

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»
Циклова комісія комп'ютерних систем та мереж
(повна назва циклової комісії)

Допустити до захисту
Голова випускової циклової комісії
комп'ютерних систем та мереж

(повна назва циклової комісії)


(підпис) Ірина КРАВЧУК
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« 10 » 06 2025 р.


КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОГО СТУПЕНЯ
ФАХОВИЙ МОЛОДШИЙ БАКАЛАВР

Тема: «Конструювання системи заряджання павербанку від бігового колеса
домашнього хом'ячка»

Група: 3-012 Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Здобувач освіти  Вадим СВИДНИЦЬКИЙ
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи  Ігор НЕВЛЮДОВ
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Консультант з оформлення
пояснювальної записки  Оксана ОСАДЧА
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Кривий Ріг 2025 р.

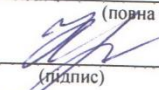
КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Відділення комп'ютерної та програмної інженерії
Циклова комісія комп'ютерних систем та мереж
Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова випускової циклової комісії
комп'ютерних систем та мереж

(повна назва циклової комісії)


(підпис)

Ірина КРАВЧУК
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« 01 » 03

2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ОСВІТИ

Свідницькому Вадиму Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Конструювання системи заряджання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка»

Керівник роботи Ігор Шакірович Невлюдов, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по коледжу від « 04 » 04 2025 року № 50-ст

2. Строк подання здобувачем освіти роботи з 01.03.25 по 10.06.25

3. Вихідні дані до роботи Конструювання системи заряджання павербанку

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Актуальність заявленої теми, приклади її технічного рішення, та розробка

принципів власного рішення даної проблеми. А саме: продемонструвати та

описати загальний принцип, або ідею рішення вказаної технічної проблеми,

розробити структурну та функціональну схему системи

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація Microsoft PowerPoint

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Узгодження технічного завдання | 16.03.2025 | Виконано |
| 2 | Огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи | 18.03.2025 | Виконано |
| 3 | Проблема отримання електричної енергії від альтернативних джерел живлення | 20.03.2025 | Виконано |
| 4 | Приклади сучасних систем отримання електричної енергії від альтернативних джерел | 26.03.2025 | Виконано |
| 5 | Розробка системи заряджання павербанку від бігового колеса домашнього хом'ячка | 13.05.2025 | Виконано |
| 6 | Оформлення пояснювальної записки | 01.06.2025 | Виконано |
| 7 | Попередній захист кваліфікаційної роботи | 02.06.2025-06.06.2025 | Виконано |
| 8 | Захист кваліфікаційної роботи | | |

Здобувач освіти _____


(підпис)

Вадим СВИДНИЦЬКИЙ

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____


(підпис)

Ігор НЕВЛЮДОВ

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)



Звіт подібності

метадані

Назва організації

Ukrainian national aviation university

Заголовок

Диплом Свідницького

Автор

Науковий керівник / Експерт

Свідницького Невлюдов

підрозділ

Криворізький Фаховий коледж

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

6869

Кількість слів

56016

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про **МОЖЛИВІ** маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

| | | |
|------------------------|--|----|
| Заміна букв | | 0 |
| Інтервали | | 0 |
| Мікропробіли | | 3 |
| Білі знаки | | 0 |
| Парафрази (SmartMarks) | | 60 |

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

| ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР | НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ) | КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ) |
|---------------------|---|---|
| 1 | https://nayka.com.ua/index.php/ee/article/download/677/685 | 51 0.74 % |
| 2 | https://generacia.energy/zelenyj-tarif/31078/ | 33 0.48 % |
| 3 | https://nayka.com.ua/index.php/ee/article/download/677/685 | 28 0.41 % |
| 4 | https://biz.nv.ua/ukr/markets/zelena-energetika-shlyah-rozvitku-ukrajini-ta-inshih-yevropeyskih-krajinj-infografika-50098963.html | 27 0.39 % |

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Розробка системи заряджання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка» викладена на 50 сторінках, містить: 18 рисунків, 1 таблицю, 16 використаних джерел.

АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА, ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ЕЛЕКТРОНІКА, ХОМ'ЯЧОК

Мета роботи: використати для побудови системи заряджання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка сучасні технологічні інновації.

Актуальність роботи: розробка технічної системи заряджання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка є інноваційним методом у побудові таких технічних систем, який дозволяє отримувати хоч і досить мінімальні, але все таки корисні порції електричної енергії від рухомих елементів кліток домашніх тварин.

Об'єкт дослідження: Рухомі елементи кліток домашніх тварин. **Предмет дослідження:** Отримання електричної енергії від рухомих елементів кліток домашніх тварин.

В результаті роботи над кваліфікаційною роботою розроблено технічну систему заряджання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка на основі елементів сучасної мікро електротехніки та електроніки.

ЗМІСТ

| | |
|--|-------|
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ | 6 |
| ВСТУП | 7 |
| РОЗДІЛ 1 ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА В УМОВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ТЕРОРУ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ..... | 8 1.1 |
| Електроенергетика України в стані війни і енергетичного терору..... | 8 1.2 |

| | |
|--|--------|
| Блекаути та стабілізаційні відключення електричної енергії | 11 |
| РОЗДІЛ 2 ВІДНОВЛЮВАНА ТА ЗЕЛЕНА ЕНЕРГЕТИКА | 16 |
| 2.1 Відновлювана енергетика | 16 2.2 |
| Зелена енергетика | 20 2.3 |
| Мала енергетика | 27 |
| РОЗДІЛ 3 НЕТИПОВІ ТА ЕКЗОТИЧНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ | 33 |
| 3.1 Нетипові та екзотичні способи отримання електричної енергії | 33 |
| 3.2 Домашні способи отримання електроенергії | 38 |
| РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАРЯЖАННЯ ПАВЕРБАНКУ ВІД БІГОВОГО КОЛЕСА ДОМАШНЬОГО ХОМЯЧКА | 40 |
| 4.1 Загальна ідея побудови технічної системи зарядання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка | 40 |
| 4.2 Розробка системи зарядання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка | 43 |
| 4.3 Вартість реальної моделі проекту | 47 |
| ВИСНОВКИ..... | 48 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 49 |

6

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

- ДМ – динамо машина
- ПБ – павер банк
- ЗП – зарядний пристрій
- ГПВ – графік погодинних відключень
- СВ – стабілізаційні відключення
- ЦТ – цифрові технології
- ГОП – графік обмеження потужності

7

ВСТУП

Еволюційні напрями світової енергетики початку ХХІ століття багато в чому

зумовлені принципами сталого розвитку. Ставка на енергобезпеку, енергоефективність та низьковуглецеву енергетику з активною спорудою ВДЕ дозволила галузі увійти до революційно-інноваційного етапу свого розвитку.

Сьогодні на енергетичній карті планети динамічно змінюється все: структура потужностей, що генерують, конфігурація енергосистем, влаштування національних енергоринків.

Бум відновлюваної енергетики та розвиток розподіленої генерації спричинили спорудження систем накопичення енергії (*Energy Storage*) та інтелектуальних електромереж (*Smart Grid*), які, у свою чергу, включають такі технології, як інтелектуальні системи обліку та розрахунків (*Smart Metering*), системи управління попитом (*Der*), системи управління попитом (*Der*), системи управління попитом (*Der*).

Для національних та регіональних енергосистем сьогодні притаманні процеси децентралізації та локальної автономізації, а споживач перетворився на повноцінного учасника ринку з двостороннім зв'язком, виступаючи як у ролі покупця електроенергії, так і її продавця.

Для України питання енергонезалежності під час війни з російською федерацією, коли періодично здійснюється енергетичний терор є особливо актуальним.

Метою даної роботи є огляд проблеми пошуку альтернативних джерел постачання електричної енергії для персональних приладів та гаджетів фізичних осіб.

Предметом роботи є розробка оригінальної системи заряджання павербанку або мобільного телефону від бігового колеса домашнього хомячка.

8

РОЗДІЛ 1

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА В УМОВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ТЕРОРУ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

1.1 Електроенергетика України в стані війни і енергетичного терору

Галузь генерування електричної енергії в Україні зазнала значних збитків за

час війни з російською федерацією. Масовані обстріли по об'єктам енергетики нанесли шкоду та руйнування більше ніж 60% інфраструктури держави в галузі електроенергетики. Постраждали теплові та гідроелектростанції, магістральні та розподільчі мережі, теплоелектроцентралі, підстанції з різними типами напруги та інші об'єкти інфраструктури. В надскладних умовах працюють атомні станції. На окупованій ЗАЕС спостерігається порушення всіх базових компонентів для безпечної експлуатації. Фактично, держава втратила велику кількість потужностей для генерації. У 2022 році, держава змогла заробити 5 мільярдів гривень завдяки експорту електроенергії, проте через російські обстріли, експортування було тимчасово припинено.

Ось наприклад, відомості про пошкодження та відновлення енергетичної інфраструктури в Україні за квітень 2022 року.

«За минулу добу відновлено електропостачання понад 36,1 тисяч споживачів, зокрема, у Луганській і Харківській областях – по 10 тисяч споживачів, Київській області – 7,6 тисячі, Донецькій – 4,2 тисячі, Чернігівській – 2,2 тисячі, Запорізькій – 1,2 тисячі, Сумській – 700 споживачам, Миколаївській – 200 споживачам.

Газопостачання відновлено 6,2 тисячі абонентів.

Українські енергетики докладають максимум зусилль, щоб оперативно повернути енергопостачання українським громадянам (див. рисунок 1.1). Проте у деяких районах аварійно-відновлювальні роботи ускладнені або унеможливлені через активізацію бойових дій та виникнення нових пошкоджень.



Рисунок 1.1 – Відновлення електропостачання населених пунктів

Станом на 15 квітня в Україні залишались знеструмленими близько 856 населених пунктів, загалом близько 702,2 тисячі споживачів, зокрема, в Донецькій області - понад 272 тисяч споживачів, Харківській - 98 тисяч, Київській - 141 тисяча, Луганській - 96 тисяч споживачів.

Без газопостачання залишаються понад 278 тисяч абонентів. Найбільш складна ситуація із газопостачанням спостерігається у Житомирській, Запорізькій, Київській, Чернігівській, Сумській, Миколаївській та Харківській областях».

Ремонтні бригади НЕК "Укренерго" за перші два тижні квітня відремонтували близько 60% інфраструктури магістральних мереж, яка була зруйнована під час бойових дій у Київській, Чернігівській областях, а також на Миколаївщині. В результаті надійність енергоживлення відновлено для 3 мільйонів споживачів.

