

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет

«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики
(інститут)

Електротехнічний факультет
(факультет)

Кафедра електроенергетики
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Зосименко Владислава Валерійовича

(ПІБ)

академічної групи 141М-21-1

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

за **освітньо-професійною програмою** Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему - Дослідження ефективності впровадження об'єктів відновлюваної енергетики у повоєнному розвитку України

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Папаїка Ю.А.			
Розділів:				
Спеціальна частина	Папаїка Ю.А.			
Техніко-економічне обґрунтування	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Електроенергетики

(повна назва)

Папайка Ю.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу****ступеня** магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Зосименко Владиславу Валерійовичу академічної групи 141М-21-1
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему-Дослідження ефективності впровадження об'єктів відновлюваної енергетики у повоєнному розвитку України,затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 13.09.2022 № 918-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Вступна частина</i>	Характеристики проблеми та шляхи вирішення.	05.12.2022
Спеціальна частина	Критичний аналіз перспектив розвитку відновлювальної енергетики у повоєнному розвитку України. Роль теплової генерації в стійкості режимів роботи енергосистем..	05.12.2022
Економічний	Розрахунки економічної доцільності проекту.	05.12.2022

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

_____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі**Дата подання до екзаменаційної комісії****Прийнято до виконання**

_____ (підпис студента)

_____ (прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

Реферат	5
Вступ.....	5
Розділ 1 Аналіз сучасного стану енергетичного сектору України	8
1.1 Структура енергетичної системи України.....	8
1.2 Технічна характеристика споживання енергії	16
1.3 Споживачі електричної енергії	20
1.4 Основні джерела енергії в системі електропостачання	24
Висновки до розділу 1	29
Розділ 2 Проект впровадження об'єктів відновлювальної енергетики у повоєнному розвитку України	30
2.1 Приблизний аналіз пошкоджень енергетичного сектору України під час війни.....	30
2.2 Енергетичний потенціал відновлювальних джерел енергії, що використовуються в системі електропостачання	42
2.3 Використання об'єктів сонячної та вітроенергетики під час відбудови енергетичного сектору України.....	47
2.4 Об'єкти гідроенергетики, геотермальних станцій та біоенергетики під час відбудови енергетичного сектору України.....	55
2.5 Техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження об'єктів відновлювальної енергетики	59
Висновки до розділу 2	63
Розрахункова частина.....	65
Висновки	76
Економічна частина.....	89
Перелік джерел посилання	91
Додатки.....	93

Реферат

Дипломна робота на тему:” Дослідження ефективності впровадження об'єктів відновлювальної енергетики у повоєнному розвитку України”

Сторінок – 90, рисунків - 10, таблиць - 6, додатків - 1, джерел згідно з переліком посилань - 16;

Об'єктом дослідження є об'єкти відновлювальної енергетики.

Предметом дослідження виступає процес дослідження можливостей впровадження об'єктів відновлювальної енергетики у повоєнному розвитку України.

Мета роботи - дослідження ефективності впровадження об'єктів відновлювальної енергетики у повоєнному розвитку України.

Зв'язок з іншими роботами. Високий рівень розробленості теми дослідження підтверджується наведеною значною вибіркою інформації. У звітах Системного оператора Єдиної енергетичної системи, звітах про глобальний розвиток ВДЕ представлені дослідження проблем розвитку ВДЕ в Україні та світі.

Результати. У ситуації відбудови та відновлення енергетичного сектору України доцільно збільшувати підтримку та прискорювати розвиток альтернативної енергетики, яка як паливо використовує місцеві ресурси (біоенергетика), або взагалі не потребує паливної складової (сонячна, вітрова, геотермальна та мала гідроенергетика).

Ключові слова: енергетична галузь, сектор, енергоефективність, джерела енергії, відбудова, модернізація, пошкодження, відновлювальна енергетика.

Вступ

Актуальність теми дослідження.

В наш час великого значення набули технологічні інновації, які підвищують ефективність виробництва електроенергії від поновлюваних енергоресурсів. При цьому варто відзначити, що генерація електроенергії за рахунок ВДЕ не спричиняє емісію шкідливих речовин і парникових газів в атмосферу, на відміну від використання викопного палива традиційних джерел енергії. Дослідження доводять, що перехід до використання відновлюваних енергоресурсів сприяє значному зниженню антропогенної дії на клімат. Відновлювані джерела енергії потенційно можуть суттєво підвищити енергетичну безпеку, особливо на регіональному рівні та знизити викиди CO₂ в атмосферу.

Відновлювані енергетичні ресурси (ВЕР), або відновлювані джерела енергії (ВДЕ), в Україні є вкрай недооціненими. Україна має величезні запаси відновлюваних джерел енергії, причому, завдяки своєму географічному положенню, особливостей місцевості, їх види значно варіюються. Багато технологій використання ВЕР досягли рівня конкурентоспроможності і вже зараз можуть стати джерелом інноваційного розвитку енергетики країни, особливо в контексті відбудови енергетичного сектору України після війни.

Мета роботи - дослідження ефективності впровадження об'єктів відновлювальної енергетики у повоєнному розвитку України.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

- розглянути структуру енергетичної системи України;
- надати технічну характеристика споживання енергії;
- проаналізувати споживачів електричної енергії;
- дослідити основні джерела енергії в системі електропостачання;
- зробити приблизний аналіз пошкоджень енергетичного сектору України під час війни;
- розглянути енергетичний потенціал відновлювальних джерел енергії, що використовуються в системі електропостачання;

- проаналізувати використання об'єктів сонячної та вітроенергетики під час відбудови енергетичного сектору України;
- розглянути об'єкти гідроенергетики, геотермальних станцій та біоенергетики під час відбудови енергетичного сектору України;
- надати техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження об'єктів відновлювальної енергетики.

Об'єктом дослідження є об'єкти відновлювальної енергетики.

Предметом дослідження виступає процес дослідження можливостей впровадження об'єктів відновлювальної енергетики у повоєнному розвитку України.

Методи дослідження: системний підхід збору та обробки інформації, комплексний підхід, методи статистичного аналізу, експертних оцінок, інтуїтивної логіки, узагальнення та порівняння, а також оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів.

Зв'язок з іншими роботами. Високий рівень розробленості теми дослідження підтверджується наведеною значною вибіркою інформації. У звітах Системного оператора Єдиної енергетичної системи, звітах про глобальний розвиток ВДЕ представлені дослідження проблем розвитку ВДЕ в Україні та світі.

Емпіричною базою написання роботи виступили звіти про глобальний розвиток ВДЕ, у тому числі звіти Міністерства енергетики України, а також періодичні публікації та результати науково-практичних конференцій, присвячених сучасним проблемам розвитку сонячної енергетики у світі. Разом з тим, теоретичні, наукові та прикладні питання щодо сонячної енергетики є недостатньо дослідженими в силу їх складності та багатогранності.

Новизна та практичне значення дослідження. Результати, отримані під час роботи, можна використовувати під час проєкту відновлення енергетичного сектору України під час відбудови в повоєнний час.

Розділ 1 Аналіз сучасного стану енергетичного сектору України

1.1 Структура енергетичної системи України

Об'єднана енергетична система України (ОЕСУ) – представляє собою сукупність всіх існуючих електростанцій, електричних мереж, та багато інших об'єктів електроенергетики. Всі ці об'єкти об'єднані загальним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної енергії за умов централізованого управління даним режимом.

Територія сучасної України на протязі ХХ століття сформувала загалом п'ять енергосистем [11].

Донбаська енергосистема була сформована у 1926 році, далі на протязі 193-року було створено районні енергетичні управління (РЕУ) - Київенерго, Крименерго та енергосистема м. Харкова.

У 1931 році було утворено РЕУ Дніпроенерго.

Одним з перших кроків у спорудженні ОЕС України став процес спорудження ЛЕП загальною напругою 220 кВ, яка мала довжину 87 кілометрів маршрутом Донбасенерго - Дніпроенерго. Таким чином була сформована ОЕС Півдня.

Значна роль виходу енергетичного сектору України на початку незалежності після 1991 року надається таким факторам, як: атомна енергетика, загальна потужність якої в Україні складає 750 кВ, це приблизно 40% загального навантаження та 50% всього виробництва електроенергії. Втрата ЧАЕС була компенсована введенням в експлуатацію 6-го блоку ЗАЕС (1000 МВт), послідовно на протязі 1995-2006 року такі самі блоки було введено в експлуатацію на Хмельницькій та Рівненській АЕС. Всі нові блоки було забезпечено ЛЕП, таким чином, потужність блоків АЕС була «замкнена».

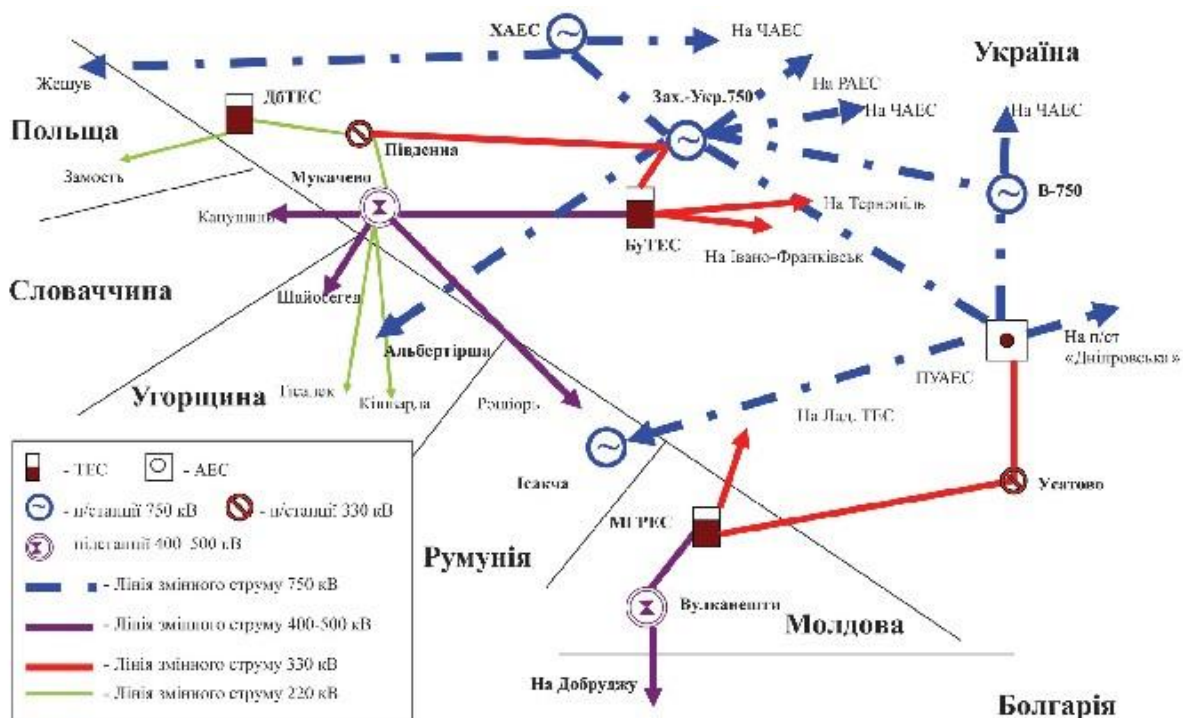


Рис. 1.1 ЛЕП між Україною, Словаччиною, Угорщиною, Молдовою, Болгарією та Румунією

На рисунку 1.2 представлено схему електростанцій та електромереж України



Рис.1.2 Основні електростанції та електромережі ОЕС України

Основа електроенергетики України – ОЕС. Вона забезпечує централізоване забезпечення всіх споживачів країни електроенергією. Також існує взаємодія з енергосистемами сусідніх країн, при цьому відбувається експорт та імпорт електроенергії. ОЕС забезпечує поєднання енергогенеруючих потужностей, розділ мереж між регіонами України, які пов’язані ЛЕП напругою 220–750 кВ.

Диспетчерське управління ОЕС є централізованим, оперативно-технологічним. Функції покладено на державне підприємство НЕК «Укренерго» [8].

Встановлена потужність ОЕС України складає 55,5 тис. МВт, при цьому 61,4% з всієї потужності є потужністю ТЕЦ, 24,8% – АЕС, 11,1% – ГЕС, 2,7% – електростанції альтернативних джерел енергії. (рис.1.3)



Рис.1.3 Структура генеруючих потужностей ОЕС України, МВт

Компанії, де зосереджено основні генеруючі потужності ОЕС України:

- ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго»;
- ПАТ «Донбасенерго»;
- ПАТ «Центренерго»;
- ПАТ «ДТЕК Західенерго»;
- ПАТ «ДТЕК Східенерго».

Загальна кількість ТЕЦ в експлуатації -14, з них експлуатуються блоки одиничною потужністю 150, 200, 300 і 800 МВт, та на трьох великих ТЕЦ (Харківська ТЕЦ-5, Київські ТЕЦ-5 і 6) з енергоблоками 100 (120) МВт та 250 (300) МВт інших компаній.

Загальна кількість енергоблоків на ТЕС і ТЕЦ - 106 одиниць, у тому числі потужністю: 100 (120) МВт – 4, 150 МВт – 6, 200 МВт – 42, 250 МВт – 5, 300 МВт – 42, 800 МВт – 7 одиниць;

Підприємство ДП «НАЕК «Енергоатом» має на балансі чотири АЕС, що складаються з 15 енергоблоків, 13 мають реактори ВВЕР-1000, потужність яких 1000 МВт та реактори ВВЕР-440 потужність яких 415 та 420 МВт.

ДП «НАЕК «Енергоатом» має Ташлицьку ГАЕС, яка експлуатує два гідроагрегата. [16]

Підприємство ПАТ «Укргідроенерго» має на балансі каскади гідроелектростанцій на річках Дністер та Дніпро, загальна кількість гідроагрегатів складає 103.

Електричні мережі ОЕС мають:

- 23 тисячі км, напруга-330 кВ;
- 4,9 тисячі км, напруга 400–800 кВ;
- 13,4 тисячі км, напруга 330 кВ;
- 4,0 тисячі км, напруга 220 кВ;
- 0,7 тисячі км, напруга 35–110 кВ.

ПАТ «Укргідроенерго» володіє 137 підстанціями, потужність 78,6 тис. МВА. Приблизно 1 млн. км повітряних та кабельних ЛЕП, напруга становить

0,4–150 кВ та 200 тисяч трансформаторних підстанцій, напруга становить 6–150 кВ.

Головна тенденція розвитку електроенергетики України – об'єднання електростанцій в енергосистеми. Це зумовлено необхідністю ритмічного забезпечення споживачів електроенергією, для виробництва та споживання якої характерні не лише сезонні, а й добові коливання.

Енергосистеми - це сукупність підприємств, які здійснюють виробництво, транспортування та розподілення електроенергії між споживачами. Енергосистеми дають можливість маневрувати у виробництві електроенергії як у часі, так і у просторі. Енергосистеми утворюються на основі територіального принципу: «Київенерго», «Харківенерго» «Дніпроенерго» та ін [17].

Невідповідність пікових навантажень в окремих ланках енергосистем дозволяє за необхідності змінювати напрями потоків електроенергії у зустрічних напрямках із заходу на схід та півночі на південь та назад. У процесі транспортування електроенергії на значну відстань певні втрати її неминучі, вони збільшуються зі зростанням відстані.

Об'єднання підприємств галузі в єдину енергосистему дозволяє зменшити ці втрати.

В Україні створено Єдину енергетичну систему, вона об'єднує в єдине ціле всі регіональні енергосистеми, до її складу входять чотири види електростанцій [19]:

- теплові, що працюють на твердому, рідкому та газоподібному паливі;
- атомні, які використовують як паливо збагачений уран або інші радіоактивні елементи;
- гідравлічні, які використовують відповідні гідроресурси та поділяються на гідроелектростанції, гідроакумуючі та приливні електростанції;

До четвертої групи належать електростанції, які використовують альтернативні джерела енергії. Серед них найбільш перспективними є вітрові та сонячні, але про це пізніше.

Структура генеруючих потужностей ОЕС України з точки зору забезпечення ефективного регулювання частоти і потужності в енергосистемі є неоптимальною, що зумовлено наступними основними факторами:

- значною часткою АЕС, які, згідно технологічного регламенту їх експлуатації, використовуються для покриття базової частини графіку споживання та не залучаються до регулювання;

- зниженням маневреності енергоблоків ТЕС, які працюють на твердому паливі (знос і старіння обладнання, погіршення якості палива);

- розвитком генеруючих потужностей, що виробляють електроенергію з використанням альтернативних джерел (різко змінний графік роботи), сумарна встановлена потужність яких у 2014 -2015 роках зросла на 166 МВт (25,7%).

Умови покриття добових графіків навантаження ОЕС України визначаються наступними факторами:

- нерівномірністю споживання в енергосистемі у часі;
- структурою генеруючих потужностей;
- маневреними можливостями генеруючого обладнання;
- пропускною спроможністю міждержавних ліній електропередачі;
- паливозабезпеченням існуючих теплових електростанцій [17].

Добові графіки споживання і покриття ОЕС України для різних періодів року характеризуються значною нерівномірністю (в основному – за рахунок приросту побутового і комунального електроспоживання), яка має щорічну тенденцію до зростання.

Структура генеруючих потужностей ОЕС України несприятлива за умовами регулювання графіка навантаження, тому що не відповідає тим співвідношенням базових і 12 пікових потужностей, які необхідні для забезпечення регулювання добового споживання в енергосистемі:

- частка АЕС (базовий режим) становить від 55 % до 40 % в покритті зимового мінімуму і максимуму навантажень;

- діапазон регулювання ТЕС, обумовлений технічним станом обладнання, становить не більше 20%;

- робота ТЕЦ обумовлена режимом теплопостачання і вони практично не приймають участі у регулюванні (базовий режим роботи);

- промстанції працюють за графіком і так само як і ТЕЦ не приймають участі у регулюванні (базовий режим роботи);

- умови роботи електростанцій, які працюють на альтернативних джерелах енергії, встановлені чинним законодавством, дозволяють їм не приймати участі у регулюванні графіків навантаження (особливо це стосується вітрових електростанцій, які мають значну встановлену потужність і за технічними можливостями можуть приймати участь у регулюванні).



Рис.1.4 Навантаження-покриття по ЕС за максимум зими 2014 року (МВт)

Реальна структура покриття навантаження значно відрізняється від структури встановленої потужності. Високе базове навантаження АЕС та необхідність дотримання існуючих правил роботи ринку в частині використання

потужностей ТЕС (визначають мінімальний склад обладнання в залежності від температури оточуючого середовища) ускладнює регулювання графіка навантаження тепловими станціями [28].

Використання маневрених можливостей газомазутних енергоблоків 300-800 МВт, що мають потенційно високий регулюючий діапазон (до 50 %) ускладнене через високу ціну на газ і мазут, ці блоки більшу частину часу перебувають у простої, або працюють на технічному мінімумі і не приймають участі в регулюванні графіка навантаження.

