

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет менеджменту і маркетингу
Кафедра менеджменту, публічного управління та адміністрування

**ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
В ЕКЗАМЕНАЦІЙНІЙ КОМІСІЇ:**

**Завідувачка кафедри,
д.держ.упр., проф.**
_____ **Наталія БОНДАРЧУК**
« ____ » _____ **2025 р.**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
АВТОНОМНОСТІ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ
РЕАЛІЗАЦІЇ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ
РІВНІ**

Освітньо-професійна програма «Публічне управління та адміністрування»
Спеціальність 281 «Публічне управління та адміністрування»
Ступінь вищої освіти: Магістр

Здобувачка

Аліна ЛАГНО

**Науковий керівник,
д.філософії з держ.упр**

Любов ПЛОТКА

Дніпро – 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Менеджменту і маркетингу

Кафедра: Менеджменту, публічного управління та адміністрування

Освітньо-професійна програма: «Публічне управління та адміністрування»

Спеціальність: 281 «Публічне управління та адміністрування»

Ступінь вищої освіти: Магістр

З А Т В Е Р Д Ж У Ю

Зав. кафедри _____

«_____» _____ 2025р.

З А В Д А Н Н Я

на підготовку кваліфікаційної роботи

ЛАГНО АЛІНИ ВІТАЛІЇВНИ

1. Тема роботи: «Формування стратегії енергетичної автономності закладу вищої освіти в контексті реалізації цілей сталого розвитку на регіональному рівні»

Науковий керівник: Плотка Любов Володимирівна доктор філософії з держ. управління.

затверджені наказом по ДДАЕУ від «_____» _____ 202_ року № _____

2. Термін подання здобувачем роботи: «_____» _____ 20__ р

3. Вихідні дані до роботи Закон України, енергетична стратегія України до 2030 року, національний план дій з енергоефективності до 2030 року, внутрішні звіти

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

1. Теоретико-методичні засади формування енергетичної автономності закладів вищої освіти

2. Аналіз сучасного стану енергозабезпечення закладів вищої освіти регіону

3. Стратегія формування енергетичної автономності зво: механізми реалізації та оцінка ефективності

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

1. Енергетична інфраструктура Дніпропетровській області

2. Динаміка споживання електроенергії ДДАЕУ за 2022-2024 роки (кВт·год)

3. Фактичне споживання ДДАЕУ за 2024 р.

4. Динаміка витрат на електроенергію ДДАЕУ за 2022-2024 роки

5. Динаміка витрат на електроенергію та тарифів ДДАЕУ

6. Карта сонячної активності України

7. SWOT-аналіз впровадження ВДЕ в ДДАЕУ

8. Комплектація обладнання

9. Структура інвестиційних витрат

10. Генерация

станції

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 2024 _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми роботи, об'єкта дослідження	Жовтень 2024 року	
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	Листопад-грудень 2024р.	
3	Теоретико-методичні засади формування енергетичної автономності закладів вищої освіти	Січень - березень 2025 р.	
4	Аналіз сучасного стану енергозабезпечення закладів вищої освіти регіону	Квітень - травень 2025 р.	
5	Стратегія формування енергетичної автономності зво: механізми реалізації та оцінка ефективності	Червень - листопад 2025 р.	
6	Висновки	Листопад 2025 р.	
7	Оформлення роботи	Листопад 2025 р.	

Здобувачка _____
(підпис)Аліна ЛАГНОНауковий керівник _____
(підпис)Любов ПЛОТКА

РЕФЕРАТ

Тема: «**Формування стратегії енергетичної автономності закладу вищої освіти в контексті реалізації цілей сталого розвитку на регіональному рівні**»

Кваліфікаційна робота: 90 с., 4 рис., 6 табл., 57 літературних джерел.

Метою роботи є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо формування та реалізації стратегії енергетичної автономності Дніпровського державного аграрно-економічного університету на основі комплексного аналізу енергоспоживання, оцінки потенціалу відновлюваних джерел енергії та обґрунтування організаційно-економічних механізмів її впровадження в контексті реалізації цілей сталого розвитку на регіональному рівні.

Об'єкт дослідження - процеси формування енергетичної автономності закладів вищої освіти в контексті реалізації Цілей сталого розвитку на регіональному рівні.

Предмет дослідження - організаційно-економічні механізми та стратегічні підходи до забезпечення енергетичної автономності Дніпровського державного аграрно-економічного університету на основі впровадження відновлюваних джерел енергії.

Методи дослідження: в процесі написання кваліфікаційної роботи використано системний аналіз, статистичний аналіз, SWOT-аналіз, метод техніко-економічного обґрунтування, метод стратегічного планування.

У роботі досліджено концептуальні основи енергетичної автономності закладів вищої освіти у контексті ЦСР ООН, проаналізовано нормативно-правове забезпечення енергетичної незалежності освітніх установ. Проведено комплексну діагностику системи енергопостачання та енергоспоживання ДДАЕУ, виявлено проблеми та виклики енергозабезпечення ЗВО Дніпропетровської області. Розроблено стратегію енергетичної автономності ДДАЕУ на період 2026-2035 років, здійснено економічне обґрунтування впровадження мережевої сонячної електростанції, сформовано організаційно-управлінський механізм реалізації стратегії.

Результати дослідження мають практичне значення для впровадження в діяльність ДДАЕУ Дніпровського державного аграрно-економічного університету та можуть бути використані іншими закладами вищої освіти України при формуванні власних стратегій енергетичної автономності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

публічне управління, енергетична автономність, стратегія, організаційно-управлінський механізм, заклад вищої освіти, відновлювані джерела енергії, енергоефективність, енергетична безпека, регіональний розвиток, цілі сталого розвитку

KEYWORDS

public administration, energetic autonomy, strategy, organizational and management mechanism, foundation of wealth, renewed energy sources, energy efficiency, energy security, regional development, development goals

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1.	
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	10
1.1. Концептуальні основи енергетичної автономності закладів вищої освіти у контексті сталого розвитку	10
1.2. Нормативно-правове забезпечення енергетичної незалежності закладів освіти в Україні та світі	21
1.3. Взаємозв'язок енергетичної стратегії закладів вищої освіти з цілями сталого розвитку на регіональному рівні	34
Висновки до розділу 1	44
РОЗДІЛ 2.	
АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ РЕГІОНУ	47
2.1. Характеристика системи енергопостачання закладів вищої освіти регіону: проблеми та виклики	47
2.2. Оцінка енергоспоживання та енергоефективності досліджуваного закладу вищої освіти	51
2.3. Аналіз потенціалу використання відновлюваних джерел енергії в регіоні	56
Висновки до розділу 2	60
РОЗДІЛ 3.	
СТРАТЕГІЯ ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ: МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ	63
3.1. Розроблення стратегії енергетичної автономності закладу вищої освіти на основі результатів діагностики	63
3.2. Економічне обґрунтування заходів з енергетичної модернізації досліджуваного закладу вищої освіти	67
3.3. Організаційно-управлінський механізм реалізації стратегії енергоавтономності	71
Висновки до розділу 3	77
ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83
ДОДАТКИ	90

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В умовах глобальних викликів енергетичної безпеки, кліматичних змін та необхідності реалізації Цілей сталого розвитку ООН до 2030 року питання формування енергетичної автономності закладів вищої освіти набуває стратегічного значення для України. Повномасштабна російська агресія проти України з 2022 року, що супроводжується систематичними атаками на енергетичну інфраструктуру, кардинально змінила парадигму енергетичної безпеки освітнього сектору. За даними Міненерго України, станом на початок 2025 року внаслідок ракетних обстрілів було пошкоджено або знищено близько 50% генеруючих потужностей країни, що призвело до масштабної енергетичної кризи та загрозово вплинуло на функціонування закладів освіти.

Проблематика енергетичної автономності закладів вищої освіти (далі – ЗВО) особливо актуальна для Дніпропетровської області, де функціонує 85 закладів вищої освіти, що обслуговують понад 80 тисяч студентів. Регіон зазнав критичних втрат енергетичної інфраструктури: Придніпровська ТЕС працює на 30% потужності після пошкоджень у 2024 році, Дніпровська ГЕС повністю виведена з експлуатації після атаки 1 червня 2024 року. Це створює критичні ризики для безперервності освітнього процесу та вимагає термінової диверсифікації джерел енергопостачання університетів.

Для аграрних університетів, зокрема Дніпровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), формування енергетичної автономності має подвійне значення: по-перше, це забезпечення власної операційної стійкості; по-друге, створення демонстраційної платформи для майбутніх фахівців аграрного сектору, де питання енергоефективності та відновлюваної енергетики стають критично важливими в контексті сталого розвитку сільських територій.

Метою роботи є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо формування та реалізації стратегії енергетичної автономності Дніпровського

державного аграрно-економічного університету на основі комплексного аналізу енергоспоживання, оцінки потенціалу відновлюваних джерел енергії та обґрунтування організаційно-економічних механізмів її впровадження в контексті реалізації цілей сталого розвитку на регіональному рівні.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні **завдання**:

– дослідити концептуальні основи енергетичної автономності закладів вищої освіти у контексті реалізації Цілей сталого розвитку ООН та проаналізувати нормативно-правове забезпечення енергетичної незалежності освітніх установ в Україні та світі;

– вивчити взаємозв'язок енергетичної стратегії закладу вищої освіти з цілями сталого розвитку на регіональному рівні;

– провести комплексну діагностику системи енергопостачання та енергоспоживання Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

– виявити та дослідити проблеми і виклики енергозабезпечення закладів вищої освіти Дніпропетровської області;

– оцінити потенціал використання відновлюваних джерел енергії в регіоні для потреб університету;

– розробити стратегію енергетичної автономності ДДАЕУ на період 2026-2035 років з визначенням етапів, цільових показників та механізмів реалізації;

– здійснити техніко-економічне обґрунтування впровадження мережевої сонячної електростанції на базі університету;

– сформувати організаційно-управлінський механізм реалізації стратегії енергоавтономності закладу вищої освіти.

Об'єкт дослідження – процеси формування енергетичної автономності закладів вищої освіти в контексті реалізації Цілей сталого розвитку на регіональному рівні.

Предмет дослідження – організаційно-економічні механізми та стратегічні підходи до забезпечення енергетичної автономності

Дніпровського державного аграрно-економічного університету на основі впровадження відновлюваних джерел енергії.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів дослідження. Системний аналіз застосовано для дослідження енергетичної автономності ЗВО як багатокомпонентної системи, що охоплює технологічні, організаційні, економічні та соціальні аспекти. Контент-аналіз застосовано для систематизації нормативно-правової бази енергетичної незалежності освітніх установ. Статистичний аналіз використано для обробки даних енергоспоживання ДДАЕУ за 2022-2024 роки, розрахунку динаміки витрат та виявлення сезонних закономірностей. SWOT-аналіз застосовано для оцінки внутрішніх можливостей та зовнішніх загроз впровадження відновлюваної енергетики в університеті. Метод техніко-економічного обґрунтування використано для розрахунку доцільності інвестування у сонячну електростанцію, визначення терміну окупності та прогнозування економічного ефекту. Метод стратегічного планування застосовано для розробки довгострокової стратегії енергетичної автономності з визначенням етапів, цільових показників та механізмів реалізації.