Роботи ремонтники компанії розпочали щойно отримали на це відповідне погодження від Збройних сил та саперів. За останні два тижні ремонтні бригади

10

НЕК "Укренерго" усунули понад 200 обривів проводу на лініях і відремонтували 23 пошкоджених опори. На двох підстанціях класу напруги 750 кВ та 300 кВ замінено понад 30 одиниць пошкодженого обладнання. На

сьогодні вже завершено ремонти семи високовольтних ліній класу напруги 750 кВ і 330 кВ. Ще 12 ліній знаходяться на різних стадіях ремонту. Відновлюється обладнання двох високовольтних підстанцій, які постраждали від обстрілів (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Відновлення високовольтних ліній електропередач

Тим не менш, завдяки професійним діям фахівців енергетичної галузі вдалося запобігти повного блекауту, зберегти та відновити постачання енергії по всім регіонам, та розпочати проведення робіт з відновлення та ремонту. Міжнародними партнерами налагоджено постачання необхідних матеріалів та обладнання, Україна отримує спеціалізовану фінансову допомогу.

За звітом Міненерго, станом на серпень 2023 року, проведено ремонт п'яти атомних блоків, при цьому ще чотири зараз ремонтуються. Крім того,

11

проводиться ремонт 24 енергоблоків ТЕС, що складає 62% від загальної кількості. ТЕЦ полагоджено на 70%, інша частина ще перебуває в ремонті. Щодо гідроелектростанцій — відремонтовано, або перебувають в стані ремонту 32 агрегати, що становить 68% від загальної потужності.

Згідно даних уряду, кампанія з ремонту йде за планом. Компанією «Укренерго» проведено майже 80% від планових робіт по ремонту мереж, підстанції було відновлено до довоєнного стану. Крім того, уряд розробляє багаторівневий захист для об'єктів енергетики.

Зазнала шкоди і зелена енергетика, частка якої в довоєнний час складала 13%. Станом на осінь 2022 року, з експлуатації було виведено більшість вітрових станцій та приблизно 50% сонячних. Після початку війни, велика кількість об'єктів відновлюваних джерел енергетики опинились в окупованих регіонах, або місцях проведення бойових дій. Зафіксовано безліч пошкоджень підстанцій та мереж внаслідок обстрілів, розкрадання обладнання ворожими військами. На окупованих територіях відсутній доступ до об'єктів, що призвело до припинення їх роботи.

1.2 Блекаути та стабілізаційні відключення електричної енергії

Перший масований удар по світлу Росія завдала у вересні 2022-го. 3 жовтня 2022-го до березня 2023 року росіяни завдали близько 1 200 ударів по енергетичній інфраструктурі України, підрахували в «Укренерго». Більшість пошкоджених підстанцій росіяни атакували щонайменше двічі. Ушкоджень зазнали всі великі тепло- і гідроелектростанції, кажуть в компанії (див. рисунок 1.3).

Ракетний терор тривав усю осінь і зиму, українці змушені були сидіти годинами, а іноді й днями, без світла, гарячої води й подекуди опалення, та при звичаюватися до графіків відключення.

Та енергетика з великими труднощами встояла. Вже до літа відключати світло майже припинили.

12

Однак фахівці попереджали: наступна зима може бути ще складнішою, і Росія схоче завершити те, що вона почала попереднього сезону.



Рисунок 1.3 – Атаки на енергетичну інфраструктуру

Це здавалося тим більш імовірним, що Росія не збирається відмовлятися від терорстичних методів ведення війни. Що стосується наслідків цього терору, то багато приміщень ТЕС були зруйновані, російські війська також били по машинних залах ГЕС на Дніпрі і Дністрі.

«Вона (Росія. – Ред.) накопичує ракети і шукає маршрути обходу української ППО. Ну і чекає холодів. Чекає моменту нашої вразливості», - застерігав у листопаді 2023-го очільник "Укренерго" Володимир Кудрицький. Україна теж не сиділа склавши руки. За допомогою західних союзників поступово відновлювали пошкоджені електростанції, запасалися запчастинами і, як повідомляв Кудрицький, попрацювали над захистом своїх енергооб'єктів.

Та все ж у вересні 2023-го здавалося, що новий сезон блекаутів не за горами.

13

Зранку 21 вересня росіяни запустили по Україні 43 ракети, частину збили, а частина влучила в енергетичні об'єкти на заході та в центрі країни. Та атака стала першим за пів року великим ударом по енергетиці. Без струму тимчасово лишилися частина центральної та західної України, включно з Київщиною.

"Ми розуміємо, що етап енергетичного терору в цьому опалювальному сезоні

вже почався", – застерігав прем'єр Денис Шмигаль.

Але найпохмуріші прогнози поки що не збулися.

І хоч росіяни і далі завдають точкові удари по енергетиці, опалювальний сезон вже пройдений на дві третини. Тож "заморозити" Україну, навіть поставивши собі це за миту, цього сезону навряд чи вийде.

Але українці почали частіше стикатися з відключеннями електроенергії. Виникли терміни аварійне відключення електроенергії та стабілізаційне відключення електроенергії. Проте досі не всі знають, якою є різниця між аварійними, стабілізаційними, спеціальними та іншими видами графіків відключень.

Розберемося, чим аварійні відключення відрізняються від стабілізаційних. Графіки аварійних відключень — це екстрені знеструмлення, які відбуваються без попередження. Вони застосовуються тоді, коли виникає потреба збалансувати енергосистему понад той ліміт, який закладений в графіках стабілізаційних відключень.

За словами енергетиків, основними причинами застосування графіків аварійних відключень можуть бути:

- раптові аварії на енергомережах внаслідок ворожих обстрілів або зношення обладнання;
- різкий стрибок споживання електроенергії, який неможливо покрити наявною генерацією.

"Екстрені відключення відбуваються тоді, коли треба збалансувати енергосистему на більшу потужність, ніж це передбачено графіком. Таке навантаження на систему неможливо спрогнозувати заздалегідь. Усі команди оператори системи розподілу отримують раптово. Тому графіків й не існує", — пояснюють у *YASNO*.

14

Окрім звичайних графіків аварійних відключень, є ще спеціальні графіки аварійних відключень. Вони вводяться за командою НЕК "Укренерго", коли ситуація в енергосистемі стає надзвичайно критичною. Під час застосування спеціальних графіки аварійних відключень тривалість та масштаб знеструмлень можуть бути ще більшими, ніж під час звичайних аварійних відключень. Для останнього існують графіки погодинних відключень — це планові знеструмлення,

які відбуваються в межах завчасно визначеного ліміту обмежень для кожної області чи міста. Ці відключення теж ініціюються НЕК "Укренерго", але вони більш прогнозовані і дозволяють операторам системи розподілу рівномірно "розкидати" обмеження між різними групами споживачів. "Стабілізаційні відключення відбуваються для балансування роботи енергосистеми. Це відбувається, коли обсяг генерації стає менший за обсяг споживання, або інфраструктура настільки пошкоджена, що не може передавати споживачам необхідну потужність", — зазначають у ДТЕК.

Ключова відмінність графіками погодинних відключень та графіками аварійних відключень полягає в тому, що ці відключення більш-менш прогнозовані і відбуваються за заздалегідь складеним графіком. Зазвичай, енергетики публікують такі графіки на своїх офіційних ресурсах, аби споживачі могли підготуватися до тимчасової відсутності світла.

Які ще існують типи відключень електроенергії

Окрім графіків погодинних відключень та графіків аварійних відключень, які стосуються переважно побутових споживачів, для промислових підприємств існують ще кілька специфічних графіків обмеження електропостачання: - Графік обмеження потужності. Застосовується за умови дефіциту електроенергії в енергосистемі чи окремих її частинах;

- Графік обмеження електроенергії. Вводиться за умови нестачі палива на електростанціях або падіння рівня води у водосховищах ГЕС.

Повністю уникнути відключень світла, на жаль, найближчим часом не вдасться — надто великих руйнувань зазнала енергосистема України від ракетних ударів Росії. Але кожен українець може зробити свій внесок у зменшення

15

тривалості та частоти відключень.

Для цього необхідно знизити споживання електроенергії, особливо в пікові години — вранці від 6:00 до 11:00 та ввечері від 17:00 до 23:00. Також варто уникати одночасного ввімкнення кількох потужних електроприладів. Що меншим буде навантаження на мережу, то рідшими та коротшими ставатимуть відключення світла.

РОЗДІЛ 2

ВІДНОВЛЮВАНА, ЗЕЛЕНА ТА МАЛА ЕНЕРГЕТИКА

2.1 Відновлювана енергетика

Відновлювана енергетика продовжує швидко змінювати світовий енергетичний баланс, і ця тенденція лише посилюється. Сонячна, вітрова та інші екологічно чисті джерела енергії стають ключовими у боротьбі зі зміною клімату та економічною нестабільністю. Прогноз до 2035 року демонструє, що відновлювана енергетика стане ще більш доступною, ефективною та інтегрованою у глобальну економіку (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Відновлювана енергетика

Відновлювана енергетика швидко змінює сучасний енергетичний ринок. Інновації, зростання попиту на екологічні джерела енергії та глобальна боротьба зі зміною клімату формують нові тренди, які визначають розвиток галузі. До 2035

ці тренди стануть основою для глобального переходу на екологічно чисту енергію. Основні тренди відновлюваної енергетики:

- Розширення використання сонячних електростанцій. Сонячна енергетика залишається лідером серед відновлюваних джерел енергії завдяки своїй доступності, універсальності та низьким операційним витратам. До 2035 року очікується збільшення потужності сонячних станцій у світі на 70-100%, зниження вартості технологій та широке впровадження гібридних систем, які поєднують сонячні станції з акумуляторами, забезпечуючи безперебійну роботу вдень та вночі.

- Інтеграція відновлюваних джерел у глобальні мережі. Розвиток смарт мереж дозволить краще керувати енергією, яку виробляють сонячні та вітрові станції.

Сонячні електростанції почнуть працювати в єдиній системі з генераторами та іншими джерелами енергії, підвищуючи стабільність постачання.

- Зростання ролі корпоративного сектора. Бізнеси інвестуватимуть у власні сонячні електростанції для зниження витрат на електроенергію до 70% та підвищення енергонезалежності. Компанії, які активно впроваджують відновлювані джерела енергії, отримають конкурентну перевагу, особливо у тендерах та залученні партнерів.

- Розширення ринку систем зберігання енергії. Зросте використання літій іонних батарей для домашніх та промислових сонячних станцій. Гібридні системи дозволять накопичувати надлишки енергії для використання вночі або під час пікових навантажень.