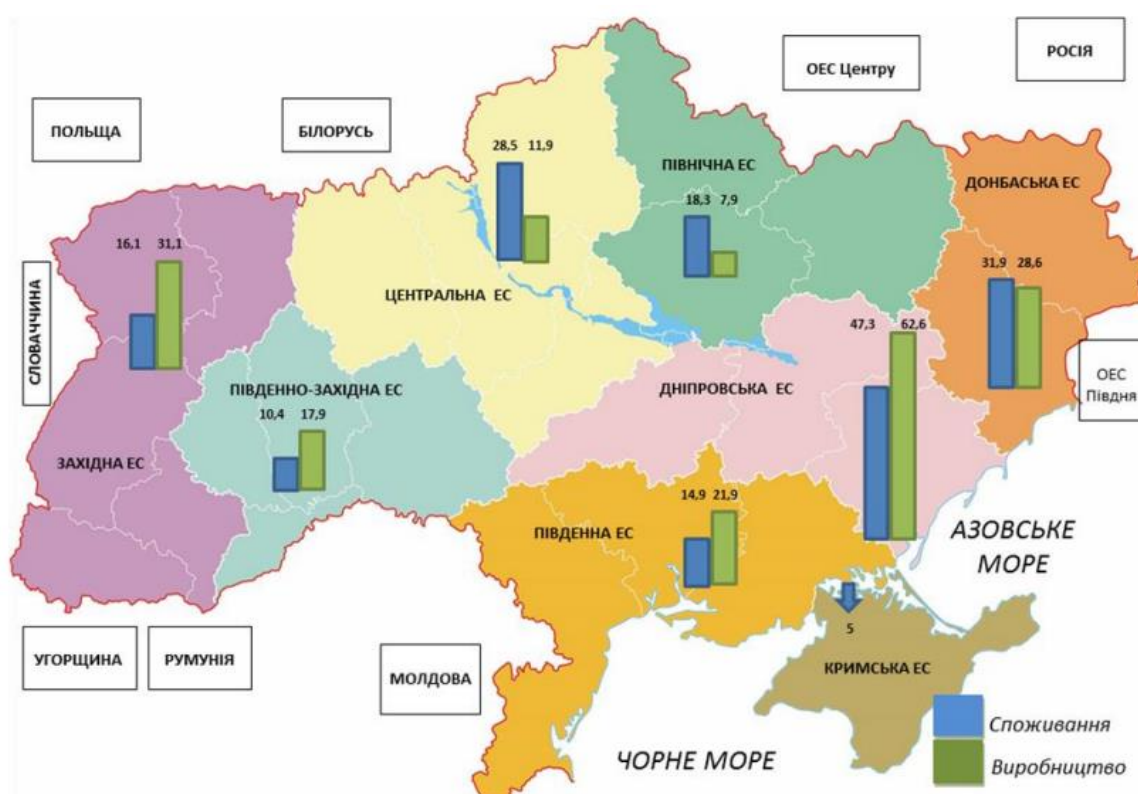


Рис.1.5 Баланс електричної енергії по енергосистемам (млрд.кВт*г)

У цих умовах основний тягар регулювання графіка навантаження припадає на вугільні блоки 150-200-300 МВт ТЕС. Внаслідок наявних технічних обмежень (у першу чергу у зв'язку з технічним зношенням), фактичний регулювальний діапазон вугільних блоків становить від 15 до 20% при проектному 30-40%. У зв'язку з несприятливою структурою потужності (низька питома вага маневреної потужності, обмеження регулювального діапазону ТЕС), в енергосистемі

практикуються щодобові зупинки 7-10 блоків на період нічного зниження навантаження з наступними їх пусками до ранкового/вечірнього максимуму навантаження.

Такі режими приводять до додаткового спрацювання ресурсу устаткування, підвищеної аварійності та перевитрат палива. У весняно-літній період, з урахуванням вищезазначених факторів, а також базисного режиму ГЕС у період повені, до щодобових зупинок-пусків залучається ще більша кількість енергоблоків ТЕС [39].

Загальна кількість пусків енергоблоків (корпусів блоків) ТЕС ГК 150-300 МВт продовжує залишатися на досить високому рівні і в 2015 році становила 2 542 проти 2 823 пусків у 2014 році.

Таким чином, з урахуванням зазначених вище проблем, можна зробити висновок, що існуючі в енергосистемі генеруючі джерела фактично знаходяться на стадії вичерпання фізичних можливостей для забезпечення добового регулювання та раціональних режимів роботи електростанцій, тому вже найближчим часом необхідне виконання їх реконструкції, а також введення нових високоманеврових потужностей. При цьому, значний вплив на збільшення регулюючих можливостей може бути забезпечений шляхом впровадження ринку допоміжних послуг.

1.2 Технічна характеристика споживання енергії

Споживач електроенергії – це будь яке підприємство, підрозділ підприємства, цех, квартира, організація, де є приймачі електроенергії, які було приєднано до електричної мережі та які споживають електроенергію.

Приймач електроенергії – спеціальний пристрій, за допомогою якого відбувається перетворення електричної енергії на інші види енергії з метою їх використання.

Класифікація приймачів електроенергії за технологічним призначенням відбувається в залежності від видами енергії, на який приймач перетворює електроенергію, наприклад: електричні двигуни, електросилові установки, засоби освітлення, установки електромагнітного поля, фільтри, ПЕОМ, пристрої контролю виробів і т.д [44].

Кожен електричний приймач характеризується наступними показниками.

Розподіл електроприймачів за видами струму:

- постійний струм;
- імпульсний струм;
- змінний струм.

Розподіл за номінальною напругою електроприймачів:

- приймачі напругою до 1000 В;
- приймачі напругою вище 1000 В.

Розподіл за режимом нейтралі:

- з глухозаземленою нейтраллю;
- з ефективно заземленою через активний опір нейтраллю;
- з компенсованою індуктивністю нейтраллю;
- з ізольованою нейтраллю.

Розподіл за величиною струмів замикання на землю:

- з малими струмами (до 500 А);
- з великими струмами (понад 500 А).

Розподіл за частотою ЕП:

- промислова частота (50 Гц);
- підвищена частота (від 50 Гц до 10 кГц);
- знижена частота (до 50 Гц);
- висока частота (понад 10 кГц).

Розподіл за видом графіків навантаження:

- приймачі, які працюють в режимі тривало незмінної або мало мінливого навантаження. Даний режим передбачає, що електрична машина або апарат

працюють довгий час без підвищення температури окремих частин вище допустимої (електродвигуни насосів, вентиляторів, компресорів тощо);

- приймачі, що працюють у режимі короткочасного навантаження. Даний режим передбачає, що період роботи електричної машини не дуже тривалий, з метою зниження температури окремих частин до встановленого значення. В даному випадку період зупинки приймачів є достатньо тривалим, таким чином приймач майже встигає охолоджуватись до температури навколишнього середовища.

– приймачі, що експлуатуються в режимі повторно-короткочасного навантаження.

В даному режимі короткочасні періоди роботи можуть чергуватись разом з короткочасними періодами відключення. Режим характеризується тим фактом, що існує висока тривалість включення та циклу. В такому випадку приймач працює при допустимій тривалості необмежений час без ймовірності підвищення температури окремих частин вище за допустиму [14, с.112]

За характером збитків, які може зазнати підприємство у випадку зміни електропостачання, електроприймачам мають відповідну категорію відносно забезпечення надійності їх електропостачання.

За правилами поділяються на такі основні категорії з безперебійності живлення:

I - електроприймачі, порушення електропостачання яких призводить до небезпеки для життя людей, значних збитків народному господарству, пошкодження обладнання, масового браку продукції, розладу складного технологічного процесу, порушення особливо важливих елементів народного господарства ;

II - електроприймачі, перерва електропостачання яких пов'язана з масовим недовипуском продукції, простоем робітників, механізмів та промислового транспорту, порушенням нормальної діяльності значної кількості міських жителів;

III - всі інші електроприймачі, які не підходять під визначення I і II категорій, що допускають перерви в електропостачанні без істотних збитків для споживачів протягом часу, необхідного для ремонту або заміни електрообладнання, вийшло з ладу.

Загальні вимоги до схеми електропостачання можуть бути в залежності від різних факторів, в загальному вигляді вони наступні:

1. Джерела живлення слід розташовувати ближче до електроустановок споживачів.

2. Загальна система електропостачання має функцію забезпечення необхідної надійності живлення підприємства, цеху, ділянки і т.д. за категорією та ступенем відповідальності.

3. Побудова схеми електропостачання повинна мати такий вигляд, що кожен елемент був під напругою в режимі 24/7.

4. Необхідним є дозвіл до роботи кожного елемента схеми (ліній, трансформаторів). Таким чином, під час паралельної роботи струми короткого замикання збільшуються, що призводить до ускладнення пристрою релейного захисту.

5. Під час проекту та експлуатації схеми електропостачання повинно бути застосовано глибоке секціонування шин на кожному об'єкті системи розподілу енергії.

6. Необхідно передбачити заходи забезпечення відповідних показників якості електроенергії – стабільність струму, відсутність коливань, відхилення напруги.

7. Загальна система електропостачання має вимогу щодо передбачення та забезпечення ймовірності показників зростання електричних навантажень на майбутні десять років.

8. До системи електропостачання об'єкта також є вимога відносно задоволення економічності у розрахунку відповідності мінімуму витрат, простоті, зручності та безпеці експлуатації [17, с.204].

1.3 Споживачі електричної енергії

Споживачами електроенергії можуть бути велика кількість та різноманітність об'єктів, в залежності від видів приймачів енергії, розміру та режиму споживання енергії, вимог до надійності електропостачання та якості електроенергії.

Слід виділити за категоріями основні групи споживачів:

1. Промислові підприємства.
2. Електрифікований транспорт.
3. Сільське господарство.
4. Побутові споживачі.

Розглянемо більш детально кожну з категорій.

Промислові підприємства

Промислові підприємства споживають від 30 до 70% електроенергії, що виробляється у складі ЕЕС. До цієї групи входять підприємства машинобудування, чорної та кольорової металургії, хімічної промисловості, будматеріалів, текстильних та продовольчих виробництв та багатьох інших [3].

Сумарні встановлені потужності електроприймачів і відповідні їм електричні навантаження промислових підприємств змінюються в вельми широких межах, орієнтовно від одиниць мегават (металообробка, дрібне машинобудування і т.п.) до 300 ... 500 МВт і більше (велике машинобудування і чорна металургія кольорових металів).

Разом з тим, для основної частини підприємств характерні потужності в межах 30...150 МВт.

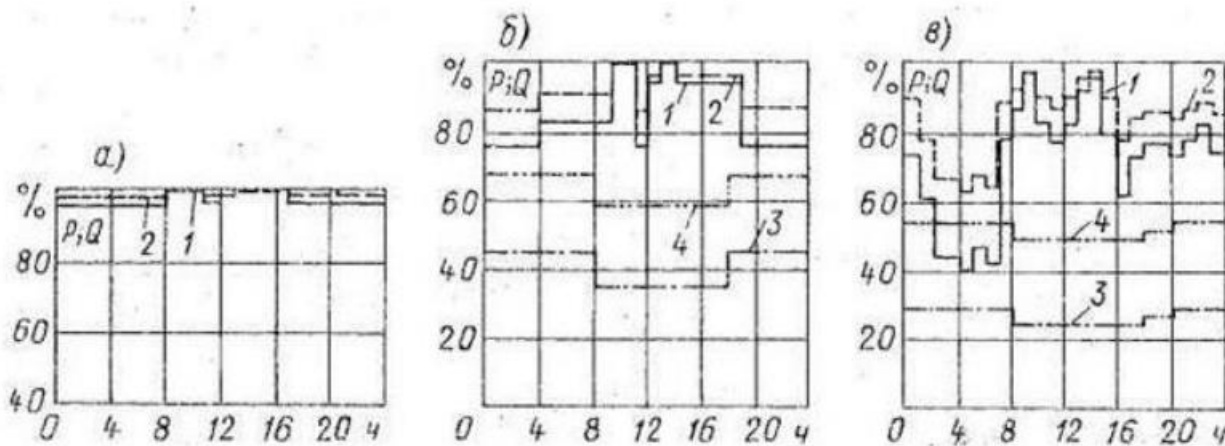


Рисунок 1.6 Характерні добові графіки навантажень підприємств.

- а) – кольорової металургії;
- б) - хімічної промисловості;
- в) – автомобільної промисловості;
- 1- активне навантаження робочого дня;
- 2-те ж, реактивна;
- 3- активне навантаження вихідного дня;
- 4 – те саме, реактивна.

Більшість промислових виробництв потребує високої надійності електропостачання, допускаючи перерви подачі напруги на час включення резервного живлення (резервні лінії, трансформатори) межах 1-2 с (I категорія надійності електропостачання) [36].

Поруч із:

а) ряд виробничих процесів хімічної, нафтопереробної, електронної та інших видів промисловості вимагають практично безперервного електропостачання (особлива категорія з ПУЕ), що здійснюється спеціальними резервними установками;

б) ряд цехів та підприємства в цілому (складські приміщення, заготівля напівфабрикатів, деревообробні виробництва) допускають перерви

електропостачання на час оперативних перемикань черговим персоналом у розподільних електромережах до 1 кВ та більш високих номінальних напруг (II категорія)

Електрифікований транспорт

Випрямні підстанції електротранспорту на постійному струмі (міський, промисловий, міжміський) та знижувальні підстанції міжміського електротранспорту на змінному струмі живляться електроенергією від електричних мереж електроенергетичних систем[3].

Відповідно до підстанції міського електротранспорту (трамвай, тролейбус, метрополітен) розташовуються на територіях міст і є споживачами електроенергії міських мереж. Знижувальні підстанції міжміського транспорту, що живляться безпосередньо від електричних мереж енергосистем, як правило, також розташовуються на території або поблизу населених пунктів. Знижувальні підстанції міжміського електротранспорту живляться мережами 35...110...220 кВ [43].

Системи електропостачання електричного транспорту повинні мати високу надійність електропостачання.

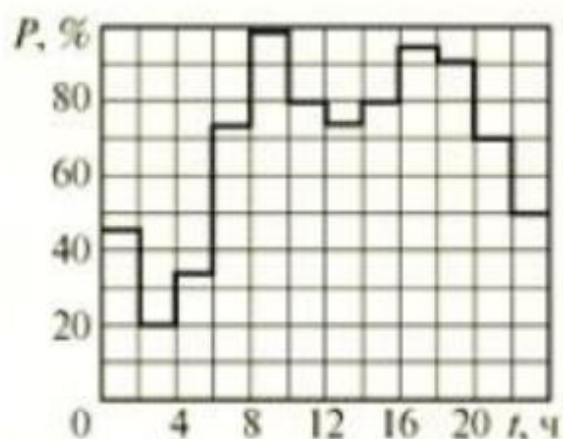


Рисунок 1.7 Добовий графік навантаження міського електричного транспорту

Сільське господарство

Система електропостачання сільського господарства включає харчування електроенергією всіх споживачів, що розташовані на території сільськогосподарських районів [3].

Це - електропостачання всіх видів сільськогосподарських виробництв, а також комплексів комунально-побутових споживачів сільських населених пунктів. Прикладами споживачів електроенергії в даній галузі є тваринницькі, птахівницькі, зернообробні комплекси, зерно- та овочесховища, парникові установки, а також житлові будівлі, медичні, торгові, культурно-освітні заклади тощо. Електричні навантаження окремих споживачів змінюються в досить широких межах: від одиниць кіловат для малоповерхових будівель до одиниць мегават для тваринницьких та зернообробних комплексів.

Харчування електроенергією сільськогосподарських споживачів здійснюється переважно від підстанцій 35...110 кВт [36].

Побутові споживачі

До цієї групи відноситься широке коло будівель, розташованих у житлових районах міст та населених пунктів [3]. Це – житлові будинки, будинки адміністративно-управлінського призначення, навчальні та наукові заклади, магазини, будівлі охорони здоров'я, культурно-масового призначення, комунального харчування тощо. Встановлена потужність електроприймачів житлових та громадських будинках (залежно від типу, кількості поверхів та житлових секцій) становить від 100...200 кВт до одиниць мегават.

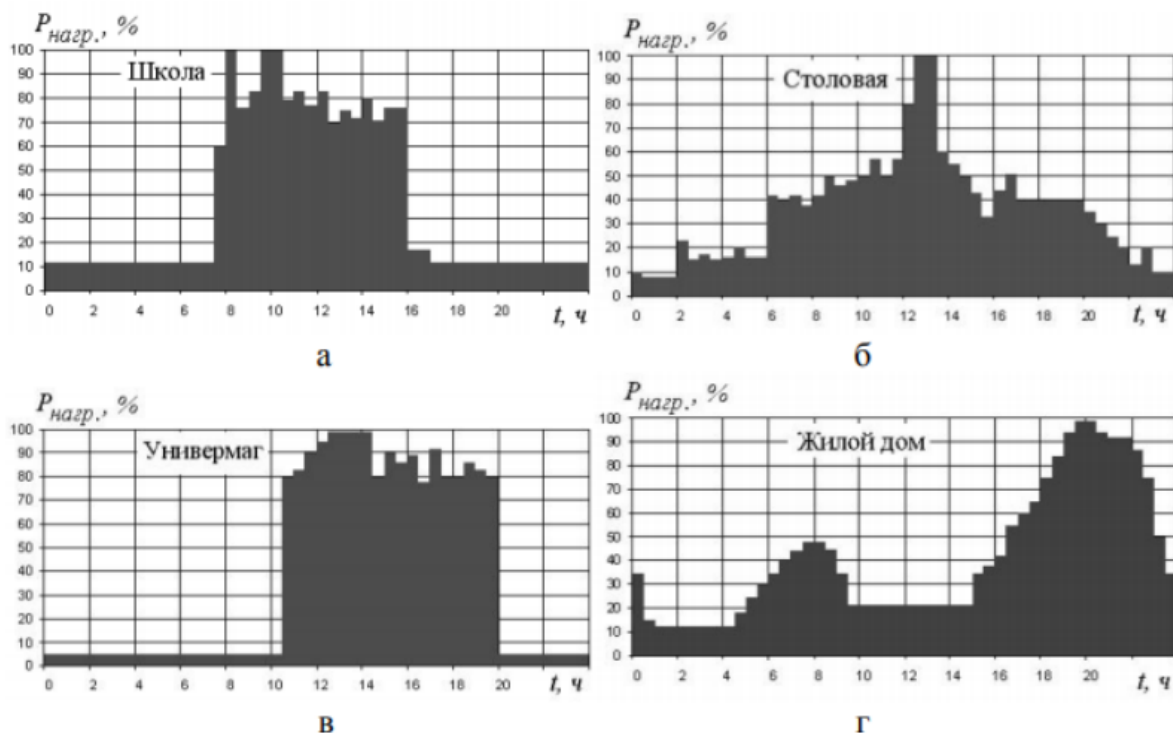


Рисунок 1.8 Добові графіки електричних навантажень міських об'єктів

Основними типами сучасних електроприймачів будівель даного призначення є прилади електричного освітлення, нагрівальні прилади (плити, опалення, гаряча вода), холодильники та морозильники, кондиціонери повітря та різні прилади електронного типу (аудіо відеотехніка, тощо) [4, с.56].