Інформаційною базою дослідження є наукові праці вітчизняних та зарубіжних авторів у сфері енергетичної автономності закладів освіти, відновлюваної енергетики та сталого розвитку; нормативно-правові акти України; стратегічні документи; міжнародні документи; державні будівельні норми та стандарти; внутрішні звіти та статистичні дані Дніпровського державного аграрно-економічного університету за 2022-2024 роки.

Наукова новизна. Наукова новизна полягає в обґрунтуванні комплексної стратегії формування енергетичної автономності закладу вищої освіти на основі інтеграції принципів сталого розвитку, відновлюваних джерел енергії, механізмів публічного управління та регіональної енергетичної політики в контексті реалізації Цілей сталого розвитку ООН.

Основні положення, що мають елементи наукової новизни, полягають у такому:

уперше:

– обґрунтовано концептуальну модель енергетичної автономності закладу вищої освіти як багатовимірної системи, що інтегрує технологічну самодостатність, енергетичну стійкість, керовану гнучкість, економічну автономність та освітньо-науковий потенціал у єдиний механізм реалізації регіональних цілей сталого розвитку (ЦСР 4, 7, 9, 11, 13);

– розроблено організаційно-управлінський механізм реалізації стратегії енергоавтономності закладу вищої освіти, який поєднує інституційну структуру, систему моніторингу та звітності, диверсифіковану систему фінансування та механізми інтеграції проєкту у навчальний процес;

удосконалено:

– методичний підхід до техніко-економічного обґрунтування впровадження відновлюваних джерел енергії в закладах вищої освіти шляхом врахування специфіки енергоспоживання навчальних корпусів, сезонної нерівномірності навантажень, синхронізації режимів генерації та споживання, що забезпечує скорочення терміну окупності до 1,4 року;

– стратегічний підхід до енергетичної трансформації закладів вищої освіти шляхом розроблення поетапної стратегії на період 2026-2035 років з чітким визначенням цільових показників, механізмів реалізації та критеріїв оцінки ефективності на кожному етапі (підготовчий, впровадження, оптимізація, масштабування, системна інтеграція);

дістало подальшого розвитку:

– теоретичні положення щодо взаємозв'язку енергетичної стратегії закладу вищої освіти з регіональними цілями сталого розвитку через механізми узгодження стратегічних документів, участі у регіональних робочих групах, формування локальних енергетичних спільнот та підготовки кадрів для енергетичної трансформації регіону;

Апробація. Результати наукового дослідження апробовані на двох науково-практичних конференціях зокрема: IV Міжнародній науковопрактичній інтернет-конференції «Актуальні проблеми економіки, управління та маркетингу в аграрному бізнесі» (Дніпро, 2025), 13-ій Всеукраїнській науково-практичній конференції «Розвиток форм і методів сучасного менеджменту в умовах глобалізації» (Дніпро, 2025).

Структура роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 90 сторінок основного тексту. Список використаних джерел налічує 57 найменувань. Робота містить 6 таблиць, 4 рисунків, 2-х додатків.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

1.1. Концептуальні основи енергетичної автономності закладів вищої освіти у контексті сталого розвитку

Формування енергетичної автономності закладів вищої освіти стає важливим напрямом модернізації освітньої та наукової інфраструктури, особливо в умовах зростаючої вразливості енергетичного сектору та потреби у забезпеченні стійкості функціонування університетів. Пошук ефективних рішень щодо внутрішньої генерації, оптимізації споживання та цифрового управління енергетичними процесами поєднується із завданням інтегрувати принципи сталого розвитку в діяльність ЗВО. Це вимагає осмислення концептуальних підходів до розбудови автономних енергетичних систем, визначення їхньої структури та ролі в економічній, екологічній і соціальній функціональності університетського середовища.

Енергетична автономність закладів вищої освіти у сучасній науковій літературі визначається як комплексна властивість інституції забезпечувати власні потреби в енергоресурсах шляхом поєднання внутрішньої генерації, раціонального споживання, технологічної оптимізації та ефективних механізмів управління. У цьому контексті автономність охоплює технічну здатність ЗВО виробляти достатній обсяг енергії, а також спроможність формувати усталену інфраструктуру, здатну до адаптації, накопичення та балансування енергопотоків. Університети, що прагнуть автономності, розглядають її у ширшому вимірі як здатність формувати інтегровану систему, яка включає відновлювану генерацію, енергоефективні технології, цифровий моніторинг та управлінські механізми, що забезпечують прозорість і контроль над енергоспоживанням [17].

Сутнісно енергетична автономність характеризується низкою основних компонентів. Передусім, це технологічна самодостатність, що передбачає наявність власних потужностей генерації електричної й теплової енергії, здатних компенсувати або істотно зменшувати залежність від централізованих мереж. Технологічна самодостатність включає встановлення фотоелектричних станцій, теплових насосів, накопичувачів енергії, інтеграцію цифрових систем прогнозування, автоматизованого диспетчерського управління та інтелектуальних мереж, які забезпечують збалансоване споживання та оперативне реагування на зміну навантаження. Важливим компонентом є енергетична стійкість, яка визначає здатність ЗВО функціонувати у кризових ситуаціях, різких коливаннях цін чи пошкодженнях інфраструктури. Енергетична стійкість охоплює роботу системи в ізольованому режимі, перехід на резервні джерела живлення та забезпечення роботи критичних об'єктів у разі зовнішніх збоїв [17].

Значущим аспектом є керована гнучкість, що передбачає адаптивність енергетичної системи до змін зовнішнього середовища, можливість масштабування та модернізації інфраструктури. Вона дає змогу університетам збільшувати частку відновлюваної генерації, інтегрувати нові технології, коригувати структуру споживання відповідно до сезонних і кризових потреб. З позиції управлінської теорії, як підкреслюють С. Тарасенко та К. Левчук, автономність розглядається як безперервний процес удосконалення, у межах якого енергетична політика університету включає стратегічне планування, аудит, моніторинг, регулярне оновлення цілей та участь усіх структурних підрозділів від ректорату до технічних служб і студентських ініціатив [31].

Важливою характеристикою є економічна автономність, що полягає у спроможності ЗВО оптимізувати витрати на енергоресурси, зменшувати бюджетну залежність та формувати економічні переваги завдяки власній генерації та системам енергоощадності. Економічна автономність виявляється у скороченні операційних витрат, підвищенні прогнозованості

бюджету, можливості реінвестувати зекономлені кошти в освітні та наукові інновації. Це має особливе значення для українських університетів, де витрати на енергоресурси становлять істотну частку непрямих витрат і безпосередньо впливають на фінансову стійкість.

Окремим компонентом є кіберстійкість енергетичної інфраструктури, оскільки системи автономної генерації та енергоменеджменту функціонують на основі цифрових платформ, мережевих технологій та автоматизованого управління. Кіберстійкість передбачає захист енергетичних даних, підтримання безперервності роботи інтелектуальних мереж та реагування на потенційні кіберзагрози, що стають дедалі актуальнішими в умовах цифровізації та гібридних викликів [31].

Важливе місце займає організаційно-інституційний аспект, що охоплює формування енергетичного менеджменту, розвиток внутрішніх регламентів, підготовку фахівців та залучення академічної спільноти до практик раціонального споживання. На думку І. Шевченkota та Е. Дармофал, енергетична автономність ЗВО є складовою корпоративної та екологічної відповідальності, яка сприяє зниженню вуглецевого сліду, формуванню культури енергоощадності, посиленню стійкості університетської інфраструктури та підвищенню інноваційного потенціалу освітніх спільнот. У цьому контексті автономність проявляється у технічних, організаційних та культурних практиках, що визначають повсякденну діяльність викладачів, працівників і студентів [34].

Значущою складовою є екологічний вимір, який проявляється у зменшенні викидів парникових газів, скороченні екологічного сліду та підтримці глобальних кліматичних цілей. Відновлювана генерація, тепла модернізація та цифровий моніторинг споживання створюють умови для формування «зелених» університетських просторів, що стають прикладом екологічної відповідальності для міського середовища. Енергетична автономність у цьому аспекті сприяє реалізації ЦСР 7, 11 і 13, поєднуючи освітню місію університетів із глобальними пріоритетами декарбонізації.

У цьому контексті енергетична автономність університетів набуває особливого значення, оскільки безпосередньо вписується в рамки Порядку денного ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року». Для закладів освіти стабільне та передбачуване енергозабезпечення є не просто умовою комфорту, а важливим компонентом їхньої освітньої та наукової діяльності. Перехід до власної генерації й енергоощадних рішень дає змогу зменшити залежність від традиційних ресурсів і забезпечити безперервність роботи освітніх і наукових об'єктів у складних зовнішніх обставинах [42].

Найбільш безпосередньо автономність відповідає положенням ЦСР 7 «Доступна та чиста енергія», оскільки спрямована на забезпечення університетів чистими, безпечними та відновлюваними джерелами енергії, зниження залежності від вуглецевих ресурсів, впровадження технологій енергоефективності та підвищення рівня енергетичної стійкості. ЗВО впроваджують сонячні, вітрові та геотермальні системи, а також виступають демонстраторами таких технологій для державних структур, бізнесу та громад. Важливим практичним компонентом є формування моделей самоспоживання, коли генерована енергія покриває значну частину власних потреб університету, а надлишки стають ресурсом для місцевих енергетичних спільнот [42].

Енергетична автономність тісно пов'язана з ЦСР 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура», оскільки модернізація енергетичного господарства сприяє розвитку інноваційної інфраструктури, підвищує технологічний рівень університетських територій, створює умови для наукових досліджень у сферах відновлюваної енергетики та енергоменеджменту, а також сприяє інтеграції цифрових рішень. Університети дедалі частіше виступають платформами для випробування інноваційних технологій у реальних умовах, що дає змогу формувати ефективні партнерства між наукою, промисловістю та органами місцевого самоврядування. Такі університетські простори стають експериментальними

майданчиками з тестування мікромереж, енергетичних накопичувачів, інтелектуальних систем управління та методів оптимізації споживання [42].

Енергетична автономність також сприяє реалізації ЦСР 4 «Якісна освіта», оскільки стабільне енергозабезпечення є умовою безперервності освітнього процесу, функціонування лабораторій, цифрових платформ та дослідницької інфраструктури. Університет, що володіє власною енергетичною системою, здатний гарантувати високу якість освітнього процесу навіть у нестабільних умовах, забезпечуючи доступ студентів і науковців до технологічних ресурсів. ЗВО, які впроваджують автономні енергетичні рішення, інтегрують їх у свої навчальні програми, створюють дослідницькі комплекси та пропонують студентам можливість здобути практичні навички роботи з інноваційними енергетичними технологіями [42].

Енергетична автономність також відіграє важливу роль у реалізації ЦСР 11 «Сталий розвиток міст і спільнот», оскільки університети є складовою міської інфраструктури. Автономні енергетичні системи університетів сприяють підвищенню стійкості міських систем, скороченню викидів, покращенню енергетичного балансу муніципалітетів, а також формуванню енергоспільнот на рівні мікрорайонів. Університети дедалі активніше відіграють роль рушійної сили енергетичного переходу, оскільки демонструють реальні моделі низьковуглецевого розвитку, здатні до масштабування на рівні регіону або країни. У цьому процесі університетські комплекси формуються як осередки передачі інновацій та професійних компетентностей у сфері енергетики, що створює нові можливості для взаємодії між закладами вищої освіти, місцевими громадами та бізнесовим середовищем.

