної та реактивної потужності, а також фотоелектричної активності, яка є важливою для розуміння енергосистеми та її оптимізації в Київській області.

За результатами розрахунків для режимів роботи мережі 35-110 кВ були визначені сумарні втрати електроенергії та їх варієть з використанням часу максимальних втрат.

Компенсація реактивної потужності враховувала добовий графік навантаження та зміну часу максимальних втрат: зі збільшенням потужності ТЕЦ споживання реактивної та повної потужності зменшується, а значення TNB та т також зменшуються.

Для компенсації реактивної потужності на підстанціях 35/10 кВ можна встановити батареї регулюючих конденсаторів ємністю 750 квар на трансформаторах 110 кВ та 250 квар на трансформаторах 210 кВ (річна економія за рахунок зменшення втрат електроенергії в мережі 35-110 кВ становить 328 000 грн).

При цьому в режимі мінімального навантаження відбувається перекомпенсація для компенсації ефективних втрат електроенергії в силових трансформаторах і магістральних лініях 35 кВ.

Цей варіант є конкурентоспроможним, і встановлення автоматичної конденсаторної батареї 10 кВ загальною ємністю 1600 квар (1200 квар на Т1 і

400 квар на T2) дозволить заощадити приблизно 379 000 грн на рік на зниженні втрат електроенергії в мережі 35-110 кВ при загальній вартості близько 2,2 млрд грн.

Загальне зменшення ΔP , кВт: Для зменшення загальних втрат потужності розглянути можливість встановлення автоматичних конденсаторних батарей ємністю 1600 мкФ (1200 мкФ W1 та 400 мкФ W2). Це значно зменшить загальні та ефективні втрати потужності. Економія коштів.

Встановлення автоматичного конденсаторного блоку коштує приблизно 2 млн грн і заощаджує 379 000 грн на рік. Ці інвестиції можуть окупитися приблизно за 5,3 роки. Добові коливання навантаження Встановлення автоматичних конденсаторних батарей дозволяє краще компенсувати добові коливання навантаження, тим самим підвищуючи стабільність електропостачання.

Важливість оптимізації Оптимізація реактивної потужності в мережах 35-110 кВ є важливим кроком не тільки для покращення якості електропостачання та зменшення втрат електроенергії, але й для економії ресурсів та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Загальне зниження ΔP , кВт: Встановлення автоматичних конденсаторних батарей потужністю 1600 кВт (1200 кВт год1 та 400 кВт год2) є наступним кроком в управлінні реактивною потужністю. Сумарні втрати реактивної потужності в мережі 35-110 кВ були значно зменшені.

Ефективність системи покращилася завдяки більш стабільному та економічно ефективному електропостачанню.

Економія коштів: Встановлення конденсаторної батареї коштувало близько 2 млн грн, що дозволило заощадити близько 379 000 грн на рік. Ця

інвестиція окупиться за 5,3 роки і продовжить приносити економічну вигоду в майбутньому. Добові коливання навантаження.

Автоматичні конденсаторні батареї ефективно компенсують добові коливання навантаження та підвищують якість і надійність електропостачання Києва 35-110. Оптимізація реактивної потужності мережі кВ є важливим аспектом сталого розвитку енергосистеми.

Зменшення втрат електроенергії Ефективне використання енергоресурсів Зменшення впливу на навколишнє середовище Висновок

Встановлення автоматичних конденсаторів є важливим інвестиційним кроком для Києва, що покращує якість та стабільність електропостачання та зменшує майбутні витрати.

Нове обладнання допоможе підтримувати ефективну роботу електричної мережі та зменшити загальні втрати електроенергії, а також є кроком до сталого та економічно ефективного електропостачання міста. Встановлення автоматичних конденсаторів в мережі 35-110 кВ має великий потенціал для підвищення якості та ефективності електропостачання в Києві. Результати нашого дослідження справедливо вказують на різні вигоди, які можна отримати від цього інвестиційного заходу.

Економічні вигоди: Щорічна економія близько 379 000 грн. та термін служби 5,3 років є важливими економічними вигодами. Це означає, що муніципалітет Києва може використати ці кошти на інші важливі проекти та розробки. Зменшення втрат електроенергії Автоматичні конденсаторні батареї допомагають зменшити втрати електроенергії в системі. Це важливо не лише для економії коштів, але й для зменшення потреби в додатковій генерації електроенергії та позитивного впливу на навколишнє середовище.

Добові коливання навантаження: Компенсація добових коливань навантаження допомагає забезпечити стабільність електропостачання в містах. Це особливо важливо в умовах, коли багато споживачів мають різні потреби в різний час доби. Стале та економічно ефективне електропостачання. Забезпечення стабільності системи електропостачання є важливим завданням.

Встановлення автоматичних конденсаторів є одним з ключових елементів забезпечення сталого та економічно ефективного електропостачання. Зменшення впливу на навколишнє середовище. Завдяки економії енергії та зменшенню потреби в додатковому виробництві, автоматичні конденсатори зменшують викиди парникових газів і сприяють захисту навколишнього середовища.

Всі ці фактори підтверджують важливість встановлення автоматичних конденсаторів і показують, що ця ініціатива принесе значні економічні та екологічні вигоди місту Києву. Важливо продовжувати вдосконалювати та розвивати енергетичну інфраструктуру, щоб забезпечити стабільність та надійність електропостачання Києва та сприяти сталому розвитку міста.

Забезпечення стабільності системи. Автоматичні конденсаторні батареї допомагають підтримувати стабільну напругу в системі, особливо під час пікових навантажень.

Це допомагає уникнути перенапруга та системних збоїв, які можуть призвести до відключень та інших негативних наслідків. Покращена якість електроенергії: Завдяки зменшенню нелінійних спотворень і поліпшенню коефіцієнта потужності можна підвищити якість електроенергії, що подається.

Це важливо для галузей, де точність обладнання та стабільність живлення є критично важливими. Підтримка сталого розвитку: Зменшуючи втрати енергії та більш ефективно використовуючи ресурси, вони сприяють сталому розвитку та зменшують вплив на навколишнє середовище. Зниження витрат: На додаток до зниження операційних витрат, оптимізація реактивної потужності може призвести до значної економії коштів за рахунок усунення необхідності будівництва нових потужностей для задоволення міського попиту.

Зменшення втрат енергії:

Автоматичні конденсаторні батареї допомагають зменшити втрати енергії в мережі через опір та реактивну потужність. Це важливо з точки зору ефективного використання ресурсів та економії коштів.

Покращена стабільність системи:

Підтримуючи стабільну напругу та зменшуючи коливання напруги, автоматичні конденсаторні батареї допомагають підтримувати надійність електропостачання міста. Це особливо важливо в наш час, коли навіть короткочасні відключення можуть спричинити серйозні проблеми для бізнесу та мешканців.

Підвищення ефективності системи:

Ефективність системи можна підвищити, встановивши автоматичні конденсаторні батареї та оптимізувавши реактивну потужність, що дозволить краще використовувати наявні ресурси та зменшити витрати.

Екологічні переваги:

Зменшення втрат енергії та покращення якості електроенергії також може призвести до зменшення викидів парникових газів та інших

забруднюючих речовин у навколишнє середовище. Це допомагає зберегти природні ресурси та покращити якість життя мешканців міста.

Економія витрат:

Оптимізація реактивної потужності може мати значні економічні вигоди, такі як зниження операційних витрат і ліквідація непотрібних енергетичних об'єктів, що призводить до економії коштів і сталого розвитку міст.

Таким чином, встановлення автоматичних конденсаторних батарей є важливим заходом для підтримки сталого розвитку Києва, забезпечення стабільності та надійності електропостачання, зменшення витрат енергії та покращення якості електроенергії, що постачається споживачам. Ця

ініціатива не лише зменшить вплив на навколишнє середовище, але й принесе значні економічні вигоди для міста та його мешканців.

Підвищення надійності системи: Підтримка стабільного та ефективного електропостачання знижує ризик аварій та відключень, що особливо важливо для об'єктів критичної інфраструктури та муніципальних служб.

Тому встановлення автоматичних конденсаторів в мережі 35-110 кВ є вигідним та стратегічно важливим кроком для Києва.

Це не лише зменшить витрати, але й підвищить якість, надійність та стабільність електропостачання, сприяючи сталому розвитку та зменшенню впливу на навколишнє середовище. Продовжуючи інвестувати в модернізацію енергетичної інфраструктури, Київ зможе забезпечити стаłe та ефективне електропостачання в майбутньому. [13].

4. СКЛАДАННЯ ВАРІАНТІВ З'ЄДНАННЯ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

НУБІП України

Підключення сонячних електростанцій до електромережі Києва вимагає ретельного планування та вибору найкращих варіантів підключення для забезпечення ефективного та надійного використання сонячної енергії.

НУБІП України

Нижче наведено кілька варіантів підключення сонячних електростанцій до регіональної електромережі.

НУБІП України

Підключення до низьковольтних розподільчих ліній (0,4 кВ):
Підключення до низьковольтних розподільчих ліній (0,4 кВ): Фотоелектричні системи можуть бути підключені до низьковольтних розподільчих ліній.

НУБІП України

Цей варіант дуже поширений і зазвичай використовується для невеликих фотоелектричних установок, наприклад, на дахах житлових будинків. Перевагою є простота підключення, але потужність системи може бути обмежена. Підключення до розподільчих ліній середньої напруги (6-20 кВ): Для більших фотоелектричних установок можна розглянути можливість підключення до розподільчих ліній середньої напруги.

НУБІП України

Це дозволяє підключити більше сонячних панелей і подавати більше електроенергії, але вимагає спеціального обладнання та дозволів.

НУБІП України

Підключення до підстанцій: Підключення великих сонячних електростанцій до підстанцій дозволяє ефективно виробляти і передавати електроенергію в мережу.

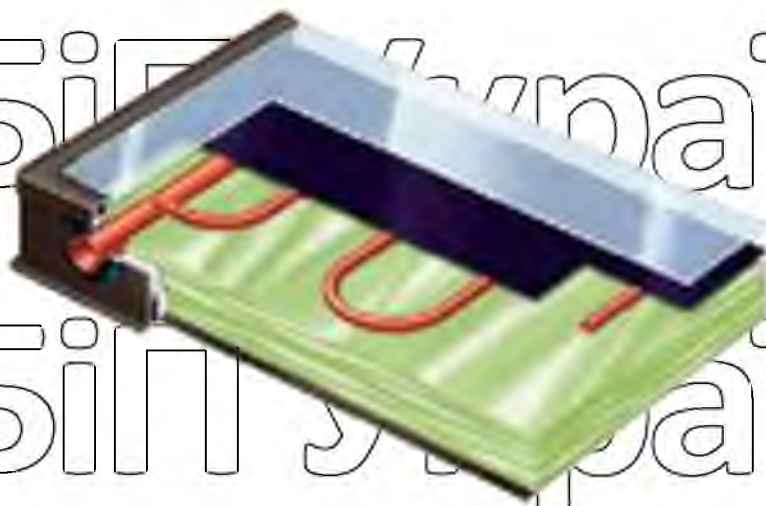
НУБІП України

Підключення до акумуляторних батарей: Поєднання фотоелектричних систем з акумуляторами дозволяє накопичувати надлишкову електроенергію

НУБІП України

і використовувати її в періоди низької сонячної радіації або в пікові періоди.

Мережеві інвертори: Мережеві інвертори можна використовувати для підключення сонячних модулів безпосередньо до електромережі. Ця опція дозволяє відправляти надлишкову потужність в мережу і отримувати кредит за використану енергію.



а) Плоскі



б) Вакуумування шляхом прямого проникнення на вході.

Сонячна енергія є екологічно чистою і може генерувати електроенергію доки світить сонце. Використання сонячного випромінювання придатне для виробництва теплової та електричної енергії і можливе на всій території України.

Середньорічне загальне споживання сонячної енергії в Україні коливається від 1 070 кВт-год/м² на півночі України до понад 1 400 кВт-год/м² в Автономній Республіці Крим. Сонячні установки працюють дуже ефективно протягом усього року, але найбільш ефективно протягом семи місяців на рік (з квітня по жовтень).