Домогосподарства та невеликі підприємства активно встановлюють сонячні панелі, створюючи мікроелектростанції. Локальна генерація зменшує навантаження на загальні енергетичні мережі та підвищує енергетичну незалежність.

Відповідно до щорічного звіту агентства *Bloomberg*, Україна піднялася на 55 позицій в рейтингу привабливості інвестицій в альтернативну енергетику та зайняла в ньому восьме місце. Підвищення позиції України в рейтингу стало

можливим завдяки вигідним “зеленим” тарифам та податковим ставкам і

проведеним реформам в енергетичному секторі.

Україна має помітне, але ще не повністю реалізоване місце у відновлюваній енергетиці. Частка відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в загальному виробництві електроенергії становить близько 1,8%. До 2030 року планується збільшити цю частку до 25%. В основному, використовуються вітроенергія, сонячна енергія та гідроенергетика (рисунок 2.2).

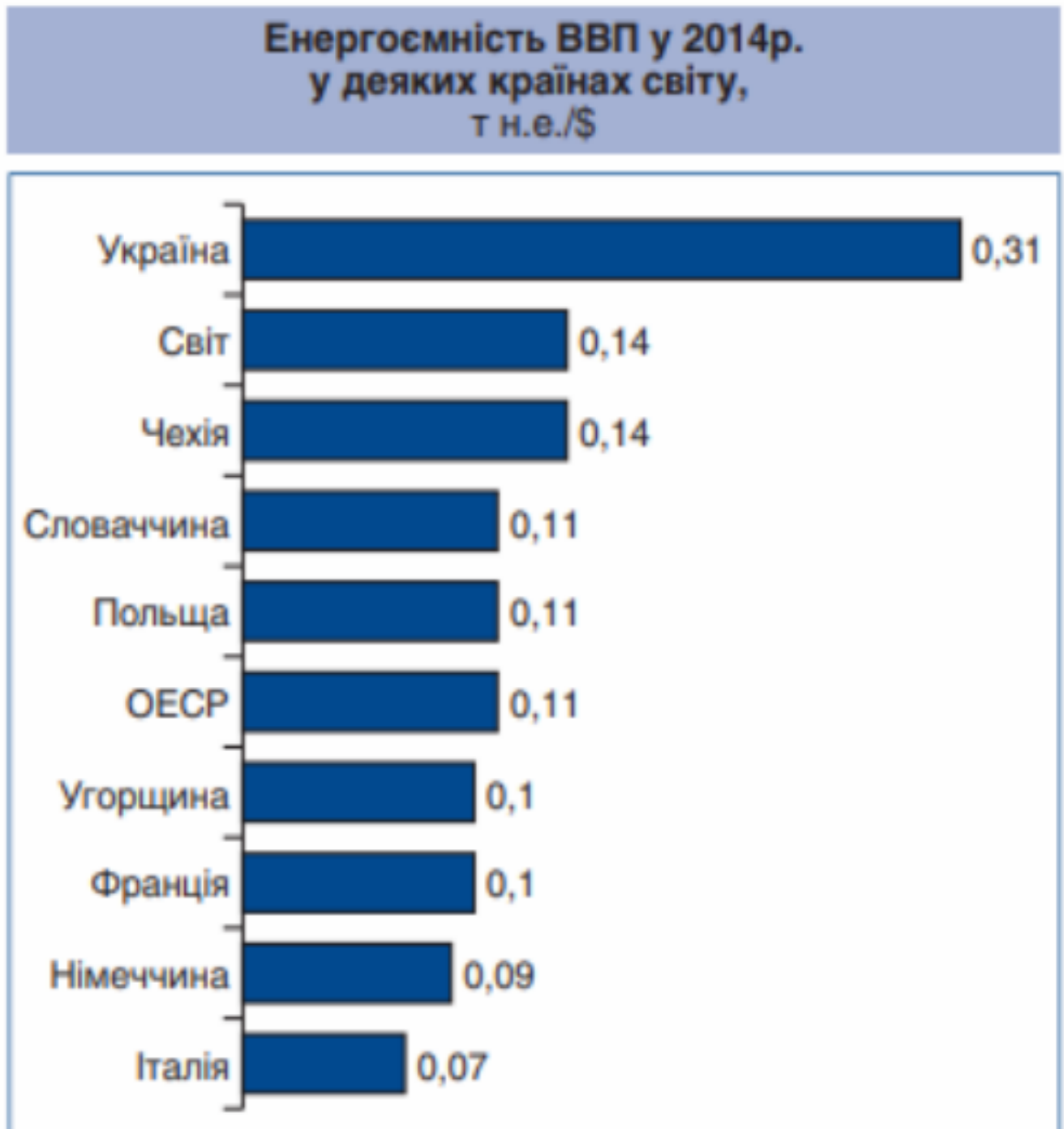


Рисунок 2.2 – Енергоємність ВВП у 2014р. у окремих країнах світу

Таке зростання стало можливим завдяки значному притоку в Україну

інвестиційних потоків (801 млн *USD* у 2018 р. проти 46 млн *USD* у 2017 р.). Потенціал зростання обсягу інвестицій залишається високим, так як за останні десять років країни Європи — не члени ЄС отримали лише 6% від усього капіталу чистої енергії, який був залучений у ринки, що розвиваються (рисунок 2.3).

| Країна | Споживання електричної енергії на душу населення, тис. кВтг/на особу |
|-----------------|--|
| Австрія | 7,0 |
| Бельгія | 7,2 |
| Болгарія | 3,9 |
| Велика Британія | 4,6 |
| Греція | 4,5 |
| Данія | 5,4 |
| Естонія | 5,2 |
| Ірландія | 5,3 |
| Іспанія | 5,0 |
| Італія | 4,8 |
| Кіпр | 3,5 |
| Латвія | 3,2 |
| Літва | 3,2 |
| Люксембург | 11,0 |
| Мальта | 4,9 |
| Нідерланди | 6,1 |
| Польща | 3,3 |
| Португалія | 4,4 |
| Румунія | 2,2 |
| Словаччина | 4,5 |
| Словенія | 6,2 |
| Угорщина | 3,7 |
| Фінляндія | 14,3 |
| Франція | 6,6 |
| Німеччина | 6,3 |
| Хорватія | 3,6 |
| Чехія | 5,1 |
| Швеція | 12,8 |
| ЄС-28 | 6,2 |
| Україна | 2,7 |

Рисунок 2.3 – Споживання електричної енергії на одного жителя України та ЄС у 2015 році

Країни з економікою, що розвивається, зайняли верхні позиції в рейтингу (Чілі,

Індія, Іорданія, Бразилія, Кенія, Китай).

Європейські країни — не члени ЄС встановили рекорд інвестицій, залучених в чисту енергію (2,2 млрд *USD*), що складає більше 25% усіх інвестицій в регіон за останні десять років.

За даними *Bloomberg New Energy Finance* в країнах з економікою, що розвивається, за 2018 р. встановили відновлювані джерела енергії на 107 ГВт (переважає сонячна енергія, 66 ГВт, далі вітрова, 29 ГВт, та 12 ГВт малі гідроелектростанції, біомаса та геотермальні джерела).

2.2 Зелена енергетика

За даними Океанографічного інституту Скрипса, дослідження якого підтримує Міністерство енергетики США, цього року середньорічна концентрація вуглекислого газу в атмосфері вперше в історії людства досягла максимального рівня — 416,08 ppm. (Частин на мільйон).

При цьому лише за останні 70 років кількість CO₂ в атмосфері збільшилася вдвічі. Дослідники пов'язують такий ефект насамперед із використанням викопного палива. А найбільш шкідливим у цьому ланцюжку є генерація електроенергії, на яку попит у світі стабільно зростає. 67% викидів парникових газів відбувається у процесі генерації електроенергії з викопного палива.

Виходом із ситуації є розвиток «зеленої» енергетики, яка не створює шкідливих викидів. До того ж, останніми роками «зелена» енергія стала економічно вигіднішою за вугільну генерацію через здешевлення обладнання та розвитку технологій.

У країнах ЄС до 2050 року планують повністю відмовитися від викопного палива менш ніж за 30 років. І такі амбітні цілі є цілком досяжними для частини країн навіть у перспективі найближчих 15 років, за умови вдосконалення систем зберігання енергії.

Європа поступово відмовляється від вугілля. Використання вугілля шкідливе лише тим, що це забруднює повітря. У процесі його видобутку руйнуються водоносні горизонти, забруднюються земельні та водні ресурси, відбуваються

зсуви та обвали гірських масивів та очисних виробок. У шкідливому для здоров'я виробництві задіяні тисячі людей.

Зрештою нові технології поступово витісняють паливо ХХ століття, роблячи його економічно не вигідним.

Зрештою нові технології поступово витісняють паливо ХХ століття, роблячи його економічно не вигідним. У 2018 році, за результатами дослідження британського аналітичного центру *Carbon Tracker*, Україна очолила список країн із найбільш неефективною та дорогою тепловою генерацією у світі.

Натомість у розвинутих країнах відмовляються від вугілля. У середині квітня цього року у Стокгольмі закрили останню ТЕЦ, яка працювала на кам'яному вугіллі. Зробили це на два роки раніше, ніж планувалося. Загалом Швеція планує повністю відмовитися від використання викопного палива (у тому числі нафти та газу) у всіх секторах до 2040 року, а ще через 5 років стати кліматично нейтральною. У цьому контексті варто додати, що показника у 50% генерації із відновлюваних джерел Швеція досягла ще у 2014 році.

І такий підхід не лише у скандинавів, які завжди ощадливо ставилися до природних ресурсів. Цього року у квітні подібний історичний крок зробила Австрія. До 2030 року країна зобов'язалася повністю перейти на електроенергію, що виробляється на основі відновлюваних джерел, а до 2040 року країна планує стати кліматично нейтральною.

Задля справедливості варто зауважити, що зараз в Австрії близько 75% електроенергії виробляється на основі ВДЕ, з яких понад 60% становить гідроенергетика. Керованість та швидка маневреність гідроенергетики дозволяє країні не турбуватися про проблеми зі зберіганням енергії та балансуванням, на відміну від країн, де серед ВДЕ переважає сонячна чи вітрова генерація.

Країни ЄС є найпослідовнішими у прагненні зменшити викиди CO₂. У 2015 році в Парижі було укладено «зелену угоду» або Паризьку кліматичну угоду.