Важливим є внесок автономності у реалізацію ЦСР 13 «Боротьба зі зміною клімату», оскільки зменшення споживання енергії з традиційних джерел і зростання частки відновлюваної генерації суттєво скорочують викиди парникових газів. Енергоефективність, тепла модернізація, цифровий моніторинг та екологічно орієнтоване управління формують

системний ефект для кліматичної нейтральності університетів. Університети, що реалізують програми декарбонізації, виконують роль інституційних лідерів у досягненні кліматичних цілей і можуть виступати платформами для кліматичних досліджень, екологічної освіти та підготовки спеціалістів з управління кліматичними ризиками [42].

Енергетична автономність відкриває можливості для поглиблення соціальної місії університетів. ЗВО, які впроваджують власні системи енергогенерації та енергоменеджменту, покращують умови праці та навчання, забезпечують комфортну температуру, належне освітлення та стабільну роботу обладнання. Це сприяє підвищенню добробуту студентів і працівників, зниженню рівня енергетичної бідності, розвитку культури відповідального споживання ресурсів. Університетські простори стають соціально орієнтованими середовищами, що демонструють принципи сталості у практичній площині, формуючи у студентів екологічну свідомість та відповідальність.

Університети також відіграють роль у розвитку енергетичних спільнот, які ґрунтуються на об'єднанні зусиль кількох суб'єктів для спільного виробництва та споживання енергії з відновлюваних джерел. Це дозволяє забезпечити доступність енергії для соціально вразливих груп, створити нові фінансові інструменти та моделі рівноправного управління енергетичними ресурсами. ЗВО виступають координаторами таких ініціатив, оскільки мають науковий потенціал, інфраструктуру та кадрові ресурси для впровадження інноваційних підходів [31].

Енергетична автономність ЗВО значною мірою базується на розвитку власних потужностей з виробництва чистої енергії, які дають змогу зменшити залежність від централізованих мереж та забезпечити стабільність роботи університетської інфраструктури. Університети впроваджують різні типи генерації, адаптуючи їх до локальних кліматичних умов та особливостей будівельного фонду. Найбільш поширеними рішеннями є фотоелектричні системи, малі вітрові установки у складі комбінованих схем,

сонячні колектори для гарячого водопостачання, теплові насоси, а також системи накопичення енергії, які забезпечують балансування навантаження та зменшують ризики короткочасних перебоїв.

Як підкреслює М. Араужо, інтеграція фотоелектричних систем в університетських інфраструктурах має значний потенціал для формування локальних енергетичних спільнот, підвищення частки самоспоживання та зміцнення культури раціонального використання ресурсів серед студентів і працівників. Фотоелектричні станції особливо ефективні в регіонах із високим сонячним потенціалом, де вони здатні покривати суттєву частку енергетичних потреб університету протягом року та зменшувати витрати на електроенергію в середньо- і довгостроковій перспективі [35].

Малі вітрові установки можуть бути ефективним доповненням до сонячної генерації, особливо у відкритих або підвищених територіях, де є достатня циркуляція повітря. Їх використання дозволяє створювати комбіновані гібридні системи, які забезпечують стабільніше виробництво енергії протягом року, компенсуючи сезонні коливання сонячної інсоляції. Для частини українських регіонів це може стати додатковим резервом енергії, який підвищує стійкість освітньої інфраструктури у періоди пікового навантаження.

Використання сонячних колекторів для гарячого водопостачання та модернізації систем теплопостачання дозволяє істотно скоротити споживання традиційних енергоресурсів у гуртожитках, спортивних комплексах та лабораторних корпусах. Це підвищує ефективність енергетичного балансу університету та зменшує експлуатаційні витрати на опалення та підігрів води. Важливим напрямом розвитку автономних енергосистем є впровадження теплових насосів, які забезпечують ефективну роботу системи опалення через використання низькотемпературних джерел тепла. Завдяки цим технологіям університети отримують можливість стабільного теплопостачання за нижчих витрат на енергію, що робить їхню

інфраструктуру більш стійкою до цінових коливань на ринку енергоносіїв [35].

Окрему роль відіграють системи накопичення енергії, необхідні для покриття вечірніх та нічних навантажень, а також для стабілізації роботи фотоелектричних і вітрових установок. Завдяки акумулюванню енергії університет може зменшити обсяги закупівлі електроенергії у пікові години та забезпечити роботу критично важливих об'єктів у разі перебоїв у мережі. Комплексне впровадження цих технологій створює підґрунтя для моделі енергетично самодостатнього університетського середовища, яке здатне забезпечувати власні потреби та виступати демонстраційним майданчиком для освітніх і наукових проєктів у сфері відновлюваної енергетики.

Зменшення енергоспоживання є визначальним елементом енергетичної автономності університетів, адже саме ефективність використання ресурсів визначає обсяг необхідної генерації, навантаження на інфраструктуру та фінансову стійкість закладу. Енергоефективні рішення дозволяють скоротити витрати на утримання будівель, підвищити комфорт і безпеку приміщень, продовжити строк експлуатації обладнання та зменшити негативний вплив на довкілля. Тому підхід до енергоефективності в ЗВО виходить за межі окремих технічних втручань і перетворюється на комплексну політику управління енергоресурсами [38].

До найбільш ефективних заходів традиційно відносять модернізацію теплоізоляції корпусів, оновлення фасадів, заміну зношених віконних конструкцій та впровадження енергоощадних дверних систем. Покращення теплового контуру будівель здатне знизити потребу в тепловій енергії на 25–40 %, що є критичним для великих університетських комплексів з декількома навчальними корпусами та гуртожитками. Важливу роль відіграє і повна заміна старих систем освітлення на LED-технології, які зменшують споживання електроенергії до п'яти разів порівняно з традиційними лампами розжарювання та мають значно триваліший експлуатаційний ресурс [38].

Окремий напрям становить оптимізація інженерних мереж, яка охоплює модернізацію систем вентиляції, встановлення рекуператорів тепла, балансування теплопостачання, впровадження частотних перетворювачів на насосах і вентиляторах. Подібні рішення забезпечують стабільніший розподіл тепла та повітря, зменшують втрати і дозволяють адаптивно регулювати споживання залежно від погодних умов або інтенсивності використання приміщень. У гуртожитках і наукових корпусах ефект від таких заходів часто є навіть більшим, ніж від модернізації огорожувальних конструкцій.

Важливе значення має встановлення автоматизованих систем управління будівлями, які контролюють опалення, освітлення, вентиляцію та роботу обладнання залежно від часу доби, температури чи кількості людей у приміщенні. Системи типу BMS (Building Management System) дозволяють уникати перевитрат, що виникають через людський фактор, та забезпечують оперативне реагування на зміни навантаження. Завдяки цьому університети отримують доступ до даних у реальному часі і можуть приймати обґрунтовані управлінські рішення [17].

Не менш значущим компонентом є впровадження систем енергетичного моніторингу, які дозволяють відстежувати споживання ресурсів по кожному корпусу, кафедрі або лабораторії, виявляти неефективні ділянки та формувати пріоритети для модернізації. Енергетичний моніторинг стає основою для розроблення політики ощадного використання ресурсів, адже університет отримує реальну картину втрат та потенційних точок економії. За підходом, сформульованим О. Носаченко, ефективність енергетичного менеджменту залежить від регулярного аналізу енергопрофілів будівель та залучення до процесу всього персоналу, що дозволяє формувати культуру відповідального споживання.

У межах сучасних підходів енергоефективність розглядається як безперервний процес вдосконалення, який вимагає систематичного аудиту й планування. Саме цю логіку закладено у міжнародному стандарті ISO

50001:2020, який визначає структуру енергетичного менеджменту на засадах циклу PDCA (Plan – Do – Check – Act). Для університетів це означає перехід від реагування на окремі проблеми до комплексного стратегічного управління енергоресурсами, що охоплює визначення енергетичної політики, постановку вимірюваних цілей, моніторинг досягнення результатів та коригування заходів відповідно до потреб ЗВО [30].

Розвиток енергетичної автономності університетів значною мірою залежить від кадрового потенціалу, який здатен забезпечити проектування, впровадження та подальшу підтримку технологій відновлюваної енергетики. Як зазначає О. Захарова, в Україні зберігається суттєвий дефіцит підготовлених фахівців у сфері альтернативної та відновлюваної енергетики. Це обмежує можливості практичного впровадження сучасних енергетичних рішень, адже нові технології потребують фінансових вкладень і достатньої кількості інженерів, здатних забезпечити їх ефективну експлуатацію [9].

Тому університети, що прагнуть енергетичної автономності, мають розвивати власну кадрову базу. Йдеться про створення навчальних програм із ВДЕ, оновлення освітніх компонентів відповідно до потреб ринку, запуск навчально-лабораторних комплексів, а також підготовку інженерів та технічного персоналу на базі тренінгових центрів. Окреме значення має співпраця з європейськими інституціями та участь у стажуваннях, що підтримуються міжнародними організаціями, включно з Міжнародним агентством з відновлюваної енергетики. Це дозволяє поєднати теорію з практикою та підвищити здатність ЗВО впроваджувати комплексні інфраструктурні проекти.

Кадрова автономність у цьому контексті виступає важливим фактором, який визначає успішність управлінських та технологічних рішень. Достатній рівень підготовки персоналу забезпечує можливість обслуговувати енергетичні системи, створювати власні технічні розробки, проводити енергоаудити та сприяти формуванню нової культури енергоспоживання в

університетській спільноті. Завдяки цьому кадровий потенціал стає складовою загальної стійкості ЗВО.

Разом із внутрішньою підготовкою спеціалістів університети відіграють важливу роль у ширшому інноваційному середовищі регіону. У дослідженнях В. Артьохів та Б. Чжу підкреслюється, що сучасні ЗВО дедалі частіше функціонують як мультиакторні платформи взаємодії науки, бізнесу, органів місцевого самоврядування та громадських організацій. Завдяки цьому вони стають джерелами інноваційних моделей енергоспоживання та активними учасниками регіональної енергетичної трансформації [1].

Університетські лабораторії та наукові групи розробляють рішення у сфері енергоефективності, цифрового моніторингу та управління місцевими енергетичними ресурсами. Впровадження таких рішень у ЗВО створює умови для демонстрації ефективності нових технологій і сприяє поширенню практик низьковуглецевого розвитку.

Особливу роль у розвитку енергетичної автономності відіграє участь університетів у створенні енергетичних спільнот. Ідеться про моделі колективного виробництва та споживання енергії з відновлюваних джерел, які дають змогу підвищити частку самозабезпечення та зменшити витрати на електроенергію. Участь у таких ініціативах підсилює позиції ЗВО як активних учасників енергетичного ринку та відкриває можливості для співпраці з громадами та місцевим бізнесом.

Узагальнюючи розглянуті підходи, енергетична автономність ЗВО постає як багатовимірною характеристика, що поєднує технологічну самодостатність, управлінську гнучкість, економічну раціональність та екологічну відповідальність. Комплексність цього явища визначає його стратегічне значення для стійкого розвитку університетів і їхньої здатності забезпечувати безперервність освітнього та наукового процесів у змінних умовах. Впровадження відновлюваних джерел енергії, цифрового моніторингу та сучасних систем енергоменеджменту створює основу для формування енергоефективного освітнього простору, що відповідає

міжнародним орієнтирам та сприяє посиленню ролі ЗВО у трансформації енергетичного сектору.