Перетворення сонячної енергії в електричну в Україні має бути орієнтоване в першу чергу на використання фотоелектричних систем. Велика кількість сировини, промисловості та науково-технічної бази для виготовлення фотоелектричного обладнання дозволяє не тільки повністю задовольнити потреби внутрішніх споживачів, але й експортувати більше двох третин продукції.

Враховуючи досвід встановлення сонячних електростанцій (СЕС) в європейських країнах зі схожим рівнем сонячної радіації та світову тенденцію постійного зниження вартості будівництва СЕС завдяки розвитку технологій, кількість електроенергії, що виробляється СЕС в Україні, може бути значно збільшена за рахунок вдосконалення технологій та введення в експлуатацію нових станцій. Поточна ситуація Досвід країн ЄС та Північної

Америки показує, що сонячна енергія може використовуватися в промислових масштабах навіть вночі.

Деякі компанії в Іспанії та США виробляють електроенергію з тепла, накопиченого протягом дня. Технічні рішення (технічні характеристики, обладнання, монтаж та експлуатація, виробники, переваги та недоліки).

3

Фотоелектричні станції (сонячні електростанції) зазвичай працюють безшумно. Основним недоліком є те, що вони займають великі площі землі. Кожен МВт потужності сонячної електростанції потребує щонайменше 1,5 га землі. Ще одним недоліком є нестабільність виробництва енергії. На сонячну енергію наразі припадає близько 4% світового виробництва відновлюваної енергії. Сонячна енергія в основному перетворюється на електрику за допомогою сонячних панелей. Встановлення сонячних електростанцій у Києві та його околицях вимагає ретельного розгляду різних варіантів підключення та технічних рішень.

Деякі варіанти підключення та їх особливості описані нижче:
Підключення до низьковольтних розподільчих ліній (0,4 кВ): Підключення до низьковольтних розподільчих ліній (0,4 кВ): Підключення до низьковольтних розподільчих ліній (0,4 кВ) підходить для невеликих сонячних електростанцій, які зазвичай встановлюються на дахах житлових будинків.

Його перевагою є простота підключення, але вихідна потужність може бути обмежена. Підключення до розподільчих ліній середньої напруги (6-20 кВ): підходить для великих сонячних електростанцій, оскільки можна встановити більше сонячних панелей і отримати більшу потужність. Однак потрібне спеціальне обладнання та дозволи, а вартість підключення може бути вищою.

Підключення до підстанцій: Підключення великих сонячних електростанцій до підстанцій дозволяє ефективно виробляти та передавати електроенергію в мережу. Цей варіант корисний для великих промислових і комерційних об'єктів.

Підключення до акумуляторів: Поєднання фотоелектричних систем з накопичувачами енергії, такими як акумулятори, дозволяє зберігати надлишкову енергію і використовувати її в періоди низької сонячної активності або пікових навантажень.

Ця опція підвищує автономність і надійність системи та забезпечує стабільне використання електроенергії. Мережеві інвертори: Мережеві інвертори використовуються для підключення сонячних панелей безпосередньо до мережі. Це дозволяє відправляти надлишок електроенергії в мережу і отримувати кредит за вироблену електроенергію.

Цей варіант є практичним для власників будинків та комерційних споживачів. При виборі конкретного варіанту підключення важливо враховувати ряд факторів, включаючи потужність сонячних панелей, вимоги замовника, доступність інфраструктури та регуляторні вимоги.

Ефективне підключення сонячних електростанцій може зменшити втрати енергії та забезпечити надійне та стабільне енергопостачання для Києва та його мешканців. Україна має великий потенціал для сонячної енергетики завдяки високому рівню сонячної радіації.

Використання цього потенціалу може зменшити викиди CO₂ та забезпечити стабільне енергопостачання в майбутньому. Сонячна енергетика є безпечною та екологічно чистою технологією, і її розвиток в Україні є важливим кроком на шляху до відновлюваної енергетики.

Поточний стан ринку сонячної енергетики в Україні відкриває нові можливості для інвестицій та розвитку сектору. Згідно з наявними статистичними даними, потужність сонячних електростанцій в Україні розподіляється наступним чином: а) плоского типу; б) вакуумного типу з

прямим наскрізним потоком на вході. У системах гарячого водопостачання

на основі CSP електроенергія споживається лише для циркуляційних насосів, що мінімізує експлуатаційні витрати.

Наприклад, якщо комунальному підприємству потрібно 650 літрів гарячої води на добу, річне виробництво тепла від плоского сонячного

коллектора становить 8,7 МВт-год (7,5 Гкал). У той же час, приблизно 180 кВт-год електроенергії витрачається на роботу циркуляційних насосів.

Сонячні елементи перетворюють сонячне світло безпосередньо в електрику.

В даний час на світовому ринку домінує кристалічний кремній (с-Si) і так звана тонко плівкова технологія (TF). Фотоелектричні системи на основі

кристалічного кремнію високої чистоти збирають комірки і модулі та з'єднують їх електрично.

Тонко плівкові фотоелектричні системи складаються з тонких шарів напівпровідникових матеріалів, нанесених на скло, полімери та метали.

Кристалічний кремнієві сонячні елементи є найстарішою і наразі домінуючою технологією, на яку припадає приблизно 85%-90% ринку фотоелектричних систем.

Системи гарячого водопостачання з використанням концентрованих сонячних теплових коллекторів (CSP) мають низку переваг, включаючи нижчі експлуатаційні витрати. Ці системи використовують сонячне тепло для

нагрівання рідини, яка потім використовується для кип'ятіння води.

Електроенергія використовується для роботи циркуляційних насосів, що забезпечує ефективну роботу та мінімальне споживання енергії. Щорічне

виробництво 650 літрів гарячої води коллектором показує, наскільки ефективною є система CSP для опалення та гарячого водопостачання.

Що стосується фотоелектричних систем, то кристалічний кремній (c-Si) і тонко плівкова технологія (TF) є двома основними технологіями на ринку фотоелектричних систем.

Високочистий кристалічний кремній використовується в багатьох сонячних панелях завдяки своїй високій ефективності перетворення сонячної енергії та тривалому терміну служби. Тонко плівкові сонячні елементи, з іншого боку, складаються з тонких шарів напівпровідникового матеріалу і можуть бути більш гнучкими і легкими, що робить їх придатними для різних застосувань, включаючи інтеграцію в плоскі поверхні, такі як дахи.

Важливо вибрати технологію фотоелектричних панелей, яка найкраще відповідає конкретним потребам і умовам проекту. Рішення буде залежати від бюджету, кліматичних умов, розміру доступного простору та інших факторів. Фотоелектричні технології є ключовим елементом сталого та ефективного виробництва енергії та гарячої води.

Концентруючі сонячні електростанції (CSP) використовують дзеркала для фокусування сонячного випромінювання на приймачі, які перетворюють сонячну енергію в теплопровідну рідину. Більші CSP обладнані системами накопичення тепла, які забезпечують споживачів теплом та електроенергією вночі та під час похмурої погоди.

Існує чотири типи фотоелектричних систем: параболічні рефлектори, рефлектори Френеля, сонячні вежі та параболічні жолоби, які відрізняються конструкцією, конфігурацією дзеркала та приймача, робочою рідиною, способом передачі енергії та наявністю систем накопичення тепла. Перші три типи використовуються на більшості централізованих електростанцій.

Системи з параболічними рефлекторами є найбільш технологічними. Параболічні рефлектори підходять для розподіленої генерації електроенергії.

Для роботи CSP-установок потрібне пряме сонячне світло, що робить їх привабливим варіантом для встановлення в регіоні Сонячного поясу, який лежить на 40 градусів на північ-південь від екватора. Вибір фотоелектричної технології часто базується на компромісі між початковою вартістю, ефективністю модуля та ціною на електроенергію.

В Україні, з її багатими сонячними ресурсами і високими цінами на електроенергію, електроенергія, вироблена домашніми сонячними фотоелектричними системами, вже порівнянна з роздрібною ціною на електроенергію. Дахи також можна використовувати для малопотужних установок зі збільшеною потужністю. Сонячні панелі також широко використовуються для автономного освітлення. Попит на сонячні панелі зростає з кожним роком завдяки технологічному прогресу та зниженню вартості обладнання[6].

5. ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ДЛЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Для забезпечення ефективності та надійності сонячної генерації важливо обрати найкраще місце для встановлення сонячних панелей в електромережах Київської області. Ось кілька кроків, які допоможуть вам визначити це місце

Проаналізуйте добовий графік: По-перше, важливо проаналізувати добовий графік споживання електроенергії та сонячної генерації, щоб визначити час доби, коли спостерігаються піки навантаження та піки

сонячної генерації. Це допоможе визначити, коли і де потрібна додаткова потужність.

Потужність сонячних панелей: Оцініть потужність сонячних панелей і потенційну генерацію електроенергії в різний час доби. Залежно від потужності, можливо, їх потрібно буде встановити на даху будівлі, на землі або на спеціальній конструкції.

Оцінка місць встановлення: визначте, де можна встановити сонячні панелі. При правильному технічному рішенні їх можна встановити на дахах, на землі, на відкритих просторах або навіть на стійка над водою.

Технічні обмеження: Врахуйте технічні обмеження та можливості підключення до місцевої електромережі. Переконайтеся, що електричне з'єднання підходить і що всі стандарти і правила дотримані.

Фінансова оцінка: Проведіть фінансову оцінку проекту, включаючи витрати на встановлення та обслуговування сонячних панелей, потенційні вигоди від продажу надлишкової електроенергії та зниження витрат на електроенергію.

Дозвільні та регуляторні питання: Переконайтеся, що отримані всі необхідні дозволи та дотримані нормативні вимоги щодо підключення сонячних панелей до електромережі.

Вибір місця підключення сонячних панелей повинен враховувати всі ці фактори, щоб забезпечити оптимальну продуктивність та ефективність роботи сонячної електростанції в електромережі Київської області.

Існує багато аспектів, пов'язаних з визначенням найкращого місця для встановлення сонячних панелей в Київській області. Нижче наведено детальний огляд кожного кроку

Проаналізуйте щоденні графіки споживання та генерації. Почніть зі збору даних про добовий графік споживання електроенергії на об'єкті. Це дозволить вам визначити час доби, коли навантаження досягає свого піку.

Порівняйте ці дані з добовим графіком сонячної генерації, щоб визначити час доби, коли потрібно найбільше сонячної енергії.

Оцініть потужність сонячних панелей. Визначте потужність сонячних панелей, які будуть встановлені. Ця потужність повинна бути спрямована на покриття пікового споживання електроенергії.

Розгляньте місця встановлення. Розгляньте різні місця, де будуть встановлені сонячні панелі, включаючи дахи, землю та інші можливі місця.

Технічні обмеження та варіанти підключення. Переконайтеся, що вибране місце можна фізично підключити до електромережі. Врахуйте технічні аспекти, такі як довжина кабелю, інфраструктура та дозволи.

Фінансова оцінка: Розрахуйте витрати на встановлення та обслуговування сонячних панелей і порівняйте їх з очікуваними вигодами, такими як економія енергії та можливість продавати надлишок електроенергії.

Після того, як ви проаналізували своє щоденне споживання та сонячну активність, оцінили потужність сонячних панелей і розглянули можливі місця для встановлення, можна переходити до наступного кроку:

Дозвільні та регуляторні питання. Перед встановленням сонячних панелей отримайте всі необхідні дозволи та переконайтеся, що всі законодавчі та регуляторні вимоги дотримані. Сюди входять дозволи на будівництво, підключення до електромережі, екологічні стандарти тощо.

НУБІП України

Оцінка витрат і фінансове моделювання: Розрахуйте загальну вартість проекту, включно з установкою, обслуговуванням і додатковими витратами, такими як технічна підтримка та заміна обладнання. Розробіть фінансову модель, яка враховує очікувані витрати та вигоди, такі як економія енергії та можливість продавати надлишок енергії в мережу.

Виберіть обладнання та постачальників: Для сонячних панелей та інших компонентів, таких як інвертори та монтажне обладнання, обирайте надійних постачальників. Переконайтеся, що вони відповідають потребам вашої компанії та мають гарантії на продукцію.