22

Країни, які його підписали, зобов'язалися до 2050 року стати кліматично нейтральними — відмовитися від викопного палива і перейти на відновлювані джерела енергії (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Відновлювані джерела енергії

Низка країн планує зробити це значно раніше. Великобританія – до 2025 року, Франція – до 2022, Греція – до 2028, Угорщина – до 2030 року та ін. У контексті енергетичного переходу серед країн Європи для України може бути цікавим досвід Німеччини. Економіка країни довгий час була сильно залежною від вугілля та природного газу. Там подібна програма збільшення ролі ВДЕ (*Energiewende*) стартувала ще 2002 року.

А вже в першому кварталі 2020 року, за даними Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (*IRENA*), 51% електроенергії в цій країні було згенеровано за допомогою ВДЕ. Лише за останній рік виробництво «зеленої» електроенергії зросло майже на 15%. Найбільшу ставку Німеччина робить на вітроенергетику, частка якої протягом року зросла на 21,4%.

При цьому частка електроенергії, що генерується з вугілля, скоротилася на третину протягом року. Плани настільки амбітні, що Німеччина, яка має одні з найбільших запасів бурого вугілля у світі та останні 200 років розвивалася саме завдяки цьому ресурсу, у 2018 році закрила останню шахту. Для того, щоб зняти

23

соціальну напруженість та забезпечити роботою десятки тисяч людей у трьох основних буровугільних басейнах, уряд виділив 40 млрд євро.

Незважаючи на те, що власний видобуток вугілля Німеччина не розвиває, повністю відмовитись від його споживання в країні планують до 2038 року. А

шахти закрили скоріше через нерентабельність.

Німеччина також задекларувала намір поступово відмовитись від ядерної енергетики. Тільки в першому кварталі 2020 року її частка в електроенергетиці держави знизилася майже на 17%. Повністю відмовитися від атомної енергетики Німеччина планує у 2022 році.

Зелений сценарій європейської енергетики

У квітні цього року Європейська асоціація сонячної енергетики *SolarPower Europe* спільно з фінським технологічним університетом Лаппеенранта (*LUT*) представили масштабне дослідження, в якому детально змоделивали енергосистему Євросоюзу на 100% відновлюваних джерелах енергії (рисунок 2.4).

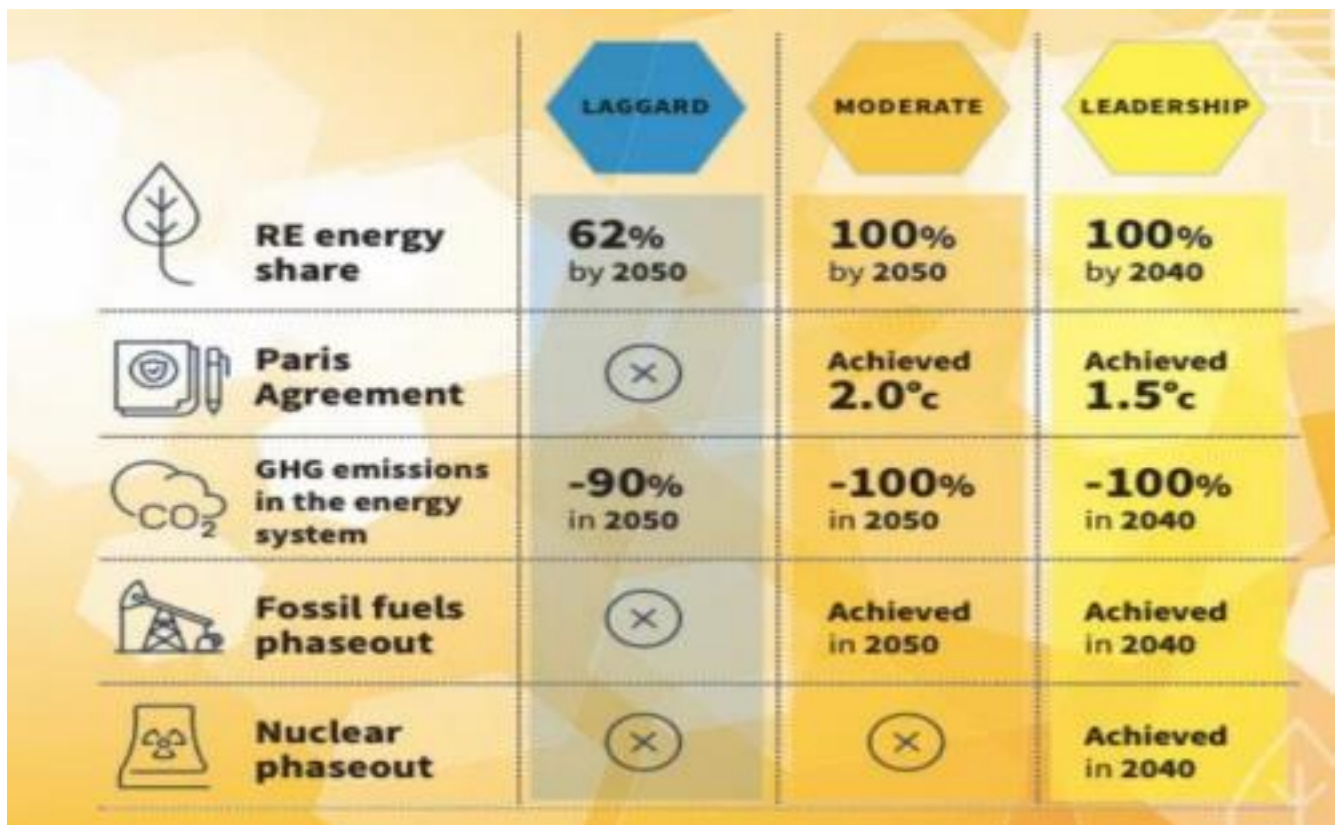


Рисунок 2.4 – Енергосистема Євросоюзу на 100% відновлюваних джерелах енергії

У дослідженні порівнюються три можливі сценарії розвитку енергетичного сектора країн Європи до 2050 року: повільний (*Laggard-Szenario*), помірний (*Moderate Szenario*) та сценарій лідерства (*Leadership-Szenario*). За найменш оптимістичним сценарієм, частка відновлюваних джерел енергії у 2050 році становитиме 62%. Два інших передбачають 100% ВДЕ, причому за сценарієм лідерства мети буде досягнуто вже в 2040 році. Наразі картина генерації та

споживання електроенергії в Україні показана на рисунку 2.5.

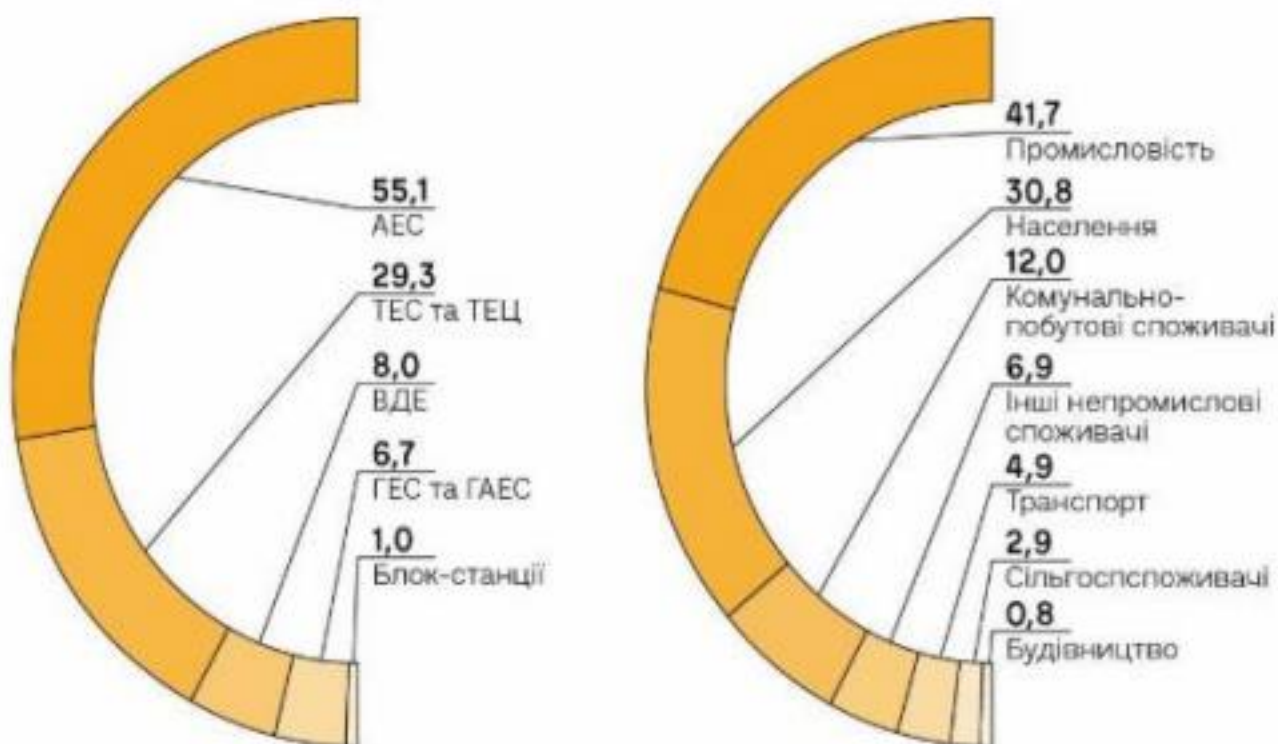


Рисунок 2.5 – Хто виробляє та хто споживає електроенергію в Україні

Автори дослідження у всіх трьох сценаріях відводять ключову роль у «зеленій» генерації майбутнього сонячних електростанцій. Вони генеруватимуть понад 60% європейської електроенергії до 2050 року.

«Сонячна генерація становитиме в середньому 61% за помірним сценарієм та 63% за сценарієм лідерства. Енергія вітру — у середньому 33% як у помірному, так і лідерському сценаріях. В обох сценаріях сонячна електроенергія та енергія вітру до 2050 року будуть виробляти понад 90% електроенергії, необхідної по всій Європі», — наголошується у дослідженні.

25

Генеральний директор *Scatec Solar* Україна Андрій Гаранін пояснює, що сонячна енергетика матиме значно більшу частку, ніж вітрова, з кількох причин. «По-перше, сонячного ресурсу набагато більше, ніж будь-якого іншого. Навіть вітру не скрізь достатньо, щоби генерувати з нього енергію. По-друге, сонячні станції будувати набагато простіше, ніж проекти з інших джерел енергії. Це може займати близько року порівняно з вітром, де будівництво може затягтися на 3 роки. По-третє, сонячні станції простіше робити децентралізованими, кожне домашнє господарство може встановити панелі», — зазначає Андрій Гаранін.