1.2. Нормативно-правове забезпечення енергетичної незалежності закладів освіти в Україні та світі

Енергетична автономність закладів освіти формується в межах багаторівневої системи правового регулювання, що поєднує міжнародні стандарти, європейські директиви, національне законодавство та галузеві нормативи. Сукупність цих документів визначає вимоги до енергоефективності будівель, механізми фінансування модернізації, стандарти управління енергоспоживанням та стратегічні орієнтири енергетичного переходу. Для освітніх установ, які виступають значними споживачами енергії та важливими соціальними інституціями, нормативно-правове поле є основою для впровадження технологічних рішень і управлінських практик, що забезпечують зменшення залежності від традиційних джерел енергії та підвищення стійкості інфраструктури.

Провідним міжнародним документом, що визначає підґрунтя для формування енергетичної незалежності закладів освіти, є резолюція Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» (A/RES/70/1). Порядок денний до 2030 року окреслює взаємозв'язок між розвитком освіти, екологічною сталкістю та безпечним енергетичним середовищем, підкреслюючи, що забезпечення якісної освіти неможливе без доступу до надійних і чистих джерел енергії [42].

SDG 4 «Якісна освіта» розглядається як важливий елемент загального суспільного поступу, який охоплює навчальні процеси, а також формування екологічно відповідальної поведінки та використання ресурсів. Освітні установи відіграють помітну роль у поширенні прикладів ощадливого й раціонального споживання енергії, модернізації власної інфраструктури та

впровадженні систем енергоменеджменту. Освітній сектор поступово перетворюється на простір, де поєднується навчальна місія з демонстрацією практичних рішень у сфері енергоефективності [42].

SDG 7 «Доступна та чиста енергія» підсилює цей підхід, наголошуючи на необхідності забезпечення стабільного, безпечного й екологічного енергопостачання. Для шкіл і університетів це означає потребу модернізувати теплові та електричні системи, підвищувати рівень енергоефективності будівель, розвивати власні відновлювані джерела енергії та скорочувати залежність від викопного палива. Подібний вектор розвитку має як екологічне, так і економічне значення, оскільки дозволяє зменшити витрати на енергоресурси та підвищити стійкість освітньої інфраструктури [42].

Порядок денний ООН підкреслює, що освітні установи є важливою складовою глобального енергетичного переходу. Вони виступають центрами соціальних і технологічних змін, де формуються компетентності сталого розвитку, підвищується увага до енергоощадної поведінки та створюються можливості для впровадження інноваційних енергетичних рішень. Саме тому міжнародні організації, партнерські країни та донорські програми включають освітній сектор до своїх стратегій, спрямованих на скорочення викидів і посилення енергетичної стійкості.

Положення 2030 Agenda стали підґрунтям для розроблення політик UNESCO, Європейського Союзу та численних міжнародних програм технічної допомоги. Вони використовуються державами як орієнтир для вдосконалення національного законодавства, модернізації освітніх будівель і підтримки переходу до моделей розвитку, що базуються на енергоефективності та відновлюваних джерелах енергії [42].

UNESCO приділяє системну увагу формуванню сталого освітнього середовища, у якому інфраструктура навчальних закладів розглядається невід'ємною частиною екологічної та енергетичної політики держав. Організація послідовно розвиває підхід, за яким школа чи університет мають

бути простором, що демонструє практики раціонального використання ресурсів, скорочення енергоспоживання та відповідального ставлення до довкілля.

У цьому контексті значну увагу привертає Стандарт якості «зеленої» школи UNESCO, у якому визначено основні вимоги до енергоефективності будівель, організації енергетичного менеджменту, інтеграції відновлюваних джерел енергії та екологічно орієнтованого управління інфраструктурою. Документ охоплює питання теплоізоляції, модернізації інженерних мереж, освітлення, впровадження систем моніторингу, а також формування поведінкових моделей серед учасників освітнього процесу. Завдяки цьому стандарт слугує універсальним орієнтиром під час оцінювання стану освітніх будівель і планування їхньої модернізації [38].

Важливу роль відіграють аналітичні огляди UNESCO, присвячені розвитку сталих освітніх просторів. У них підкреслюється, що навчальні заклади можуть виконувати функцію своєрідних лабораторій сталого розвитку, де відбувається випробування інноваційних технічних рішень, моделей управління енергією та інструментів екологічної просвіти. Такі простори сприяють поширенню успішних практик у громадах і регіонах, оскільки результати впровадження енергоефективних технологій стають доступними для органів влади, місцевих ініціатив та інших шкіл і університетів.

UNESCO також формує рекомендації щодо інтеграції принципів сталого розвитку в освітні програми, акцентуючи на важливості поєднання інфраструктурних рішень із навчальною складовою. Енергетична автономність закладів освіти у цьому підході розглядається як інструмент розвитку компетентностей у сфері екологічної відповідальності, енергоощадності та управління ресурсами. Відповідно, інвестиції в модернізацію будівель, відновлювану генерацію та цифровий моніторинг доповнюються просвітницькими програмами, залученням студентів і

педагогів, створенням навчальних лабораторій для роботи з сучасними енергетичними технологіями [38].

Хоча нормативні документи UNESCO не є юридично обов'язковими, вони мають помітний вплив на формування національних політик і реформування освітньої інфраструктури. Багато країн інтегрують положення цих рекомендацій у власні стандарти енергоефективності, програми модернізації шкіл та університетів, а також у стратегії сталого розвитку громади. Завдяки цьому документи UNESCO стають інструментом гармонізації міжнародних підходів і забезпечують узгоджений вектор розвитку освітніх установ у напрямі підвищення їхньої енергетичної стійкості.

Правове поле Європейського Союзу формує один із найпослідовніших та найдеталізованіших підходів до регулювання енергоефективності, і його значення для України є системним, оскільки держава виконує зобов'язання в межах Угоди про асоціацію та членства в Енергетичному Співтоваристві. Європейські директиви визначають комплекс вимог щодо модернізації будівель, управління енергоресурсами, прозорості споживання та використання інноваційних технологій, що безпосередньо стосується функціонування систем освіти.

Директива ЄС 2023/1791 про енергоефективність встановлює цільові орієнтири з поступового зниження енергоспоживання, передбачає обов'язковість систематичних енергоаудитів та введення практик раціонального управління енергоресурсами. Особливу увагу приділено публічному сектору, який має демонструвати приклад переходу до ощадливих моделей споживання. До цього сектору віднесено школи та університети, що зобов'язані впроваджувати заходи з оптимізації енергоспоживання, модернізувати інженерні системи та забезпечувати відкритість даних про використання енергії. Директива також містить вимогу щодо щорічної модернізації певного відсотка будівель державної власності, що створює основу для системного оновлення освітньої інфраструктури [42].

Директива 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель визначає мінімальні технічні характеристики споруд, вимоги до теплозахисних властивостей, вентиляційних і опалювальних систем, а також критерії для енергетичної сертифікації будівель. Особливо важливим є положення про будівлі з майже нульовим споживанням енергії, яке передбачає використання відновлюваних джерел енергії та мінімізацію тепловтрат. Університетські корпуси, лабораторії, гуртожитки та інші об'єкти освіти підпадають під дію цих вимог, а отже, планування їх реконструкції чи будівництва повинно враховувати стандарти nZEB [36].

Європейські директиви встановлюють технічні параметри, а також формують загальну логіку управління енергією в освітніх установах. Вони передбачають створення систем енергетичного моніторингу, використання «розумних» технологій контролю, впровадження автоматизованих систем регулювання та обов'язкове врахування життєвого циклу будівлі під час планування реконструкцій. Такі вимоги спрямовані на забезпечення тривалої ефективності інфраструктури та скорочення бюджетних витрат.

Для України гармонізація норм із цими директивами має стратегічне значення. Вона визначає напрями державної політики у сфері модернізації освітніх закладів, спрямовує інвестиції на реконструкцію шкіл і університетів, а також формує підхід, за яким енергоефективність стає обов'язковим елементом планування освітньої інфраструктури. Виконання вимог ЄС відкриває доступ до міжнародних програм фінансування, сприяє розвитку регіональних енергетичних проєктів та створює можливості для співпраці між освітнім сектором, бізнесом і місцевими громадами [29].

Національне законодавство України формує комплексну нормативну базу, яка визначає вимоги до енергоефективності будівель, упорядковує механізми енергетичного менеджменту та створює умови для розвитку автономних енергетичних систем у закладах освіти. Ця нормативна основа охоплює як загальнодержавні стратегічні документи, так і спеціалізовані закони, що спрямовані на регулювання використання енергоресурсів,

підвищення стійкості інфраструктури та впровадження технологій відновлюваної енергетики.

Основним нормативним актом є Закон України «Про енергетичну ефективність», який визначає державну політику у сфері раціонального використання енергії та створює механізми для підвищення ефективності споживання. У законі закладено вимоги щодо проведення енергетичних аудитів, запровадження систем енергетичного менеджменту, використання енергосервісних договорів та встановлення «розумних» засобів обліку енергії. Для закладів освіти це означає обов'язок системно відстежувати споживання енергоресурсів, оцінювати втрати, виявляти неефективні ділянки та планувати модернізацію інфраструктури на підставі результатів енергоаудиту. Закон також передбачає фінансові інструменти стимулювання, що дозволяють університетам і школам залучати інвестиції в модернізацію без додаткового бюджетного навантаження.

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» встановлює вимоги до теплотехнічних характеристик будівель, регламентує обов'язкову сертифікацію енергетичних характеристик та визначає технічні параметри, яких має дотримуватися кожен об'єкт, що підлягає реконструкції чи капітальному ремонту. Для освітніх установ цей закон є визначальним, адже значна частина шкільних і університетських будівель потребує термомодернізації. Сертифікація будівель зобов'язує адміністрації навчальних закладів враховувати енергетичні показники під час планування будь-яких реконструкцій, впроваджувати теплоізоляційні рішення, модернізувати системи опалення та вентиляції, встановлювати енергоощадне освітлення й нові системи автоматизованого управління. Закон також закладає підхід, коли енергоефективність будівель стає частиною стратегічної політики управління майном закладу [21].

Закон України «Про альтернативні джерела енергії» визначає правові засади створення і використання об'єктів відновлюваної енергетики, регулює умови підключення до мережі та встановлює правила стимулювання

розвитку сонячної, вітрової, біо- та геотермальної енергетики. Для ЗВО цей закон відкриває можливості встановлення сонячних панелей, теплових насосів, систем біоенергетичного опалення, створення малих вітрових установок або комбінованих гібридних систем. Документ також визначає механізми продажу надлишкової енергії, що створює для університетів економічну мотивацію розвивати власну генерацію та формувати енергетичну самостійність [19].

Важливим елементом нормативної бази є положення Бюджетного кодексу України, які регламентують використання енергосервісних договорів. Вони дозволяють навчальним закладам модернізувати будівлі без попереднього виділення бюджетних коштів: інвестор здійснює роботи з модернізації, а навчальний заклад повертає кошти за рахунок фактичної економії енергії. Цей механізм найефективнішим для шкіл і університетів, які не мають можливості здійснювати капітальні вкладення, але зобов'язані виконувати законодавчі вимоги щодо енергоефективності.