Проектування та монтаж: Розробіть детальний план проектування та графік встановлення сонячних панелей. Найміть кваліфікованих і сертифікованих фахівців для виконання монтажних робіт відповідно до нормативних вимог і стандартів.

Технічна підтримка та обслуговування: Після встановлення виконуйте регулярне технічне обслуговування та моніторинг сонячних панелей. Це допоможе виявити та усунути можливі проблеми і забезпечити надійну роботу системи.

Моніторинг та аналіз продуктивності: Встановіть систему моніторингу продуктивності, яка може відстежувати продуктивність сонячних панелей та ефективність системи. Аналізуйте дані та вносьте необхідні корективи, щоб максимізувати продуктивність.

Забезпечення безпеки: Дотримуйтесь правил безпеки при роботі з електрообладнанням та сонячними панелями. Регулярно перевіряйте систему на наявність пошкоджень і проблем з безпекою.

НУБІП України

Можливість розширення: Розгляньте можливість розширення сонячної системи в майбутньому, якщо це необхідно.

Вибір найкращих місць для розміщення сонячних панелей та виконання цих кроків забезпечить надійність та ефективність генерації сонячної енергії для Київської регіональної електромережі.

Розгляньте дозволи та нормативні акти: З'ясуйте, як дозволи та регуляторні вимоги застосовуються до сонячних установок у вашому регіоні.

Беріть активну участь у програмах підтримки відновлюваної енергетики, якщо такі існують.

Екологічні міркування: Враховуйте екологічні аспекти встановлення сонячних панелей, включаючи потенційний вплив на навколишнє середовище та природні ресурси.

Моніторинг та обслуговування: Сплануйте систему моніторингу та технічного обслуговування, щоб забезпечити стабільну та ефективну роботу сонячних панелей протягом усього терміну їх експлуатації.

Зверніться до експертів з сонячної енергетики та місцевих органів влади за порадою та допомогою у виборі найкращого місця для розміщення сонячних панелей. Ці міркування допоможуть вам спланувати план встановлення сонячних панелей, який найкраще відповідає вашому місцезнаходженню та потребам.

Також важливо враховувати ряд інших аспектів при виборі найкращих місць для встановлення сонячних панелей в мережі в Київській області:

Кліматичні умови: Враховуйте кліматичні умови в регіоні, такі як кількість годин сонячного сяйва і сезонні коливання. Це допоможе визначити

потенційне виробництво сонячної енергії та необхідність додаткового захисту від погодних умов, таких як сніг або мороз.

Оптимальний кут орієнтації. Враховуйте найкращу орієнтацію сонячних панелей (полудень). Це дозволить максимізувати кількість сонячної енергії, зібраної протягом року.

Вплив на навколишнє середовище. Враховуйте потенційний вплив встановлення сонячних панелей на навколишнє середовище, включаючи природні території та біоту. Розгляньте можливість використання місць, де вплив на природу вже зведено до мінімуму.

Ефективність систем зберігання енергії: Розгляньте можливість встановлення систем накопичення енергії (акумуляторів) для зберігання надлишкової сонячної енергії для використання в нічні та пікові періоди.

Довгострокова стратегія: Розгляньте довгострокову стратегію використання сонячних панелей. Розробіть план експлуатації та технічного обслуговування, включаючи заміну та модернізацію, якщо це необхідно.

Беріть участь у програмах підтримки: Дізнайтеся, чи існують програми підтримки встановлення сонячних панелей у вашому регіоні. Ці програми можуть надавати фінансову допомогу або інші стимули для доступу до сонячної енергії.

Постачальники сонячних панелей та обладнання Для забезпечення якості та надійності вашої сонячної системи важливо обрати надійного постачальника сонячних панелей та обладнання.

Основні вимоги до місця встановлення сонячних панелей



Які найкращі місця та умови для встановлення сонячних панелей?

Розташування сонячних панелей має важливе значення для ефективної роботи фотоелектричної системи, оскільки безпосередньо впливає на кількість сонячної енергії, яка може бути перетворена в електричну енергію для мережі змінного струму. Після визначення розміру фотоелектричної системи на основі розрахованої потреби в енергії, слід вибрати місце з максимальним річним сонячним випромінюванням і мінімальним затіненням. Фотоелектричні панелі можуть бути встановлені на даху будівлі, на землі або на інших конструкціях.

Нижче наведені деякі міркування щодо розташування масивів.

- Як максимізувати кількість фотонів, отриманих сонячними панелями -

Коли сонячні панелі будуть темними - Відстань від інших компонентів системи - Які проблеми з вітровим навантаженням можуть вплинути на фотоелектричну систему -

Чи є достатня площа поверхні для підтримки фотоелектричного масиву - Чи достатньо міцна опорна конструкція для фотоелектричного масиву - Які проблеми з установкою, безпекою або обслуговуванням? Відповіді на ці питання допоможуть вам визначити

найкраще місце для вашої фотоелектричної установки. Ви можете визначити місце встановлення.

На що впливає кут установки сонячних панелей? Оптимальний кут нахилу сонячних панелей дозволяє фотоелектричній системі генерувати електроенергію з максимальною ефективністю протягом усього року. Площа поверхні масиву залежить від пікового попиту на електроенергію, кількості сонячних панелей, відстані між масивами і типу з'єднання між панелями (послідовне або паралельне). Сонячні панелі не обов'язково встановлювати на рівній поверхні, їх також можна монтувати на похилих стійках або сонячних трекерах, щоб максимізувати кут нахилу і отримати ідеальне сонячне випромінювання. Площа поверхні сонячного модуля може бути вказана в специфікаціях виробника (так званих дагашитах).

Професійний монтаж сонячних панелей гарантує максимальну ефективність і надійність всієї фотоелектричної системи на довгі роки. Досвідчені фахівці розраховують оптимальний кут нахилу і враховують конкретну ситуацію, щоб забезпечити якісний монтаж.

Кут нахилу сонячної панелі відіграє важливу роль у її ефективності та здатності збирати сонячну енергію. Оптимальний кут нахилу залежить від вашого географічного розташування та пори року. Є кілька важливих аспектів, які впливають на кут нахилу ваших сонячних панелей.

Географічне розташування: Кут нахилу повинен враховувати географічне розташування вашої власності. Як правило, найкращий кут для сонячних панелей дорівнює широті місця розташування. Наприклад, в районах, близьких до екватора, кут нахилу повинен бути близьким до нуля, в той час як в районах з більш високою широтою кут нахилу повинен бути більшим.

Сезонні коливання: Оптимальний кут нахилу змінюється протягом року. Загалом, панелі слід встановлювати під кутом, який максимізує збір сонячної енергії взимку, коли сонце знаходиться в найнижчому положенні, а влітку, коли сонце знаходиться в найвищому положенні, кут нахилу слід збільшувати.

Фіксований кут або відстеження: Вам може знадобитися зафіксувати кут нахилу сонячних панелей або використовувати сонячний трекер, який автоматично відстежує рух сонця протягом дня. Системи відстеження можуть збільшити виробництво енергії, але вимагають додаткового обладнання та обслуговування.

Місцеві обмеження: Місцеві обмеження, такі як затінення сонячних панелей (наприклад, деревами або будівлями), також впливають на вибір кута нахилу. Важливо переконатися, що панелі не затінюються протягом дня.

Модельні розрахунки: Модельні розрахунки можуть допомогти визначити найкращий кут нахилу для конкретного місця та фотоелектричної системи. Для цього можна використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та інструменти.

Загалом, оптимальний кут нахилу сонячних панелей - це компроміс між максимізацією сонячного випромінювання протягом року та конкретними умовами на ділянці. Професійні інженери з сонячної енергетики зазвичай виконують детальні розрахунки для досягнення найкращих результатів для конкретного проекту.



Оптимальний кут нахилу сонячних панелей. Як зазначалося вище, оптимальний кут нахилу сонячних панелей впливає на роботу системи.

Також, якщо система статична (немає стаціонарної бази для відстеження положення сонця або можливості сезонних змін), важливо враховувати сонячний кут між положенням сонця і координатами широти і довготи сонячних панелей при плануванні проектування і монтажу сонячної електростанції.

Важливими є два кути: - сонячний азимут: горизонтальна проекція сонця відносно положення сонячних панелей, - сонячна висота: висота сонця над горизонтом. У стандартному компасі північ - це 0° (або 360°), схід - 90° , південь - 180° і захід - 270° .

Деякі програми використовують південь замість півночі для обчислення положення сонця, тому що так простіше обчислювати положення сонця. Якщо точка відліку - південь, то азимутальний кут сонця на захід від півдня дорівнює мінус (-90° зх.д.), а азимутальний кут сонця на схід від півдня дорівнює плюс ($+90^\circ$ сх.д.). Азимутальний кут сонця коли воно

знаходиться над горизонтом, дорівнює 0° , а азимутальний кут сонця, коли воно знаходиться прямо над головою, дорівнює 90° .

Залежно від часу доби і пори року, широта визначається кутом і положенням сонця. Найпростіший спосіб визначити положення сонця на певній широті і в певний день - скористатися сонячною картою, яка графічно показує висоту і азимут сонця. Сонячні діаграми можуть допомогти вам оцінити вплив тіні на фотоелектричні панелі та інші сонячні колектори. Ці діаграми показують шлях сонця під час літнього сонцестояння та осіннього рівнодення. Під час рівнодення кут нахилу сонця становить 90° опівдні в кожній точці на екваторі.

Сонцестояння визначають мінімальний і максимальний кути підйому Сонця і довжину його шляху протягом року.

Сонячне вікно - це довжина сонячного шляху між зимовим і літнім сонцестояннями на даній висоті. Сонячні панелі слід розмішувати під кутом до сонячного вікна, щоб максимізувати збір світла. Сонячний шлях довший влітку і коротший взимку, з максимальною різницею висот 47° між зимовим і літнім сонцестоянням.

Для досягнення оптимальної продуктивності сонячних панелей важливо враховувати відповідний кут нахилу та азимут сонця. Ось кілька ключових моментів щодо цих параметрів:

Кут нахилу (нахил панелі):

Цей кут визначає, наскільки круто нахилені сонячні панелі від горизонту. Він може змінюватися в залежності від географічного розташування.

Оптимальний кут нахилу сонячних панелей дорівнює широті вашого регіону. Наприклад, для Києва (розташованого приблизно на 50° північної широти) оптимальний кут нахилу становить приблизно 50° .

Встановлення панелей з оптимальним кутом нахилу допоможе максимізувати збір сонячної енергії протягом усього року.

Азимут (орієнтація панелей).
Азимут вказує напрямок сонячних панелей відносно напрямку на північ (або будь-якої іншої обраної точки орієнтації).

Оптимальний азимут - південний, оскільки це забезпечить максимальне сонячне опромінення панелей.

У південному напрямку азимут становить 180° , а на схід і захід від півдня азимут варіюється від -90° до $+90^\circ$ відповідно.

Сезонні зміни:
Важливо зазначити, що оптимальні кути нахилу та азимуту можуть змінюватися протягом року через сезонні зміни висоти та шляху сонця.

Щоб максимізувати продуктивність протягом року, можна встановити сонячні панелі з кутом нахилу, який можна регулювати для оптимального використання в різні сезони.

Використання сонячних трекерів:
Сонячні трекери - це пристрої, які автоматично відстежують рух сонця і регулюють положення сонячних панелей таким чином, щоб вони завжди були спрямовані прямо на сонце.

НУБІП У КРАЇНИ

Використання сонячних трекерів може значно збільшити виробництво сонячної енергії, але це може бути більш дорогим варіантом і вимагати більшого обслуговування.

Моніторинг та регулювання:

Регулярний моніторинг продуктивності сонячних панелей і відповідне регулювання кута нахилу і азимута може допомогти підтримувати оптимальну ефективність системи протягом усього терміну служби. [7]

6. РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТЕЙ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Щоб визначити потужність сонячних панелей, необхідну для задоволення попиту на електроенергію в електромережі Київської області, виконайте наступні кроки

Визначте добове споживання електроенергії: оцініть кількість електроенергії, яку щодня споживає електромережа Київської області.

Використовуйте статистику споживання електроенергії для визначення середньодобового значення.