Крім того, поріг доступу в сонячну енергетику є досить низьким. А враховуючи високу конкуренцію та велику кількість учасників у сфері, сонячні технології продовжуватимуть дешевшати та ставати ще доступнішими для всіх. Україна відноситься до країн, що активно просуває відновлюваність та так звані «зелені» джерела електричної енергії. Звичайно війна дещо призупинила цей процес, але просування України у цій області продовжується. Місце України в цій європейській стратегії показано на рисунку 2.6.

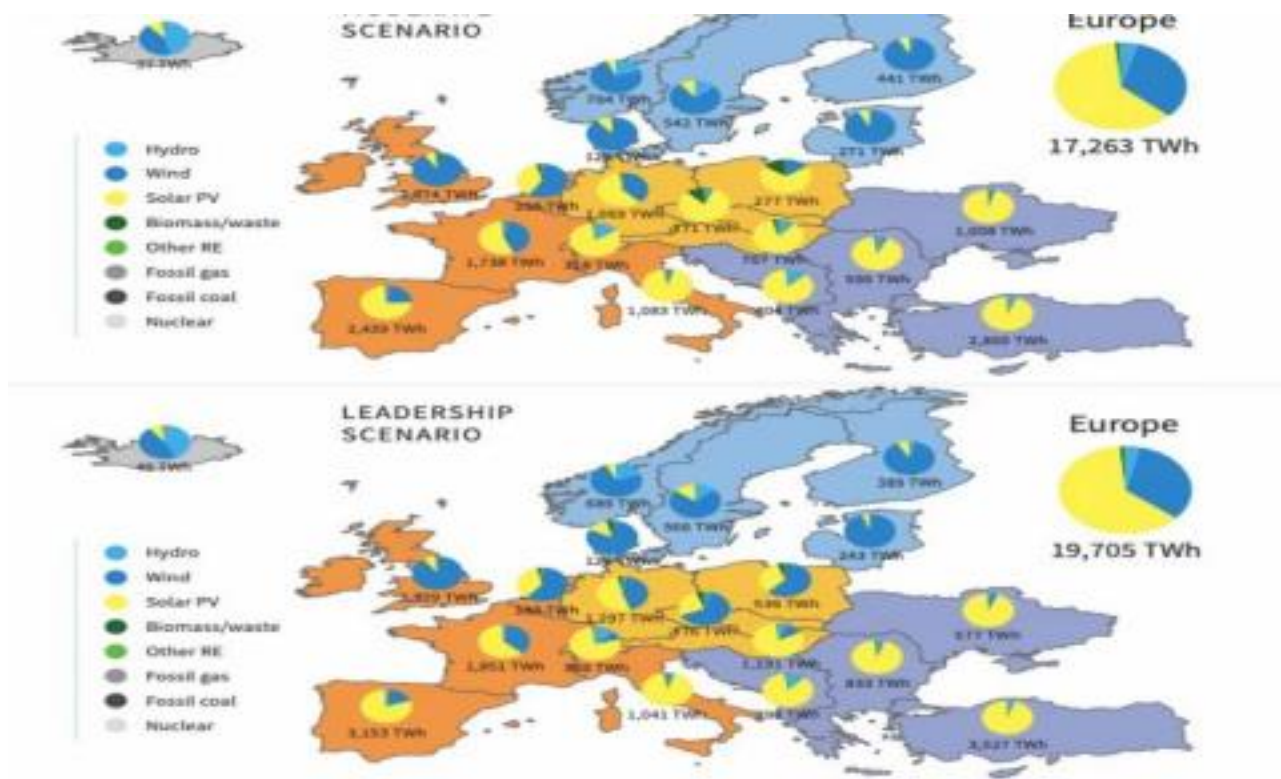


Рисунок 2.6 – Місце України у частці сонячної енергетики відносно інших відновлюваних джерел енергії

В помірному сценарії розвитку європейського енергетичного ринку Україна посідає четверте місце за кількістю згенерованої енергії з відновлюваних джерел після Туреччини, Іспанії та Франції. Причому основна частка припадає на сонячні електростанції.

За прогнозами експертів, річне вироблення сонячної генерації у 2050 році в Україні становитиме понад 1 тис. ТВт*год. Саме цей сценарій розвитку вчені вважають найдоцільнішим з економічного погляду. Динаміку росту застосування відновлюваних джерел енергії показано на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Відновлювані джерела енергії

У лідерському сценарії Україна входить до десятки країн за обсягами річної генерації з ВІЕ. За цим сценарієм експерти прогнозують, що в 2050 році в Україні генеруватиметься вдвічі менше електроенергії із сонячних електростанцій — понад 500 ТВт*год.

Зазначимо, що у 2019 році загальна генерація в Україні на всіх типах електростанцій становила 153 ТВт*год. А частка енергії з відновлюваних джерел майже 8% у загальній генерації. Деякі з показників генерації показано на рисунку 2.8.

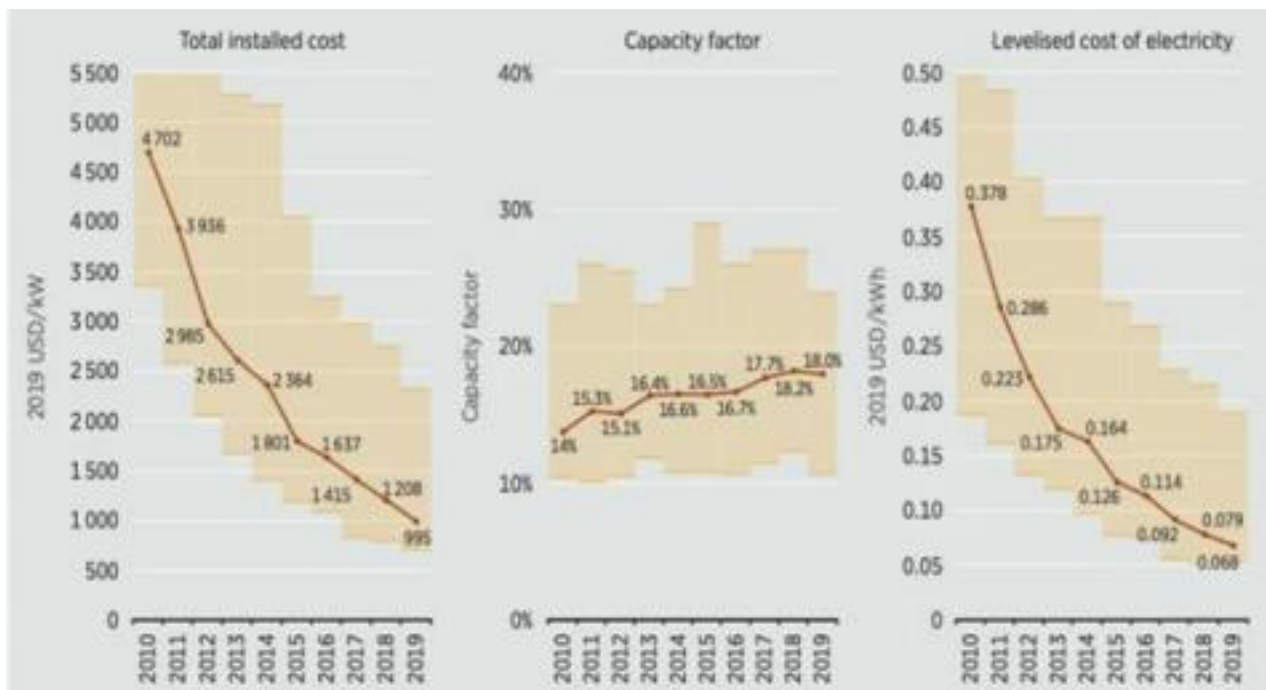


Рисунок 2.8 – Відновлювані джерела енергії

2.3 Мала енергетика

Концепція впровадження малої генерації передбачає будівництво у безпосередній близькості від споживача та введення в експлуатацію незалежних від централізованих мереж джерел енергії та розподільчих мереж, що виробляють теплову та електричну енергію для власних потреб, а також спрямовують надлишки у загальну мережу (електричну або теплову).

Все активніше світовою енергетичною спільнотою реалізуються проекти, що забезпечують розвиток «зеленої енергетики». У концепцію впровадження та розвитку малої генерації логічно та добре вписується використання енергії відновлюваних джерел енергії. Мала генерація і відновлювана енергетика на сьогоднішній день є основними напрямками розвитку енергетики в усьому світі, відіграють істотну роль у підвищенні надійності та якості електроенергії, що постачається, розвиваються паралельно і дуже тісно переплітаються. Мала генерація, заснована на відновлюваних джерелах енергії, дозволяє вирішувати багато завдань з урахуванням складнощів, що існують у традиційній енергетиці, зокрема, системах електропостачання для віддалених споживачів.

Основною причиною для масового впровадження об'єктів альтернативної та малої

енергетики в США, Китаї та країнах Європейського Союзу послужив той факт, що технології, що існували тривалий період, у процесі своєї експлуатації показали, що вони можуть давати позитивні результати лише до певного моменту – свого роду кордону, за яким виснаження природного капіталу починає надавати негативний.

Також однією з головних проблем, що стали на загальносвітовому порядку денному, стало безперервне забезпечення виробництва достатньої кількості енергії з дотриманням умов мінімального забруднення навколишнього середовища та дбайливого використання викопних ресурсів, що є у тих чи інших держав. При традиційному енергозабезпеченні виникає безліч організаційних, фінансових та технічних труднощів при зростанні потужностей підприємства, оскільки часто необхідні прокладання нових ліній електропередач, будівництво нових трансформаторних підстанцій, перекидка теплотрас тощо. буд. У той же час мала генерація пропонує вкрай гнучкі і швидкі в плані нарощування потужностей рішення. Таким чином, після світової економічної кризи 2008 року багато країн переглянули свої плани розвитку з метою збільшення «малого» та «зеленого» сегментів енергетики.

Потенційна потреба у залученні малої енергетики до енергетичного балансу обумовлена низкою причин, серед яких можна виділити такі:

- Широта діапазону сфери застосування систем децентралізованої генерації – від надмалих систем виробництв електроенергії та теплоти (здібних забезпечувати енергією окремі житлові будинки) до передачі електроенергії до мережі.