Переважаючі лампи розжарювання в освітлювальних установках та електроприймачів нагрівального типу визначають високі значення коефіцієнтів потужності на введеннях у будівлі (0,9-0,95) за годину добових максимумів навантажень

1.4 Основні джерела енергії в системі електропостачання

Джерела основної електричної енергії

- Теплові електростанції

Працюють на органічному паливі – мазут, вугілля, торф, газ, сланці. Розміщуються ТЕС, головним чином, у тому регіоні, де є природні ресурси та поблизу великих нафтопереробних підприємств [38, с.112].

- Гідроелектростанції

Зводяться в місцях, де великі річки перекиваються греблею, і завдяки енергії падаючої води обертаються турбіни електрогенератора. Отримання електроенергії таким методом вважається екологічним за рахунок того, що не відбувається спалювання різних видів палива, отже, відсутні шкідливі відходи.

- Атомні електростанції

Для нагрівання води потрібна енергія тепла, що виділяється внаслідок ядерної реакції. А в іншому вона схожа на теплову електростанцію.

Нетрадиційні джерела енергії

До них відносяться вітер, сонце, тепло земних турбін та океанічні припливи. Останнім часом їх частіше використовують як нетрадиційні додаткові джерела енергії. Вчені стверджують, що до 2050 року нетрадиційні енергоджерела стануть основними, а звичайні втратять своє значення.

- Енергія сонця

Є кілька способів застосування. Під час фізичного методу отримання енергії сонця застосовуються гальванічні батареї, здатні поглинати та перетворювати сонячну енергію на електричну або теплову. Також використовується система дзеркал, що відбиває сонячні промені і направляє їх у труби, заповнені олією, де концентрується сонячне тепло. У деяких регіонах доцільніше використовувати сонячні колектори, за допомогою яких є можливість у частковому вирішенні екологічної проблеми та використання енергії для побутових потреб.

Основні переваги енергії сонця – загальнодоступність та невичерпність джерел, повна безпека для довкілля, основні екологічно чисті джерела енергії.

Головний недолік – потреба у великих площах землі для будівництва сонячної електростанції.

- Приливні електростанції

Для електричної енергії використовується енергія припливу. З метою побудови найпростішої приливної електростанції, необхідно використовувати басейн, який перекидає гребкою гирло річки або затока. Гребля оснащена гідротурбінами та водопропускними отворами.

Вода під час припливу надходить у басейн і коли відбувається порівняння рівнів води в басейні та в морі, водопропускні отвори закриваються. З наближенням відпливу водний рівень зменшується, натиск стає достатньою сили, турбіни та електрогенератори починають свою роботу, поступово вода з басейну йде [35].

Нові джерела енергії у вигляді приливних електростанцій мають деякі мінуси – порушення нормального обміну прісної та солоної води; вплив на клімат, тому в результаті їх роботи змінюється енергетичний потенціал вод, швидкість та площа переміщення.

Плюси – екологічність, невисока собівартість виробленої енергії, скорочення рівня видобутку, спалювання та транспортування органічного палива.

- Нетрадиційні геотермальні джерела енергії

Для виробництва енергії використовують тепло земних турбін (глибинні гарячі джерела). Це тепло можна використовувати в будь-якому регіоні, але витрати зможуть окупитися тільки там, де гарячі води максимально наближені до земної кори - території активної діяльності гейзерів і вулканів.

Основні джерела енергії представлені двома типами – підземний басейн природного теплоносія (гідротермальний, паротермальний або пароводяний джерела) та тепло гірських гарячих порід.

Перший тип є готові до застосування підземні котли, з яких пару або воду можна добувати звичайними буровими свердловинами. Другий тип дає можливість одержання пари або перегрітої води, які надалі можна використовувати з енергетичною метою. Основний недолік обох типів – слабка концентрація геотермічних аномалій, коли гарячі породи чи джерела підходять

до поверхні. Також потрібне зворотне закачування в підземний горизонт відпрацьованої води, оскільки термальна вода має безліч солей токсичних металів та хімічних сполук, які не можна скидати у поверхневі водні системи.

Переваги – ці запаси невичерпні. Геотермальна енергія користується великою популярністю завдяки активній діяльності вулканів та гейзерів, територія яких займає 1/10 площі Землі [51].

Нові перспективні джерела енергії – біомаса

Біомаса буває первинною та вторинною. Для отримання енергії можна використовувати висушені водорості, відходи сільського господарства, деревину і т. д. Біологічний варіант використання енергії – одержання з гною біогазу в результаті зброджування без повітря.

На сьогоднішній день у світі накопичилася пристойна кількість сміття, що погіршує навколишнє середовище, сміття впливає на людей, тварин і на все живе. Саме тому потрібен розвиток енергетики, де використовуватиметься вторинна біомаса для запобігання забрудненню навколишнього середовища.

За підрахунками вчених, населені пункти можуть повністю забезпечувати себе електроенергією лише за рахунок сміття. Понад те, відходи практично відсутні. Отже, вирішуватиметься проблема знищення сміття одночасно із забезпеченням населення електроенергією за мінімальних витрат. Переваги – не підвищується концентрація вуглекислого газу, вирішується проблема використання сміття, отже покращується екологія.

- Одним із найбільш перспективних напрямів підвищення енергетичної ефективності локальних систем електропостачання є використання в енергетичному балансі регіонів відновлюваних джерел енергії [4]. Вони характеризуються екологічною чистотою, високою безпекою, багато хто з них повсюдно доступні, а їх ресурси багато вкотре перевищують доступні для огляду потреби в енергії всього людства. Але не дивлячись на всі позитивні якості відновлювальних джерел енергії, їм притаманні і недоліки, основними з яких є

мала щільність, нерівномірність географічного розподілу та нестабільність (добова, сезонна, погодна) енергетичних потоків.

Недосконалість технологій також обмежує їх широке поширення. Вирішення цих проблем, безперечно, можливо і здійснено. Вже зараз рівень розвитку сучасної науки та техніки дозволяє успішно використовувати відновлювальні джерела енергії для енергопостачання споживачів у низці випадків. Для початку необхідно хоча б частково намагатися вводити дані системи до централізованої енергосистеми.

У випадку системи комбінованого електропостачання з урахуванням відновлювальних джерел енергії залежно від типу використання первинного енергоносія можна розділити на групи:

- Фотоелектричні модулі.
- Вітроелектричні установки.
- Малі гідроелектростанції.
- Геотермальні станції.

Висновки до розділу 1

Таким чином, об'єднана енергетична система України (ОЕСУ) це сукупність всіх існуючих електростанцій, електричних мереж, та багато інших об'єктів електроенергетики. Всі ці об'єкти об'єднані загальним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної енергії за умов централізованого управління даним режимом.

Основою електроенергетики країни є ОЕС України, яка здійснює централізоване забезпечення електроенергією внутрішніх споживачів, взаємодіє з енергосистемами суміжних країн, забезпечує експорт та імпорт електроенергії. Вона поєднує енергогенеруючі потужності, розподільчі мережі регіонів України, пов'язані між собою системоутворюючими лініями електропередачі напругою 220–750 кВ. Централізоване диспетчерське (оперативно-технологічне) управління ОЕС України та організацію паралельної роботи з енергетичними системами інших держав виконує державне підприємство НЕК «Укренерго» (функції Системного оператора згідно Закону України «Про засади функціонування ринку електричної енергії України»). Загальна встановлена потужність електричних станцій ОЕС України на кінець 2015 року складатиме (без енергогенеруючих об'єктів ВЕЗ «Крим») 55,5 тис. МВт, з яких 61,4% припадає на теплові електростанції (ТЕС, ТЕЦ, блок-станції), 24,8% – на атомні електростанції (АЕС), 11,1% – на гідроелектростанції (ГЕС) і гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС), 2,7% – на електростанції, що працюють на альтернативних джерелах енергії (ВЕС, СЕС, БіоЕС).

Розділ 2 Проект впровадження об'єктів відновлювальної енергетики у повоєнному розвитку України

2.1 Приблизний аналіз пошкоджень енергетичного сектору України під час війни

З 2014 року енергетичний сектор України перебуває у стані війни, саме тому, необхідні рішення з початком активної фази війни було відпрацьовано раніше. Але, було виявлено цілий перелік нових та більш загрозливих викликів, серед яких ядерний тероризм РФ відразу після захоплення ЗАЕС, дуже велика кількість пошкоджень об'єктів критичної інфраструктури – газові, електричні мережі, знизився попит на енергетичні продукти через міграцію населення, значно впав рівень оплати за енергоносії.

Попри всі ці виклики, енергетичний сектор України тримається, більш того, з набуттям статусу країни-кандидата у ЄС відбулись певні зміни, постали нові виклики енергетиці та галузі в цілому [15].

З початком війни було впроваджено цілий ряд регуляторних змін, які були необхідні для стабілізації галузі, вирішення критично важливих проблем. Процес триває до сих пір, оскільки на порозі опалювальний сезон 2022/2023, який за прогнозами спеціалістів та фахівців галузі буде найбільш важким за всі роки незалежності України.

Через російську агресію енергетична галузь України зазнала втрати на сотні мільярдів гривень, так, наприклад, 24 квітня росія ракетами знищила Кременчуцьку ТЕЦ. У Полтавській ОВА повідомили, що наступного опалювального сезону без тепла та гарячої води можуть залишитися 180 тисяч мешканців Кременчука. 12 травня, коли на підприємстві розпочалися відновлювальні роботи, потрапила ще одна ракета.

Били високоточними ракетами, тож окупанти розуміли, куди цілили.

Як альтернативу відновленню ТЕЦ у місті розглядають можливість будівництва двох нових котелень.

До початку війни, у лютому 2022 року енергетична галузь України була однією з найпотужніших в Європі, залишається такою і зараз, незважаючи на пошкодження. Так, Україна входить у топ-10 країн Європи за встановленою потужністю електрогенерації, у топ-3 видобувників газу. Україна на своєму балансі має найбільші підземні газові сховища в Європі. Володіє розгалуженими, надійні системами транспортування нафти та нафтопродуктів, газу, ЛЕП, які пов'язані між собою з сусідніми країнами.

Частка вуглецево-нейтральної генерації в Україні є однією з найбільших в Європі. Приблизно 70% електроенергії в Україні виробляється за рахунок гідро, атомної та відновлювальної генерації. Диверсифікація виробництва електроенергії є запорукою енергобезпеки країни [27].

Україна позбавилась енергозалежності від РФ, незважаючи на становище, опалювальний період 2021/2022 було пройдено стабільно та спокійно, без обмежень. Була проведена диверсифікація джерел постачання вугілля наступними кроками: 1,4 млн тонн вугілля було доставлено морським шляхом (18 човнів), очікувалося ще 8 човнів з 0,6 млн тонн вугілля (50% від всього імпорту).

Перед війною, а саме 23.02.2022 на українських складах було 701 тисячі тонн вугілля, цей показник вдвічі більший за показники 2021 року.

Було впроваджено заходи з економії вугілля шляхом власного видобутку вугілля, використання енергії АЕС та ВДЕ.

На протязі 2021 року України побудувала нових потужностей ВДЕ на 1,2 ГВт, це суттєво зменшило потребу у вугіллі.

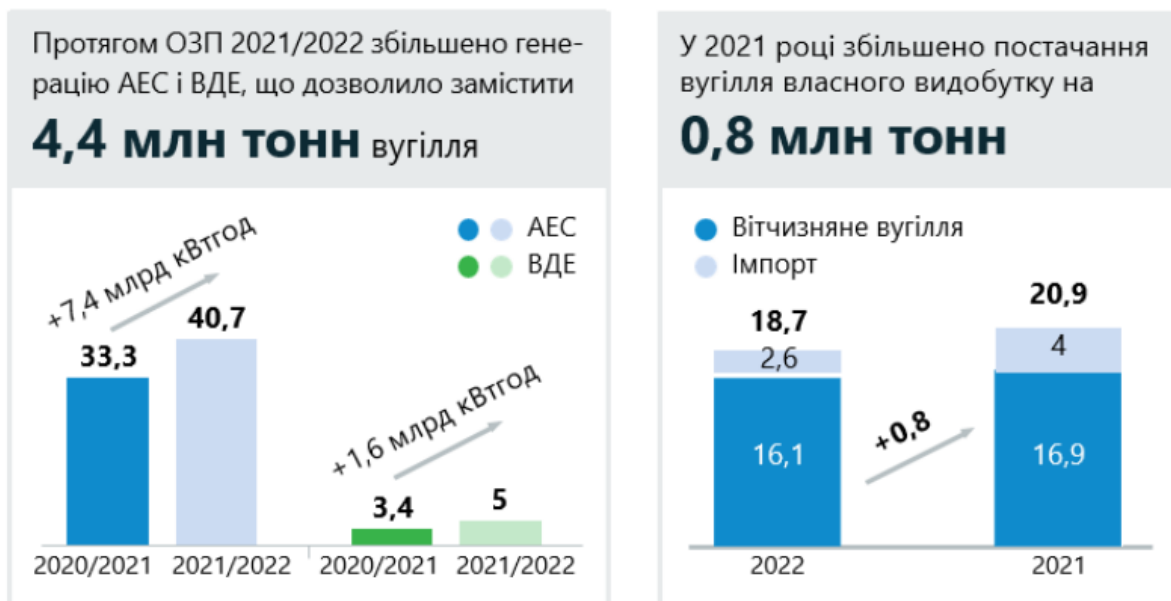


Рисунок 2.1 Генерація АЕС та ВДЕ

Україна забезпечувала себе газовими ресурсами на 67%, інші було імпортовано з країн ЄС, у різних постачальників.

Величезні підземні сховища газу, якими володіє Україна є запорукою енергобезпеки країни. Перед початком війни в газосховищах знаходилось - 10,2 млрд куб. м газу – показник, якого достатньо для забезпечення ринку споживачів України до кінця опалювального сезону, навіть без нового імпорту.

ГТС України був гарантом забезпечення потужностей наступного імпорту газу з країн ЄС.

Війна дуже негативно вплинула на енергетичну галузь України.

Особливими стратегічними цілями ворога стали саме об'єкти енергетичної сфери, це обумовлено, насамперед через геополітичне, економічне стратегічне значення. На восьмий місяць війни слід констатувати, що енергетичний сектор має стійкість, він впорався зі всіма критичними ситуаціями, працівники галузі демонструють високий професіоналізм [26].

Розподіл операційної потужності об'єктів електрогенерації, МВт

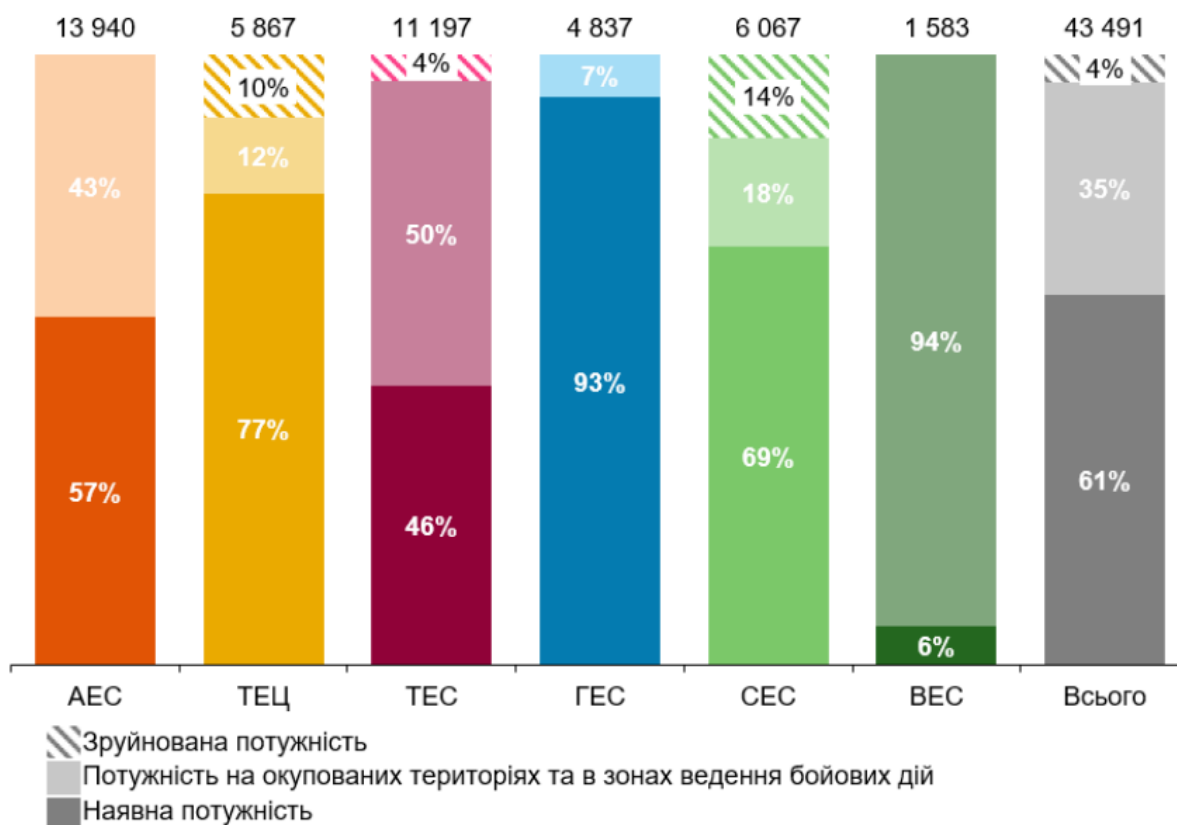


Рис. 2.2 Розподіл операційної потужності об'єктів генерації, МВт

Приблизно 4% генеруючих потужностей енергетичного сектору було частково або повністю знищено внаслідок військової агресії РФ, 35% потужностей на даний момент перебувають під тимчасовою окупацією.

Так, найбільша в Європі ЗАЕС функціонує в системі енергетики України, при цьому знаходиться під окупацією ворога [15].

Виробнича потужність ЗАЕС – 6000 МВт, це 43% загального показника потужності від усіх АЕС України.

50% теплової генерації було зруйновано, або знаходяться під окупацією, 30% сонячної генерації, 90% вітрогенерації.

На 10-12% було скорочення відобуток газу, пошкоджені та не функціонують НПЗ, виробництво яких забезпечувало 30% нафтопродукції для України. Існують дуже великі логістичні та інші складові постачання нафтопродукції.

На червень 2022 року прямі збитки, які зазнав енергетичний сектор України, нафтогазовий сектор складає приблизно 47 мільярдів гривень (1,7 млрд. доларів).