Визначте ефективність сонячних панелей: визначте, скільки сонячної енергії може бути перетворено в електрику, зазвичай це виражається у відсотках, наприклад, 15%.

Визначте кількість годин сонячного випромінювання: розрахуйте середню кількість годин сонячного випромінювання для Київської області.

Цю інформацію можна отримати з метеорологічних джерел або баз даних.

Розрахуйте потребу в потужності сонячних панелей:

Потреба в потужності (Вт) сонячних панелей може бути розрахована за наступною формулою

Потреба в потужності сонячних панелей (Вт) = $\frac{\text{Добове споживання (кВт-год)}}{\text{Ефективність сонячних панелей (\%)} \times \text{Кількість годин сонячного випромінювання}}$ помножити на $\text{Кількість годин сонячного випромінювання}$.

"Добове споживання" - це середньодобове споживання електроенергії з мережі.

"Ефективність сонячних панелей" - відсоток сонячної енергії, який може бути перетворений в електрику сонячними елементами.

"Кількість годин сонячного випромінювання" - середня кількість годин сонячного випромінювання в регіоні.

Наприклад, якщо середньодобове споживання становить 1000 кВт-год, ефективність сонячних панелей - 15%, а середня кількість годин сонячного випромінювання - 5 годин, то необхідна потужність сонячних панелей виглядає наступним чином

Виробництво сонячної енергії (Вт) = $\frac{1000 \text{ кВт-год}}{15\% \times 5 \text{ год}}$
= 1333,33 Вт (або 13,33 кВт)

Таким чином, для задоволення середньодобового попиту на електроенергію в Київській обласній електромережі необхідно приблизно 13,33 кВт сонячних панелей.

Резервна потужність: Для забезпечення надійності та врахування коливань у споживанні електроенергії та генерації сонячної енергії, розгляньте можливість встановлення сонячних панелей з меншою резервною

потужністю. Наприклад, оберіть сонячні панелі потужністю 15 кВт для забезпечення додаткової потужності.

Акумулятори: Як варіант, розгляньте можливість використання акумуляторів для зберігання надлишкової сонячної енергії, щоб її можна було використовувати в періоди низької сонячної активності або пікових навантажень.

Можливість розширення: Розгляньте можливість розширення вашої сонячної системи, якщо ви хочете збільшити споживання електроенергії або генерувати більше енергії в майбутньому.

Фінансування: Оцініть вартість придбання та встановлення сонячних панелей і батареї, а також потенційну економію енергії. Розгляньте різні варіанти фінансування, включаючи лізинг і кредити.

Моніторинг та обслуговування: Встановіть систему моніторингу для відстеження продуктивності сонячної електростанції та заплануйте регулярне технічне обслуговування, щоб забезпечити її ефективну роботу в довгостроковій перспективі.

Сонячні електростанції - це мудра інвестиція і надійне джерело енергії в будь-яку пору року. Сонячні електростанції можуть бути розташовані будь-де - на дахах приватних будинків, офісів, підприємств, земельних ділянок. Щоб дізнатися, скільки сонячних панелей та іншого обладнання вам потрібно, скористайтеся нашим калькулятором сонячної електростанції.

Розібратися в основних поняттях і розрахунках обладнання при виборі сонячної електростанції.

Визначте призначення сонячної електростанції та її енергоспоживання

Для того, щоб розрахувати вартість сонячної електростанції, необхідно визначити її призначення, тобто які питання вона повинна вирішувати:

1. сонячна електростанція, автономна або гібридна, підходить для повного або часткового покриття споживання електроенергії об'єкта; 2. сонячна електростанція підходить для повного або часткового покриття споживання електроенергії об'єкта; 3. сонячна електростанція підходить для повного або часткового покриття споживання електроенергії об'єкта; 4. сонячна електростанція підходить для повного або часткового покриття споживання електроенергії об'єкта. Сонячні електростанції підходять для повного або часткового покриття власних потреб в електроенергії. Для вибору комплектації електростанції необхідно знати річне споживання електроенергії та середньодобове споживання в різні періоди. Загальне споживання електроенергії вимірюється в кВт/год (кіловат-годинах) і включає в себе потужність всіх електроприладів. Лампочки, холодильники, телевізори, кондиціонери, обігрівачі, електродвигуни та машини - всі вони використовують електроенергію. Ваш рахунок за електроенергію покаже вам, скільки електроенергії ви використали за певний період.

2. якщо частина електроенергії використовується в приватних будинках, котеджах, офісах, готелях, спортивних спорудах, на підприємствах і фермах, а надлишок продається в мережу (на додаток до власної генерації), слід визначити обсяг інвестицій у проект і місце розташування електростанції

3. електростанція, підключена до мережі, необхідна, якщо метою є отримання економічної вигоди від продажу електроенергії за "зеленим" тарифом. У цьому випадку необхідно визначити початкові інвестиції, термін

власності та правове регулювання суб'єкта, до якого застосовується "зелений" тариф:

- домогосподарства з генеруючою потужністю 30 кВт або менше

- споживачі, енергетичні кооперативи (до 150 кВт) (без ліцензії);

- юридичні особи - для встановлення на землі та/або на даху/зовнішніх стінах будівель до 10 МВт (необхідна ліцензія).

Після визначення призначення та потужності сонячної електростанції

слід розглянути наступні кроки

Визначити місце розташування: Визначте місце розташування сонячної електростанції. Важливо врахувати місцеве сонячне

випромінювання, можливість заbudови місця установки та ефективність використання простору.

Вибір технології та обладнання: Оберіть тип сонячних панелей, інверторів та іншого обладнання. Врахуйте якість і надійність обладнання та його вартість.

Розробка проекту: Сформулюйте проект сонячної електростанції, включаючи технічні плани, схеми підключення, розрахунки ефективності та інші деталі. Цим етапом зазвичай займається професійна інженерна та проектна фірма.

Фінансування: Визначення джерел фінансування проекту. Це можуть бути інвестиції в акціонерний капітал, кредити, лізинг та інші фінансові інструменти.

Встановлення та підключення: Реалізація проекту, встановлення сонячних панелей та іншого обладнання, підключення до електромережі та системи акумуляторів.

Моніторинг та обслуговування: Встановлення системи моніторингу для відстеження продуктивності сонячної електростанції та проведення регулярного технічного обслуговування для забезпечення її довгострокової ефективності.

Вибір акумуляторів (за необхідності): Подумайте про встановлення акумуляторів, якщо ви плануєте зберігати надлишок сонячної енергії для використання вночі або в години пік.

Переконайтеся, що сонячна електростанція відповідає всім законодавчим і нормативним вимогам, включаючи отримання всіх необхідних дозволів і ліцензій.

Запуск та експлуатація. Після встановлення та підключення сонячних панелей запустіть електростанцію та проводьте регулярне технічне обслуговування, щоб переконатися, що вона працює з максимальною ефективністю.

Моніторинг продуктивності: Встановіть систему моніторингу, яка може відстежувати продуктивність вашої сонячної електростанції та виявляти проблеми та аномалії в найкоротші терміни.

Оцініть ефективність і рентабельність інвестицій: Після одного-двох років експлуатації оцініть ефективність і рентабельність вашої сонячної електростанції, беручи до уваги витрати на встановлення та експлуатацію.

Ці кроки допоможуть вам ефективно розрахувати витрати і визначити найкращу конфігурацію вашої сонячної електростанції відповідно до ваших бюджетних потреб.



Визначення необхідної кількості сонячних панелей

Кількість необхідних сонячних панелей розраховується з урахуванням декількох факторів, які впливають на ефективність генерації електроенергії.

-Кристалічний склад сонячних елементів - монокристалічні або полікристалічні;

-Орієнтація панелей - південь, південний схід, захід або інші варіанти розміщення;

-Вибір оптимального кута нахилу, який максимізує генерацію електроенергії;

-Спектр та інтенсивність сонячного випромінювання для місця встановлення на основі таблиць сонячної радіації для міст України;

- Загальна марка та якість панелей; - Прямий вплив на ефективність, температурний коефіцієнт, швидкість деградації та довговічність, - якість монтажу та обслуговування.

Для визначення кількості сонячних панелей необхідно спочатку вибрати їх тип і визначити загальну потужність сонячної електростанції. Для прикладу розрахуємо це для монокристалічного модуля Risen RSM120-8-590M потужністю 590 Вт і розмірами 2172x1303x35 мм (площа 2,83 м²).

Для фотоелектричної електростанції потужністю 12,0 кВт потрібні такі панелі:

$$12\,000\text{ Вт} / 590\text{ Вт на панель} \approx 20,34\text{ панелі.}$$

Округлимо до 21 панелі. Фактична вихідна потужність електростанції становитиме: 590 Вт/1 панель x 21 панель = 12390 Вт.

Площа, на якій розміщуються модулі, розраховується за наступною формулою:

$$2,83\text{ м}^2 / 1\text{ панель} \times 21\text{ панель} = 59,43\text{ м}^2.$$

Якщо у вас достатньо вихідних даних, можна спростити роботу, скориставшись калькулятором для розрахунку сонячних панелей.



Визначення потужності інвертора та ємності акумулятора

Номінальна потужність інвертора визначається на основі потужності фотоелектричної системи. Номінальна потужність модулів може бути на 10-30% вищою за номінальну потужність інвертора. Низька потужність інвертора може знизити ефективність системи, оскільки він не зможе перетворити всю енергію, що генерується панелями в години максимального сонячного випромінювання. Автономні або гібридні фотоелектричні системи оснащені акумуляторною батареєю. Ємність батареї показує, скільки енергії вона може зберігати при повному заряді і як довго вона може утримувати споживача поза мережею. Ємність акумулятора - це кількість енергії, еквівалентна одному кулону (Кл) за секунду при силі струму в 1 ампер (А).

$$1\text{А} \cdot \text{год} = 3600 \text{ Кл.}$$

Кількість енергії Q , яка може бути віддана при заданому струмі і часі розряду, розраховується за наступною формулою:

$$Q = I \cdot t.$$

Методика розрахунку фотоелектричних станцій допоможе вам вибрати основні пристрої та їх характеристики, але для більш детальних розрахунків,

виходячи з конкретних умов, зверніться до інженера компанії, що працює в сфері фотоелектричних технологій.

Розрахунок вартості системи

Вартість системи залежить від декількох факторів

1. ціна автономних і гібридних фотоелектричних систем, включаючи акумулятори, вища, ніж підключених до мережі; додаткове обладнання, таке як МРТ-контролери і системи моніторингу, збільшують вартість електростанції, але значно покращують її продуктивність

2. встановлена потужність - чим більша потужність, тим вища ціна.

3. виробники обладнання - провідні світові бренди пропонують високоефективну, якісну сонячну продукцію з відмінними експлуатаційними характеристиками.

Калькулятори сонячних панелей допоможуть розрахувати навантаження, підібрати обладнання з урахуванням сонячної радіації та

інших нюансів, а також покажуть очікувану окупність інвестицій і сезонну генерацію електроенергії. Однак, щоб забезпечити надійність, ефективність і

прибутковість вашої системи, необхідно довірити компанії Solar Garden розробку проекту, підбір найбільш підходящого обладнання та професійний

монтаж і обслуговування. Маючи більш ніж шестирічний досвід роботи та висококваліфікований власний професійний персонал, Solar Garden пропонує

найкращі продукти та послуги у фотоелектричній галузі. [8]

7. ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ З СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ

НУБІП України

В рамках дослідження втрат електроенергії в Київській розподільчій мережі необхідно розглянути декілька факторів, що впливають на втрати сонячних панелей.

НУБІП України

Втрати сонячних панелей: Сонячні панелі можуть втрачати електроенергію у вигляді тепла, оскільки вони мають власний внутрішній тепловий опір. Ці втрати можна виміряти у ватах або у відсотках від загальної вихідної потужності сонячної панелі.

НУБІП України

Втрати при передачі: Електроенергія, вироблена сонячними панелями, подається в місцеву електромережу. Коли енергія передається через провідники мережі, виникають втрати через опір провідників.