- Однією з переваг малої енергетики є можливість їх використання у безпосередній близькості від кінцевого споживача. Мала генерація має властивість особливої ефективності там, де розширення зони централізованого енергопостачання неможливе через крайню віддаленість і незначні енергонавантаження населених пунктів.

29

- Мала генерація дозволяє мінімізувати марні та економічно неефективні витрати на засоби передачі енергії, до того ж виключаються втрати при транспортуванні енергії.

- Впровадження невеликих географічно розподілених енергетичних об'єктів у таких регіонах позитивно впливає на забезпечення зайнятості та економічний розвиток територій впровадження.

- Оскільки енергетичний сектор є найбільшим емітентом парникових газів, то впровадження малої генерації, заснованої на відновлюваних джерелах енергії є не лише бажаним, але й необхідним для забезпечення ефективного переходу до низьковуглецевої економіки та стримування процесів глобального потепління, адже генерація енергії з відновлюваних джерел енергії (за винятком деяких технологій).

- Виснаження світових запасів викопних енергетичних ресурсів, з яких сьогодні, головним чином, задовольняються світові потреби у енергії. Такі тенденції ставлять під загрозу подальший стабільний розвиток глобальної енергетичної системи та наголошують на необхідності пошуку альтернативних технологій енерговиробництва, які дозволять зберегти запаси невідновлюваних енергетичних ресурсів для майбутніх поколінь та відкрити можливості для збільшення обсягу їх споживання позаенергетичною галуззю.

- Ринкова невизначеність у розвитку традиційної електроенергетики та в кінцевих цінах на електроенергію і, як наслідок, що виникає адаптація споживачів до існуючих обставин сфери, що виражається в переході на автономну енергетику.

- Наслідки великомасштабних аварій на атомних електростанціях в Чорнобилі (СРСР, 1986 рік), Фукусіма (Японія, 2011 рік), промислово-екологічної катастрофи, пов'язаної з глибоководним видобутком нафти в Мексиканській затоці (США, 2010) століття і наголошують на необхідності впровадження якісно нових змін на кожному етапі процесу отримання енергії. Слід зазначити, що використання технологій малої генерації, заснованої на ВІЕ, не гарантує

30

абсолютної екологічної чистоти, однак за інших рівних умов їх експлуатація мінімізує ймовірність виникнення техногенних аварій.

Проте мала енергетика має і суттєві недоліки. Це низька щільність енергетичних потоків, переривчастість їх наявності (по годині доби, порох року, географічним поясам), високі початкові капітальні витрати, хоча зазвичай і компенсуються

низькими експлуатаційними, проте істотно впливають на вартість генерації енергії. Також малій генерації на основі *BIE* властивий певний ступінь хаотичності будівництва об'єктів. Дана обставина пов'язана з тим, що ефективність впровадження об'єктів малої енергетики визначається факторами оцінки потенціалу, доцільності розміщення ландшафту, екологічної оцінки та багатьом іншим, що більшою мірою може не завжди характеризувати найбільш вигідне та оптимальне розташування джерела енергії в центрі електричних навантажень енергосистеми.

За наявності безумовних недоліків малої енергетики її додаткові переваги, такі як когенерація тепла, підвищення надійності, відсутність мережеских витрат вже зараз роблять її вигідною в багатьох застосуваннях. На даний момент для тих споживачів, які не мають стабільного доступу до продукту традиційної енергетики, або він їм з якоїсь причини не підходить стає ясно, що на сьогоднішній день з'явилася можливість виробляти його самостійно, в безпосередній близькості до місць життєдіяльності.

Криза, що повільно розвивається, сформованої монополізованої енергетичної інфраструктури і лібералізація енергетичних ринків, що почалася, одночасно привертають можливості, що відкриваються, для освоєння нових енергетичних технологій і збільшують попит споживачів енергії на малі генеруючі потужності. Справедлива ринкова оцінка всіх переваг є ключовим чинником визначення перспективності інноваційних енергетичних проектів. Розвиток технологій виводить на рівень економічної виправданості дедалі більше варіантів використання малої генерації.

Слід зазначити, що відступ у разі від звичних правил, заданих сферою системної енергетики вимагає присутності компонентів інтелектуального

управління чи повноцінних мереж із малою генерацією в межах певного регіону. Застосування таких інструментів керування дозволить повною мірою використати весь потенціал малої генерації.

Вбудовування малої генерації в структуру енергетичних систем не виключає традиційну енергетику. Підвищення економічної та енергетичної ефективності електроенергетики, її надійності неможливе без оптимального поєднання

розвитку великих базисних електростанцій із масштабним розвитком малої генерації. Мала енергетика, заснована на ВІЕ, є більш ефективною при створенні гібридної структури, яка являє собою розосереджену інтелектуальну систему.

Обґрунтована та грамотна ув'язка малої енергетики та традиційних джерел генерації дозволить зміцнити окремі позиції напрямів енергетичної безпеки шляхом підвищення стабільності та життєздатності системи електропостачання. Використання підходу до появи додаткових джерел енергії, що функціонують на основі місцевих відновлюваних енергоресурсів, у перспективі здатне забезпечити позитивний загальноекономічний ефект, а згодом підвищити конкурентоспроможність економіки в регіонах впровадження.

Відповідно до умов Міжнародної Ради з великих електричних систем високої напруги (*Conseil International des Grands Réseaux Électriques*) – до групи малої генерації відносять станції, потужність яких не перевищує 30 МВт, а агрегати одиначної потужності не більше 10 МВт. Потужність таких джерел вибирається виходячи з очікуваної потужності споживача з урахуванням наявних обмежень (технологічних, правових, екологічних тощо) і може змінюватись в широких межах (від двох-трьох до сотень кіловат). Як правило, такі станції бувають трьох підкласів:

1. Мікроелектростанції – потужність трохи більше 100 кВт;
2. Мініелектростанції - потужність 100 кВт-1 МВт;
3. Малі електростанції – потужність щонайменше 1 МВт.

Об'єкти малої енергетики відрізняються великою різноманітністю, можна виділити такі види:

- мікротурбінні електростанції;
- газотурбінні та газопоршневі електростанції;
- паливні елементи;
- електроустановки, що використовують енергію біомаси; -
- вітрові електростанції;

- сонячні електростанції;
- мала гідроенергетика;
- приливні та хвильові електростанції;
- генерація, що ґрунтується на геотермальних джерелах.

РОЗДІЛ 3

НЕТИПОВІ ТА ЕКЗОТИЧНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

3.1 Нетипові методи отримання електричної енергії

Існує багато способів отримання електроенергії, серед яких є такі незвичайні. Одержання електроенергії із відходів шоколадної фабрики. Британський мікробіолог *Лін Маккаскі (Lynne Mackaskie)* з університету Бірмінгема (University of Birmingham) виробляла енергію з відходів шоколадної фабрики за рахунок бактерій. Вона згодовувала бактеріям розчин нуги та карамелі з фабричних відходів. Бактерії розщеплювали цукор та виробляли водень. Водень прямував до паливного елемента, який виробляв достатньо електроенергії для невеликого вентилятора.

Також Маккаскі продемонструвала іншу чудову роботу бактерій. Їх помістили у розчин відходів з лінії з переробки старих автомобільних нейтралізаторів. Той самий фермент гідрогеназу, що брав участь у виробленні водню, тут вступав у реакцію з речовинами в розчині і, зрештою, допомагав мікробам вивести з нього розчинений паладій, який закріплювався на поверхні бактерій.

Виробництво електроенергії за рахунок використання стічних вод. Дослідники з університету Пенсільванії (*Pennsylvania State University*) створили прототип унітазу-електростанції, який виробляє електрику за рахунок розкладання органічних відходів.

Тут у справу пущені бактерії, які є у звичайних стічних водах. Ці бактерії

поїдають органіку і виділяють вуглекислий газ, причому у процесі хімічних реакцій відбувається перехід електронів між атомами. Вчені зуміли втрутитися в цей процес і змусити тікати ці електрони в обхід - по зовнішньому ланцюгу.

Для цього автори агрегату застосували пластмасову трубу діаметром 6,5 см і

34

довжиною 15 см, в якій розмістили вісім периферійних стрижнів-електродів з графіту та один центральний електрод, виконаний із пластику, графіту та платини. Коли через цю трубку прокачували нечистоти, в ланцюзі між центральним та периферійними стрижнями йде струм. Однак потужність складає всього кілька міліватів. Але Брюс Логан (*Bruce Logan*), який є одним із авторів цього проекту, каже, що команда працює над підвищенням потужності.

Можливо, унітази-електростанції зможуть жити одну-дві лампочки і заощадити енергію. До того ж, широке використання новинки сприяло б додатковому очищенню стічних вод.

Отримання електроенергії з повітря

Hitachi розробила нову технологію отримання електроенергії, використовуючи вібрації, що природно виникають у повітрі, з амплітудою кілька мікрометрів. Однак на даний момент технологія забезпечує досить низьку напругу, але її привабливість полягає в тому, що генератори можуть працювати в будь-якому місці і за будь-яких умов, на відміну від сонячних батарей. Технологія ґрунтується на теорії, що електрика може вироблятися, при вібрації змінюється відстань між електродом, закріпленим на плоскій пружині, та нерухомим електродом. Для підтвердження своєї теорії розробники створили пристрій розміром 2,5×7 см, що виробляє струм потужністю 0,12 мікровоат при виникненні коливань кілька мікрометрів, які можна виявити навіть у майже нерухомому повітрі будівлі. Такої потужності цілком достатньо для роботи температурного або світлового датчика раз на годину, або надсилання даних, заміряних датчиком, в інше місце. На думку розробників, технологію можна використовувати, наприклад, датчиках для визначення втоми будівлі або зносу деталей механізмів. У *Hitachi* планують розширити коло додатків свого відкриття, зменшивши розміри приладу до 1x1 см і збільшивши потужність струму, що виробляється.

Отримання електроенергії з проточної води.

Канадські вчені винайшли новий пристрій, який називається електрокінетична батарея. Експериментальний прилад створили в Університеті Альберта в Канаді. Електрокінетична батарея насправді є досить примітивним

35

пристроєм. Вона є невеликою скляною посудиною, яку пронизують сотні тисяч мікроскопічних каналів. Завдяки феномену електричного поля, що створюється двошаровим середовищем, посудина працює як звичайна нагрівальна батарея. Вода в ньому, протікаючи каналами, утворює позитивний заряд одному кінці судини і негативний - іншому. Через війну виробляється енергія. Через свої невеликі розміри прилад виробляє невелику кількість енергії, але глава групи вчених Ларрі Костюк вважає, що створити потужну машину праці не складе. Потрібно буде лише оснастити прилад великим фільтром. Збільшені копії таких батарей можна поставити десь на швидких річках. Можливо, у майбутньому звичайні електричні батарейки типу А-4 можна буде замінити крихітними копіями пристрою, у яких використовуватиметься вода під тиском.