До нормативної основи також належить законодавство про публічні закупівлі, яке встановлює конкурентні процедури для закупівлі енергоефективного обладнання, матеріалів, послуг та технологій. Відповідно до сучасних вимог, під час закупівель враховується критерій енергоефективності, а також життєвий цикл обладнання, що стимулює навчальні заклади обирати рішення з кращими показниками енергоспоживання та довшим строком експлуатації [15].

Енергоефективність - невід'ємний компонент енергетичної безпеки держави, а також її сталого інноваційного розвитку. На тлі сьогоденних подій на глобальній енергетичній арені, коли росія чинить енергетичний шантаж цивілізованого світу, питання зменшення залежності від імпорту традиційних енергоресурсів стали актуальними як ніколи як для України, так і для ЄС.

Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України є центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну

політику у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, альтернативних видів палива. Реалізація державної політики здійснюється в контексті євроінтеграції України та забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України щодо підвищення енергоефективності та декарбонізації економіки відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС, Паризької угоди, Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, Європейського зеленого курсу, низки директив ЄС.[43]

Важливою функцією агентства є адміністрування програм державної підтримки енергоефективності. Держенергоефективності координує енергоефективні заходи в будівлях бюджетних установ (шкіл, дитячих садочків, лікарень, університетів тощо) впроваджуються приватними інвесторами – енергосервісними компаніями, а оплата здійснюється виключно за рахунок економії (скорочення витрат на споживання комунальних послуг та енергоносіїв), досягнутої в результаті здійснення енергоефективних заходів.[44]

Державна програма «Доступні кредити 5-7-9%» розроблена відповідно до Порядку надання фінансової державної підтримки суб'єктам підприємництва, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 січня 2020 року № 28. Програма реалізується Фондом розвитку підприємництва через уповноважені банки. [45]

Програма спрямована на забезпечення доступного фінансування для суб'єктів малого та середнього підприємництва через механізм часткової компенсації процентної ставки за кредитами у гривні, а також надання часткових кредитних гарантій для вирішення проблеми браку забезпечення та недостатньої кредитної історії.

Програма передбачає фінансову підтримку за такими напрямками:

– Інвестиційні проекти - придбання обладнання, транспортних засобів комерційного призначення, нежитлової нерухомості, модернізація виробництва

- Оборотний капітал - фінансування поточної господарської діяльності
- Рефінансування кредитів - перекредитування існуючих боргових зобов'язань

Станом на кінець грудня 2020 року програма поширювалася на суб'єктів середнього підприємництва з річним доходом до 20 млн євро. [46]

У період воєнного стану програма була розширена на середні підприємства з річним доходом до 50 млн євро та на великі підприємства з річним доходом більше 50 млн євро.

Назва програми відображає базові процентні ставки кредитування - 5%, 7% та 9% річних, які частково компенсуються державою.

- Для фізичних осіб-підприємців - до 3 млн грн
- Для суб'єктів підприємництва загалом - до 60 млн грн (з урахуванням групи пов'язаних контрагентів)
- Для сільськогосподарських товаровиробників - до 90 млн грн

Строк кредиту на фінансування оборотного капіталу може становити до 3 років з можливістю відстрочки платежу щодо повернення кредиту до 12 місяців. Інвестиційні кредити можуть надаватися строком до 5 років.

У грудні 2020 року уряд запровадив додаткові заходи підтримки:

- Для кредитів на фінансування оборотного капіталу встановлена компенсація процентів до 0% річних на період карантину
- Зменшено перший внесок для реалізації інвестиційних проектів (10% для діючого бізнесу та 15% для стартапів)
- Пом'якшено умови рефінансування щодо збереження фонду оплати праці та чисельності персоналу

У березні 2022 року для підтримки підприємництва та посівної кампанії процентна ставка для сільгосптоваровиробників була знижена до 0% річних.

Розмір кредитної гарантії становить 80% від суми кредиту для суб'єктів мікро-, малого та середнього підприємництва.

Станом на 28 грудня 2020 року кількість заявок на участь у програмі склала 58 374 штуки на загальну суму 69 млрд грн, було підписано 7 158 кредитних договорів на суму 16,5 млрд грн.

Програма продовжує працювати та адаптуватися до економічних викликів, забезпечуючи підтримку українського бізнесу в складних умовах.

Системне бачення державної політики у сфері енергетичної незалежності та модернізації освітньої інфраструктури закріплене у низці стратегічних документів, які формують довгострокові орієнтири розвитку енергетичного сектору країни. Вони задають цілі, принципи, інституційні механізми та інструменти, на основі яких здійснюється планування й реалізація заходів у сфері енергоефективності та відновлюваної енергетики.

Енергетична стратегія України до 2030 року визначає напрями розвитку національного енергетичного сектору, підкреслюючи важливість переходу до низьковуглецевої моделі економіки, збільшення частки відновлюваної енергетики та розвитку розподіленої генерації. У документі наголошується на необхідності підвищення стійкості критичної інфраструктури та зменшення залежності від імпорتنих енергоносіїв. Для закладів освіти стратегія має прикладне значення, оскільки передбачає модернізацію будівельного фонду, упровадження систем енергоменеджменту, розширення можливостей для встановлення сонячних і вітрових установок, теплових насосів, систем накопичення енергії. Освітні заклади розглядаються як один із пріоритетних секторів, де впровадження енергоефективних заходів може забезпечити значний соціально-економічний ефект [30].

Довгострокова стратегія термомодернізації будівель з відповідними операційними планами деталізує підходи до модернізації публічних будівель, насамперед бюджетної сфери. Документ встановлює вимоги до теплоізоляції, оновлення інженерних мереж, встановлення систем автоматизованого управління, модернізації віконних та фасадних конструкцій. Для закладів освіти це означає обов'язкову інтеграцію енергоефективних рішень у всі

проекти реконструкції. Стратегія передбачає етапність реалізації – від проведення енергоаудитів до визначення пріоритетів модернізації й впровадження заходів із високим потенціалом енергозбереження. Особливу увагу приділено будівлям шкіл та університетів, оскільки вони становлять значну частку державного фонду та характеризуються високим рівнем зношеності.

Національний план дій з енергоефективності до 2030 року встановлює цільові показники скорочення енергоспоживання, визначає інструменти фінансування та перелік пріоритетних заходів для різних сфер, включно з освітою. У документі обґрунтовується потреба у системному енергетичному моніторингу, розширенні застосування енергосервісних договорів, заміні застарілого обладнання, обов'язкових заходах термомодернізації та розвитку «розумних» систем управління. План акцентує, що бюджетні установи, серед яких значний сегмент займають ЗВО та школи, мають демонструвати лідерство у впровадженні енергоощадних технологій, оскільки це створює мультиплікативний ефект для громади та зменшує навантаження на державний бюджет [30].

Національний план з енергетики та клімату (НПЕК) інтегрує підходи енергетичної та кліматичної політики, визначаючи зобов'язання України щодо скорочення викидів парникових газів, підвищення енергоефективності та розвитку відновлюваної енергетики відповідно до вимог Енергетичного Співтовариства. Для освітніх установ документ закладає важливі орієнтири: модернізацію будівель, зменшення споживання теплової та електричної енергії, сприяння розвитку локальних енергетичних систем, підвищення кліматичної стійкості інфраструктури. Крім технічних аспектів, НПЕК охоплює питання підготовки кадрів та розвитку компетентностей із питань сталого розвитку, що безпосередньо стосується освітнього сектору [29].

Сукупність цих стратегічних документів формує цілісну основу для переходу України до енергоефективної моделі розвитку. Для закладів освіти вони створюють чіткі орієнтири щодо модернізації інфраструктури,

впровадження технологій відновлюваної енергетики та посилення систем управління енергією. Стратегічні документи визначають освітній сектор не як пасивного споживача енергії, а як активного учасника енергетичної трансформації, що здатен формувати нові стандарти, демонструвати ефективні практики та впливати на розвиток місцевих громад.

Енергетична автономність закладів освіти значною мірою спирається на нормативно-технічну базу, яка регламентує вимоги до теплової ізоляції будівель, ефективності інженерних мереж, параметрів мікроклімату та рівня освітленості. Система державних будівельних норм, національних стандартів і спеціальних методичних рекомендацій формує правила, що визначають якість експлуатації будівельної інфраструктури ЗВО та задають орієнтири її модернізації.

Стандарт ДСТУ 9190:2022, який описує підходи до визначення енергетичної ефективності, відіграє вагомий роль у плануванні модернізації університетських будівель. Його положення охоплюють методику обчислення тепловтрат, оцінку ефективності інженерних систем і визначення класу енергоефективності. Для більшості освітніх закладів, зведених у період активного будівництва 1960–1990-х років, цей документ фактично задає технічні орієнтири, концепцію модернізації та вимоги до реконструкції [11].

Положення ДБН В.2.6-31:2021, що регламентують теплоізоляційні характеристики будівель, спрямовані на зменшення втрат теплової енергії та стабілізацію внутрішнього мікроклімату. Норми охоплюють вимоги до огорожувальних конструкцій, вибору матеріалів, фасадних систем і віконних блоків. Для освітніх установ це означає потребу у системному оновленні будівельного фонду та переході до сучасних рішень, які значно підвищують енергоефективність [5].

Регулювання інженерних мереж спирається на положення ДБН В.2.5-67:2013, де викладено вимоги до проєктування систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Норматив визначає параметри повітрообміну, роботу механічних та природних систем вентиляції, можливість впровадження

рекуперації тепла, а також вимоги до балансування теплових мереж. Подібний підхід створює передумови для інтеграції теплових насосів, інверторних технологій та автоматизованих вузлів керування, що підвищує ефективність роботи автономних енергетичних систем університетів [4].

Норми освітлення приміщень, визначені ДБН В.2.5-28:2018, зосереджені на створенні комфортних і безпечних умов для навчального процесу, але також містять значний енергозберігальний потенціал. Вимоги до природної та штучної освітленості, параметрів світлотехніки та використання енергоощадних рішень формують основу для широкого переходу на LED-технології, датчики руху та автоматизовані системи керування освітленням [3].

Галузеві методичні рекомендації, розроблені міжнародними та національними експертними організаціями, доповнюють державні норми практичними підходами до енергоефективного проектування. У таких документах містяться алгоритми проведення енергоаудиту, моделювання енергоспоживання, аналізу економічної доцільності термомодернізації та вибору рішень для модернізації систем теплопостачання, вентиляції та освітлення. Значний акцент робиться на необхідності впровадження систем енергетичного моніторингу, які забезпечують контроль споживання енергоресурсів на рівні окремих будівель і корпусів.

Важливою складовою сучасних рекомендацій є інтеграція відновлюваних джерел енергії. Фотоелектричні панелі, сонячні колектори, мікровітрові турбіни та теплові насоси розглядаються як інструменти скорочення витрат, а також як засіб формування стійкої університетської інфраструктури. Методичні рекомендації пропонують моделі оцінювання економічної ефективності таких рішень, а також підходи до адаптації обладнання залежно від кліматичних умов різних регіонів України.

Сукупність ДБН, ДСТУ та галузевих рекомендацій формує цілісну нормативну основу, яка визначає вимоги до будівель освітніх закладів і задає напрям для розвитку енергетичної автономності. Завдяки цим документам

університети мають змогу здійснювати модернізацію інфраструктури на системній основі, впроваджувати сучасні технології та переходити до моделей енергоефективного управління, що відповідають національним і європейським стандартам.