Непрямі втрати енергетичної сфери фахівці енергетичної галузі оцінюють у 341,8 мільярдів гривень. Сектор видобутку, транзиту та розподілу газу має збитки на суму 61 мільярд гривень, сектор нафтовидобутку та нафтопереробки – 66 мільярдів гривень.

Електромережі та підстанції від ворожого вогню постраждали одними з найперших. Їхнє відновлення стало першочерговим завданням. У деяких областях із цим уже впоралися. В інших регіонах роботи непочатий край.

Так, 18 травня компанія ДПЕК повідомила, що на 100% відновила світло на Київщині.

За оцінкою генерального директора «ДТЕК Київські регіональні електромережі» Віталія Шайди, відновлення мереж області до якості та надійності довоєнного часу вимагатиме інвестицій у 1 млрд грн. Понад 300 млн. грн. вже вклали (з оборотних коштів компанії).

Ще 600-700 млн грн потрібно вкласти у 2022-23 рр. під час другого етапу робіт – відновлення резервних джерел харчування.

Збитки на вересень 2022 року в енергетичному сектору через військову агресію РФ в Україні оцінюються в 2 мільярди доларів. Тут враховується не лише вартість активу, а й те, скільки б він міг виробити електроенергію та заробити на її продажу [26].

Найбільше з початку війни постраждала Луганська ТЕС ДТЕК. Також фактично повністю розбито Охтирську ТЕЦ (було пряме влучення двох снарядів).

Збитки в сонячній енергетиці через агресію.

З початку повномасштабного вторгнення РФ в Україну зруйновано чи пошкоджено більш ніж 550 МВт домашніх СЕС та сонячних електростанцій.

Як повідомляє Міненерго, станом на липень 2022 року більш ніж 30% потужностей ВДЕ наразі призупинило виробництво електроенергії через війну:

90% вітрової та 12% сонячної в залежності від загальної кількості встановлених потужностей відповідно [39].

Ці показники АСУН базуються на понад 50 опитаних власників сонячних електростанцій, установки зазнали пошкоджень з початку вторгнення.

68% зруйнованих об'єктів встановлювали на окупованих територіях чи недалеко від лінії бойових дій; із загальної кількості електростанцій, що зазнали шкоди, промислові покрівельні СЕС складають 5,9% промислові наземні – 29,4%, домашні – 64,7%,

Попри всі зазанані збитки, Україна впевненими кроками наближається до енергетичної незалежності та покладає всі можливі сили, щоб "зелена" енергетика могла далі існувати та розвиватися.

Генеральний директор SolarWind Systems (Київ) зауважив, що 88% із 45 000 електростанцій приватних українських СЕС до початку війни були мережевими.

Внаслідок повномасштабного вторгнення РФ більшість населених пунктів і районів знеструмилось і власників цих СЕС довелося зіштовхнутись з мінусами "зеленого" тарифу, бо встановлені панелі наразі вимкнені [11].

Певна річ, існують методи одержати автономність шляхом ручних інструментів, але для одержання повної автономності треба спеціальні складові, що нереально придбати у звичайних магазинах. Певна кількість власників вже модернізують свої мережеві станції на автономні чи гібридні за допомогою додаткових гібридних або автономних інверторів та акумуляторів.

Для скорочення бюджету на модернізацію є варіант перевести частину встановлених панелей на новий інвертор. Гібридні станції дорожче будувати, але вони забезпечують енергонезалежність.

Прикладом може слугувати ситуація, коли гібридна станція допомогла сім'ї мешканця Київської області Олександра Ананьєва та його односельцям пережити російську окупацію. Його селище перебувало в окупації майже місяць. За даними ЕкоПолітики, виробники сонячної електроенергії закликали українців

раніше якомога швидше запроваджувати сонячні панелі, через це світові інвестиції в СЕС тільки будуть зростати.

Кібератаки на енергетичну інфраструктуру

На початку повномасштабного вторгнення на об'єкти енергетичної інфраструктури здійснилось більш ніж двісті тисяч кібератак, за весь 2021 рік їх нараховано близько дев'ятсот тисяч.

Кількість кібератак на сферу енергетики у перші сорок сім днів війни переважала цифру у двісті тисяч, тоді як за весь 2021 їхня кількість становила дев'ятсот тисяч. В останній час спеціалісти зафіксували п'ятдесят спроб DDoS-атак. У минулому році їх налічували лише дві. Якщо казати про саме міністерство, то лише за останній тиждень зафіксували близько двадцяти тисяч випадків з питань кібербезпеки, що мали на меті порушити вразливість його інфраструктури [35].

За даними Енергореформи, беручи до уваги ці дані, з початку російського вторгнення кількість кібератак на енергоінфраструктуру підвищилась у 1,7 рази.

Шляхом злагодженої роботи команд міністерства та решти державних органів, зокрема урядової команди CERT-UA, ці атаки вдалося відбити.

Інфраструктура цілісна максимально.

Одночасно, більша кількість атак проводиться саме по електроенергетичному сектору, а саме, по НЕК "Укренерго" та обленерго.

Через те, що ці атаки спричинює країна-агресор, існували спроби завадити під'єднанню української енергосистеми до європейської мережі, але не зважаючи ні на що, ми це зробили, і це можна вважати однією з найбільших перемог за роки незалежності. Зовсім недавно успішно відбито велику кібератаку на одне з найбільших обленерго України. Якби спричинена атака вдалась, 1,5-2 млн. приватних споживачів позбулося б світла, не беручи до уваги вже промисловість.

Відновлення має відбуватися за допомогою українського Фонду відновлення та підтримки міжнародних партнерів. Інакше ОСР буде вимушений

користуватись коштами інвестиційної програми наступних років, що спричинить гальмування реконструкції підстанцій й розвитку мереж. Це спричинить негативний вплив на плани збільшення автоматизації та надійності, зменшення аварійності.

У «Миколаївобленерго» попередньо оцінили збитки на початок травня. Без тимчасово окупованих територій вони становлять більш ніж 350 млн грн, але наразі на території регіону надалі йдуть бойові дії, тому загалом дати оцінку масштабу руйнувань не здатен ніхто.

Під час відновлення компанія хотіла б зосередити більшу увагу на збільшенні рівня автоматизації керування мережами [42].

Насамперед, це розвиток smart grid – розумних мереж. Компоненти відомі – автоматизація підстанцій 35 кВ і більше, трансформаторних підстанцій та розподільчих пунктів 20 кВ, ліній 10 кВ і більше; запровадження автоматизованих систем моніторингу та керування електромережами та розвинення новітніх диспетчерських центрів; формування систем інтелектуального обліку електроенергії тощо.

Цілі автоматизації – зменшити показник SAIDI (вимірюється в хвилинах/рік), тобто той час, коли у споживачів немає електроенергії. Середні показники по Україні у 2020 році склали 816 хв, тоді як у 2019 році у а у Німеччині – 12 хв, Румунії – 179 хв, у Хорватії – 193 хв. Минулого року для українського обленерго було запроваджене стимулююче тарифоутворення (RAB-регулювання). Його використання має підвищити інвестиції у мережі збільшенням їх надійності. Вересень минулого року відзначився для Міненерго розробленою ідеєю запровадження «розумних мереж» в Україні до 2035 року, яка мала на меті покращення мереж саме у напрямку smart grid – високоавтоматизованих систем.

Однак і темпи автоматизації мереж, і шляхи фінансування, після перемоги слід буде переглянути. Вже немає змоги формувати розумні мережі шляхом RAB-регулювання.

Решта експертів такої ж думки: не можна відбудовувати та розвивати електромережі лише коштами тарифів. Потрібна інший алгоритм та інші шляхи інвестицій, фінансування, кредитування, які б гарантували обсяг, який на сьогоднішній день вже складає сотні мільйонів доларів. Відбудовувати та розвивати треба перед усе із притягненням українських промислових виробництв, українських будівельно-монтажних, налагоджувальних та проектних установ [15].

Існує потреба одержувати міжнародну допомогу не тільки оснащенням, а й ліцензіями на виробництво. У нас має бути право на сервісне надання послуг та формування спільних підприємств. У такий спосіб ми підвищимо об'єм використання нашої промисловості. Так само треба сформулювати алгоритми електрифікації міст та проводити це разом із регіональним управлінням та спільними регіональними програмами об'єднати наші енергетичні підприємства.

Потрібно проаналізувати модель створення міських систем з подальшою відмовою від центрального постачання теплоносіїв (у деяких містах і взагалі від постачання теплоносія) у середніх та малих містах, у випадку, коли три-чотири котельні на 5-10 МВт в змозі надати тепло цілим районам.

Йтиметься про довгостроковий безпековий етап, коли дуже важко пошкодити місцеву інфраструктуру, а у випадку пошкодження треба тільки замінити трансформаторну підстанції – не треба буде зводити нову ТЕЦ. Запитання відновлення.

Можна обійтися без багаторічної забудівлі нової інфраструктури, поновлення теплових мереж, казанів. Зате мова буде йти про капітальний ремонт будинку 1 під'єднання до електроенергії.

Випадок в Кременчuzі має стати прикладом для проведення аналізу загального становища з теплопостачанням в Україні, систем безпеки всіх систем ЖКГ й енергетики, аби мати змогу не допустити таких комунальних масштабних проблем.

Пошкодження електромереж у будинках з електричним опаленням у більшості випадків не призводять до критичних результатів, як приклад, у ситуації з тепловими або газовими мережами. Їхній ремонт простіше. Виробники «зеленої» електроенергії є найсучаснішим сектором розвитку української енергетики, який через вторгнення РФ опинився на межі банкрутства [46].

Однак інвестори не втрачають надії, що вони мають змогу не тільки відшкодувати збитки, а й пришвидшити темпи розвинення ВДЕ.

Власники станцій сподіваються на надання допомоги для відновлення/ремонту станцій коштами із фондів післявоєнного відновлення й репарацій. Сподіваються на під'єднання виробників ВДЕ до програм українського Фонду відновлення, на виділення коштів із фонду відновлення енергетики, створеного при Energy Community, де наразі складаються списки об'єктів енергетичної інфраструктури, які зазнали шкоди. Значно виняткова критична така допомога для станцій, що зобов'язані за кредитами та які мають значні пошкодження й не в змозі продовжувати роботу.

Власники станцій розпочали роботу по відновленню на звільнених територіях, де це можливо. Разом з початком повномасштабного вторгнення Росії в Україну країни розпочали декларувати плани на рахунок прискорення переходу від викопного палива до ВДЕ, збільшується попит на оснащення. Ми очікуємо, що майбутній розвиток ВДЕ у світі та Україні не зменшить темпів, а навпаки підвищиться. Україні потрібно знижувати залежність від викопного палива, підвищувати потужності для виробництва теплової та електричної енергії із ВДЕ, «зеленого» водню, який надалі може замінити газ [31].

Існує потреба будувати системи накопичення енергії

Відновлювання енергетики є більш широким завданням, ніж завдання відновлювання, що ставлять на виконання окремі організації. Беручи до уваги, що віднині ризик повторного вторгнення РФ буде повсякчас, сфера ніколи не прийде до ситуації, яка була створена до 24 лютого 2022 року.

Під час масованого вторгнення з'явилися ризики, якими не варто буде нехтувати і після перемоги. Для їхньої ліквідації Україна має перепланувати всю економіку.

Децентралізація як вирішення проблеми великої вразливості міст

Недолік мегаполісів сьогодення: куди не стрільни – кудись попадеш. Це не обов'язково має бути запланована мета. Це може бути система електро-, тепло-, газопостачання, ушкодження якої здатне поставити під загрозу майбутнє існування міста під час зими. Ймовірність ризиків залежить від розміру міста. Для цього бажано, аби вся інфраструктура була децентралізована, аби у випадку появи проблеми була змога локалізувати та вирішити її. Часи заводів-монстрів спливають: вони проілюструвати власну вразливість, насамперед в 150-200 км зоні від кордону з РФ і Білорусією (включаючи і Київ) [15].

Необхідна децентралізована, захищена економіка, що буде спрямована на забезпечення потреб країни з точки зору максимальної оборони. Держава зобов'язана мати обширну мережу потужностей, яка гарантує забезпечити елементарні потреби армії (каска, патрони, бронежилети тощо). Ці підприємства мають бути розташовані в найбільшій кількості громад, аби не зосереджувати виробництво, бізнес у мономістах, аби велика кількість громад зацікавилась у власному розвитку. Зміна укладу економіки та структури життєзабезпечення громад та міст Україна на нову не в змозі поновлювати стару економіку, що відставала за показниками енергоємності від цивілізованих держав якнайменше у 2,5-3 рази. Необхідно створювати безпечну, ресурсоефективну, децентралізовану економіку, найбільш орієнтовану на безпеку держави. Під час децентралізації необхідно розуміти, яку кількість газу, води, світла потрібно спрямувати в ту чи іншу точку, чи містяться в них альтернативні джерела енергії, чи необхідні резервні паливні господарства.

Необхідний єдиний концептуальний підхід до подальшого розвитку України з напрямку її інфраструктури та економіки життєзабезпечення.

Така інфраструктура життєзабезпечення повинна розроблятися та обумовлюватися під час планування розвитку. Звідсіля й проблеми комунікацій, доріг, зв'язку тощо. Україна повинна формувати алгоритм нового порядку всередині держави та відповідно від цього порядку залучати інвесторів. Має бути сформована державна політика, яка заохочувала б такі дії. В інвесторів має бути розуміння, з якою метою вони це роблять. Не через те, що так комусь хочеться, а через те, що в даному місті будуть жити така кількість жителів, вони будуть там залучені і їх необхідно забезпечити тим.

Інфраструктура вимагає резервів палива, наразі часто несуться заклики застосовувати казани на біомасі, а не пошкоджені теплоцентралі. Ідеї такого типу цікаві, але з'являється проблема: звідки брати в цих точках біомасу та хто забезпечує її присутність. Прикладом може слугувати та сама солома. Вона буде загальнодоступна у випадку, якщо буде розвинене сільське господарство, коли буде вчасно посіяно, прибрано, а тюк із соломою не згорить при першому нальоті [19].

Забезпечення енергоресурсами повинно бути разом із резервними паливними господарствами. Якщо до цього резервні паливні господарства ґрунтувалися на вугіллі та мазуті, то зараз вони можуть працювати на циклічно відновлюваних ресурсах, на біогазі, на відходах сільського господарства.

Найпершим завданням є заохочення технічних аудиторів, що в змозі оглянути будинки на територіях, де відбулися пошкодження.

Потрібно відновлювати будівлі і з'ясувати чи підлягають вони відновленню. Вибухова хвиля може знести лише вікна, але якщо бомба вразила фундамент будівлі, то вона може «скластися» у будь-який час [40].

2.2 Енергетичний потенціал відновлювальних джерел енергії, що використовуються в системі електропостачання

Термін відновлювані джерела енергії (ВДЕ) застосовується по відношенню до тих джерел енергії, запаси яких заповнюються природним чином, насамперед, за рахунок потоку енергії сонячного випромінювання, що надходить на поверхню Землі, і в найближчій перспективі є практично невичерпними. Це насамперед сама сонячна енергія, а також її похідні: енергія вітру, енергія рослинної біомаси, енергія водних потоків тощо [27].

До відновлюваних джерел енергії відносять також геотермальне тепло, що надходить на поверхню Землі з її надр, низькопотенційне тепло навколишнього середовища, яке можна використовувати, наприклад, за допомогою теплових насосів, а також деякі джерела енергії, пов'язані з життєдіяльністю людини (теплові «відходи» житла, органічні відходи промислових та сільськогосподарських виробництв, побутові відходи тощо). Енергетичний потенціал більшості з перерахованих вище ВДЕ в масштабах планети та окремих країн у багато разів перевищує сучасний рівень енергоспоживання, і тому вони можуть розглядатись як можливе джерело виробництва енергії.

Відомі сценарії розвитку людства припускають необхідність широкого освоєння ВДЕ вже в найближчі десятиліття, як унаслідок неминучого скорочення видобутку та підвищення вартості нафти, газу та вугілля, так і з екологічних причин (емісія CO₂ та інші шкідливі впливи традиційної енергетики на довкілля). Використання ВДЕ, як правило, не має серйозного негативного впливу.

На навколишнє середовище, здебільшого вони є екологічно чистими та повсюдно доступними джерелами енергії.

До серйозних недоліків ВДЕ, що обмежують їх широке застосування, відносяться невисока щільність енергетичних потоків та їх непостійність у часі

і, як наслідок цього, необхідність значних витрат на обладнання, що забезпечує збирання, акумулювання та перетворення енергії.

Вартість енергії, що отримується від ВДЕ, протягом останніх років стрімко знижується, і в умовах протилежної тенденції зростання цін на традиційні енергоресурси багато технологій використання ВДЕ стають все більш конкурентоспроможними. Насамперед, це стосується швидко прогресуючих технологій використання біомаси для виробництва тепла та електроенергії, сонячних водонагрівачів, фотоперетворювачів, міні- та мікро-ГЕС, вітроустановок, теплонасосних систем тепlopостачання. Найвищу конкурентоспроможність вони виявляють у децентралізованих системах тепло- та електропостачання. Разом з тим, у багатьох випадках ВДЕ поки що поступаються технологіям, заснованим на використанні традиційних видів палив, насамперед через порівняно високі початкові капітальні витрати. Багато країн реалізують спеціальні національні та колективні програми, спрямовані на стимулювання прискореного освоєння ВДЕ. При цьому як важливий аргумент активної державної підтримки ВДЕ розглядається екологічний фактор, у тому числі зобов'язання країн зі скорочення емісії CO₂ в атмосферу відповідно до Кіотської Угоди.

Серйозним мотиваційним чинником розвитку ВДЕ для багатьох країн, що особливо залежать від імпорту традиційних енергоресурсів, є турбота про енергетичну безпеку. Розвиток ВДЕ поряд із урядами інвестують найбільші світові енергетичні компанії, банки, міжнародні організації та фонди.

Для стимулювання та підтримки впровадження ВДЕ у багатьох країнах використовуються різні форми урядової підтримки [2]:

- пільгові тарифи на продаж електроенергії, виробленої від ВДЕ, в мережу;
- Використання для енергії, одержуваної від ВДЕ, поняття «зелена енергія», що передбачає вищу ціну її для свідомого споживача;
- податкові пільги;
- пільгові кредити;

- законодавчо встановлюється частка ВДЕ в енергобалансі до певного терміну тощо.

Україна істотно відстає від основних розвинених і багатих країн, що розвиваються, як за обсягом, так і за темпами освоєння відновлюваних джерел енергії.

Сумарний внесок ВДЕ в енергетичний баланс України за експертними оцінками не перевищує 1%. У країні не встановлені короткострокові та довгострокові цільові індикатори з освоєння ВДЕ, на відміну від інших країн фактично відсутня законодавча база, що визначає пріоритети та умови розвитку ВДЕ.