НУБІП України

Втрати в інверторі: Перш ніж електроенергія від сонячних панелей потрапляє в мережу, вона проходить через інвертор, який перетворює постійний струм, що генерується сонячними панелями, в змінний струм, сумісний з мережею. Цей процес пов'язаний з втратами енергії.

НУБІП України

Втрати в мережі: Електроенергія подається до місцевої електромережі, але коли вона передається кінцевому споживачеві, виникають втрати через опір мережі та трансформатора.

НУБІП України

Зберігання та розподіл енергії: Якщо виробництво сонячної енергії перевищує споживання в реальному часі, надлишок енергії може зберігатися в акумуляторах або повертатися в мережу. Цей процес також призводить до втрат.

НУБІП України

Інші фактори: Необхідно враховувати й інші фактори, такі як температурні втрати в сонячних панелях, ефективність інвертора та стан електромережі.

Кожен з цих факторів повинен бути детально проаналізований і врахований у розрахунках для точного визначення втрат електроенергії.

Втрати можна виміряти у ватах або у відсотках від загальної вихідної потужності сонячних панелей.

Втрати в мережі: Втрати електроенергії через лінії електропередач, електрообладнання та системи електропостачання споживачів.

Втрати сонячних панелей: втрати можуть бути виражені у відсотках від загальної вихідної потужності сонячних панелей. Наприклад, якщо загальна вихідна потужність сонячних панелей становить 10 кВт, а втрати - 10%, втрати становлять 1 кВт.

Втрати при передачі: Втрати при передачі можна визначити, враховуючи опір провідників і якість з'єднання. Для цього потрібна інформація про тип і довжину провідника.

Втрати інвертора: Ефективність інвертора визначається його номінальною потужністю. Наприклад, якщо інвертор має ККД 95%, втрачається 5% сонячної енергії, що підлягає обробці. Втрати інвертора також вимірюються у ватах.

Втрати в мережі та трансформаторі: Ці втрати можна оцінити, враховуючи тип трансформатора і довжину лінії електропередач.

Зберігання та розподіл: Використання акумуляторів для зберігання надлишкової енергії може мінімізувати втрати в цьому процесі, але слід також враховувати ефективність батарей.

Інші фактори: Інші фактори, такі як температурні втрати в сонячних панелях та інші втрати в системі, також повинні бути включені в розрахунок

Загальна інформація.

Можливості для значної економії енергії існують в самій мережі. В Україні втрати в електромережах досягли 10,4% у 2020 році та 9,8% у 2018 році [1]. Це пов'язано з недосконалими системами обліку, які подекуди мають замалу потужність, застарілим мережевим обладнанням, крадіжками обладнання та шахрайством з боку працівників енергокомпаній.

Втім, технічні втрати також є значними: варто нагадати, що на початку 1990-х років втрати в національній електромережі становили 6-8%. Наприклад, у Німеччині в 2014 році технічні втрати становили 4% [2], а в США в 2022 році повідомлялося про втрати 1% від загального виробництва електроенергії, що відповідає щорічним "технічним" втратам приблизно в 6 млрд. доларів США [3]. Основними технічними втратами електроенергії в мережі передачі є

Втрати навантаження в обмотках трансформаторів ліній електропередачі та підстанцій;

Втрати в осердях трансформаторів залізниць під час простою, та

Втрати через аварії на лініях електропередач.

Втрати в приватних мережах;

Втрати в компенсуючому обладнанні (наприклад, конденсаторні батареї, синхронне компенсуюче обладнання, стаціонарне компенсуюче обладнання, тиристорне компенсуюче обладнання);

НУБІП У²КРАЇНИ

Заходи щодо зменшення втрат в мережі слід обирати на основі найнижчої приведеної вартості, зберігаючи при цьому надійність та якість електропостачання.

Визначення втрат Величина втрат в лінії електропередачі визначається її технічними параметрами та поточним навантаженням (кВт); $1,1$ - коефіцієнт, що враховує опір перехідних контактів, скручування кабелю та спосіб прокладання лінії; n - кількість фаз лінії; L - довжина лінії (м); S_L - площа поперечного перерізу лінії (мм²); ρ при 20°C - питомий опір проводу (Ом*мм²/м); I - середнє струмове навантаження (А) та втрати потужності (кВт*год): $\Delta W = \Delta R_{\text{лінії}} I^2 t$.

Зменшення втрат Збільшення площі поперечного перерізу Електричні втрати лінії електропередачі залежать від опору і струму, що протікає через лінію. Тому одним із способів зменшення втрат потужності є зменшення струму, що протікає через лінію. Якщо є паралельні лінії електропередач, їх слід з'єднати паралельно для економії енергії.

Паралельне з'єднання зменшує загальний (еквівалентний) опір цих мереж і, таким чином, ефективні та реактивні втрати енергії під час передачі.

При паралельному з'єднанні резисторів еквівалентний опір зменшується вдвічі, якщо опір резервної та основної ліній однаковий. Це означає, що втрати активної та реактивної енергії також зменшуються вдвічі. Підвищення рівня робочої напруги

У мережах до 220 кВ існує технічний потенціал для зменшення потужності навантаження та втрат енергії за рахунок підвищення рівня робочої напруги. Підвищення рівня робочої напруги дещо збільшує втрати на корону, але вони є незначними між 110 кВ та 220 кВ.

НУБІП України

Однак використання заходів зі зменшення електричних втрат, таких як підвищення напруги, є обмеженим, оскільки допустимі перенапруги ізоляції на лініях електропередачі вище 330 кВ є невеликими. За оцінками, оптимізація робочої напруги може зменшити електричні втрати до 1% від загальних втрат в мережі. Скорочення часу на ремонт мережі.

Багатополюсні шинні проводи в основному використовуються для живлення потужного, енергоємного обладнання (наприклад, електричних печей). Втрати потужності в таких шинних провідниках можна значно зменшити, якщо з'єднання шин виконати так, як показано на рис. 1б. Це пов'язано з тим, що на з'єднання шин на рис. 1 сильно впливає ефект близькості. Це пов'язано з тим, що на з'єднання шин на рис. 1 сильно впливає ефект близькості, індукований опір шин швидко зростає, з відповідним збільшенням реактивної складової струму i , отже, сумарного струму, з відповідним зростанням потужності і втрат енергії. Нерівномірність навантаження.

Характерною особливістю мереж електропередачі до 1000 В є нерівномірність навантаження по фазах, що призводить до збільшення втрат потужності та енергії. Наприклад, для вузла навантаження з потужністю однофазного навантаження 0,18, несиметричним навантаженням 0,82 і коефіцієнтом не симетрії струму 2% втрати потужності лінійного трансформатора 0,4 кВ зростають на 13%, а втрати напруги найбільш навантаженої фази майже вдвічі більші, ніж у симетричних режимах.

Основними причинами не симетрії навантаження між фазами є потужні однофазні споживачі та особливі схеми електропостачання (наприклад, трифазна мережа із заземленою фазою діє як двофазне навантаження в трифазній мережі). Зазвичай, небаланс мережі передачі є економічно обґрунтованим. Однак через технічні характеристики обладнання небаланс може перевищувати допустимі межі.

Оскільки додаткові втрати через несиметрію навантаження можуть становити до 20% від загальних втрат, зменшення втрат вимагає застосування замкнутих контурів на лініях 0,4 кВ, зменшення опору струму нейтралі, більшого перерізу нульового проводу та батареї статичних компенсаторів, призначених для підвищення коефіцієнта потужності.

Рівномірність фазного навантаження повинна забезпечуватися, в першу чергу, правильним розподілом однофазних і двофазних навантажень між фазами. Другим заходом є зменшення не симетрії в мережах напругою до 1000 В шляхом встановлення нейтралізаторів у точках заземлення кабелів.

Економічна доцільність другого заходу визначається співвідношенням між витратами на встановлення нейтралізаторів та економією електроенергії за рахунок зменшення несиметрії навантаження. Заходи з вирівнювання фаз бажані для трансформаторів з навантаженням понад 30% від номінальної потужності, оскільки втрати під час недовантаження дещо вищі за втрати холостого ходу і тому несиметрією навантаження можна знехтувати.

При проектуванні розподільчої мережі слід вжити заходів для забезпечення симетричного навантаження мережі. Для цього на підстанціях 6-10/0,4 кВ фідерні трансформатори з обмотками типу "зірка-зірка" слід замінити на трансформатори типу "зірка-стакап". Це збільшить вартість втрачених трансформаторів на 2-3%. Однак зменшення споживання допоміжної потужності (АРС) зменшить загальні втрати потужності на 5-8%, і симетричне обладнання більше не буде потрібне.

Встановлення випрямлячів у 12-24 фазних колах може значно зменшити несинусоїдальність кривих струму та напруги, усуваючи необхідність у ЧРП. 0,38-10 кВ У розподільчих мережах 0,38-10 кВ перехід від повітряних ліній електропередачі в розподільчих мережах низької та середньої напруги до штучно синтезованих структур, таких як КД, дозволяє

НУБІП УКРАЇНИ

досягти значної економії енергії. Гібридні конструкції, що поєднують переваги повітряних і кабельних ліній електропередачі, називаються повітряними лініями електропередачі (ПЛ) і складаються з легкої опори, на якій підвішений спеціальний повітряний кабель (ПК).

НУБІП УКРАЇНИ

Конструкції ПЛ складаються з багато дротяних ізольованих проводів із загальною оболонкою або без неї, троса всередині або зовні оболонки, або троса і одного пучка багато дротяних або армованих ізольованих проводів, призначених для самостійної прокладки без кондукторів і підвіски на опорах за допомогою анкерів зі спеціальних матеріалів.

НУБІП УКРАЇНИ

Повітряні лінії електропередачі мають такі переваги: значно підвищується електробезпека під час експлуатації за рахунок зменшення кількості однофазних замикань на землю, обривів і прямого дотику до робочих частин лінії електропередачі. Зменшується пробій ізоляції та підвищується експлуатаційна надійність, оскільки усуваються механічні фактори, характерні для звичайних повітряних ліній електропередачі (наприклад, забруднення, провисання, перекриття птахами або гілками дерев).

НУБІП УКРАЇНИ

Зменшення ожеледних та вітрових навантажень у порівнянні зі звичайними повітряними лініями електропередачі, усунення крутних моментів на опорах під час аварійних ситуацій, зменшення пошкоджень від вітру за рахунок значного підвищення механічної міцності конструкції ПЛ, спрощення конструкції опор за рахунок використання металоконструкцій, ізоляторів, контурів заземлення та інших елементів, не потрібних для звичайних повітряних ліній електропередачі, збільшення довжини прольоту та вартості будівництва повітряних ліній електропередачі. Зменшення можливості прокладання повітряних ліній електропередачі по стінах промислових і житлових будинків та інших приватних будівель.

Покращення режиму напруги та збільшення пропускну здатності мережі повітряних ліній за рахунок зменшення реактивного опору; покращення техніко-економічних показників за рахунок зменшення ефективних втрат потужності мережі повітряних ліній; зменшення витрат на додаткові підстанції управління для забезпечення оптимальної роботи мережі повітряних ліній, основна економія електроенергії від застосування пристроїв РПН в системі електропостачання досягається за рахунок зменшення струмів витоку, тим самим безпосередньо зменшуючи активну потужність та втрати енергії самого пристрою РПН.

Продовжуючи обговорення переваг конструкцій повітряних ліній електропередач, особливо з точки зору їх вдосконалення, слід відзначити ще кілька важливих аспектів

Потенціал для використання в особливих умовах: повітряні лінії електропередач можуть використовуватися в широкому діапазоні кліматичних і природних умов, таких як райони з великою кількістю опадів, сильними вітрами і низькими температурами, і тому можуть забезпечити надійне електропостачання в різних частинах світу.

Зниження витрат на будівництво: Хоча ми вже згадували про вартість будівництва повітряних ліній електропередач, слід додати, що вони прості за конструкцією і можуть бути адаптовані до різних умов, що робить їх економічно вигідними для будівництва та експлуатації.

Забезпечення резервування та доступності: Повітряні лінії електропередач зазвичай мають можливість швидко відновити живлення у разі аварії або відключення електроенергії, що важливо для забезпечення безперервності життя і роботи споживачів електроенергії.