Отже, нормативно-правове забезпечення енергетичної незалежності закладів освіти в Україні та світі формує цілісну багаторівневу систему, яка визначає технічні, організаційні та управлінські вимоги до модернізації освітньої інфраструктури. Міжнародні документи, зокрема Порядок денний ООН та рекомендації UNESCO, задають глобальні орієнтири сталого розвитку й підкреслюють значення освіти як середовища впровадження енергетичних інновацій. Європейські директиви конкретизують технічні стандарти, механізми контролю та мінімальні показники енергоефективності, створюючи уніфіковані правила для публічного сектору.

Українське законодавство, адаптоване до європейських норм, забезпечує правові та фінансові інструменти впровадження енергоощадних технологій, розвитку відновлюваної генерації та модернізації будівель. У сукупності така система створює нормативні умови, за яких заклади освіти можуть послідовно підвищувати свою енергетичну стійкість, скорочувати залежність від традиційних джерел енергії та інтегрувати сучасні технологічні рішення у власну інфраструктуру, сприяючи сталому розвитку національного та міжнародного освітнього простору.

1.3. Взаємозв'язок енергетичної стратегії закладів вищої освіти з цілями сталого розвитку на регіональному рівні

Посилення ролі регіонів у забезпеченні енергетичної безпеки та реалізації цілей сталого розвитку актуалізує питання про місце закладів вищої освіти у цій багаторівневій системі. Енергетична стратегія ЗВО перестає бути суто внутрішнім інструментом оптимізації витрат і перетворюється на важливий елемент регіональної політики, спрямованої на

підвищення енергоефективності, розвиток локальних відновлюваних джерел енергії, зміцнення інноваційного потенціалу громад та виконання Цілей сталого розвитку. Взаємодія між університетами та регіональними стратегіями формує новий формат партнерства, у межах якого ЗВО виступають каталізаторами економічних, екологічних і соціальних трансформацій.

Регіональні стратегії розвитку формують основу територіального планування в Україні й передбачають виконання завдань, пов'язаних з енергоефективністю, декарбонізацією, впровадженням інноваційних технологій та формуванням стійких громад. У цьому контексті енергетична стратегія ЗВО має інтегруватися у регіональні стратегічні документи формально та функціонально – через участь університетів у визначенні цільових показників, реалізації проєктів, забезпеченні експертизою та підготовці фахівців.

Заклади вищої освіти є важливими акторами регіональної енергетичної політики, оскільки поєднують одразу кілька ролей: великих споживачів енергоресурсів, генераторів наукового знання, центрів підготовки кадрів та ініціаторів інноваційних рішень. Тому впровадження локальних програм енергоощадності, модернізації теплової та електричної інфраструктури, переходу на відновлювані джерела енергії, створення енергоменеджменту відповідно до вимог ДСТУ ISO 50001:2020 фактично дозволяє ЗВО виконувати завдання, визначені регіональними стратегіями розвитку областей, програмами підвищення енергоефективності та планами адаптації до змін клімату [11].

Інтеграція енергетичної стратегії університету у регіональні плани відбувається через кілька взаємопов'язаних механізмів [11]:

- включення ЗВО до регіональних робочих груп з питань сталого енергетичного розвитку, енергетичного планування, формування SECAP/SEAP у громадах;

- участь університетів у стратегічних екологічних оцінках регіональних стратегій, де експерти ЗВО надають науково обґрунтовані рекомендації щодо енергобалансу, декарбонізації та адаптації до кліматичних змін;

- погодження енергетичної політики ЗВО з регіональними показниками споживання енергії, рівнем втрат у мережах, пріоритетними напрямками теплодернізації та планами розвитку ВДЕ;

- участь університетів у реалізації регіональних інвестиційних програм, що підтримуються міжнародними донорськими організаціями (UNDP, GIZ, USAID), які фінансують «зелену» модернізацію інфраструктури та розвиток стійкого місцевого енергетичного сектору;

- формування регіональних дослідницьких кластерів, у межах яких ЗВО виступають центрами тестування та поширення технологій ВДЕ, смарт-мереж, систем акумулювання і цифрових платформ енергоконтролю.

Завдяки цьому енергетична стратегія університету перестає бути внутрішнім документом і трансформується у складовий елемент регіонального розвитку. Університети формують приклади застосування низьковуглецевих технологій, демонструють успішні моделі управління енергоресурсами та сприяють формуванню регіональної «економіки знань» у сфері сталої енергетики. Така інтеграція забезпечує узгодженість цілей, підсилює ефективність регіональних політик і створює спільний контур планування, у межах якого ЗВО та громади діють як партнери у досягненні ЦСР та зміцненні енергетичної безпеки [30].

Реалізація Цілей сталого розвитку на регіональному рівні здійснюється через систему кількісних та якісних індикаторів, що охоплюють енергетичну доступність, інноваційність інфраструктури, стійкість громад і здатність територій адаптуватися до наслідків зміни клімату. У межах цієї системи важливу роль відіграють заклади вищої освіти, оскільки їхня енергетична стратегія здатна безпосередньо впливати на ключові показники, визначені регіональними планами сталого розвитку. Представлені в університетах практики енергоефективності, цифрового управління ресурсами та

відновлюваної генерації стають частиною ширшої моделі управління енергобалансом регіону і водночас сприяють виконанню завдань ЦСР 7, ЦСР 9, ЦСР 11 та ЦСР 13 [42].

ЗВО роблять вагомий внесок у досягнення індикаторів ЦСР 7 «Доступна та чиста енергія», оскільки саме їхня інфраструктура є придатною для розгортання демонстраційних проєктів із використання відновлюваних джерел енергії. Розміщення фотоелектричних станцій, теплових насосів, систем акумулювання енергії та модернізація теплових пунктів зменшує залежність закладу від традиційних джерел енергії та підвищує частку ВДЕ у загальному енергобалансі області. Наявність великих будівельних площ, відкритих ділянок та технічних можливостей робить університетські території особливо цінними для впровадження високотехнологічних рішень, результати яких можуть бути інтегровані у регіональні плани енергетичної трансформації.

Університети впливають і на формування індикаторів ЦСР 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура». ЗВО стають платформами для апробації нових технологічних рішень у сфері енергоефективності, смарт-мереж і цифрового моніторингу, що дозволяє відпрацьовувати моделі поведінки енергосистем у реальних умовах. Наявність дослідницьких лабораторій та наукових центрів забезпечує живлення регіональних інноваційних кластерів, а співпраця університетів з бізнесом і місцевою владою сприяє впровадженню енергоощадних технологій у комунальний і приватний сектори. ЗВО підсилюють регіональну інноваційну екосистему, розширюють можливості для розвитку «зеленої» промисловості та сприяють формуванню інфраструктури, здатної підтримувати низьковуглецеву економіку [42].

Важливою складовою є внесок університетів у реалізацію індикаторів ЦСР 11 «Сталий розвиток міст і спільнот». ЗВО виступають структурним елементом міської інфраструктури, і їхні рішення щодо модернізації будівель, зменшення тепловтрат, переходу на альтернативні джерела енергії

та оптимізації інженерних мереж безпосередньо впливають на показники енергетичного споживання в бюджетній сфері регіону. ЗВО виконують важливу соціальну функцію – створюють на своїх територіях моделі сталого міського середовища, які можуть бути використані місцевими громадами для впровадження подібних рішень у школах, лікарнях та інших комунальних об'єктах. Університетська інфраструктура стає демонстраційним майданчиком для сталих практик, які регіон здатен масштабувати відповідно до власних стратегічних пріоритетів.

Значущу роль відіграють ЗВО й у досягненні індикаторів ЦСР 13 «Боротьба зі зміною клімату». Застосування систем цифрового моніторингу енергоспоживання, автоматизація управління опаленням та освітленням, запровадження теплової модернізації будівель та зниження вуглецевого сліду університетської інфраструктури сприяють скороченню викидів парникових газів на рівні регіону. Університети беруть участь у формуванні кліматичних стратегій громад, проводять наукові дослідження, що підтримують місцеві адаптаційні плани, і готують фахівців, здатних працювати з кліматичними ризиками та розробляти комплексні рішення для громадян і територій [42].

Для більшості регіонів України головним бар'єром на шляху до сталого енергетичного розвитку є недостатній рівень доступу до сучасних технологічних рішень, обмеженість інженерних компетентностей та брак експертних інституцій, здатних забезпечити науково обґрунтоване планування місцевої енергетики. Саме заклади вищої освіти частково компенсують ці проблеми, оскільки володіють освітнім, дослідницьким і технологічним потенціалом, який робить їх природними центрами інноваційної підтримки регіональної енергетичної трансформації. Університети виконують роль інституційних провайдерів знань, демонстраційних платформ для випробування технологій та генераторів рішень, що можуть масштабуватися на території області або громади.

На територіях з високим рівнем енергозалежності або зношеною інфраструктурою участь ЗВО у регіональній енергополітиці стає критично

важливою. Університети здатні проводити енергоаудити об'єктів бюджетної сфери, аналіз режимів споживання теплової й електричної енергії, оцінку стану інженерних мереж та визначення потенціалу впровадження відновлюваних джерел енергії. Ці дослідження формують базу для подальшого планування модернізації комунальних об'єктів, шкіл, медичних закладів і адміністративних будівель, а також дозволяють громадам приймати рішення, що відповідають принципам енергоефективності та економічної доцільності [30].

ЗВО також виконують функцію розробників техніко-економічних обґрунтувань для створення локальних енергетичних проєктів, які можуть охоплювати будівництво сонячних електростанцій, реконструкцію теплових насосів, встановлення систем акумулювання енергії або впровадження теплових насосів. Технологічний потенціал університетів дає змогу моделювати різні сценарії роботи енергетичних систем, аналізувати економічні ризики, прогнозувати ефекти зниження викидів та планувати окупність інвестицій. ЗВО вже на початкових етапах проєктування формують інтелектуальний фундамент, необхідний для залучення державного, приватного чи донорського фінансування.

Важливим напрямом діяльності університетів є проведення досліджень і випробувань сучасних технологій, таких як мікромережі, Smart Grid-системи, інтелектуальні лічильники, електромобільні зарядні станції, гібридні системи ВДЕ та енергетичні накопичувачі. ЗВО можуть оцінювати їхню ефективність у локальних кліматичних і технічних умовах, що дозволяє громадам приймати обґрунтовані рішення щодо впровадження таких технологій у масштабах регіону. Університетські лабораторії стають місцем, де інновації проходять шлях від теоретичного концепту до реального застосування, а результати цих досліджень формують доказову базу для регіональної енергетичної політики [15].

Участь університетів у розробленні проєктів із теплової модернізації шкіл, лікарень, спортивних комплексів та муніципальних установ має окреме

значення для регіональної енерготрансформації. Завдяки науковим методам оцінки тепловтрат, розрахункам оптимальної товщини утеплення, аналізу теплоспоживання та визначенню найбільш ефективних заходів модернізації ЗВО забезпечують громади інструментами економії, що мають довгостроковий ефект. Модернізація соціальної інфраструктури, розроблена за участі університетів, створює стандартизовані шаблони рішень, які можуть швидко масштабуватися на рівні всього регіону.