Невелика увага розвитку ВДЕ в Україні обумовлена низкою об'єктивних і суб'єктивних факторів:

- сформованим у керівництві країни з урахуванням попереднього досвіду стійким уявленням, що Україна має власні запаси палива;

- все ще значно нижчими, ніж в інших країнах, цінами та тарифами на електричну та теплову енергію в районах централізованого енергопостачання, що знижує економічну конкурентоспроможність ВДЕ;

- слабкою поінформованістю представників федеральних та регіональних органів держуправління, бізнес-спільноти та населення про можливості та переваги використання ВДЕ;

- недостатнім поки що фінансуванням науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт і, що особливо важливо для просування нових технологій на ринок, дослідно-демонстраційних об'єктів у різних регіонах країни.

Необхідність прискореного розвитку ВДЕ країни обумовлена об'єктивними чинниками.

1. Великі території України знаходяться поза системами централізованого енергопостачання. Енергопостачання споживачів тут здійснюється переважно за допомогою автономних енергоустановок, що вимагають завезення дорогого

палива та експлуатація яких пов'язана з великими витратами, не кажучи про їх негативний вплив на довкілля (викиди, паливні контейнери тощо).

2. Понад 50% регіонів країни реально енергодефіцитні - вони змушені постачати енергоресурси з інших регіонів.

Високі темпи розвитку економіки, що мали місце в останні роки, в умовах низьких темпів введення нових енергетичних потужностей, зносу існуючого енергетичного обладнання та пов'язаної з цим наростаючої нестачі електроенергії в масштабах усієї країни [3] ставлять перед керівництвом багатьох регіонів складні завдання введення нових енергетичних потужностей за практичної відсутності можливості отримати так звані «ліміти» на природний газ у необхідних обсягах. Будівництво гідрої вугільних електростанцій обмежується жорсткими екологічними вимогами [27].

В результаті все більш актуальною стає орієнтація на місцеві енергетичні ресурси і в тому числі на доступні ВДЕ.

3. Зростання цін на всі види палива та електроенергію, а також наявність у багатьох регіонах країни обмежень на підключення до електричних та газових мереж викликали останніми роками стихійний розвиток у країні малої електрогенерації.

Так ринок реагує зміну цінових чинників і поява інфраструктурних обмежень. В умовах відсутності на вітчизняному ринку конкурентоспроможних технологій, які використовують ВДЕ, споживачі застосовують малі електрогенеруючі установки на основі дорогих рідких палив. При цьому пришвидшеними темпами зростає імпорт таких установок. Фінансові втрати вітчизняних товаровиробників обчислюються сотнями мільйонів доларів.

4. За даними статистики, в Україні газифіковано 78,1% міських населених пунктів та лише 38,2% - сіл. Наростають обсяги поставок природного газу за кордон, що в умовах виснаження родовищ, що експлуатуються, і повільного освоєння нових негативно позначається на темпах газифікації населених пунктів у нашій країні та загострює проблеми ефективного теплопостачання.

5. Неухильно та швидко зростають тарифи та ціни на енергоресурси. Особливо гострі ці проблеми для віддалених споживачів, життєзабезпечення яких здійснюється за рахунок палива, що привіз.

6. У багатьох регіонах нарастають екологічні проблеми, у вирішення яких могли б зробити істотний внесок відновлювані джерела енергії.

7. Слід також мати на увазі, що освоєння та впровадження у широких масштабах нових енергетичних технологій у зв'язку з високою інерційністю енергетичного господарства потребує значного часу, як правило, десятиліття. Потрібна завчасна підготовка до зміни структури енергетичного господарства.

При енергетичній та економічній кон'юктурі, що склалася в країні, відновлювані джерела енергії в найближчій перспективі навряд чи зможуть скласти серйозну конкуренцію традиційній енергетиці в районах України з розвиненими системами централізованого енергопостачання. Разом з тим очевидно, що вже сьогодні відновлювані джерела енергії могли б зробити в Україні істотний внесок у вирішення проблем життєзабезпечення, що загострюються, у віддалених районах, що не мають централізованих систем енергопостачання [30].

Зокрема, на основі ширшого використання ВДЕ могли б ефективно вирішуватись багато завдань, які особливо є актуальними на даний час та післявоєнний період під час відбудови та зміцненні енергетичного сектору України:

- електро- та теплопостачання автономних споживачів, розташованих поза системами централізованого енергопостачання;

- скорочення завезення рідкого палива в важкодоступні райони при одночасному підвищенні надійності енергопостачання споживачів;

- підвищення надійності енергопостачання населення та виробництва, особливо сільськогосподарського, у зонах централізованого енергопостачання, головним чином у дефіцитних та тупикових енергосистемах;

- скорочення шкідливих викидів від традиційних енергетичних установок в окремих містах та населених пунктах зі складною екологічною обстановкою, а також у туристично-рекреаційних зонах та місцях масового відпочинку населення.

Станом на сьогодні в Україні немає геотермальних електростанцій, що діють. На даний момент підписано лише меморандуми з іноземними державами щодо співробітництва у сфері геотермальної енергетики та вивчення геотермального потенціалу України.

Відкриваються хороші перспективи для ефективного використання ВДЕ в рамках особливих туристичних зон, рішення про створення яких у різних регіонах країни вже прийнято. Планується застосування сучасних енергозберігаючих та екологічно чистих енергетичних технологій.

Привабливість цих об'єктів широкого ефективного використання ВДЕ обумовлена як економічними причинами, а й жорсткими екологічними вимогами. Виконані попередні опрацювання показують високу ефективність комбінованого використання сонячної енергії, енергії вітру, геотермальної енергії, енергії біомаси,

Зростає попит на автономні енергоустановки, у тому числі для енергопостачання телекомунікаційних систем, станцій моніторингу на газо- та нафтопроводах, залізницях, гірських баз та поселень, де малі сонячні, вітрові або комбіновані сонячно-вітрові установки вже сьогодні можуть скласти конкуренцію традиційним дизель- та бензогенераторам або ефективно доповнювати один одного [52].

2.3 Використання об'єктів сонячної та вітроенергетики під час вдбудови енергетичного сектору України

До використання енергії відновлюваних джерел спонукає необхідність скорочення викидів CO₂, які визначили глобальні кліматичні зміни.

Сонячна енергія заснована на поглинанні сонячної радіації або безпосередньо або після оптичної концентрації світлового на малому приймачі. Сонячна енергія може бути перетворена на електричну енергію з використанням фотоелектричних сонячних електростанцій (фотоелектричний СЕС), сонячних електростанцій баштового типу, що працюють по термодинамічному циклу (геліостатні ЕС), сонячних ставків; або теплову із застосуванням сонячних колекторів для нагрівання теплоносія (вода, повітря тощо) [18]. Сонячне випромінювання - одне з найперспективніших джерел енергії майбутнього. У ясну погоду на 1м² земної поверхні в середньому падає 1000 Ватт світлової енергії сонця.

Сонячна енергія надходить на Землю нерівномірно: в одній місцевості сонце світить 320-350 днів на рік, в іншій сонячні дні – рідкість. Виходячи з цього, перед тим, як ставити сонячні батареї з метою вироблення електрики, необхідно розрахувати ефективність застосування даного методу в конкретних кліматичних умовах. 20 Перетворення сонячної енергії здійснюється двома способами: □ фотоелектричним (пряме перетворення світлової енергії на електричну); □ фототермічним (перетворення світлової енергії на теплову, а потім, при необхідності, на електричну) [39].

Річна сонячна радіація за енергетичним змістом багаторазово перевершує всі світові запаси викопного палива (нафти, газу, вугілля, урану) разом узяті. Тільки за одну годину на Землю надходить стільки сонячної енергії, скільки людство використовує протягом року у всіх сферах.

На сьогоднішній день цей потенціал використовується з досить високою ефективністю та помірними витратами. Для цього застосовуються два основні типи генеруючих пристроїв, що перетворюють сонячну енергію на електрику. Країни світу вже багато років користуються сонячними електростанціями, які здатні перетворювати енергію сонця на електричний струм. Вони є різні види споруд, які мають відмінності, і кожна з них працює за власним принципом. Найбільшого поширення набули установки, які працюють на основі

фотоелектричних елементів. Сонячні панелі – основний компонент, який займає чималі площі. Ці установки використовуються як у виробничій сфері, так і в приватному використанні.

Принципи роботи сонячної електростанції однакові будь-якого типу. Розрізняються вони лише різновидами теплообмінника, де, власне, і концентрується вся сонячна енергія. Будь-яка сонячна електростанція обладнана системою стеження, яка у свою чергу забезпечує максимум концентрації сонячних променів на протязі світлового дня.

Сонячні електростанції бувають декількох типів [18]:

- баштового типу;
- тарілчастого типу;
- на параболічних концентраторах;
- сонячно - вакуумні та інші.

Фотоелектричні електростанції здобули широку популярність, в порівнянні з іншими типами. Основним елементом таких установок є сонячні панелі на основі напівпровідникових матеріалів (наприклад, кремнію). Властивості панелей дозволяють отримувати електричний струм шляхом перетворення сонячної енергії.

На сьогоднішній день батарея в середньому виробляє приблизно 120 Вт з 1м² сонячного елемента. Термін служби цих батарей не обмежений і багато виробників обіцяють стабільну, безупинну роботу. Ці батареї на відміну інших типів використовують енергію як прямих, а й розсіяних сонячних променів.

Усі сонячні електростанції можна поділити на кілька видів:

- мережеві СЕС;
- гібридні СЕС (автономні, з'єднані з мережею);
- автономні СЕС.

Особливістю сонячної енергетики є її розподілений характер – можливість безпечної, безшумної та екологічно чистої генерації сонячної електрики безпосередньо в місці споживання без притаманної традиційної енергетики

необхідності створення інфраструктури з доставки сировини та капіталомісткого будівництва протяжних ліній електропередач. При цьому, зрозуміло, поряд із мільйонами малих «індивідуальних» станцій існують і великі форми – у світі діють також гігантські фотоелектричні парки [18].

Сонячне випромінювання Землі має цілу низку особливостей, зокрема:

- є практично невичерпним джерелом відновлюваної енергії Землі, у багато разів перевищує ресурси інших джерел енергії Землі;

- досить добре вивчено для кліматологічних розрахунків, але недостатньо

- для низки енергетичних розрахунків. Особливо це стосується розрахунків щодо створення систем енергопостачання на базі СЕУ для автономних споживачів та невеликих локальних енергосистем;

- відносно безпечно перетворюється на інші види енергії;

- у процесі зміни сонячного випромінювання на Землі в часі та просторі є закономірні та випадкові складові, що значно ускладнює отримання достовірних даних щодо сонячного випромінювання на Землі для енергетичних розрахунків через відносно короткі ряди спостережень за сонячним випромінюванням на Землі, а також обмеженість стаціонарних точок спостереження за сонячним випромінюванням в Україні;

- на поверхні Землі – це розсіяна енергія, яка набагато менше, ніж подібна питома енергія на 1 м² корисної площі у традиційних ТЕС і, тим більше АЕС.

Для створення потужних системних СЕС, у зв'язку з цим, потрібні площі більше, ніж для ТЕС та АЕС аналогічної потужності. З іншого боку, на ЗІ Землі впливає безліч різноманітних чинників, що ускладнює отримання достовірної інформації для енергетичних розрахунків у сонячній енергетиці [9].

Впевненість у тому, що ВДЕ можуть сприяти вирішенню проблем енергетичної безпеки та зниженню екологічного навантаження, змусила уряди багатьох країн надати пільги та інші види підтримки ВДЕ.

Державна підтримка ВДЕ, у тому числі і сонячної енергетики [54] є наявністю законодавчо встановлених економічних стимулів сонячної енергетики і надає вирішальне значення на її розвиток

Серед видів державної підтримки, що успішно застосовуються в ряді країн Європи та США, можна виділити такі види, які представлені в Таблиці 2.1 [39]

Таблиця 2.1 Основні механізми державної підтримки у європейських країнах та США

Вид підтримки	Характеристика вида
Пільговий тариф	Встановлення пільгової ціни купівлі електроенергії, виробленої з використанням ВДЕ. У першому випадку встановлюється фіксований тариф, у другому - пільговий тариф, що залежить від ринкових цін на електроенергію
Субсидії на Будівництво сонячних електростанцій	Надання фінансування за ставками нижчими від ринкових банком розвитку або фінансування через спеціальний фонд розвитку відновлюваної енергії
Податкові пільги на виробництво електроенергії	Податкова пільга, що надається за 1 кВт*год електроенергії, вироблений кваліфікованим об'єктом генерації на ВДЕ. Надається на період 10 років після запуску об'єкта в експлуатацію [34]
Фінансові субсидії, гранти та знижки	Фінансові субсидії є одноразовими виплатами, наданими розробникам або власникам проектів використання поновлюваних джерел енергії, щоб компенсувати інвестиційні витрати. Програма грантів передбачає

	<p>одноразову безповоротну виплату, що надається за конкурсом, для підтримки енергетичного проекту або програми розвитку поновлюваної енергетики.</p> <p>Знижками є платежі, надані власнику удосконаленого об'єкта відновлюваної енергетики для компенсації раніше понесених витрат на ці удосконалення</p>
Інвестиційні податкові пільги	Надаються приватним інвесторам для відшкодування прибуткового податку при здійсненні інвестицій в об'єкт поновлюваної енергетики
Визволення від ПДВ	Дозволяє домовласникам не сплачувати ПДВ при купівлі невеликих генераторів на ВДЕ
Прискорена амортизація	<p>Прискорена амортизація протягом небагатьох років.</p> <p>Амортизаційні витрати відшкодовуватимуться з інших джерел прибутку компанії</p>
Мікрокредитування	Покупець бере невеликий кредит у банку, щоб покрити вартість постачання обладнання та платять за нього розстрочку на протязі узгодженого часу
Безвідсоткові кредити	Надання безвідсоткових кредитів для стимулювання інвестицій у розвиток відновлюваної енергетики
Кредитні гарантії	Для зняття інвестиційних ризиків в об'єкти поновлюваної енергетики на ринках, що розвиваються, експортні агентства або інвестиційний банк можуть надати певні гарантії у щодо валютного курсу чи кредиту

В Україні сонячна енергетика сформувалася як окрема галузь саме лише кілька років тому і досі перебуває на початковому етапі свого розвитку, головним імпульсом якого стало створення державної системи підтримки розвитку генерації на основі ВДЕ.

Механізми державної підтримки сонячної енергетики в Україні, які необхідні для впровадження сонячної енергетики у процесі реконструкції енергосектору [16].

Договір постачання потужності (ДПП)

Економічний механізм не ринкового характеру, що перекладає на споживачів роздрібних ринків вантаж витрат на модернізацію чинної та будівництво нової генерації

Обов'язковість для мережевих організацій купівлі електроенергії (потужності) у об'єктів ВДЕ

Продаж електричної енергії, виробленої функціонуючими на основі ВДЕ кваліфікованими об'єктами, що генерують, мережним компаніям з метою компенсації втрат у розмірі 5% в електричних мережах. Компенсація вартості технологічного приєднання до електричних мереж об'єктів ВДЕ.

Надання з бюджету субсидій у порядку компенсації вартості технологічного приєднання об'єктів, що генерують, у розмірі до 50%, із встановленою генеруючою потужністю не більше 25 МВт, визнаних кваліфікованими об'єктами.

Значний прогрес у галузі технологій відновлюваної енергетики та, зокрема, сонячних енергосистем, дає підстави вважати, що те, що сьогодні є лише демонстративною моделлю, у недалекому майбутньому зможе стати типовим проектним рішенням.

Вітроенергетика

Енергія вітру - це кінетична енергія повітря, що рухається. Вітер, що володіє енергією, з'являється через нерівномірне нагрівання атмосфери сонцем, нерівностей поверхні землі та обертання Землі. Швидкість вітру визначає

кількість кінетичної енергії, яка може бути перетворена на механічну енергію або електроенергію. Механічна енергія може використовуватися, наприклад, для помелу зерна та перекачування води.

Механічна енергія може використовуватися для роботи турбін, які виробляють електрику. Ця робота зосереджена саме у вітрової електроенергії, а чи не інших неелектричних формах енергії вітру [19].

Існує два основних способи, за допомогою яких енергія вітру може бути перетворена (як для механічних, так і для електротехнічних цілей): використання сили «аеродинамічного опору», або «підйому». Спосіб аеродинамічного опору означає просте розміщення однієї сторони поверхні проти вітру, в той час, як інша сторона знаходиться з підвітряної сторони.

Рух з допомогою аеродинамічного опору відбувається у тому напрямі, як і дме вітер. Спосіб підйому дещо змінює напрямок вітру і створює силу, перпендикулярну до напрямку вітру. Спосіб аеродинамічного опору менш ефективний, ніж спосіб підйому.

Концентрація енергії вітру коливається у межах від 10 Вт/м² (при легкому вітерці 2,5 м/сек) і до 41000 Вт/м², під час урагану зі швидкістю вітру 40 метрів за секунду (м/с) або 144 км/год. Загалом енергія вітру пропорційна кубу швидкості вітру. Це означає, що електрична потужність надзвичайно чутлива до швидкості вітру (при подвоєнні швидкості вітру потужність збільшується у вісім разів) [58].

Вітроенергетичні установки призначені для того, щоб кінетичну енергію вітру перетворювати на енергію обертання ротора генератора. Вихідна потужність генератора пропорційна площі вітроколеса та швидкості вітру в кубі. Вітроенергетичні установки мають бути дуже великими, оскільки швидкість вітру в середньому не буває дуже високою [39].

Крім того, електроенергія починає вироблятися тоді, коли дме вітер, а не тоді, коли вона необхідна. Вітер є головним відновлюваним джерелом електричної енергії на сьогоднішній день (без урахування гідроенергетики).

2.4 Об'єкти гідроенергетики, геотермальних станцій та біоенергетики під час відбудови енергетичного сектору України

Енергія припливів і відливів - це особливий вид гідроелектростанції, що використовують енергію припливів, а фактично кінетичну енергію обертання Землі.

Приливні електростанції будують на берегах морів, де гравітаційні сили Місяця та Сонця двічі на добу змінюють рівень води. Для отримання енергії затоку або гирло річки перекривають греблею, в якій встановлені гідроагрегати, які можуть працювати як в режимі генератора, так і в режимі насоса (для перекачування води у водосховище для подальшої роботи без припливів і відливів).

В останньому випадку вони називаються гідроакумуючою електростанцією. Незрівнянно потужнішим джерелом водних потоків є припливи і відливи. Підраховано, що потенційно припливи та відливи можуть дати людству приблизно 70 млн. мільярдів кіловат-годин на рік.

На сьогоднішній день ПЕМ поступається тепловій енергетиці: хто вкладатиме мільярди доларів у спорудження ПЕМ, коли є нафта, газ і вугілля, що продаються країнами, що розвиваються, за безцінь? У той же час вона володіє всіма необхідними передумовами, щоб у майбутньому стати найважливішою складовою світової енергетики.