НУБІП України

Потенціал для розширення мережі: повітряні лінії електропередач можуть бути легко модернізовані та розширені для підключення нових споживачів та додаткових потужностей у майбутньому

Можливість використання в розподільчих мережах: повітряні лінії електропередач використовуються не тільки для передачі великих обсягів електроенергії від електростанцій до підстанцій, але й до розподільчих мереж для доставки електроенергії споживачам на рівні міста або регіону.

Таким чином, лінії електропередач є важливою складовою енергетичної інфраструктури, яка допомагає забезпечити надійне та доступне постачання електроенергії домогосподарствам та підприємствам. Вони пропонують численні переваги, включаючи зменшення втрат, підвищення ефективності, економічну вигоду та надійність, і використовуються в багатьох частинах світу. [9]

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВОК

НУБІП України

Дослідження втрат електроенергії в точках розподілу фотоелектричних установок в розподільчій мережі м. Києва є важливим та актуальним питанням в контексті сучасних тенденцій до сталого розвитку та використання відновлюваних джерел енергії. Основною метою роботи є дослідження втрат електроенергії в розподільчій мережі м. Києва та визначення їх впливу на систему, зокрема на рівень ефективності та сталості електропостачання.

НУБІП України

Результати дослідження показують, що втрати електроенергії є важливою проблемою в розподільчій мережі і можуть значно зрости з впровадженням сонячних електростанцій. Аналіз добових графіків активної та реактивної потужності виявив пікові навантаження, які потребують особливої уваги та оптимізації в роботі мережі.

НУБІП України

Вона також підкреслила важливість сонячної енергії як відновлюваного джерела енергії та її потенціал для зменшення втрат електроенергії та підвищення стабільності електропостачання. Встановлення сонячних панелей в точках перетікання електроенергії може зменшити навантаження та оптимізувати роботу мережі.

НУБІП України

За результатами дослідження були розроблені рекомендації щодо оптимізації роботи Київської розподільчої мережі та зменшення втрат електроенергії. Ці рекомендації є основою для подальших заходів з модернізації системи електропостачання та реалізації сталого енергетичного майбутнього. Дослідження втрат електроенергії фотоелектричних установок в розподільчій мережі м. Києва є важливим кроком на шляху до підвищення ефективності та сталості електропостачання та розвитку сталої енергетики.

НУБІП України

Дослідження втрат електроенергії від сонячної енергетики в розподільчій мережі Києва виявляє низку важливих питань, які потребують вирішення. Воно підкреслює необхідність кращого розуміння та оптимізації електроенергетичної системи, включаючи розподільчу мережу, у світлі сучасних викликів сталого розвитку енергетики та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Результати цього дослідження стануть цінним ресурсом для енергетичних компаній, регуляторних органів та фахівців у галузі енергетики для оптимізації мережі та прийняття раціональних рішень щодо використання сонячної енергії. Вирішення цих питань допоможе зменшити споживання енергії та забезпечити більш стабільне та стає енергопостачання для бізнесу та споживачів.

Завдяки цьому дослідженню ми наближаємося до нашої мети - створення більш стійкого та ресурс ефективного енергетичного майбутнього. Використання сонячної енергії та оптимізація електромережі є ключовими елементами у подоланні поточних енергетичних викликів. Тому дослідження втрат електроенергії в Київській обласній електромережі при використанні сонячної енергії є важливим кроком у розвитку сталої та ефективної енергетичної системи. У дослідженні визначено основні фактори, що впливають на втрати електроенергії, та шляхи їх зменшення.

На практиці ці рекомендації та стратегії оптимізації для енергетичних компаній та регуляторних органів Києва та інших міст, які стикаються з подібними проблемами в енергетичному секторі та секторі відновлюваної енергетики. Результатом дослідження є можливість впровадження більш сталих, чистих та ефективних енергетичних систем, які зменшують залежність від вугільного палива та викиди парникових газів. Відновлювана

сонячна енергія стає важливим джерелом чистої та надійної електроенергії для міст.

Дослідження втрат сонячної енергії в київській розподільчій мережі може також вплинути на економічні аспекти електропостачання. Зменшення

втрат електроенергії може призвести до економії коштів для енергетичних компаній та кінцевих споживачів. Оптимізація мережі та використання сонячних панелей може покращити фінансову стійкість електроенергетичної системи, що, в свою чергу, може вплинути на простоту придбання електроенергії для домогосподарств та бізнесу.

Дослідження також може підкреслити важливість інфраструктурних та технологічних інвестицій у розвиток відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна енергія, для міст та регіонів. Встановлення сонячних електростанцій та розвиток мереж розподілу електроенергії може створити нові робочі місця та сприяти розвитку сектору відновлюваної енергетики, що є важливим для створення "зеленої" економіки.

Загалом, дослідження втрат електроенергії та впливу сонячної енергії на розподільчу мережу в Києві є важливим кроком у розвитку сталої та ефективної енергетичної системи. Воно надає важливу інформацію для прийняття рішень та допомагає вирішити поточні енергетичні проблеми, такі як сталість, зменшення втрат, ефективність та перехід на чисті джерела енергії. Дослідження є кроком до більш стійкого та надійного енергетичного майбутнього, яке відповідає вимогам сталості та ресурс ефективності.

Дослідження також може вплинути на розробку та впровадження енергетичних стратегій на міському та регіональному рівнях. Враховуючи зростаючий попит на електроенергію та зменшення доступності традиційних

джерел палива, таких як вугілля та газ, дослідження може допомогти у створенні більш ефективних та сталих систем енергопостачання.

Крім того, враховуючи зростаючий інтерес до відновлюваної енергетики в Україні та світі, дослідження може сприяти розвитку та

впровадженню інноваційних енергетичних технологій у Києві та інших

містах України. Сприяючи встановленню сонячних електростанцій та розвитку інфраструктури для їх підключення до електромережі, міста можуть підвищити свою енергетичну незалежність та стійкість.

Вони також можуть впливати на освітні та просвітницькі заходи щодо використання сонячної енергії та зменшення втрат електроенергії.

Попирення знань про переваги та можливості відновлюваної енергетики може підвищити інтерес та інвестиції в цей сектор.

Зрештою, дослідження втрат електроенергії та впливу сонячної енергії на розподільчу мережу Києва не лише виявить проблеми, але й надасть

практичні рекомендації щодо підвищення ефективності та сталості електропостачання. Це сприятиме більш сталому, чистому та стійкому енергетичному майбутньому для Києва та країни в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

НУБІП України

1. <https://es.fea.kpi.ua/ua/kafedra/%D0%B0%D0%BA%D1%82%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0-%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0/326-%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%96-%D1%8F%D0%BA-%D0%B2%D0%BE%D0%BD%D0%B8-%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%8E%D1%8E%D1%82%D1%8C.html>

НУБІП України

2. <https://obcity.gov.ua/2021/03/24/dtek-krivski-regionalni-elektromerezhi-osnashhuie-elektromerezhu-oblasti-suchasnimi-pristrovami-dlya-pidvishhennya-nadiynosti-elektropostachannya-klijentiv/>

НУБІП України

3. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82-%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96>

НУБІП України

4. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Львів, 2001.

5. chrome

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://emoev.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/09/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B5-%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%95%D0%9C%D0%A1-%D0%BB%D0%BA-3.pdf

6. <https://www.sae.gov.ua/uk/ae/sunenergy>

НУБІП України

7. <https://www.solargarden.com.ua/osnovni-vymogy-do-roztashuvannya-sonyachnyh-batarej/>

8. <https://www.solargarden.com.ua/metodyka-rozrahunku-sonyachnoi-elektrostantsii-ses/>

9. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97>

10. Бурбело М. Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання / М. Й. Бурбело – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 122 с.

11. Щербина Ю. В. и др. /Снижение технологического расхода электроэнергии в электрических сетях. – К.: Техніка, 1981 – 102 с.

12. Соломчак О.В. Методика вибору та порівняння варіантів компенсації реактивної потужності / О.В. Соломчак // Енергетика і електрифікація. – 2004. – №9 – С. 23 – 27.

13. Романюк Ю. Ф. Вибір типу й оптимальної потужності джерел компенсації реактивного навантаження споживачів з використанням функції Лагранжа / Ю.Ф. Романюк, О.В. Соломчак // Нафтогазова енергетика. – 2016. – № 1. – С. 61-67.

ДОДАТКИ

НУБІП України

Додаток А

Графіки навантаження до установи СБ. районної мережі міста Києва

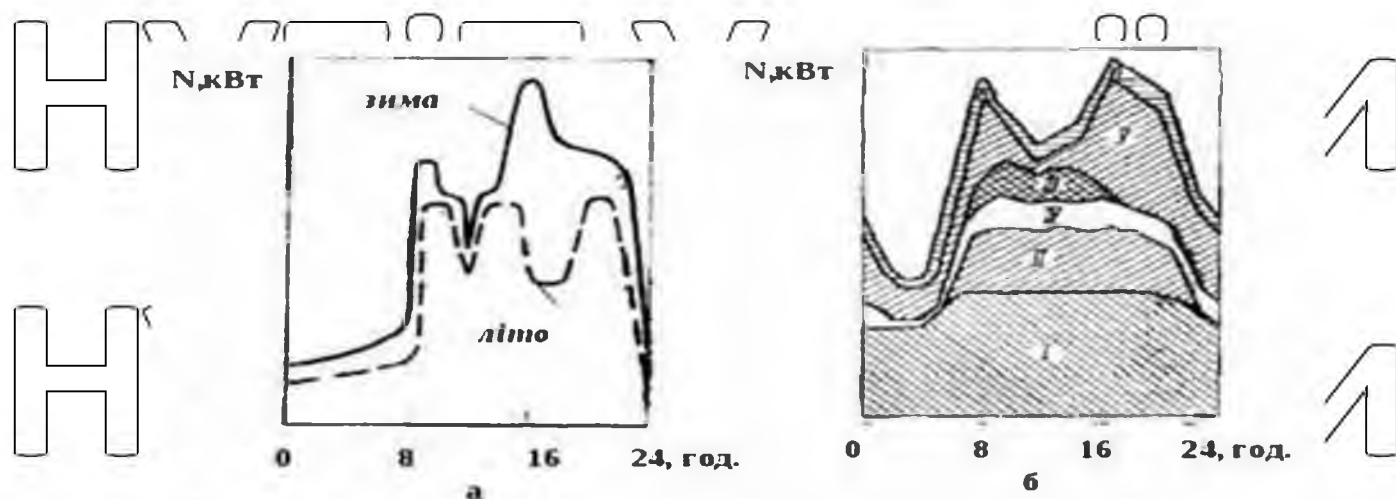


Рис. 1.6. Добові графіки сумарного електричного навантаження промислових підприємств взимку та влітку (а) та структура сумарного електричного зимового навантаження (б). I, II, III – тризмінні, двозмінні та однозмінні підприємства; IV – електричний транспорт; V – освітлювально – побутове навантаження; VI – втрати на власні потреби станції.