Океанська підводна електростанція Вже котрий рік у промисловому дизайні затребуваною залишається концепція «біомімікрії», тобто запозичення різних технологічних рішень у природи. Таким підходом скористалася австралійська компанія *BioPower Systems*, розробляючи проект океанської підводної електростанції *BioWave*, яка виробляє електроенергію за рахунок коливань спеціальних «стебел», що створюються підводними течіями. Подібним чином вагаються і водорості, щоправда, не виробляючи у своїй електрику.



Рисунок

3.1 – Підводна електростанція

36

Зовні електростанція дійсно виглядає як водорість із трьома великими гнучкими листками. Якщо перебіг виявляється занадто сильним і загрозовим для цілісності конструкції, листя пригинається до дна, де потік повільніший. Прототип електростанції вже проходить випробування біля берегів Тасманії і успішно виробляє 250 кВт енергії. Згідно з планами розробників, незабаром такі електростанції забезпечуватимуть енергією довколишні острови Фліндерс і Кінг, а пізніше весь австралійський штат Вікторія, включаючи столицю Мельбурн.

Отримання електроенергії з фарби Під час досліджень, що тривали три роки, компанія *Industrial Nanotech* створила особливий вид термоізолюючого покриття, здатний виробляти електроенергію за рахунок різниці температур між стіною будинку та навколишнім середовищем. Актуальні проблеми енергетики. С Н Т К - 7 3 888 Керівник компанії *Industrial Nanotech* Стюарт Берчіль стверджує, що корисний ефект від нової фарби дуже великий. Оскільки різниця температур є завжди, то джерело енергії буде постійним. Її використання приносить не лише економічні вигоди, а й зменшує викид вуглекислого газу в атмосферу. Принципова відмінність нового альтернативного джерела енергії від інших у тому, що тільки ця енергія є постійною та універсальною. Перспектива розробки *Industrial Nanotech* безперечно є, але тільки в тому випадку, якщо вартість матеріалу не буде зайво завищена. Жодної інформації про новий матеріал

компанія не дає. Найімовірніше подробиці з'являться після реєстрації патентів. Судячи із назви самої компанії, без нанотехнологій у новинці не обійшлося.

Отримання електроенергії від вібрації при ходьбі пішоходів у буквальному сенсі пульс міста хочуть використовувати як відновне джерело електроенергії лондонські архітектори з фірми *Facility Architects*. Вібрації від вантажівок, що проїжджають, поїздів, що проходять, і навіть пішоходів планується перетворювати в енергію для вуличного і не тільки освітлення. "У години-пік через вокзал Вікторія за 60 хвилин проходить 34 тисячі осіб. Не потрібно бути математичним генієм, щоб зрозуміти - якщо вдасться використати цю енергію, то може фактично вийти дуже корисне джерело енергії, яка зараз витрачається марно", - пояснює директор архітектурної фірми Клер Прайс (*Claire Price*).

37

Стимул для старту проекту *Pacesetters* ("Лідери", "Задають тон, тенденцію, напрямок розвитку") з'явився на одній із церемоній роздачі призів, коли якийсь член журі сказав Прайс, що йому "подобається ідея про збирання енергії від вібрацій, але витівка ніколи не працюватиме". "Для нас це було байдуже, що червона ганчірка для бика", - згадує глава *Facility Architects*. І вже за кілька місяців компанія отримала низку пропозицій, так само, як фінансову та технічну підтримку від кількох організацій. "Моєю першою реакцією, коли я побачив проект, було "Нічого собі! Боже мій, це фантастика!", хоча, як інженер я, звичайно, зрозумів, що, так, це справді може працювати", – каже Тоні Бейтс (*Tony Bates*), менеджер фірми *Scott Wilson*, яка разом із *Facility Architects* зараз втілює ідею в реальності. Два "збираючі вібрації" досвідчених зразка повинні бути готові до грудня. Насамперед нову технологію впровадять у сходи: "вбирати" енергію кроків вона буде за допомогою гідравлічних або п'єзоелектричних елементів. Автори проекту вважають, що ця система зможе отримувати від кожної людини 3-4 Вт, приблизно половину від тих 6-8 Вт, які кожна людина, нібито, витрачає при ходьбі сходами. До початку наступного літа сходи з генеруючими струмами елементами будуть встановлені в реальній будівлі, для випробувань та аналізу.

Отримання електроенергії шляхом використання турнікетів-генераторів Практики-японці ще більш удосконалили попередній спосіб отримання електроенергії та запропонували використовувати для цієї мети турнікети у метро. На одному із вокзалів Токію пасажирів, проходячи через турнікети, виробляють

електроенергію. "Японська східна залізнична компанія" (East Japan Railway Company) вирішила незвичайним способом забезпечити вокзал екологічно чистим додатковим джерелом електроенергії та запустила експериментальну систему, що дозволяє виробляти електрику під час проходження пасажирів через турнікет. Як повідомляє Membrana.ru, у підлогу під турнікетами вокзалу вбудовані п'єзоелементи, які виробляють електрику від тиску та вібрації, коли люди наступають на них. Якщо експеримент з турнікетами генераторами вважають вдалим, у Японії з'явиться нове вигідне джерело електрики, адже залізниці є основними транспортними артеріями країни, і мільйони японців і туристів щодня проходять через турнікети вокзалів.

38

Виробництво електроенергії за допомогою живих дерев Компанія *MagCap Engineering* з *Массачусетса* поєднала зусилля з винахідником Гордоном Уодлом (*Gordon W. Wadle*) з Іллінойсу, щоб реалізувати екстравагантний проект. Вони вірять, що через кілька років ми будемо простягати дроти від своїх будинків до найближчих дерев у парках та лісах, щоб погріти воду в електрочайнику або зарядити стільниковий телефон. Американські інженери впевнені, що скоро дерева "навчаться" цілодобово давати нам невелику кількість енергії, яка накопичуватиметься в акумуляторах і витратиметься в міру потреби. Основа винаходу Гордона Уодла (саме з його роботи все і почалося) – металевий прут, встромлений у дерево, який занурений на деяку глибину в ґрунт, і схема, яка фільтрує струм і підвищує вихідну напругу, достатньо, щоб зарядити батарею. У поточній експериментальній конфігурації система виробляє достатньо енергії, щоб живити маленький світлодіод. Лагадінос вважає, що будь-хто може відтворити простий досвід: "Увімкніть алюмінієвий стрижень через кору в стовбур живого дерева; зробіть мідну трубку і зануріть її на 17 сантиметрів в ґрунт. Візьміть вольтметр і переконайтеся, що між стрижнем в стовбурі і заритою трубкою є потенціал". "Думайте про навколишнє середовище як про батарею, - говорить Лагадінос, - з деревом як позитивний полюс і прут в ґрунті - як негативний". У проведених дослідженнях не спостерігалось ні витрат матеріалу електродів, ні залежності напруги від висоти дерева (що підтверджувало б версію про детектор хвиль). І це не є фотосинтез. Взимку, коли листя скинуте, напруга

навіть трохи вища, кажуть творці приладу. І жодної шкоди для дерева, мовляв, теж немає. Можна тисячі та тисячі живих дерев у парках обвити проводами та жити від них найближчі будинки.

А ще — лампочки у дорожніх знаках чи, наприклад, наукові прилади у глухих куточках планети. Крім цього Лагадінос придумав, як перетворювати це природне джерело енергії на придатний до споживання постійний струм. MagCap випробувала дві дослідні схеми: в одній три конденсатори з'єднані паралельно. Коли вони заряджаються від дерева до 0,7 вольт, схема перемикає їх на послідовне з'єднання, підвищуючи таким чином напругу до 2,1 вольт, від якого

39

деякий час чудово працює світлодіод. Другий варіант приладу включає якийсь фільтр-стабілізатор напруги, тому стає можливим заряджати невелику нікель кадмієву батарейку. Уодл оптимістично заявляє: "У той час як проект знаходиться в дитинстві, він має потенціал, щоб забезпечити необмежену поставку екологічно чистої енергії, не покладаючись на викопне паливо". Уодл "скромно" уподібнює цей винахід до самого відкриття електрики. "Є величезне, невичерпне джерело енергії буквально навколо нас", - говорить він про дерева.

Опубліковане в журналі *Low Power Electronics and Applications* дослідження Інституту нанотехнологій, електроніки та приладобудування ПФУ обіцяє справжній переворот у низьковольтній електроніці. Вчені розробляють наногенератори на основі вуглецевих нанотрубок, легованих азотом, які перетворюють деформації та вібрації міського шуму, рухів та розмови людини в електричну енергію. У майбутньому ці генератори можуть стати новими джерелами автономного живлення для всієї електроніки — смарт-годин, смартфонів, навушників та інших гаджетів.

Фахівці Інституту вивчали властивості легованих азотом вуглецевих нанотрубок (*N-VNT*) щодо можливості їх використання як матеріалу для створення наногенераторів, здатних перетворювати і накопичувати енергію з навколишнього середовища. Вони встановили значення довжини, діаметра та модуля Юнга *N-VNT*, що забезпечують найбільш ефективне перетворення зовнішніх механічних впливів на електричний потенціал.

3.2 Домашні способи отримання електроенергії

Велотренажер із генератором. Відносно недорогий спосіб, але найбільш трудомісткий у прямому розумінні - адже електроенергію доведеться виробляти власними фізичними зусиллями. На жаль, багато електроенергії у такий спосіб отримати нереально. Звичайна людина, коли рухається на велосипеді в середньому темпі, працює з потужністю приблизно 250 ватів. При русі з високою швидкістю короткочасно можна досягти 500 - 600 ват. Тобто, обертаючи педалі

40

велотренажера, до якого приєднано генератор, в середньому темпі протягом 1 години можна виробити всього 200 – 300 ват/год. електроенергії.



Рисунок 3.2 – Відновлювані джерела енергії

Про продаж велогенераторів в Україні нам нічого не відомо, хоча серійні моделі за кордоном виробляються. Для того, щоб зробити велогенератор самостійно, знадобиться велотренажер або велосипед. Генератор можна взяти автомобільний на 12v або 24v, у тому числі вживаний. Трансмісія, що передає момент, що крутить, від педалей велотренажера до генератора, повинна забезпечувати необхідну частоту обертання генератора. Ще потрібно інвертор 12v/220v або 24v/220v та акумулятори. Також, як генератор, можна використовувати прямо-привідне двигун колесо для електровелосипеда і відповідний перетворювач напруги.