Енергія припливів використовувалася людьми здавна шляхом влаштування приливних млинів на узбережжі Англії, Франції, Іспанії, Канади, США та інших країн. Такі установки виконувались шляхом утворення басейну при перекритті греблями невеликих бухт, де розташовувалися колеса млина, що працювали в період відливу. Діаметри коліс досягали 6 м. В Англії подібна установка під

арками Лондонського мосту з 1580 протягом 250 років гойдала прісну воду для водопостачання [18].

Особливістю приливних електростанцій (ПЕМ) є використання ними природно відновлюваної енергії морських припливів, природа яких пов'язана з припливотворною силою, що виникає при гравітаційній взаємодії Землі з Місяцем та Сонцем. Для водної оболонки Землі практичне значення має лише горизонтальна складова припливотворної сили. Через близькість Місяця до Землі величина припливу під впливом Місяця в 2,2 рази більша за сонячний. 16

Ефективність використання відновлюваної енергії великих ПЕМ може бути досягнута в умовах об'єднаних енергосистем при спільній роботі з ТЕС, АЕС, ГЕС та ГАЕС, завдяки чому при переривчастій роботі ПЕМ у добовому циклі може забезпечуватись її оптимальне вписування у графік навантаження енергосистеми. Так, у період видачі максимальної потужності ПЕМ (при максимальній величині припливу) ГЕС з регулюючими водосховищами можуть відповідно знижувати свою потужність і за рахунок цього збільшити потужність та вироблення в період пікової частини графіка навантажень, у період роботи в насосному режимі ПЕМ використовує надмірну енергію ТЕС та АЕС [18]. Енергія води (гідроенергетика) - один із основних видів ВДЕ, що займається перетворенням енергії поточної води в електричну енергію.

Незважаючи на гігантські електростанції та величезні греблі, що призвели до створення справжніх внутрішніх морів і відомі більшості наших співвітчизників по теленовинам, курсу історії та географії, Україна досить скромно використовує свій гідроенергетичний потенціал [52].

Біоенергетика

Біоенергетика - один із ключових напрямів ВДЕ, в якому для отримання поновлюваної енергії використовуються різні види органічної біомаси. Біоенергетика є фундаментальним і прикладним міждисциплінарним напрямком, що виник на стику сучасних біотехнологій, хімії, фізики та енергетики, який вивчає основи біологічної конверсії сонячної енергії в паливо

та біомасу, розробляє нові підходи та методи підвищення ефективності конверсії з використанням принципів біологічної та термохімічної трансформації органічної біомаси будь-якого виду (твердої, рідкої, газоподібної) на екологічно чисту «зелену» енергію для виробництва тепла, електрики, транспортного біопалива. Світова промисловість біопалива переживає сьогодні бурхливий період розвитку.

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (МЕА; International Energy Agency, IEA), у провідних країнах світу до 2040 р. очікується триразове зростання споживання біопалива з 1,3 до 4,1 Мб/д. Зважаючи на екологічні проблеми та очікуваний дефіцит вуглеводнів, практично кожна країна встановлює пільги, субсидії та квоти на використання біопалив. У світі сьогодні виробляється близько 90 млн. тонн транспортного біопалива, що забезпечує близько 3% загального споживання моторного палива. В основному це біопаливо так званого першого покоління, отримане з сільськогосподарських культур. Під виробництво біоетанолу та біодизелю задіяно близько 1,5% світової ріллі.

На стадії пілотних знаходяться виробництва біопалив 2-го покоління з нехарчової сировини (з деревини та деревних відходів, тріски, соломи та ін.). Сучасні технології дозволяють отримувати з такої сировини не тільки етиловий спирт, який можна додавати в паливо, а й за допомогою спеціальних каталізаторів – вуглеводні, придатні для використання як авіаційне та автомобільне паливо в чистому вигляді.

Одночасно виключається конкуренція із виробництвом продуктів харчування за джерела сировини. Великий інтерес для промислового виробництва в Україні, з погляду перспектив зниження собівартості кінцевого продукту мають технології виробництва біопалива 3-го покоління (на основі біомаси мікроводоростей) та 4-го покоління (прямий синтез палива мікроорганізмами). Незважаючи на потребу у значних капітальних вкладеннях, виробництво біопалив даних видів компенсується ефективністю на 1-3 порядки вище, ніж у більш ранніх технологій.

Тривалий час величезний потенціал невідновлюваних енергоресурсів у нашій країні природно знімав з порядку денного завдання активного розвитку відновлюваної енергетики, а інші цілі-мотиватори 4 досі не кваліфікувалися як стратегічні завдання і тому не знаходили адекватної державної підтримки та належного розвитку. Низька зацікавленість у використанні ВДЕ породжує недостатність розвитку дослідницького потенціалу у найбільш актуальних фундаментальних та прикладних напрямках біотехнології та біоенергетики. Ситуація, що склалася, загрожує збільшенням технологічного розриву щодо наявного рівня інноваційності та світової конкурентоспроможності західних економік, виникненням ризику недооцінки внутрішніх можливостей та глобальних викликів, а отже, і прийняття невірних рішень.

Прискорений розвиток ВДЕ необхідно розглядати як важливий чинник модернізації економіки, включаючи створення інноваційних виробництв та нових робочих місць, розвиток малого та середнього бізнесу, покращення соціальних умов та екологічної обстановки. Як найбільш істотну перешкоду для розвитку в Україні біоенергетики можна назвати, перш за все, відсутність достатніх, послідовних і взаємопов'язаних заходів політичної, законодавчої та прямої фінансової підтримки, які добре апробовані і показали свою ефективність у світі [52].

Таким чином, основними драйверами розвитку біоенергетики в Україні є:

- економічний розвиток та створення нових факторів зростання економіки для забезпечення зайнятості та підвищення рівня доходів населення;
- розвиток науки та технологій;
- необхідність диверсифікації джерел енергії для розвитку розподіленої (малої) енергетики та автономного енергозабезпечення віддалених та ізольованих районів;
- пошук нових можливостей для розвитку аграрного сектору економіки;

- енергетична переробка відходів та скорочення викидів парникових газів, використання екологічних видів палива для покращення екологічної ситуації та згладжування наслідків зміни клімату.

2.5 Техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження об'єктів відновлювальної енергетики

В даний час є всі об'єктивні передумови широкого виробництва та впровадження обладнання, що працює на основі відновлюваних джерел енергії. Це пов'язано насамперед із зростанням цін на органічне паливо, великим числом розосереджених дрібних і середніх (децентралізованих) споживачів енергії в Україні, наявністю значної наукової бази розробок для виробництва та впровадження обладнання, що працює на базі відновлюваних джерел енергії.

В Україні використання відновлюваних джерел енергії забезпечує екологічну безпеку окремих міст і населених пунктів зі складною екологічною обстановкою.

В даний час темпи залучення відновлюваних джерел енергії до паливноенергетичного балансу країни перебуває на не виправдано низькому рівні. Це пов'язано з відсутністю ефективної державної політики у цій галузі, нерозробленістю необхідної методичної бази оцінки ефективності впровадження відновлюваних джерел енергії, незацікавленістю підприємців та не підготовленістю підприємств до серійного випуску дорогого обладнання для сонячних, вітрових, геотермальних енергоустановок.

У зв'язку з ринковими умовами господарювання галузь малої енергетики зіткнулася з необхідністю розробки та впровадження нових систем управління, оскільки традиційні механізми в умовах неефективні.

Підписання Україною Кіотського протоколу у 2004 році вимагає усунення акцентів на стратегічне управління, основними чинниками якого є: забезпечення

економічної ефективності, екологічної безпеки та енергетичної незалежності регіону.

Одним із найскладніших питань в економіці енергетики, особливо в галузі ВДЕ, є облік фактору часу. Якщо раніше облік тимчасового параметра обґрунтовувався на понятті втрат від «заморожування» та використання директивно і великою мірою суб'єктивно задається нормативного коефіцієнта [6], то в нинішніх умовах приведення різночасних витрат до одного розрахункового часу полягає в обліку інфляційних процесів та процентних ставок на капітал.

При цьому термін «наведені витрати» може бути використаний у сенсі їхнього дисконтування. Досить сказати, що в даний час при техніко-економічному обґрунтуванні ефективності альтернативних джерел енергії такі найважливіші показники, як темпи інфляції та зростання цін на органічне паливо, як правило, не використовуються, хоча ці фактори насамперед суттєво впливають на ефективність ВДЕ.

Розрахунки, які проводяться для стаціонарних умов поточного періоду, призводять до хибного висновку про неефективність ВДЕ. Окрім випереджальних темпів зростання цін на органічне паливо, фактором, що зумовлює підвищення конкурентоспроможності альтернативних джерел, особливо геліосистем теплопостачання, є незначні терміни їхнього будівництва, що пов'язано з меншими інфляційними та кредитними втратами.

При виборі критеріїв та методики розрахунку ефективності ВДЕ необхідно врахувати не лише напрямок інвестицій (випуск відповідного обладнання різними виробниками або впровадження їх у конкретних споживачів), а й джерела фінансування (державні чи приватні інвестиції).

Говорячи про економіку використання нетрадиційних енергоресурсів, необхідно окремо розглянути два різні, хоч і взаємопов'язані питання: виробництво енергоустановок, що працюють на базі ВДЕ, та впровадження їх у різних галузях господарства

Під час виробництва теплоти альтернативними системами енергопостачання соціальні та екологічні витрати або мінімальні або взагалі відсутні. Залишкову (балансову) вартість можна визначити як різницю між вартістю енергетичної установки та витратами на її переобладнання наприкінці економічного терміну служби, прийнятого для аналізу, що відображає повну вартість енергетичної установки після n років експлуатації.

На основі проведених досліджень доцільності альтернативного енергопостачання споживача, результати яких представлені у роботі, визначено можливість використання під час відновлення енергетичної галузі України таких видів ВДЕ – сонячної енергії, енергії вітру, біоенергетики, гідроенергетики, геотермальних станцій для всіх регіонів України.

Термін окупності становить при цьому від 2 до 4 років (за сучасних світових цін на енергоносії). Однак за існуючої тенденції швидкого зростання цін на паливні ресурси стає очевидною доцільність впровадження надалі геліоустановок для енергопостачання споруд на більшій частині території України.

Подальший розвиток проектів по відновлюваним джерелам енергії буде доцільним у зв'язку з поліпшенням інвестиційного клімату та розробки нормативних документів, що полегшують впровадження та реалізацію проектів.

Завдяки зменшенню імпорту енергії та збільшенні власного виробництва буде відбуватись постачання первинної енергії в Україну.

В планах до 2030 року імпортозалежність від постачання первинної енергії повинна бути нижче 8%, при 36% показника сьогодення [40].

Необхідно розв'язати питання об'єднання всіх перспективних шазт, провести приватизацію. Модернізувати інфраструктуру з метою збільшення видобутку власних корисних копалин.

Необхідним є збільшення обсягів видобутку нафти мінімум в 2 рази, тим самим покрити поточний імпорт нафтопродуктів завдяки власному виробництву.

Природний газ.

Необхідним є спрощення питання регуляції видобування газу та зменшення ренти. Впровадження високотехнологічного обладнання, яке може утилізувати попутний нафтовий газ та законсервувати виснажені свердловини.

Ядерне паливо.

Потребують свого завершення будівництва 3 та 4 енергоблоку Хмельницької АЕС, впровадження в дію використання малих модульних реакторів на АЕС.

Геотермальна енергія.

У перспективі, до 2030 року геотермальні ТЕС, які необхідно модернізувати або побудувати зможуть виробляти приблизно 400 МВт електроенергії, 2,2 ГВт тепла, це 12 млн. тон умовного палива, або 10 млрд. м³ природного газу. Геотермальні станції слід розташовувати на базі нафтогазових свердловин, які було виснажено, у вугільних регіонах. Даний підхід допоможе зменшити витрати на споруди. Геотермальні ТЕС в контексті відновлення України повинні бути представлені як основний елемент децентралізації та оновлення теплозабезпечення населених пунктів України [40].

Альтернативна енергетика України до 2030 року повинна покрити пікове навантаження 25 ГВт таким чином:

4 ГВт – ГЕС та ГАЕС;

4 ГВт - ВДЕ;

5 ГВт - ТЕС та ТЕЦ;

2,5 ГВт – системи накопичення електроенергії.

В сфері розвитку енергетичної інфраструктури, слід впровадити та реалізувати програму відновлення регіонів та всіх населених пунктів України. Провести модернізацію наявних вугільних генерацій за допомоги комбінованого технологічного процесу виробництва електроенергії [40].

Важливим фактором у забезпеченні стійкості енергетичного комплексу та відновлення сектору України є створення газового хабу на базах ПСГ, провести реверсні потоки газу з сусідніх країн, тим самим забезпечити завантаження газосховищ України.

З метою відновлення та модернізації електропостачання слід провести реконструкцію ЛЕП, які дуже багато років працюють без ремонту, перейти до експлуатації модульних та уніфікованих конструкцій підстанції.

Успішна повоєнна модернізація енергетичного сектору України повинна показати зниження у 2 рази частки втрат на ЛЕП (з 14% до 7%).

Необхідним є впровадження систем накопичення електроенергії, яке має відбуватись засобами АТ «Укргідроенерго» в комбінації ВЕД - загалом 200 МВт та 35 МВт відповідно. Також слід впровадити єдину мережу збору, збереження та транспортування біомаси на біопаливо, генерації теплової та електричної енергії.

В секції комунального господарства необхідно модернізувати централізоване опалення, зробити децентралізацію енергоносіїв, оптимізувати енергетичні системи завдяки обліку потенціалу регіональних видів палива, логістики, енергетичної інфраструктури.

На державному рівні зобов'язати великі та малі підприємства проходити обов'язковий енергоаудит за стандартом ISO 50001; повинні бути збільшено державні витрати та фінансування Фонду енергоефективності, запропонувати системи компенсації або пільг споживачам.

В Україні дуже потрібно нормативно-правова база для функціонування прозорого та конкурентного ринку ВЕД, біопалива для теплокомуненерго.

Висновки до розділу 2

Повоєнна реконструкція та відновлювання енергетики є більш широким завданням, ніж завдання відновлювання, що ставлять на виконання окремі організації. Беручи до уваги, що віднині ризик повторного вторгнення РФ буде повсякчас, сфера ніколи не прийде до ситуації, яка була створена до 24 лютого 2022 року.

Під час масованого вторгнення з'явилися ризики, якими не варто буде нехтувати і після перемоги. Для їхньої ліквідації Україна має перепланувати всю економіку.

Необхідна децентралізована, захищена економіка, що буде спрямована на забезпечення потреб країни з точки зору максимальної оборони. Держава зобов'язана мати обширну мережу потужностей, яка гарантує забезпечити елементарні потреби армії (каска, патрони, бронежилети тощо).

Необхідний єдиний концептуальний підхід до подальшого розвитку України з напрямку її інфраструктури та економіки життєзабезпечення.

Така інфраструктура життєзабезпечення повинна розроблятися та обумовлюватися під час планування розвитку. Звідсіля й проблеми комунікацій, доріг, зв'язку тощо. Україна повинна формувати алгоритм нового порядку всередині держави та відповідно від цього порядку залучати інвесторів. Має бути сформована державна політика, яка заохочувала б такі дії. В інвесторів має бути розуміння, з якою метою вони це роблять. Не через те, що так комусь хочеться, а через те, що в даному місті будуть жити така кількість жителів, вони будуть там залучені і їх необхідно забезпечити тим.

Інфраструктура вимагає резервів палива, наразі часто несуться заклики застосовувати казани на біомасі, а не пошкоджені теплоцентралі. Ідеї такого типу цікаві, але з'являється проблема: звідки брати в цих точках біомасу та хто забезпечує її присутність.

Забезпечення енергоресурсами повинно бути разом із резервними паливними господарствами. Якщо до цього резервні паливні господарства ґрунтувалися на вугіллі та мазуті, то зараз вони можуть працювати на циклічно відновлюваних ресурсах, на біогазі, на відходах сільського господарства.

Розділ 3 Розрахунок мережі та вибір апаратури

Так як на даний етап часу інформація про втрачену потужність, яку давали раніше вітрові, сонячні та інші станції, невідома, приймемо станцію з наступними умовними параметрами:

$S_p = 7000$ кВА; $U = 6000$ В; Тип генератора: Vestas V29



Повне навантаження на шинах ТП з урахуванням коефіцієнту участі у максимумі навантаження дорівнює

$$S_{\text{пов}} = 0,9 \cdot 7000 = 6625,53 \text{ кВА}$$

Для перетворення напруги з 6 кВ до 35 кВ встановлюємо два трансформатори ТМ–4000–35/6. Технічні дані трансформаторів наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні дані трансформатора ТМ–4000–35/6

Номинальна потужність, кВА	Напруга х.х., кВ		Напр- уга к.з., %	Струм х.х., %	Втрати, кВт		Схема та група з'єднання обмоток
	НН	ВН			х.х.	к.з.	
4000	6	35	7,5	0,3	5,6	46,5	У/Д – 11

При виході з ладу одного з трансформаторів другий візьме на себе його навантаження.

Коефіцієнт завантаження трансформатора у нормальному режимі знаходиться за формулою

$$\beta = \frac{S_p}{S_H} \quad (2.5)$$

$$\beta = \frac{6625,53}{2 \cdot 4000} = 0,83$$

Отже, коефіцієнт завантаження трансформатора в межах норми.

1.2.1 Вибір ЛЕП напругою 35 кВ

Перетин ліній ЛЕП вибирається з урахуванням допустимого нагріву, допустимої втрати напруги, економічної щільності струму і термічної стійкості до струмів к.з. [6].

Розрахунковий струм 35кВ ТП:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (2.6)$$

де: S_p – повна розрахункова потужність на шинах ЦПП, кВА;

U_H – номінальна напруга мережі, кВ.

$$I_p = \frac{6625,53}{\sqrt{3} \cdot 35} = 109,3 \text{ А}$$

Так як живлення відбувається по двом лініям ЛЕП, то струм однієї лінії буде мати значення, розраховане за формулою:

$$I_{p1} = \frac{1}{2} I_p$$

(2.7)

$$I_{p1} = \frac{1}{2} 109,3 = 54,6 \text{ А}$$

Переріз проводу по економічній щільності струму:

$$S_{ек} = \frac{I_{p1}}{j_{ек}},$$

(2.8)

де: $j_{ек}$ – економічна щільність струму, для сталевалюмінієвих дорівнює 1,3.

$$S_{ек} = \frac{54,6}{1,3} = 42 \text{ мм}^2$$

Переріз кабелю по термічній стійкості до струмів к.з.:

$$S_{min} = \frac{I_{к.з.}^{(3)} \cdot \sqrt{t_n}}{C},$$

(2.9)

де: $I_{к.з.}^{(3)}$ – струм трифазного короткого замикання на шинах 6 кВ підстанції, дорівнює $I_{к.з.}^{(3)} = \frac{S_n \cdot 100}{\sqrt{3} U_n \cdot \Delta U_k} = 5132 \text{ А};$

t_n – час спрацювання захисту, с ($t_n = 0,25$ с);

C – коефіцієнт, який залежить від матеріалу провідника (для сталевалюмінієвих $C = 98$).

$$S_{min} = \frac{5132 \cdot \sqrt{0,25}}{98} = 26,2 \text{ мм}^2$$

По таблиці тривалих струмових навантажень на сталевалюмінієвих проводах прийнято провід перерізом $S = 50 \text{ мм}^2$.