Формування людського капіталу є важливою передумовою успішної реалізації регіональної енергетичної трансформації, адже саме кваліфіковані фахівці забезпечують перехід до відновлюваних джерел енергії, впровадження енергоефективних технологій і розвиток інноваційної інфраструктури. У цьому контексті заклади вищої освіти відіграють стратегічну роль, оскільки здатні забезпечити комплексну підготовку кадрів для потреб сучасної енергетики, починаючи від інженерів та енергоменеджерів і закінчуючи фахівцями з системних рішень, аналітики та управління екологічними ризиками. Вплив ЗВО має освітній вимір, а також прямий економічний і технологічний ефект для регіону, який отримує доступ до фахівців, здатних підтримувати стійкість його енергетичної системи [12].

Потреба в людському капіталі у сфері сталої енергетики зростає через модернізацію енергетичного сектору, а також через збільшення кількості муніципальних і приватних проєктів з енергоефективності, термомодернізації, розвитку ВДЕ, електромобільності й упровадження «розумних» технологій. Саме ЗВО забезпечують підготовку спеціалістів нового типу – міждисциплінарних, здатних працювати на перетині енергетики, ІТ, цифрової аналітики, екології та управління проєктами. Оновлення освітніх програм відповідно до сучасних вимог енергетичного ринку дозволяє університетам створювати кадри, компетентні у сфері смарт-мереж, моделювання навантажень, управління енергобалансом, відновлюваних технологій та кліматичної політики.

Важливою складовою підготовки кадрів є розвиток лабораторної та дослідницької бази. Створення лабораторій ВДЕ, навчально-тренінгових центрів і полігонів для випробування обладнання дозволяє студентам набувати практичних компетентностей, а регіону – отримувати спеціалістів з реальним досвідом роботи з сучасними енергетичними технологіями. Університетські випробувальні центри стають місцем апробації нових технічних рішень, які згодом впроваджуються у громадах, на комунальних підприємствах, у бізнесі чи в будівлях соціальної інфраструктури. Завдяки цьому процес підготовки кадрів перетворюється на важливу частину технологічної модернізації регіону [12].

Особливу роль ЗВО відіграють у формуванні компетенцій, необхідних для стратегічного та операційного управління енергетичними системами. Інтеграція дисциплін із енергетичної безпеки, сталого планування, управління інфраструктурними проєктами, оцінки ризиків і кліматичної адаптації дозволяє готувати фахівців, здатних працювати у структурах органів місцевого самоврядування, комунальному секторі, енергетичних компаніях і консалтингових агенціях. Регіони отримують не просто інженерів, а команду фахівців, здатних планувати, координувати та реалізовувати довгострокові програми енергетичного переходу.

Паралельно з підготовкою кадрів для енергетичного сектору університети формують сприятливе середовище для розвитку малого та середнього бізнесу у сфері відновлюваної енергетики та енергоефективності. Студенти й випускники створюють підприємства у напрямках енергоаудиту, встановлення та обслуговування сонячних електростанцій, систем розумного освітлення, енергоощадного обладнання, електромобільних зарядних станцій чи автоматизованих систем керування будівлями. Таким чином формується новий сегмент регіональної економіки, що сприяє створенню робочих місць, підвищенню конкурентоспроможності громад і розвитку технологічних кластерів [14].

Варто підкреслити, що ЗВО формують професійні навички, а також культуру енергоощадності та екологічної відповідальності. Через навчальні програми, практику, участь у проєктах та ініціативах університети формують у молоді розуміння принципів сталого розвитку, раціонального використання ресурсів і низьковуглецевої поведінки. Це має довгостроковий ефект, оскільки саме майбутні фахівці стають агентами змін у своїх громадах і підприємствах, поширюючи відповідальні практики та сприяючи формуванню регіональної культури сталого енергоспоживання.

Університети у багатьох регіонах України традиційно відіграють роль центрів соціального, культурного та економічного життя, а їхній вплив виходить далеко за межі освітньої діяльності. Завдяки наявності розвиненої інфраструктури, науково-технічної бази та кадрового потенціалу заклади вищої освіти здатні виконувати функцію ініціаторів і координаторів процесів, пов'язаних із розвитком локальних енергетичних систем. У сучасних умовах ця роль набуває особливого значення, оскільки регіони дедалі більше орієнтуються на децентралізовані моделі енергопостачання, що ґрунтуються на використанні відновлюваних джерел енергії та участі місцевих спільнот.

Формування локальних енергетичних спільнот є одним із основних напрямів трансформації місцевої енергетики. Такі спільноти орієнтовані на спільне виробництво, споживання, управління та розподіл енергії, що базується на використанні ВДЕ, а також на принципах прозорості, самоорганізації та економічної ефективності. Університети, володіючи значною енергетичною інфраструктурою та компетентностями у сфері досліджень і проєктного менеджменту, можуть виступати ядром таких енергетичних об'єднань. Вони мають можливість створювати демонстраційні майданчики, де апробуються нові технології, тестуються моделі спільного використання енергії та розробляються інструменти цифрового моніторингу, які в подальшому можуть масштабуватися на рівні регіону [15].

ЗВО також часто стають центрами експертизи та сертифікації у сфері відновлюваної енергетики, що дозволяє підвищувати якість регіональних енергетичних проєктів. Проведення досліджень, аналіз потенціалу територій, розрахунки ефективності встановлення сонячних панелей, теплових насосів чи мікротурбін створюють основу для обґрунтованих рішень на рівні органів місцевого самоврядування. Університети здатні забезпечити громади науковим супроводом на всіх етапах реалізації енергетичних проєктів – від початкового аналізу до впровадження й моніторингу. Це підвищує точність планування, знижує ризики неправильних розрахунків і сприяє ефективному використанню бюджетних та донорських коштів.

Особливе значення має співпраця університетів із громадами в контексті підвищення енергетичної стійкості територій. У регіонах із вразливою інфраструктурою створення локальних енергетичних спільнот дозволяє розосередити навантаження, підвищити надійність енергопостачання і забезпечити автономність критично важливих об'єктів, таких як лікарні, центри соціального захисту чи навчальні заклади. Університети можуть ставати учасниками цих спільнот, надаючи технічну підтримку, власні генеруючі потужності та досвід роботи з мікрмережами, що підсилює стійкість регіональної енергосистеми та зменшує залежність громад від централізованого постачання.

Крім технічного та інженерного аспектів, ЗВО виконують важливу соціальну функцію, сприяючи підвищенню енергетичної обізнаності місцевого населення. Через просвітницькі програми, тренінги, відкриті лекції та проєкти громадської взаємодії університети поширюють знання про раціональне використання енергії, сучасні технології ВДЕ, механізми енергозбереження та переваги локальних енергетичних моделей. Це формує нову культуру споживання, підвищує соціальну підтримку енергетичних реформ та залучає громадян до участі у проєктах, що сприяють сталому розвитку регіону [34].

Тісна взаємодія ЗВО з громадами створює й економічні переваги. Розвиток локальних енергетичних систем стимулює місцевий ринок послуг, формує попит на фахівців у сфері монтажу, обслуговування та проектування обладнання ВДЕ, сприяє створенню нових робочих місць і підвищує економічну активність у громадах. Університети, у свою чергу, отримують можливість реалізовувати прикладні наукові проекти, розширювати партнерські мережі та залучати зовнішнє фінансування.

Отже, взаємозв'язок енергетичної стратегії ЗВО з цілями сталого розвитку на регіональному рівні має комплексний характер і охоплює узгодження стратегічних документів, підтримку регіональних індикаторів ЦСР, розвиток інноваційних рішень, формування людського капіталу та участь у створенні локальних енергетичних спільнот. ЗВО виступають споживачами енергоресурсів, а також активними суб'єктами регіональної енергетичної політики. Вони забезпечують науково-технічну підтримку громад, розвивають інноваційні технології, формують культуру відповідального споживання та сприяють побудові стійких, енергоефективних і низьковуглецевих регіональних систем. Енергетичні стратегії університетів набувають стратегічного значення для регіонального розвитку й стають важливим елементом національної політики сталості та енергетичної безпеки.

Висновки до розділу 1

Проведений теоретико-методичний аналіз засад формування енергетичної автономності закладів вищої освіти дозволяє сформулювати наступні узагальнення:

1. Енергетична автономність ЗВО являє собою багатовимірну характеристику, що поєднує технологічну самодостатність, енергетичну стійкість, керовану гнучкість, управлінську та економічну автономність, кіберстійкість інфраструктури, екологічну відповідальність, освітньо-

науковий потенціал та соціальну складову. Концептуальні основи енергетичної автономності розглядаються у контексті сталого розвитку через призму ЦСР 4, 7, 9, 11 та 13, що підкреслює стратегічне значення університетів як центрів інноваційної трансформації енергетичного сектору та демонстраційних майданчиків впровадження низьковуглецевих технологій.

2. Нормативно-правове забезпечення енергетичної незалежності закладів освіти формує цілісну багаторівневу систему, що включає міжнародні документи (Порядок денний ООН, стандарти UNESCO), європейські директиви (2023/1791 про енергоефективність, 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель) та національне законодавство України. Законодавча база України, представлена законами про енергетичну ефективність, енергетичну ефективність будівель, альтернативні джерела енергії, створює правові та фінансові механізми для модернізації освітньої інфраструктури, включаючи енергосервісні договори, обов'язкову енергетичну сертифікацію та стимулювання розвитку відновлюваної енергетики.

3. Стратегічні документи України (Енергетична стратегія до 2030 року, Довгострокова стратегія термомодернізації, Національний план дій з енергоефективності до 2030 року, НПЕК) конкретизують цілі та механізми реалізації енергетичної політики, визначаючи освітній сектор як пріоритетний напрям модернізації. Нормативно-технічна база, представлена ДСТУ 9190:2022, ДБН В.2.6-31:2021, ДБН В.2.5-67:2013 та ДБН В.2.5-28:2018, встановлює конкретні технічні параметри енергоефективності будівель, інженерних систем та освітлення.

4. Взаємозв'язок енергетичної стратегії ЗВО з цілями сталого розвитку на регіональному рівні має комплексний характер і реалізується через механізми узгодження стратегічних документів, участь у регіональних робочих групах, реалізацію інвестиційних програм та формування дослідницьких кластерів. Університети виконують функції великих

споживачів енергоресурсів, генераторів наукового знання, центрів підготовки кадрів та ініціаторів інноваційних рішень, що дозволяє їм безпосередньо впливати на регіональні індикатори ЦСР 7, 9, 11 та 13.

5. Роль ЗВО у регіональній енергетичній трансформації проявляється через надання науково-технічної підтримки громадам (проведення енергоаудитів, розробка техніко-економічних обґрунтувань, дослідження інноваційних технологій), формування людського капіталу (підготовка міждисциплінарних фахівців, створення лабораторій ВДЕ, розвиток компетентностей у сфері енергоменеджменту) та участь у створенні локальних енергетичних спільнот. Університети функціонують як мультиакторні платформи взаємодії науки, бізнесу, органів місцевого самоврядування та громадських організацій, формуючи регіональні інноваційні екосистеми у сфері сталої енергетики.