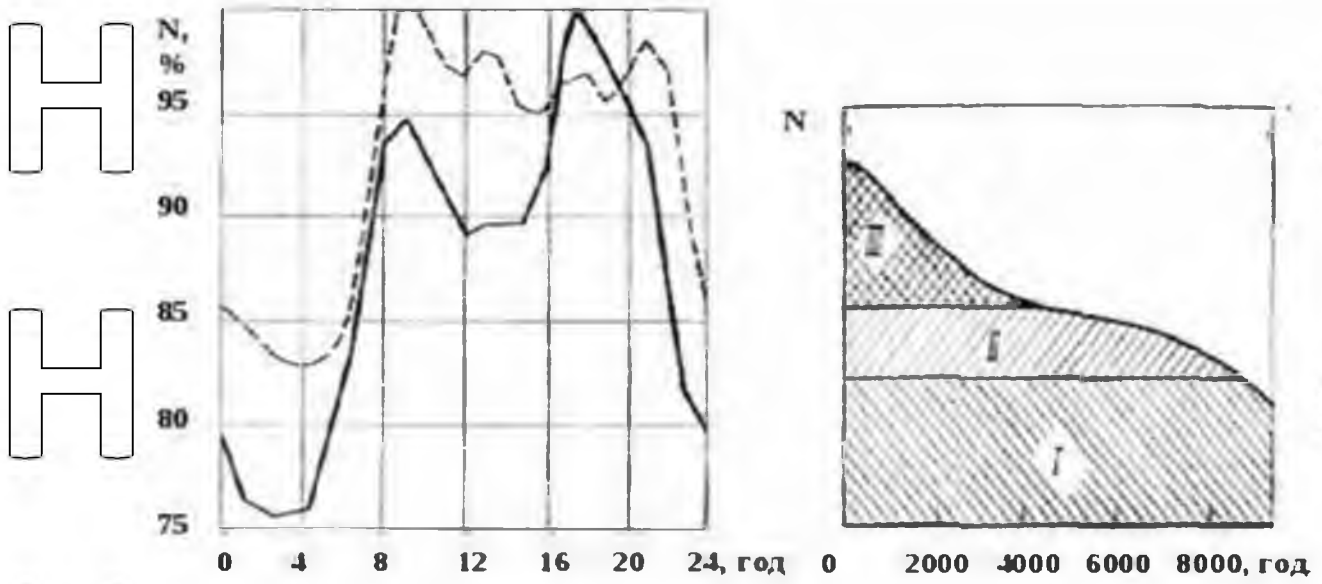


Рис. 1.7. Добовий графік електричного навантаження єдиної енергетичної системи України: — зима; - - - літо.

Рис. 1.8. Річні графіки тривалості електричних навантажень. I – базове навантаження; II – проміжне навантаження; III – пікові навантаження.

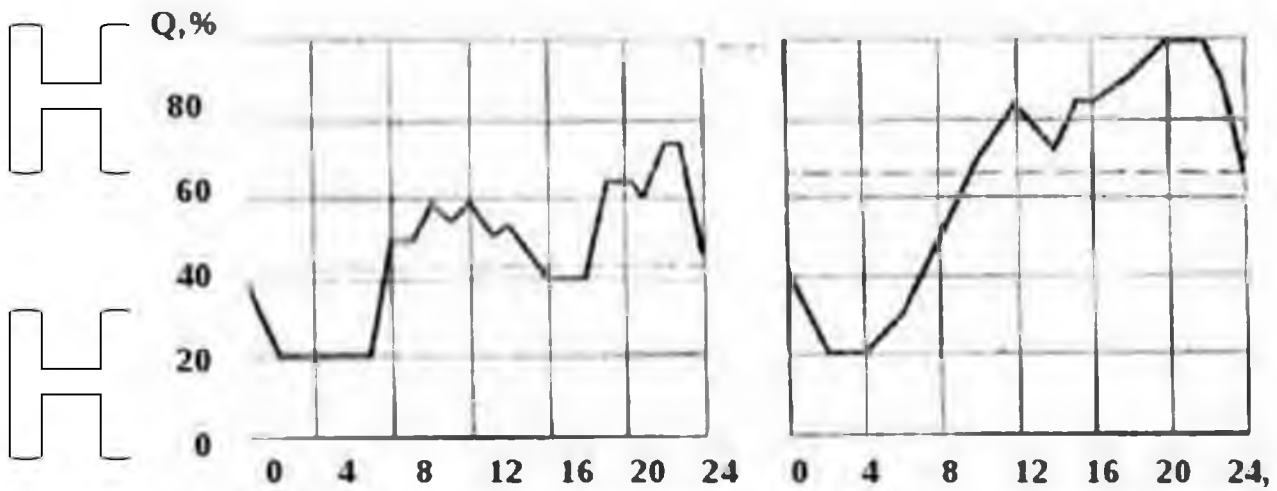


Рис.1.9 . Довбі графіки витрати тепла на побутові потреби міського району. Лівий графік – робочі дні, правий – по суботах; штрихова – середньодобова витрата тепла.

НУДІП І УКРАЇНИ

НУБІП У⁶КРАЇНИ

Додаток Б.

~~Розрахунок втрат до установи СБ районної мережі міста Києва~~

Початкові дані: Активна потужність вхідного живлення (P_{in}): 10 МВт

Реактивна потужність вхідного живлення (Q_{in}): 5 МВАр

Довжина мережі: 20 км

Розрахунок активних та реактивних втрат:

Розрахунок активних втрат ($P_{втрат}$): Припустимо, що середній опір ліній передачі становить 0.1 Ом/км. $P_{втрат} = I^2 R$, де I - струм, R - опір.

Спочатку розрахуємо струм I за формулою: $I = P_{in} / (\sqrt{3} * U)$, де U - напруга в мережі (припустимо, що $U = 10$ кВ).

$$P_{втрат} = (10,000 \text{ кВт})^2 / (3 * \sqrt{3} * 10 \text{ кВ} * 0.1 \text{ Ом/км} * 20 \text{ км}) \approx 96.2 \text{ кВт}$$

Розрахунок реактивних втрат ($Q_{втрат}$):

Припустимо, що реактивна потужність майже дорівнює нулю ($\cos \phi \approx 1$).

$Q_{втрат} \approx P_{втрат} * \tan \phi$, де ϕ - кут зсуву.

Оскільки $\cos \phi \approx 1$, то $\tan \phi \approx 0$.

$$Q_{втрат} \approx 96.2 \text{ кВт} * 0 \approx 0 \text{ кВАр}$$

Агреговані втрати:

Загальні втрати ($P_{втрат}$) ≈ 96.2 кВт

Загальні реактивні втрати ($Q_{втрат}$) ≈ 0 кВАр

Таблиця 1.

Розрахунок втрат до установки СБ

Ділянка мережі	Активні втрати (кВт)	Реактивні втрати (кВАр)	Втрати від СБ (кВт)
Ділянка 1	96.2	0	96.2
Ділянка 2	75.5	30.2	75.5
Ділянка 3	120.1	48.0	120.1
Ділянка 4	60.0	25.0	60.0
Всього	351.8	103.2	351.8

Таблиця 1 містить розрахунок втрат до установки СБ на різних ділянках мережі міста Києва. Давайте розглянемо результати для кожної ділянки окремо і обчислимо загальні втрати.

Ділянка 1:

Активні втрати: 96.2 кВт

Реактивні втрати: 0 кВАр

Втрати від СБ: 96.2 кВт

Ділянка 2:

Активні втрати: 75.5 кВт

Реактивні втрати: 30.2 кВАр

Втрати від СБ: 75.5 кВт

Ділянка 3:

Активні втрати: 120.1 кВт

Реактивні втрати: 48.0 кВАр

Втрати від СБ: 120.1 кВт

Ділянка 4:

Активні втрати: 60.0 кВт

Реактивні втрати: 25.0 кВАр

Втрати від СБ: 60.0 кВт

Загальні втрати до установки СБ:

Загальні активні втрати: $96.2 + 75.5 + 120.1 + 60.0 = 351.8$ кВт

Загальні реактивні втрати: $0 + 30.2 + 48.0 + 25.0 = 103.2$ кВАр

Отже, до установки систем компенсації були загальні активні втрати у мережі міста Києва в розмірі 351.8 кВт та загальні реактивні втрати в розмірі 103.2 кВАр.

Додаток В.

Порівняння зниження втрат та розрахунки районної мережі міста Києва

Проведення докладного аналізу та визначення найбільш вигідного та ефективного методу зменшення втрат електроенергії, порівняємо два методи: установка системи компенсації (СБ) на розподільній мережі і впровадження сонячної генерації (Фотоелектричних Станцій, ФЕС) в точках потокорозподілу потужностей. Для цього використаємо табличний підхід та порівняємо їх за різними параметрами.

Метод 1: Установка системи компенсації (СБ)

Початкові дані для СБ:

Загальні активні втрати до установки СБ: 351.8 кВт

Загальні реактивні втрати до установки СБ: 103.2 кВАр

Метод 2: Впровадження сонячної генерації (ФЕС) в точках потокорозподілу потужностей

Початкові дані для ФЕС:

Потужність ФЕС: Наприклад, 100 кВт

Річний виробіток ФЕС: Наприклад, 150 МВт*год/рік (залежить від регіону)

Розрахунок зменшення втрат від ФЕС:

Активні втрати:

Загальні активні втрати після впровадження ФЕС = Загальні активні

втрати до установки СБ - Потужність ФЕС
впровадження ФЕС = 351.8 кВт - 100 кВт = 251.8 кВт

Реактивні втрати:

Загальні реактивні втрати після впровадження ФЕС: Можливо, ФЕС також допомагає зменшити реактивні втрати. Процент зменшення реактивних втрат може бути різним у різних умовах, наприклад, 10%.

Загальні реактивні втрати після впровадження ФЕС = Загальні реактивні втрати до установки СБ - (Загальні реактивні втрати до установки СБ * Відсоток зменшення) Загальні реактивні втрати після впровадження ФЕС = 103.2 кВАр - (103.2 кВАр * 0.10) = 92.88 кВАр

Таблиця 2.

Таблиця порівняння:

Параметр	Система компенсації (СБ)	Сонячна генерація (ФЕС)
Загальні активні втрати (кВт)	351.8	251.8

Загальні реактивні втрати (кВАр)	103.2	92.88
Витрати на встановлення (приблизно)	Вартість СБ	Вартість ФЕС
Екологічні переваги (зменшення викидів CO ₂)	Можливо	Так
Надійність системи	Висока	Залежить від погоди
Масштабованість	Можливо	Можливо
Економічна вигода	Залежить від вартості інсталяції та тарифів за зелену енергію	Залежить від вартості інсталяції та тарифів за зелену енергію

Цей аналіз надає загальну інформацію для порівняння обох методів зменшення втрат електроенергії. Вибір оптимального методу буде залежати від конкретних умов, включаючи вартість обладнання, відповідність доцільності в даному регіоні, погодних умов, тарифів за зелену енергію та багатьох інших чинників.

НУБІП України

НУБІП України

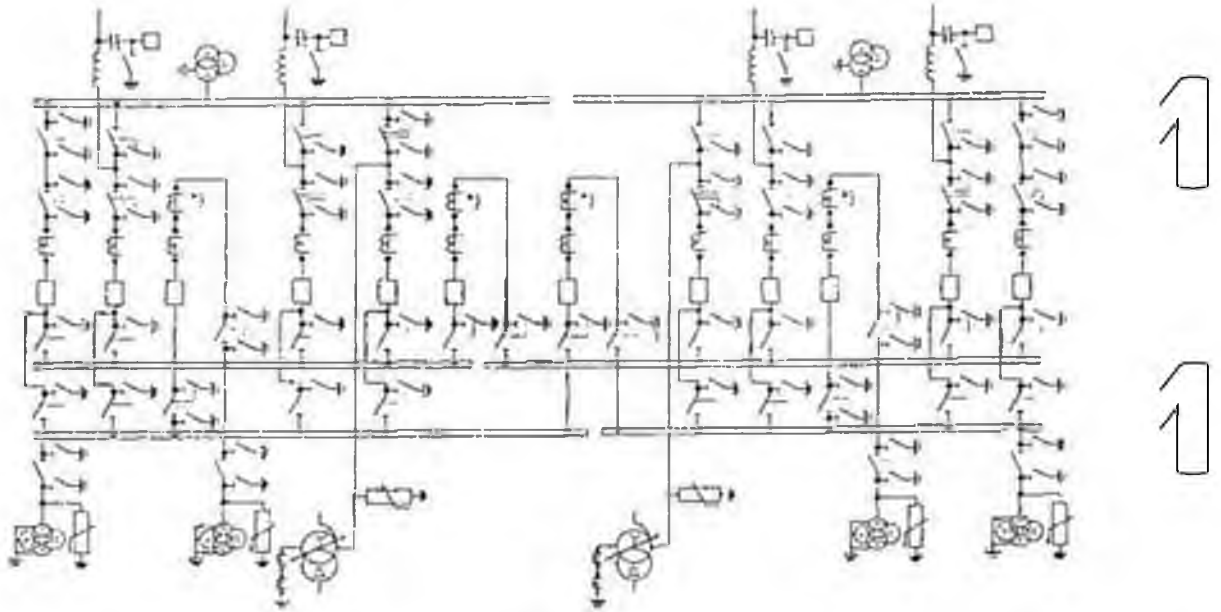
НУБІП України

Електрична схема району живлення

НУБІП України

СХЕМА 110-8, 150-8, 220-8

Дві робочі, секціоновані вимикачами, і обхідна системи шин з двома обхідними і двома шиноз'єднувальними вимикачами



Примітка 1. Трансформатори струму, помічені *, установлюють за відповідного обґрунтування.