Отже, обираємо ЛЕП зі сталевалюмінієвими проводами АС-50.

1.2.2 Вибір шин 6 кВ

Перетин шинного моста ТП обирається по економічній щільності струму.

1.2.3 Вибір кабельної мережі 6 кВ

Перетин високовольтного кабелю вибирається з урахуванням допустимого нагріву, економічності щільності струму і термічної стійкості до струмів к.з.

Розрахунковий струм:

$$I_{p1} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{2392,6}{\sqrt{3} \cdot 6} = 295 \text{ А}$$

Переріз кабелю по економічній щільності струму:

$$S_{ек1} = \frac{I_{p1}}{j_{ек}} = \frac{295}{2,7} = 109 \text{ мм}^2$$

Переріз кабелю по термічній стійкості до струмів к.з.:

$$S_{min} = \frac{I^{(3)}_{к.з} \cdot \sqrt{t_n}}{C},$$

(2.10)

де: $I^{(3)}_{к.з}$ – струм трифазного короткого замикання 6 кВ підстанції, дорівнює 4459 А;

t_n – час спрацювання захисту, с ($t_n = 0,25$ с);

C – коефіцієнт, який залежить від матеріалу провідника (для міді $C = 165$).

$$S_{\min} = \frac{I_{\text{к.з.}}^{(3)} \cdot \sqrt{t_n}}{c} = \frac{5132 \cdot \sqrt{0,25}}{165} = 15,6 \text{ мм}^2$$

По таблиці тривалих струмових навантажень на кабелі СБ прийнято кабель перерізом $S = 120 \text{ мм}^2$,

В результаті розрахунків остаточно прийнято кабель СБ 3×120.

Кабель типу СБ використовується для передачі та розподілу електричної енергії в стаціонарних установках в електричних мережах на напругу 6 і 10 кВ частотою 50 Гц. Елементи конструкції кабелю СБ: жила однопроволочна мідна, пропитана паперова ізоляція фазна, пропитана паперова ізоляція, свинцева оболонка, подушка, броня із сталльної стрічки, зовнішній покрив.

1.3 Розрахунок струмів короткого замикання в мережах вище 1000 В

Величини струмів короткого замикання необхідні для вибору комутаційних пристроїв.

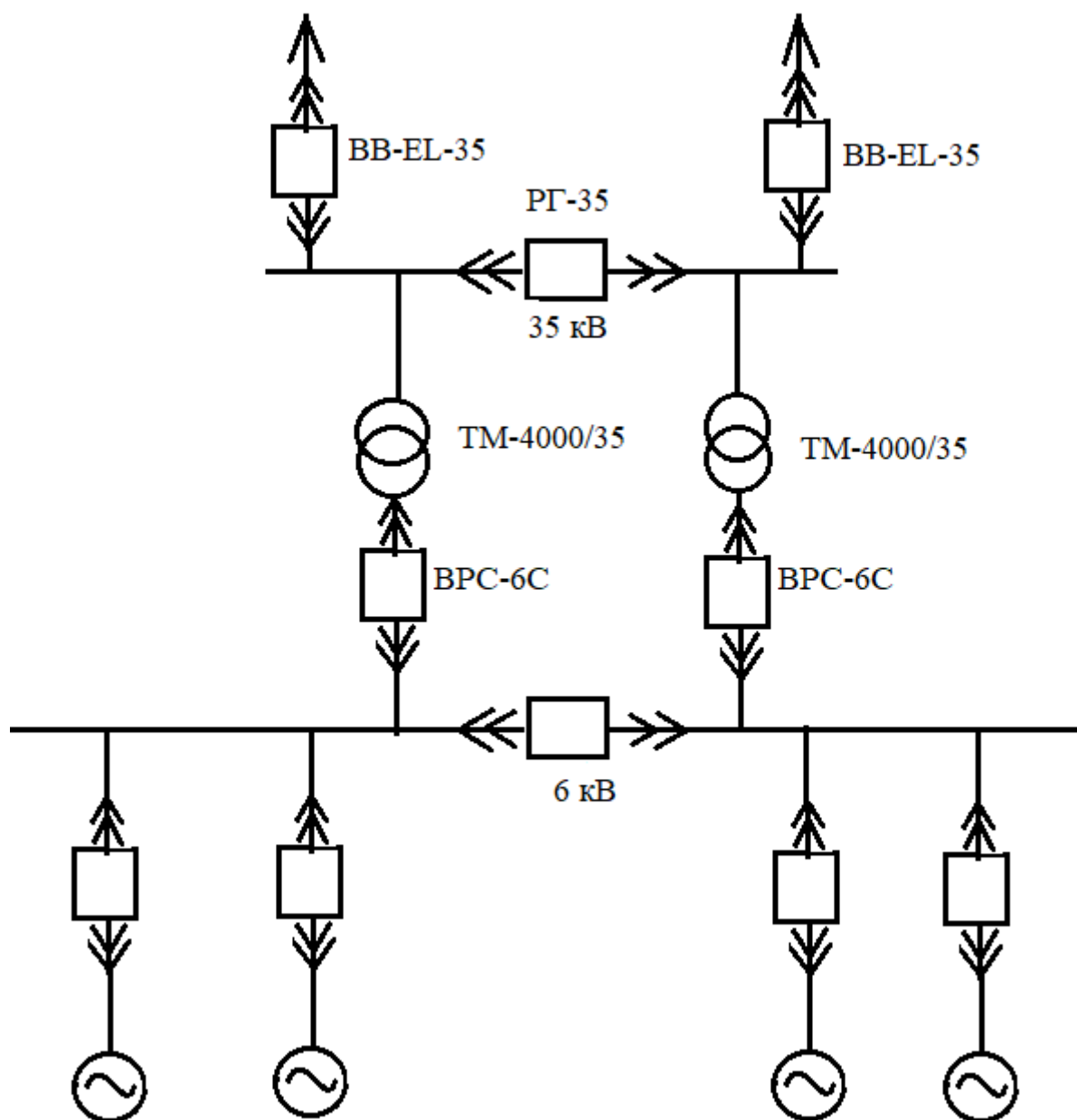
$$I_{0,2} = I_{\infty} = I_{\text{к.з.}}^{(3)} \quad (2.16)$$

Розрахунок струмів к.з. у мережах напругою вище 1000 В роблять у відносних одиницях, оскільки цей спосіб зручніший для оцінки впливу тієї або іншої ділянки схеми або окремих елементів на результат розрахунку [6].

Однолінійна розрахункова схема електричного кола від шин ГПП до шин ТП і відповідна їй схема заміщення представлена на рисунку 2.2.

Величина базисної потужності задається $S_6 = 100 \text{ МВА}$, базисна напруга $U_6 = 6,3 \text{ кВ}$.

1) Індуктивний опір системи X_{*6c} , приведений до базисних умов:



а) розрахункова схема;

Рисунок 2.2 – Схема електропостачання від ГПП до ТП

$$X_{*bc} = X_c \cdot \frac{S_g}{S_c},$$

(2.17)

де: $S_c = 60$ МВА – потужність системи;

$X_c = 0.125$ – опір системи.

$$X_{*bc} = 0,125 \cdot \frac{100}{60} = 0,208$$

2) Індуктивний опір повітряної лінії електропередач 35 кВ, приведений до базисних умов:

$$X_{*bl} = X_0 \cdot l_1 \cdot \frac{S_6}{U_{н1}^2},$$

(2.18)

де: $X_0 = 0.4$ Ом/км – питомий реактивний опір повітряної лінії понад 10 кВ;

$l_1 = 15$ км – довжина лінії 35 кВ;

$U_{н1} = 35$ кВ – номінальна напруга.

$$X_{*bl} = 0,4 \cdot 15 \cdot \frac{100}{35^2} = 0,49$$

3) Індуктивний опір силових трансформаторів 35/6,3 кВ, приведений до базисних умов:

$$X_{*tr} = \frac{U_{к1}}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{тр.1}},$$

(2.19)

де: $U_{к1}$ – напруга к.з. трансформатора 35/6 кВ, %;

$S_{тр.1}$ – номінальна потужність трансформатора 35/6 кВ, $S_{тр.1} = 4$ МВА.

$$X_{*tr} = \frac{7,5}{100} \cdot \frac{100}{4} = 1,875$$

4) Сумарний індуктивний опір до точки К у відносних одиницях:

$$X_{*bk} = X_{*bc} + X_{*bl} + X_{*tr}$$

(2.20)

$$X_{*bk} = 0,208 + 0,49 + 1,875 = 2,573$$

5) Струм і потужність у точці К у базисних відносних одиницях:

$$I_{*бк} = S_{*бк} = \frac{1}{X_{*бк}}$$

(2.21)

$$I_{*бк1} = S_{*бк1} = \frac{1}{2,573} = 0,389$$

6) Потужність і струм к. з. у точці К в абсолютних одиницях:

$$I_K = I_{*бк} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б}$$

(2.22)

$$S_K = S_{*бк} \cdot S_б$$

(2.23)

$$I_{K1} = 0,389 \cdot \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 3,565 \text{ кА}$$

$$S_{K1} = 0,389 \cdot 100 = 38,9 \text{ МВА}$$

7) Ударний струм короткого замикання у точці К₁:

$$I_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_K,$$

(2.24)

де: K_y – ударний коефіцієнт, приймається $K_y=1,8$.

$$I_{y1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 3,565 = 9,075 \text{ кА}$$

1.4 Вибір високовольтної апаратури управління та захисту

Розподільчий пристрій РП-6кВ комплектують із високовольтних чарунок. Виконання чарунок повинно відповідати умовам навколишнього середовища.

Вибір високовольтного КРП проводиться по номінальному робочому струму і напрузі, а також перевіряються по електродинамічній і термічній стійкості до струмів к.з. Розрахунковий струм становить $I_H =$

384,9 А, тому по даному струму приймаємо високовольтну чарунку КУ-6С з $I_H = 630$ А.

Комплектний розподільний пристрій 6 кВ серії КУ-6С розроблено для роботи в мережах трифазного змінного струму класу напруги 6 (10) кВ промислової частоти 50 (60) Гц при номінальному струмі 315 – 4000 А і струмі відключення 20; 31,5 і 40 кА в системах з ізольованою або заземленою через реактор нейтраллю.

В якості основної високовольтної комплектуючої апаратури в шафах застосовуються вироби, спеціально призначені для роботи в шафах КРУ і відповідні стандартам або технічним умовам, а саме:

- вимикач вакуумний (рекомендований до застосування вакуумний вимикач серії ВРС);
- трансформатори струму типів: ТЛО-10, ТОЛ-10-1; ТЛШ, ТЛП;
- трансформатори напруги типів: ЗНОЛП, НОЛП;
- трансформатор власних потреб ТСКС-40, ТСКС-63;
- конденсатори: КЕК або КЕП;
- обмежувачі перенапруги ОПН;
- трансформатори струму захисту кабелів типу ТЗЛМ;
- запобіжники силові (патрони): ПКТ і ін.

Пристрій розподільчий 6 кВ є металоконструкцію, виконану з високоякісної сталі з алюцинковим покриттям. З'єднання виконані за допомогою сталевих витяжних заклепок і різьбових з'єднань. Зовнішні елементи конструкції пофарбовані методом порошкового напилення.

Обираємо вимикач ВРС-6С по сторони 6 кВ Та вимикач ВВ-ЕЛ-35 по сторони 35 кВ

Каркас шафи розділений металевими перегородками на релейний відсік, відсік висувного елемента, відсік збірних шин і відсік лінійних шин і трансформаторів струму.

При переміщенні висувного елемента в ремонтне положення автоматичний штормий механізм закриває доступ до струмоведучих елементів. Переміщення висувного елемента з робочого положення в контрольне і назад при закритих дверях відсіку вимикача ручним або електромоторним приводом.

Розраховуємо чарунку по термічній стійкості за формулою

$$I_t = I_\infty \cdot \sqrt{\frac{t_\phi}{t}} \quad (2.39)$$

де: I_∞ - сталий струм трьохфазного к.з ($I_\infty = 3,565$ кА);

t_ϕ – повний час відключення, складає 0,25 с;

t – час протікання струму термічної стійкості, $t = 1$ с.

$$I_t = 3,565 \cdot \sqrt{\frac{0,25}{1}} = 1,783 \text{ кА}$$

Таблиця 2.9 – Порівняння параметрів

Розрахункові величини	Параметри прийнятого апарата
$U_{\text{мережі}} = 6000\text{В}$	$U_{\text{н}} = 6000 \text{ В}$
$I_{\text{р}} = 295 \text{ А}$	$I_{\text{н}} = 630 \text{ А}$
$I_\infty = 3,565 \text{ кА}$	$I_{\text{откл}} = 40 \text{ кА}$
$S_\infty = 38,9 \text{ МВА}$	$S_{\text{откл}} = 100 \text{ МВА}$
$i_y = 9,075 \text{ кА}$	$I_{\text{max}} = 72 \text{ кА}$
$I_t = 1,783 \text{ кА}$	$I_{t \text{ max}} = 40 \text{ кА}$

Порівнявши параметри прийнятого апарата з розрахунковими, робимо висновок, що КРП обрано правильно.

Для комутації силових кіл в шафі КУ-6С застосовується пристрій комутаційний вакуумний типу ВРС-6.

Вакуумні вимикачі ВРС-6 призначені для роботи в комплектних розподільчих пристроях та стаціонарних камерах одностороннього обслуговування внутрішньої та зовнішньої установки класу напруги 6 кВ трьохфазного змінного струму 50 Гц для систем з ізолюваною та заземленою нейтраллю.

Висновки

Особливістю ВДЕ є не виснажування, або, іншими словами, здатність відновлювати свій потенціал у найкоротший термін. Основними перевагами ВДЕ порівняно з традиційними енергоджерелами на органічному паливі є: повсюдне поширення, невичерпність ресурсів, відсутність паливних витрат, відсутність викидів шкідливих речовин у довкілля. Виходячи з цього, у світовому економічному та технологічному розвитку важлива роль належатиме новим енергетичним технологіям та джерелам енергії, у тому числі ВДЕ.

До основних видів відновлюваних джерел енергії відносяться: енергія сонця, вітру, води, припливів.

В Україні її сонячна енергетика сформувалася, як окрема галузь лише кілька років тому й досі перебуває на початковому етапі свого розвитку, головним імпульсом якого стало створення державної системи підтримки розвитку генерації на основі ВДЕ. Основним механізмом підтримки сонячної енергетики є договір на постачання потужності, незважаючи на те, що як у світі, так і в Україні існує безліч інших видів підтримки

На сьогоднішній день відновлювані джерела енергії забезпечують близько 19% енергоспоживання у світі. Згідно з дослідженням Bloomberg New Energy Finance морський вітер і сонячні батареї - найпоширеніші джерела "зеленої" енергії. Обидва впали в ціні минулого року, у той час як витрати на газові та вугільні електростанції зростають.

Встановлена потужність "зелених" об'єктів енергетики в Україні становила 1,46 МВт, це менше 2% загальної української енергетики і в сто разів менше, ніж у світового лідера - Китаю. Країна прийняла до 2020 року національний план щодо відновлюваної енергетики, в якому зобов'язалася підняти цей відсоток до 11 від загального балансу. Існує також програма, яка розрахована до 2025 року, яка спонукатиме всіх підприємців думати про екологію. Відповідно до неї можна отримати ще більший дохід під час встановлення екологічної електростанції.

Причому вона зможе повністю окупити себе приблизно через 7-8 років і потім почне приносити своєму власнику прибуток.

Повсюдне використання відновлюваних джерел енергії змогло б суттєво знизити споживання енергії, заощадити мільйони тонн умовного палива та тисячі тонн шкідливих викидів! Треба бути готовими, що альтернативна енергія – це недешевий ресурс, велика інвестиція, яку потрібно знайти.

Перед Україною в процесі відбудови енергетичної галузі після війни актуальним буде питання щодо залучення інвесторів та розвитку альтернативних джерел. Цим питанням треба займатися якнайшвидше і приділяти йому багато уваги. Наразі Україна сподівається на залучення коштів від Європейського банку реконструкції та розвитку.

Однак Україні все одно доведеться подолати залежність від вуглеводнів. Сьогодні лише питання часу, коли саме нам вдасться наздогнати світ, який рішуче цурається спалення останків динозаврів на користь чистої енергетики.

4.Економічна частина

Проблема енергозбереження сьогодні стоїть дуже гостро, оскільки промисловість та технології постійно розвиваються, це веде до суттєвого збільшення витрат електроенергії, збільшення витрат підприємства та зростання вартості продукції, яку випускає підприємство.

В умовах зростаючої конкуренції підприємства змушені шукати шляхи зниження енергоспоживання та збільшувати енергоефективність окремих виробництв.

Для виявлення оптимального складу вітроенергетичних установок потрібне проведення уточнюючих розрахунків.

Необхідно виконати розрахунки капітальних та експлуатаційних витрат. А також порівняти проектний і альтернативний варіанти та визначити який з них економічно вигідніший.

Передбачається, що за допомогою впровадження вітроелектростанції знизиться енергоспоживання з енергосистеми. Це загалом дозволить знизити витрати на електроенергію.

4.1. Розрахунок капітальних витрат

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних засобів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні інвестиції з реалізації науково-технічного рішення можуть включати витрати:

- на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю та обліку витрачання ресурсів, приладів діагностики стану обладнання тощо;
- пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт;
- на проведення монтажно-налагоджувальних робіт;
- фінансових коштів на виконання проектно-конструкторських робіт, підготовку персоналу та виконання інших робіт, необхідних для реалізації науково-технічного рішення.

Проектні капітальні інвестиції в устаткування і будівельно-монтажні роботи визначаються на основі цін, наведених у прайс-листах оптових цін на електроустаткування, та інших довідкових матеріалів або за фактичними витратами підприємства. Прийняті ціни необхідно обґрунтувати, а саме, вказати джерела інформації на відповідну дату.

При визначенні величини проектних капіталовкладень (K_{np}) можна скористатися формулою:

$$K_{np} = K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right) + Z_{тзс} + Z_m + Z_n + Z_{np} ,$$

$$K_{np} = 650312 + 7221 + 21418 = 678951 \text{ грн} \quad (4.1)$$

де $K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right)$ – вартість придбання електрообладнання (засобів автоматизації, програмного забезпечення тощо) за проектом або сумарна вартість комплектуючих елементів i -го виду, необхідних для реалізації прийнятого науково-технічного рішення;

k - кількість необхідних комплектуючих елементів;

$Z_{тзс}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати;

Z_m – витрати на монтажні роботи;

Z_n - витрати на налагоджувальні роботи;

Z_{np} – інші одноразові вкладення грошових коштів.