6. Електровелосипед з функцією рекуперації працює як генератор електроенергії, заряджаючи акумулятори при кожному гальмуванні, русі накатом

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАРЯЖАННЯ ПАВЕРБАНКУ ВІД БІГОВОГО КОЛЕСА ДОМАШНЬОГО ХОМЯЧКА

4.1 Загальна ідея побудови технічної системи зарядання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хомячка

Удари російських ракет по об'єктах української енергетики знову актуалізували тему енергодефіцитності економіки України.

Відключення електроенергії стали новою нормою в Україні, оскільки країна намагається впоратися з наслідками нищівного російського повітряного терору, який з початку 2024 року знищив близько половини енергетичних потужностей України воєнного часу (рисунок 4.1).



Зараз мільйони українців адаптуються до реальності регулярних відключень електроенергії, коли електрика у багатьох випадках обмежується лише кількома годинами на день, а дзиччання генераторів стає звичною частиною життя всієї країни.

Це заставляє людей шукати нові, нестандартні та навіть у дечому оригінальні методи отримання електричної енергії.

Одним із таких креативних, а у дечому навіть екзотичних методів є система заряджання павербанку від колеса хом'ячка. Цей звірок постійно бігає та крутить свої колесо. Отже це енергія, що ніяк не використовується. Якщо колесо з'єднати з невеликим генератором (наприклад, динамо-машиною), механічна енергія може бути перетворена на електричну, яку можна якось використати. Звичайно, що потужність такої енергії є надто низькою. Але це дивлячись для яких задач її використовувати. Наприклад, для заряджання за ніч павербанку цієї енергії, на мій погляд має вистачити. Тому я вирішив спробувати реалізувати цю ідею згадавши теоретичний матеріал таких дисциплін як електроніка, компютерна схемотехніка та практики з цього напрямку. Я посидів у інтернеті на цю тему. Маю відверто сказати, що там можна знайти подібні проекти. Але у більшості випадків аматори електрики та електроніки ставляться до цього скептично. В основному вони мотивують тим, що домашній хом'ячок грубо кажучи не потягне ті динамо машини, що можна придбати в магазинах електротехніки. В основному проблема саме у цьому. Хоча у тому ж інтернеті я знайшов підрахунки, які говорять про те, що домашній хом'ячок, в середньому, може виробляти близько 0,5 Вт/год при активному бігу. Отже виходить, що за ніч, тобто грубо за 10 годин від накрутить 5 Вт. Там же я знайшов розрахунки які стверджують, що цього може бути досить для заряджання батареї мобільного телефону, або невеликого павербанку, якщо заряджати його дуже повільно, приблизно 4-5 годин. То виходить, що все таки за ніч можна зарядити невеликий павербанк.

В результаті я наступним чином сформулював мету проекту своєї роботи: - Розглянути можливості отримання електричної енергії з самих різноманітних та навіть оригінальних джерел;

- Розглянути приклади проектів вироблення електроенергії від коліс, що обертають домашні тваринки та проаналізувати їх переваги та недоліки; - Запропонувати власну ідею перетворення енергії обертання колеса клітки домашнього хом'ячка у електричну енергію;

- Розробити систему заряджання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка.

4.2 Розробка системи заряджання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хом'ячка

У принципі ідея мого проекту вже є сформованою у попередньо озвучених тезах. Технічно ця ідея трансформується у структурну схему, що демонструється на рисунку 4.2. Хом'ячок, під час свого бігу крутить бігове колесо клітки, обертання якої через шків передається на привідний вал динамо-машини, а обертання останньої виробляє електричну енергію. Далі справа лише за розрахунком та побудовою відповідного зарядного пристрою.

Трансформація такої структури у відповідну її функціональну схему може бути такою як на рисунку 4.3.

В якості перетворювача механічної енергії у електричну можна використати мікро генератор на 12 В. Далі електричний струм потрібно перетворити зі змінного у постійний. Для цього можна використати звичайний класичний діодний перетворювач. Для вибору оптимального зарядного струму для павер банку є сенс використати сучасний *DC – DC* перетворювач як найбільш економічний та малогабаритний прилад.

Рисунок 4.3 – Структурна схема технічної системи

Презентуючи свою ідею отримання електричної енергії, що у сучасних технологіях носить назву «зелена енергія» я спробував реалізувати цю ідею у реальній моделі. Монтажна схема моделі такої системи показана на рисунку 4.4. Маю також сказати, що хоча на перший погляд практична реалізація такої системи здається дуже простою, проте на практиці прийшлося стикнутися з деякими проблемами. Насамперед це проблеми мікро механіки. Реалізувати привід від колеса хомячка на мікро генератор виявилось дуже складно, бо такої елементної бази ні у спец магазинах ні в інтернеті немає. Ну і до того ж я

звичайно компютещик, а не механік. Тому я навіть було розгубився. Але трохи згодом цю проблему все таки вдалося вирішити. Потім виявилось, що для того щоб мати достатній струм, тобто достатньої величини хомячок повинен бігти досить швидко. Взагалі для тих, хто зацікавиться моєю ідеєю з точки зору отримання реального ефекту з зарядки своїх гаджетів у такий спосіб мушу сказати, що хомячок має бути не маленьким і досить годованим, щоб він міг досить потужно крутити своє колесо.

Рисунок 4.4 – Монтажна схема технічної системи

На рисунку 4.5 показано фото реально виконаної системи. На жаль не вдалося зняти хоча б відео з роботою хомячка. Справа у тому, що достатньо потужно він бігає тільки вночі а вдень веде спокійний спосіб життя. Хом'яки - нічні тварини, і їхня природна поведінка включає активність у нічний час, особливо в пошуках їжі. Так що хом'як, що постійно жує, – це чудово, значить він здоровий і в доброму гуморі. Якщо з ранку або ближче до вечора хом'як починає бігати по клітці, в колесі, в лабіринтах, забиратися в гамак і вистрибувати з нього. Хом'яки обожають бігати у колесі, і це допоможе задовольнити їхню природну потребу у русі. Хом'яки можуть бігати у пошуках їжі, тому потрібно переконатися, що у них є достатня кількість їжі і води.

Рисунок 4.5 – Фото реальної моделі технічної системи

47

4.3 Вартість реальної моделі проєкту

Економічну вартість проекту відображено у таблиці 4.1 де приводиться перелік та середня ціна відповідного обладнання та загальна сума. У моїй роботі розроблено реально діючу модель технічної системи заряджання павербанку від бігового колеса клітки домашнього хомячка. У процесі розробки та реального збирання системи були використані технічні елементи та пристрої, які наводяться у переліку нижче з вказаною їх ринковою вартістю та загальною вартістю системи в цілому.

Таблиця 4.1 – Ціна обладнання системи

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній дипломній роботі розглянуто проблему отримання альтернативних джерел електричної енергії, що є особливо актуальним у часи російської військової агресії на енергосистему України.

В якості практичного результату виконання кваліфікаційної роботи можна стверджувати наступне:

- У розділі 1 кваліфікаційної роботи розглянуто актуальність розробки альтернативних джерел електричної енергії з акцентом на енергетичний терор російської федерації;

- У розділі 2 кваліфікаційної роботи розглядаються джерела актуальної у

наш час зеленої та відновлюваної енергетики;

- У розділі 3 кваліфікаційної роботи розглянуто можливості отримання електричної енергії з самих різноманітних та в деякій мірі навіть оригінальних джерел;

- У розділі 4 кваліфікаційної роботи запропоновано власну ідею перетворення енергії обертання колеса клітки домашнього хом'ячка у електричну енергію та реалізована спроба створення реальної технічної системи вирішення даної задачі на основі технологій сучасної електроніки та мікро автоматички.

49

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хостинг презентацій [Електронний ресурс]/Презентація на тему виробництво електроенергії – Режим доступу: <http://ppt4web.ru>. - Дата доступу: 16.04.2017. Актуальні проблеми енергетики. З Н Т К - 7 3 890

2. Все про електрику [Електронний ресурс] / 10 незвичайних способів отримання електроенергії – Режим доступу: <http://trigada.ucoz.com> – Дата доступу: 16.04.2017.

3. Комсомольська правда [Електронний ресурс] / Найнезвичайніші способи здобути електрику – Режим доступу: <http://www.kp.by>. - Дата доступу: 16.04.2017.

4. Дрозденко К.С., Найда С.А., Клен К.С. Фізичні основи електроніки Київ 2021р.

5. М.П.Бабич, І.А.Жуков Комп'ютерна схемотехніка. Видавництво МК Пресс, 2004р., с.260

6. М.В.Новіков. Елементна база, радіокомпоненти і електроніка. м.Кривий Ріг, 2004, с.286

7. В.Я.Хольний. Підсилювачі у радіоелектронному обладнанні повітряних суден. М. «Радио и связь» 1990р., с.130

8. Воловик П. М. Фізика для університетів. - К.; Ірпінь: Перун, 2005. - 864 с.

9. Жупанова Р. С. Електроніка, мікроелектроніка і схемотехніка: навчальний посібник / Р. С. Жупанова. – Частина 1. – Вінниця : ВК НУХТ, 2009. – 123 с.

10. Електротехніка та електроніка. Підручник для вишів. - У 3-х кн. Кн. І

11. Електроніка та мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищих навчальних закладів освіти, що навчаються за напрямками «Електротехніка»: У 4-х т./В.І. Сенько, М.В. Панасенко, Є.В. Сенько та ін.: Під. ред. В.І. Сенька. - К.: Обереги, 2000.

50

12. Пасечкін Л.Л., Попович А.С. "Енергетика: реальність і перспективи", Київ, 1986р. – 68 с.

13. Сердюк В. В., Чемересюк Г.Г., Терек М.. Фотоелектричні процеси у напівпровідниках. – Київ – Одеса: Ст ш., 1982. – 150 с.

14. Екологія енергетики. / За загальною редакцією В. Я. Путилова. - М.: Вид-во МЕІ, 2003. – 325 с.

15. Бабієв Г.М., Дероган Д.В., Щокін А.Р.. Перспективи впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні. «Електричний журнал»,- Запоріжжя: ВАТ "Гамма",1998 №1, - С.63-64.

16. Електронна книга. Сонячна електроенергія для початківців. Частина Олександр Віпмарт. Україна, 2023р. Режим доступу:

<https://vipmart.com.ua/ua/a486669-elektronnaya-kniga-solnechnaya.html>