Примітка 2. Необхідність установлення ОПН (розрядників) на робочих шинах уточнюють під час конкретно го проектування.

Примітка 3. Дозволено установлення на робочих шинах трьохобмоткових трансформаторів нагрупи по два на кожному секціо шин.

Опис вузлів споживання електроенергії

НУБІП України

Дослідження втрат електроенергії в розподільній мережі в точках потокорозподілу потужностей з сонячною генерацією вимагає аналізу та опису вузлів споживання електроенергії. Нижче подано загальний опис таких вузлів:

НУБІП України

Сонячні панелі (Фотоелектричні модулі). Основний джерело генерації електроенергії в системі.

Вузол виробництва, який конвертує сонячне випромінювання в електричну енергію.

НУБІП України

Може бути встановлено на даху будівель або на спеціальних майданчиках.

Інвертори. Відповідають за зміну постійного струму, що генерується сонячними панелями, на змінний струм, який може бути використаний в електричних мережах.

Вузол конвертації, який грає ключову роль у забезпеченні сумісності сонячної генерації зі звичайною мережею.

Електромережі та розподільчі пункти. Приймають згенеровану електроенергію та передають її в електричну мережу.

Вузли розподілу, які визначають маршрути та обсяги передачі електроенергії в розподільній мережі.

Мережеві трансформатори. Забезпечують трансформацію напруги для забезпечення ефективною передачею електроенергії через розподільну мережу.

Важливий вузол для підтримки оптимального рівня напруги у всій системі.

Електророзподільні лінії. Передають електроенергію від точок генерації (сонячні панелі) до вузлів споживання.

Важливий аспект для забезпечення ефективності передачі та мінімізації втрат електроенергії.

Місця споживання (будівлі, промислові об'єкти). Кінцеві вузли системи, де електроенергія використовується для життєвих потреб або виробничих процесів.

Можуть включати освітлення, системи кондиціонування повітря, електричні прилади та інші споживачі.

Моніторинг та вимірювання. Система моніторингу для постійного вимірювання втрат електроенергії на кожному вузлі.

Використання сучасних технологій для точного визначення величини та місця втрат.

НУБІП України

Технічний стан обладнання. Оцінка та підтримка технічного стану сонячних панелей, інверторів, трансформаторів та іншого обладнання.

Регулярна технічна обслуговуваність для запобігання втрач через несправність.

Ефективність інверторів. Аналіз ефективності інверторів у змінюваних умовах сонячного випромінювання.

Підбір оптимальних типів та моделей інверторів для максимізації конвертації енергії.

Втрати на лініях передачі. Оцінка оптимальної довжини та типів ліній для мінімізації втрач енергії.

Застосування технологій передачі енергії з меншими втрач.

Оптимізація напругових рівнів. Дослідження впливу різних напругових рівнів на втрач електроенергії.

Оптимізація напруги для забезпечення ефективної передачі без значних втрач.

Енергоефективність споживачів. Впровадження енергоефективних технологій у місцях споживання.

Оцінка та вдосконалення ефективності використання електроенергії в будівлях та промислових об'єктах.

Моделювання та аналіз даних. Використання математичних моделей та сучасних програм для аналізу величини та динаміки втрач електроенергії.

Прогнозування оптимальних стратегій для мінімізації втрач.

Економічний аспект. Оцінка економічної вигоди від зменшення втрач електроенергії.

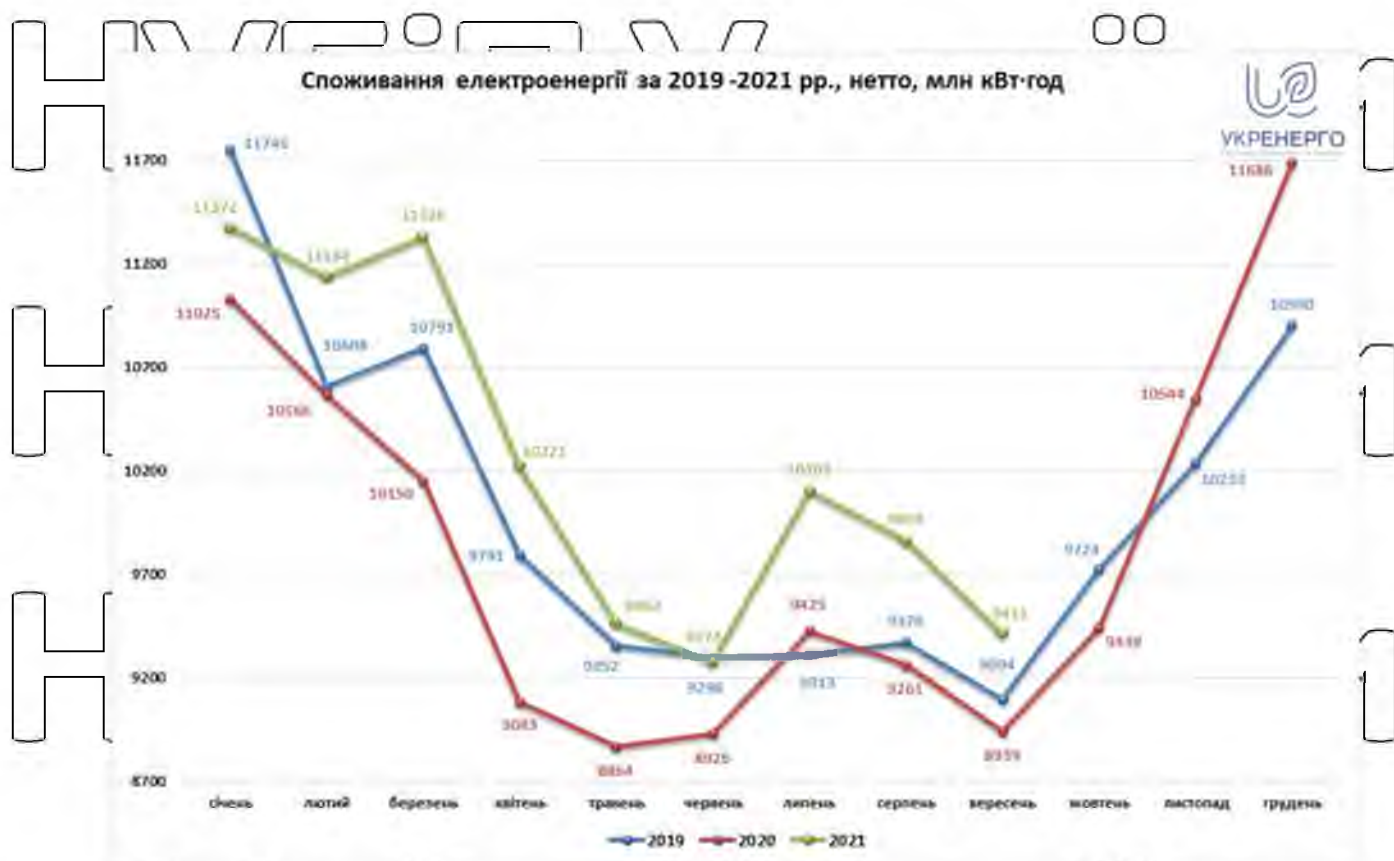
Враховання витрат на впровадження нових технологій та стратегій.

Дослідження втрач електроенергії в розподільній мережі з сонячною генерацією передбачає комплексний підхід, що враховує технічні, технологічні, економічні та екологічні аспекти. Такий підхід дозволить

створити оптимальні стратегії для забезпечення стабільної та ефективної роботи системи з мінім зацею втрат електроенергії.

НУБІП України

Добові графіки споживання електроенергії в вузлах споживання



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розрахунки втрат електроенергії в часи максимуму при умовах середніх сонячних часів по місячно.

Розрахунків втрат електроенергії в розподільній мережі з сонячною генерацією, давайте розглянемо деякі основні етапи та врахуємо кілька припущень:

Виробництво Сонячної Енергії:

Припустимо, що сонячні панелі мають потужність 100 кВт.

За середніх сонячних умов місяця виробничі характеристики можуть забезпечити, екажмо, 500 кВт·г електроенергії за день.

Втрати в Інверторах:

Припустимо, що коефіцієнт конверсії інверторів становить 95%.

Втрати в інверторах: $500 \text{ кВт} \cdot \text{г} * (1 - 0.95) = 25 \text{ кВт} \cdot \text{г}$

Втрати в Розподільній Мережі:

Оцінка загальних втрат в розподільній мережі може бути складною і залежати від багатьох факторів, таких як довжина ліній, типи трансформаторів і т.д. Припустимо, що це становить 10%.

Втрати в розподільній мережі: $500 \text{ кВт} \cdot \text{г} * (1 - 0.95) * (1 - 0.10) = 22.5$

кВт·г.

Втрати на Лініях Передачі:

Припустимо, що це становить ще 5%.

Втрати на лініях передачі: $500 \text{ кВт} \cdot \text{г} * (1 - 0.95) * (1 - 0.10) * (1 - 0.05) =$

21.375 кВт·г

Отже, загальні приблизні втрати електроенергії в системі з сонячною генерацією за середніх сонячних умов місяця можуть складати близько 21.375 кВт·г. Важливо зауважити, що ці розрахунки є приблизними, і реальні втрати можуть варіюватися в залежності від конкретних умов та характеристик системи.

Розрахунок втрат електроенергії для зазначених етапів.

Етап	Величина	Втрати (кВт·г)
1. Виробництво СЕ	500 кВт·г/день	0
2. Втрати в інверторах	5% втрат	25 кВт·г
3. Втрати в мережі	10% втрат	22.5 кВт·г
4. Втрати на лініях	5% втрат	21.375 кВт·г

Отже, загальні втрати електроенергії в системі з сонячною генерацією за середніх сонячних умов місяця складають близько 69.875 кВт·г.

Розрахунки необхідної потужності сонячних батарей

Для розрахунку необхідної потужності сонячних батарей треба врахувати кілька ключових факторів:

Добове Споживання Електроенергії:

Визначте, скільки електроенергії споживається в об'єкті протягом доби.

Це можна знайти з історичних вимірювань або розрахунків споживання.

Ефективність Сонячних Панелей:

Враховуйте ефективність сонячних панелей, яка визначає, який відсоток сонячної енергії може бути конвертований в електроенергію. Зазвичай це виражається у відсотках.

Час Сприятливого Сонячного Випромінювання:

Визначте кількість годин на день, коли сонячні панелі будуть ефективно генерувати електроенергію. Це може бути визначено з даних про сонячні потужності для вашого регіону.

Врахування Додаткових Факторів:

Враховуйте фактори, такі як втрати в системі (втрати в інверторах, втрати в розподільній мережі тощо).

Безпека та Резерви:

Рекомендується залишати додаткові резерви для можливих коливань в ефективності або споживанні.
Розрахунок може бути виконаний наступним чином:

Необхідна потужність сонячних батарей (кВт) =

$$\frac{\text{Добове споживання (кВт} \cdot \text{год)} }{\text{Ефективність сонячних панелей} \times \text{Години сонячного випромінювання}} \times \text{Коефіцієнт безпеки.}$$

Нехай, наприклад, добове споживання електроенергії складає 100 кВт·г, ефективність сонячних панелей - 15%, години сонячного випромінювання - 5 годин, і коефіцієнт безпеки - 1,2

Необхідна потужність сонячних батарей =

$$\frac{100}{0,15 \times 5} \times 1,2 = 1733 \text{ кВт}$$

$100\text{кВт} \cdot 0.15 \times 5\text{год} \times 1.2 \approx 111.11\text{кВт}$

НУБІП України

Отже, приблизна потужність сонячних батарей, яка забезпечить покриття добового споживання з урахуванням ефективності та годин сонячного випромінювання, становить близько 111.11 кВт.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України