Доцільно витрати на придбання технічних засобів або комплектуючих виробів представити у вигляді зведення капітальних витрат (табл. 4.1).

Вартість транспортно-заготівельних і складських витрат ($Z_{мзс}$) визначається виходячи з:

- відстані доставки обладнання від місця придбання до місця експлуатації;
- кількості, маси і габаритів устаткування;
- виду транспортних засобів;
- транспортних тарифів;
- розцінок на вантажно-розвантажувальні роботи;
- витрат на складську обробку.

Таблиця 4.1

Зведення капітальних витрат

№ з/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Вітрогенератор WH6 L-5000W	2	220000	440000
2	Мачта 12 м	2	33500	67000
3	Мережевий PV інвертор Huawei SUN2000-12KTL 12kW, 3P	1	74000	74000
4	Акумуляторна батарея 12- 200 200 А ч 12 В	6	11552	69312
ВСЬОГО				650 312

Витрати на монтажні (Z_m) і на налагоджувальні роботи (Z_n) можна визначити наступним чином:

$$Z_{м(н)} = \sum (Ч_i \times a_i \times t_i) \times K_{\delta} \times K_{см} \times K_{пр}$$

$$Z_{м(н)} = (3 \times 66,50 \times 80) \times 1,10 \times 1,22 = 21418 \text{ грн} \quad (4.2)$$

где $Ч_i$ 3 – чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чол.;

a_i 66,50– годинна тарифна ставка працівника і-го розряду, грн.;

t_i 80 – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год.;

K_{δ} 0,10– коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{см}$ 0,22 – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

4.2. Визначення експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період (рік), виражені в грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування (C_a);
- заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3);
 $2 \times 2 \times 66,50 \times 26 = 6916 \text{ грн}$
- єдиний соціальний внесок (C_c);
 $6916 \times 22\% = 1521,52 \text{ грн}$
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж (C_m); 5000 грн
- вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або втрат електроенергії (C_3);
 $20\text{Вт} \times 8760 \text{ ч} = 175,2 \text{ кВт} \times 6,08 \text{ грн} = 1065,22 \text{ грн}$
- інші експлуатаційні витрати ($C_{пр}$).
 Проїзд $50 \times 52 = 2600 \text{ грн в год}$

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_m + C_3 + C_{np}, \text{ грн.}$$

$$C = 42434,44 + 6916 + 1521,52 + 5000 + 1065,22 + 2600 = 59537,18 \text{ грн}$$

(4.3)

4.2.1. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання (експлуатації) об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Термін корисного використання об'єктів основних засобів для нарахування амортизації, який приймається дипломником, не може бути менше мінімально допустимих термінів корисного використання (табл. 4.2).

Податковим кодексом України дозволено використовувати прямолінійний (пропорційний) метод амортизації, при якому річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта основних засобів. Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена вартість основних засобів і нематеріальних активів за вирахуванням їх ліквідаційної вартості:

$$\Phi_a = \Phi_n - Л$$

$$\Phi_a = 678951 - 10\% = 611055,9$$

(4.4)

де Φ_n – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

$Л$ – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = \frac{\Phi_n - Л}{\Phi_n \cdot T_n} \cdot 100, \% ,$$

$$H_a = \frac{611055,9}{678951 \times 144} \times 100 = 6,25 \%$$

(4.5)

де T_n – термін корисного використання (амортизаційний період).

Таблиця 4.2

Мінімально допустимі терміни корисного використання за окремими групами основних засобів

Групи	Мінімально допустимі терміни корисного використання, років
група 3 – будівлі;	20
– споруди;	15
– передавальні пристрої	10
група 4 – машини і обладнання;	5
– електронно-обчислювальні машини, інші машини для автоматичної обробки інформації, пов'язані з ними засоби зчитування або друку інформації, комп'ютерні програми, інформаційні системи і т. д.	2
група 5 – транспортні засоби	5
група 6 – інструменти, прилади, інвентар (меблі)	4
група 9 - інші основні засоби	12

Цей проект входить в 9 групу ОЗ тому для нашого проекту термін корисного використання 12 років.

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$АО = \frac{\Phi_{п} \cdot N_{а}}{100} \quad \text{або} \quad АО = \frac{\Phi_{п} - \Phi_{л}}{T_{п}},$$

$$АО = \frac{678951 \times 6,25}{100} = 42434,44$$

(4.6)

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається за видами основних фондів та нематеріальних активів за розділами зведення капітальних витрат для проектного варіанту і за даними підприємства про балансову вартість змінного устаткування для базового варіанту. Результати розрахунків заносяться в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розрахунок амортизаційних відрахувань

№ з/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн.
1.	Проектний варіант	678951	6,25	42434,44

4.2.2. Визначення річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу (робітники, КСС), що обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їхньої чисельності, режиму роботи, за погодинними тарифними ставками, посадовими окладами, формами і системами оплати праці і преміювання, що застосовують на підприємстві.

Основна заробітна плата працівників – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона визначається тарифними ставками і відрядними розцінками, посадовими окладами для спеціалістів, службовців і керівників.

При визначенні основної заробітної плати робітників (за відрядною або погодинною формами оплати) необхідно знати погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду та номінальний річний фонд робочого часу робітника.

Номінальний річний фонд робочого часу одного робітника F_n визначається відповідно до режиму його роботи (кількістю робочих днів і тривалістю зміни):

$$F_n = (D_k - D_{св} - D_{вих}) \cdot T_{зм} , \text{ годин,}$$

$$26 \times 2 = 52 \text{ годин} \quad (4.7)$$

де D_k , $D_{св}$, $D_{вих}$ – кількість календарних, святкових і вихідних днів у році відповідно;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, годин.

Розрахунок номінального річного фонду робочого часу повинний бути наведений у пояснювальній записці.

При розрахунку заробітної плати інженерно-технічного персоналу слід враховувати, що вона визначається, виходячи з місячного посадового окладу.

Результати визначення основної заробітної плати обслуговуючого персоналу представляються у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розрахунок річного фонду основної заробітної плати
обслуговуючого персоналу

№ п/п	Найменування професій робітників	Явочний штат у змін, осіб.	Обліковий склад з урахуванням змінності роботи, осіб	Годин на тарифна ставка або денна заробітна плата, грн.	Номінальний річний фонд робочого часу, годин	Усього основна зарплата, грн.
1.	Інженер з обслуговування електрообладнання	1	2	66,50	104	6916
	УСЬОГО	1	2	66,50	104	6916

Додаткова заробітна плата – це винагорода за працю понад встановлених норм, за особливі умови праці. До додаткової заробітної плати належать премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій за діючими на підприємстві преміальними системами, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством (за роботу в нічний і вечірній час, у важких і шкідливих умовах, за багатозмінний режим роботи, за керівництво бригадою незвільненим бригадирам, за навчання учнів тощо).

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 8-10% від основної заробітної плати.

Таким чином, загальна величина річного фонду заробітної плати складає:

$$C_z = Z_{осн} + Z_{дод}, \text{ грн.} \\ 6916 + 691,60 = 7607,6 \text{ грн} \quad (4.8)$$

де $Z_{осн}$, $Z_{дод}$ – основна і додаткова заробітна плата відповідно.

4.2.3. Єдиний соціальний внесок

Єдиний соціальний внесок визначається на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної

плати (за узгодженням з консультантом економічної частини дипломного проекту).

$$6916 \times 22\% = 1521,52 \text{ грн}$$

$$691,6 \times 22\% = 152,15 \text{ грн}$$

$$1521,52 + 152,15 = 1673,67 \text{ грн}$$

4.2.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства або укрупнено у відсотках до капітальних витрат :

- для кабельних і повітряних ліній – 0,5%;
- для підстанцій (у тому числі електроустаткування) – 1%.

$$678951 \times 1\% = 6789,51 \text{ грн}$$

4.2.5. Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування, втрат та тарифу на електроенергію за формулою:

$$C_3 = W_p \cdot C_e, \text{ грн.},$$

$$20 \text{ Вт} \times 8760 \text{ ч} = 175,2 \text{ кВт} \times 6,08 \text{ грн} = 1065,22 \text{ грн}$$

(4.10)

де W_p – кількість спожитої за рік електроенергії з урахуванням її втрат, кВт • год;

C_e – тариф на електроенергію станом на конкретну дату, грн. / кВт • год;

4.2.6. Визначення інших витрат

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Згідно з практикою, ці витрати визначаються у розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

$$7607,6 \times 4\% = 304,30$$

4.3. Розрахунок річних капітальних та експлуатаційних витрат на інший інвертор

У проєкті вітроелектростанції планується встановити інвертор, який споживає 20 Вт/год. Планується використовувати замість цього інвертора, інвертор на 10 Вт/год. Для визначення того який із двох інверторів економічно вигідніше прорахуємо капітальні та експлуатаційні витрати. Новий інвертор коштує 73 000 грн.

При визначенні величини проектних капіталовкладень (K_{np}) можна скористатися формулою:

$$K_{np} = K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right) + Z_{мзс} + Z_m + Z_n + Z_{np} ,$$

$$K_{np} = 649312 + 7221 + 21418 = 677951 \text{ грн}$$

4.3.1 Визначення експлуатаційних витрат

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування (C_a);
- заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3);
 $2 \times 2 \times 66,50 \times 26 = 6916 \text{ грн}$
- єдиний соціальний внесок (C_c);
 $6916 \times 22\% = 1521,52 \text{ грн}$
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж (C_m); 5000 грн
- вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або втрат електроенергії (C_5);
 $20 \text{ Вт} \times 8760 \text{ ч} = 175,2 \text{ кВт} \times 6,08 \text{ грн} = 1065,22 \text{ грн}$

- інші експлуатаційні витрати (C_{np}).

Пріезд $50 \times 52 = 2600$ грн в год

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_m + C_s + C_{np}, \text{ грн.}$$

$$C = 42371,94 + 6916 + 1521,52 + 5000 + 532,61 + 2600 = 58952,07 \text{ грн}$$

(4.3)

4.3.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

$$\Phi_a = \Phi_{п} - Л$$

$$\Phi_a = 677951 - 10\% = 610155,9$$

(4.4)

де $\Phi_{п}$ – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

$Л$ – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = \frac{\Phi_{п} - Л}{\Phi_{п} \cdot T_{п}} \cdot 100, \% ,$$

$$H_a = \frac{610155,9}{677951 \times 144} \times 100 = 6,25 \%$$

(4.5)

де $T_{п}$ – термін корисного використання (амортизаційний період).

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_{п} \cdot H_a}{100}$$

$$AO = \frac{677951 \times 6,25}{100} = 42371,94$$

(4.6)

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається за видами основних фондів та нематеріальних активів за розділами зведення капітальних витрат для проектного варіанту і за даними підприємства про балансову вартість замісного устаткування для базового варіанту. Результати розрахунків заносяться в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розрахунок амортизаційних відрахувань

№ з/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн.
1.	Альтернативний варіант	677951	6,25	42371,94

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування, втрат та тарифу на електроенергію за формулою:

$$C_3 = W_p \cdot C_e, \text{ грн.},$$

$$10\text{Вт} \times 8760 \text{ ч} = 87,6 \text{ кВт} \times 6,08 \text{ грн} = 532,61 \text{ грн}$$

4.3.3 Визначення та аналіз показників економічної ефективності

Таблиця 4.5

Порівняльна оцінка техніко-економічних показників

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Альтернативний варіант	Проектний варіант	Зміни у порівнянні з альтернативним варіантом	
					± грн	%
1	2	3	4	5	6	7
1	Капітальні витрати	грн.	677951	678951	1000	1
2	Експлуатаційні витрати всього	грн.	58952,07	59537,18	585,11	1,38
	у тому числі:					
	* амортизаційні відрахування	грн.	42371,94	42434,44	62,5	1
	* заробітна плата обслуговуючого персоналу	грн.	6916	6916	0	0

* єдиний соціальний внесок	грн.	1673,67	1673,67	0	0
* технічне обслуговування та поточний ремонт	грн.	5000	5000	0	0
*вартість споживаної електроенергії	грн.	532,61	1065,22	532,61	50
* інші витрати	грн.	2600	2600	0	0

При порівнянні капітальних та економічних витрат альтернативний варіант виявився більш економічно вигідним. Але різниця між сумами обох проектів незначна, тому приймати зміни у проектному варіанті не є доцільним.

Рекомендації

У ситуації відбудови та відновлення енергетичного сектору України доцільно збільшувати підтримку та прискорювати розвиток альтернативної енергетики, яка як паливо використовує місцеві ресурси (біоенергетика), або взагалі не потребує паливної складової (сонячна, вітрова, геотермальна та мала гідроенергетика).

Динамічне й економічно ефективне нарощування виробництва енергії з відновлюваних джерел у державі можливе лише при наявності відповідного природно-ресурсного потенціалу. Україна має всі передумови для успішного розвитку відновлюваної енергетики, адже природні умови на території нашої держави сприяють активному впровадженню нових технологій, які мають величезне значення з огляду на енергетичну незалежність країни та подальшу долю людства.

Дослідження відновлюваних джерел енергії на сьогоднішній день має велике практичне значення. Розвиток альтернативної енергетики дасть

зможу Україні вийти на новий рівень економічного розвитку та дозволить суспільству із впевненістю дивитись у майбутнє.

До основних стримуючих факторів розвитку ВЕД в Україні можна віднести такі:

- відсутність ефективних механізмів підтримки розробки та впровадження технологій ВЕД з боку держави;

- відсутність або недостатній розвиток інфраструктури, що підтримує повний “життєвий” цикл нових технологій та продуктів (центри масштабування, досвідчені та пілотні виробництва, логістичні та ресурсні центри);

- відсутність чи недостатність механізмів державної підтримки для створення ВЕД

Подальший розвиток проектів по відновлюваним джерелам енергії буде доцільним у зв'язку з поліпшенням інвестиційного клімату та розробки нормативних документів, що полегшують впровадження та реалізацію проектів.

Завдяки зменшенню імпорту енергії та збільшенні власного виробництва буде відбуватись постачання первинної енергії в Україну.

У перспективі, до 2030 року геотермальні ТЕС, які необхідно модернізувати або побудувати зможуть виробляти приблизно 400 МВт електроенергії, 2,2 ГВт тепла, це 12 млн. тон умовного палива, або 10 млрд. м³ природного газу. Геотермальні станції слід розташовувати на базі нафтогазових свердловин, які було виснажено, у вугільних регіонах. Даний підхід допоможе зменшити витрати на споруди. Геотермальні ТЕС в контексті відновлення України повинні бути представлені як основний елемент децентралізації та оновлення теплозабезпечення населених пунктів України.

Альтернативна енергетика України до 2030 року повинна покрити пікове навантаження 25 ГВт.

В сфері розвитку енергетичної інфраструктури, слід впровадити та реалізувати програму відновлення регіонів та всіх населених пунктів України. Провести модернізацію наявних вугільних генерацій за допомоги комбінованого

технологічного процесу виробництва електроенергії.

В секції комунального господарства необхідно модернізувати централізоване опалення, зробити децентралізацію енергоносіїв, оптимізувати енергетичні системи завдяки обліку потенціалу регіональних видів палива, логістики, енергетичної інфраструктури.

На державному рівні зобов'язати великі та малі підприємства проходити обов'язковий енергоаудит за стандартом ISO 50001; повинні бути збільшено державні витрати та фінансування Фонду енергоефективності, запропонувати системи компенсації або пільг споживачам.

В Україні дуже потрібно нормативно-правова база для функціонування прозорого та конкурентного ринку ВЕД, біопалива для теплокомуненерго.

Перелік джерел посилання

1. Альтернативна енергетика в Україні : монографія/ за ред. Г. Г. Півняк, Ф. П. Шкрабець. Дніпро : НГУ, 2013. 109 с.
2. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: монографія / за ред. О. Адаменка, В. Височанського, В. Лютко, М. Михайліва. Івано-Франківськ: ІМЕ, 2011. 432 с.
3. Альтернативні паливно-енергетичні ресурси: економічні засади / за ред. І. В. Андрійчука, У. Я. Витвицької, М. А. Козоріз. Івано-Франківськ: ПП Супрун, 2008. 190 с.
4. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України / В. Г. Петрук, С. С. Коцюбинська, Д. В. Мацюк. Зб. матеріалів II-го Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю. Вінниця, 2016. С. 56–62.

5. Андрійчук І. В., Палійчук У. Ю. Розробка алгоритму визначення економічного потенціалу альтернативних енергоресурсів регіону. Ефективна економіка. 2017. №5. С. 24-29.

6. Барило А. А. Оцінка можливості використання виснажених газових родовищ у геотермальній енергетиці / А. А. Барило // Відновлювана енергетика. – 2015. – № 1. – С. 67–73.

7. Башинська Ю. І. До питання конкурентоспроможності відновлюваної енергетики в Західному регіоні України. Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. Механізм регулювання регіонального розвитку в Україні: зб.наук.пр. / редкол.: В. С. Кравців (відп. ред.). Львів:Ін-т регіональних досліджень НАН України, 2016. Вип. 5 (109). С. 98-108

8. Білоцький С., Грінченко О. Енергетичне Співтовариство, Третій Енергетичний Пакет ЄС і правове регулювання альтернативної енергетики. Український часопис міжнародного права. 2012. №1. С. 69–76.

9. Бобров Є. А. Енергетична безпека держави: монографія. Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2013. 308 с.

10. Бойко С. М. Теоретичні засади формування електроенергетичних систем з джерелами розосередженої генерації гірничорудних підприємств : монографія / Бойко С. М. ; за ред. Сінчука О. М. – Кременчук : [ПП Щербатих О. В.], 2020. – 263 с.

11. Бордаков М. М. Дослідження ефективності роботи інвертора центрального типу на промисловій сонячній електростанції / М. М. Бордаков // Відновлювана енергетика. – 2019. – № 3. – С. 35–41.

12. Бородіна О. Відтворювальна енергетика – перспективи для сільського господарства . Пропозиція. 2008. № 10. С. 90–94. 82

13. Величко С.А. Енергетика навколишнього середовища України. Навчально-методичний посібник для магістрантів. Харків: Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна, 2003. 52с.

14. Відновлювана енергетика в аграрному виробництві : навч. посіб. / [Скидан О. В., Голуб Г. А., Кухарець С. М. та ін.] ; за ред. Скидана О. В. та Голуба Г. А. ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, Житомирський нац. агрокол. ун-т. Київ ; Житомир : [НУБіП України], 2018. 319 с.

15. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXII міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 20-21 травня 2021р.).– К.: Інтерсервіс, 2021.– 1104 с.

16. Вознюк М. А. Регіональна інвестиційна політика енергозбереження: монографія. Львів: Ін-т регіон. досліджень НАН України ім. М.І.Долішнього, 2015. 416 с.

Додатки