6. Енергетична автономність ЗВО базується на розвитку власних потужностей відновлюваної генерації (фотоелектричні системи, малі вітрові установки, сонячні колектори, теплові насоси, системи накопичення енергії), впровадженні енергоефективних заходів (модернізація теплоізоляції, оновлення систем освітлення, оптимізація інженерних мереж, автоматизовані системи управління) та формуванні системи енергетичного менеджменту відповідно до ISO 50001:2020. Комплексність цього підходу визначає стратегічне значення енергетичної автономності для стійкого розвитку університетів і їхньої здатності забезпечувати безперервність освітнього та наукового процесів у мінливих умовах.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ РЕГІОНУ

2.1. Характеристика системи енергопостачання закладів вищої освіти регіону: проблеми та виклики

Система енергопостачання закладів вищої освіти (ЗВО) Дніпропетровської області перебуває у фокусі суспільної уваги через низку викликів, що виникли внаслідок повномасштабної війни, руйнування критичної інфраструктури, зростання цін на енергоресурси та необхідності забезпечення безперервності освітнього процесу. В умовах воєнного стану питання енергонезалежності, енергоефективності та впровадження альтернативних джерел енергії набули стратегічного значення для збереження функціонування освітніх установ, підвищення їхньої стійкості та конкурентоспроможності.

Дніпропетровська область є одним із лідерів України за кількістю ЗВО, масштабами промислового виробництва та впровадженням інновацій у сфері енергетики. Водночас, саме цей регіон зазнав значних втрат унаслідок атак на енергетичну інфраструктуру, що зумовило необхідність перегляду підходів до енергозабезпечення освітніх закладів, розвитку розподіленої генерації, модернізації технічної бази та залучення міжнародної підтримки.

З початку повномасштабної війни енергетики доклали зусиль, щоб забезпечити електрикою понад 1,2 млн домогосподарств регіону. Це включає відновлення пошкоджених ліній електропередач, модернізацію енергетичних мереж та оперативне реагування на регулярні атаки на енергетичну інфраструктуру.[47]

Вітрова енергетика в області розвивається, зокрема, на території області активно встановлюються вітрові турбіни, що додають стабільності енергетичному балансу.

Енергетична інфраструктура Дніпропетровської області

Назва	Функціонал	Стан
Придніпровська ТЕС	Встановлена електрична потужність – 910 МВт. Основне паливо – вугілля, резервне – мазут, газ.	У 2024 році через пошкодження ТЕС, спричинені російськими атаками, тепlopостачання лівого берега Дніпра було ускладнене. Без стабільного тепла залишилися близько 172 будинків, для вирішення проблеми міська влада розробила стратегію, яка передбачає встановлення 6 газових котелень і модернізацію інфраструктури на проспектах Слобожанський і Сонячний, щоб стабілізувати ситуацію до зими 2025 року
Криворізька ТЕС	Встановлена електрична потужність – 2820 МВт. Основне паливо – це вугілля, яке видобувається в регіоні, зокрема на території Криворізького басейну	В умовах повномасштабного вторгнення ДТЕК Криворізька ТЕС продовжує модернізацію обладнання. З 2022 по 2023 роки станція перевела на спалювання газового вугілля ще 2 енергоблоки.
Дніпровська ГЕС	Потужність близько 560 МВт. Річне виробництво енергії значно залежить від сезонних коливань рівня води у Дніпрі, але в середньому становить близько 1,4 млрд кВт-год електроенергії на рік.	Дніпровська ГЕС перебуває в критичному стані внаслідок ракетної атаки 1 червня 2024 року, наразі неможливо відновити вироблення електроенергії: ГЕС-2 у критичному стані, ГЕС-1 – не працює.
Нікопольська СЕС	Потужність – 246 МВт, загальна площа становить понад 400 га	Найбільша сонячна електростанція у Європі

Джерело: узагальнено автором на підставі [47].

Дніпропетровська область має одну з найбільших в Україні мережу закладів вищої освіти. Станом на 2025 рік в області функціонує 85 закладів вищої освіти. В області функціонує 4 ЗВО, яким надано статус національних. До сектора державної власності входять 64 ЗВО, (47 — I-II рівнів акредитації, 17 — III-IV рівнів акредитації), до комунального сектора — 15, до приватного сектора — 5. Крім того, діють 37 відокремлених структурних підрозділів та філій закладів вищої освіти.

З-поміж закладів вищої освіти III-IV р.а. 13 ВНЗ (з них 3 приватні) підпорядковуються Міністерству освіти і науки України, 7 підпорядковані іншим галузевим міністерствам, 1 заклад обласного підпорядкування. [48]

Заклади вищої освіти області характеризуються значною диференціацією за розмірами, профілем підготовки, технічною оснащеністю та енергоспоживанням. Найбільші університети регіону мають розгалужену інфраструктуру, що включає навчальні корпуси, гуртожитки, лабораторні комплекси, спортивні споруди та адміністративні будівлі. Загальна площа приміщень провідних ЗВО може сягати десятків тисяч квадратних метрів, що зумовлює високий рівень енергоспоживання та потребу в надійному енергопостачанні.

Енергоспоживання ЗВО має свою специфіку, пов'язану з режимом роботи освітніх установ, сезонністю навантажень, наявністю енергоємного обладнання та необхідністю забезпечення комфортних умов для навчання. Основними напрямками енергоспоживання є:

- Опалення. Більшість будівель ЗВО було збудовано в радянський період без урахування сучасних вимог енергоефективності, що призводить до значних тепловтрат.
- Освітлення. забезпечення належного рівня освітленості аудиторій, лабораторій, бібліотек та інших. Багато ЗВО ще використовують застарілі системи освітлення з низькою енергоефективністю.
- Технологічне обладнання: комп'ютерні класи, лабораторії, серверні, системи відеоспостереження та контролю доступу.
- Гуртожитки: забезпечення побутових потреб студентів (освітлення, опалення, побутова техніка).

Система енергопостачання закладів вищої освіти Дніпропетровської області стикається з комплексом взаємопов'язаних проблем:

1. Пошкодження енергетичної інфраструктури внаслідок військових дій. Регулярні атаки на об'єкти енергетики призвели до руйнування та пошкодження генеруючих потужностей, трансформаторних підстанцій та

ліній електропередач. Це спричинило періодичні відключення електроенергії, запровадження графіків погодинних відключень та зниження якості електропостачання.

2. Зношеність інженерних мереж та обладнання. Більшість будівель ЗВО було збудовано 30-50 років тому, системи опалення, електропостачання та вентиляції значною мірою застаріли. Коефіцієнт корисної дії котельного обладнання не перевищує 60-70%, теплові мережі мають високий рівень втрат (до 20-30%), електричні мережі перевантажені та потребують модернізації.

3. Низька енергоефективність будівель. Недостатня теплоізоляція огорожувальних конструкцій, застарілі вікна та двері, відсутність систем автоматичного регулювання температури призводять до надмірних витрат енергоресурсів. Питомі витрати теплової енергії на опалення перевищують сучасні нормативи в 1,5-2 рази.

4. Зростання вартості енергоресурсів. В умовах воєнного стану та пошкодження енергетичної інфраструктури тарифи на електричну та теплову енергію суттєво зросли. Це створює додаткове навантаження на бюджети ЗВО, обмежує можливості для розвитку та модернізації.

5. Недостатнє фінансування енергомодернізації. Бюджетне фінансування не покриває потреб у повномасштабній модернізації енергетичної інфраструктури ЗВО. Механізми енергосервісних контрактів, грантового фінансування та залучення приватних інвестицій використовуються обмежено.

6. Відсутність автономних джерел енергії. Більшість ЗВО не мають резервних або альтернативних джерел енергопостачання, що робить їх вразливими до аварійних відключень та перебоїв у централізованому постачанні.

Система енергопостачання ЗВО Дніпропетровської області перебуває на роздоріжжі між збереженням застарілої централізованої моделі та переходом до сучасної децентралізованої, енергоефективної та екологічно

відповідальної системи. Воєнний стан прискорив усвідомлення необхідності змін та створив унікальне вікно можливостей для трансформації.

Ключовими викликами найближчих років є:

- Забезпечення безперервності освітнього процесу в умовах енергодефіциту та ймовірних аварійних відключень
- Пошук балансу між термінуєчими потребами у резервному енергопостачанні та довгостроковими інвестиціями в енергоефективність
- Координація зусиль різних стейкхолдерів: держави, місцевої влади, міжнародних партнерів, приватного сектора
- Подолання інституційних бар'єрів та бюрократичних перешкод
- Розвиток компетенцій персоналу ЗВО у сфері енергоменеджменту

Водночас, сформувалися й сприятливі передумови для позитивних змін: зростання обізнаності про важливість енергонезалежності, активізація міжнародної підтримки, поява нових фінансових інструментів, розвиток вітчизняного ринку енергетичних технологій. У наступних розділах будуть детально розглянуті можливі шляхи вирішення наявних проблем та стратегії енергетичної трансформації ЗВО регіону.

2.2. Оцінка енергоспоживання та енергоефективності досліджуваного закладу вищої освіти

Ефективне управління енергоресурсами є одним із ключових чинників фінансової стабільності та конкурентоспроможності закладів вищої освіти в сучасних умовах. В контексті зростання тарифів на енергоносії, нестабільності енергопостачання внаслідок воєнних дій та глобальних викликів енергетичного переходу, детальний аналіз структури та динаміки енергоспоживання стає необхідною передумовою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет (ДДАЕУ), як типовий представник регіональних закладів вищої освіти, стикається з комплексом енергетичних викликів, характерних для освітніх установ України. Визначення енергетичного профілю університету, виявлення закономірностей споживання електроенергії та оцінка рівня енергоефективності є основою для розробки стратегії енергетичної модернізації та впровадження альтернативних джерел енергопостачання.

Метою є комплексна оцінка енергоспоживання ДДАЕУ, виявлення факторів, що впливають на рівень енергоспоживання, та визначення потенціалу підвищення енергоефективності. Особлива увага приділяється сезонній нерівномірності споживання та економічним аспектам енергозабезпечення.

Результати аналізу енергоспоживання ДДАЕУ дозволять обґрунтувати доцільність впровадження енергоефективних заходів та систем відновлюваної енергетики, визначити пріоритетні напрямки інвестування та спрогнозувати економічний ефект від реалізації енергозберігаючих проєктів. Оцінка поточного стану енергоефективності університету створює інформаційну базу для прийняття стратегічних рішень щодо енергетичної трансформації закладу.

Річне споживання електроенергії демонструє стабільність протягом трирічного періоду: 313 005 кВт·год у 2022 році, 309 419 кВт·год у 2023 році та 311 751 кВт·год у 2024 році. Незначне зниження у 2023 році на 1,1% порівняно з 2022 роком може бути пов'язане з рядом факторів:

- Вимушене скорочення навчального навантаження через енергетичну кризу та масові відключення електроенергії у зимовий період 2022-2023 років
- Часткове впровадження енергозберігаючих заходів

**Динаміка споживання електроенергії ДДАЕУ за 2022-2024 роки
(кВт·год)**

Місяць	2022	2023	2024
Січень	38 192	22 890	33 723
Лютий	35 419	30 862	35 287
Березень	21 394	28 428	32 867
Квітень	21 862	25 298	21 571
Травень	22 049	24 111	22 951
Червень	33 640	21 132	20 240
Липень	11 755	21 132	19 062
Серпень	19 399	21 778	18 984
Вересень	22 639	20 988	20 665
Жовтень	24 586	21 209	27 242
Листопад	25 941	27 309	28 985
Грудень	25 691	32 882	30 174
Всього	313 005	309 419	311 751

Джерело: розроблено автором

Стабілізація рівня споживання у 2024 році свідчить про нормальний режим функціонування університету та ефективне управління енергоресурсами.

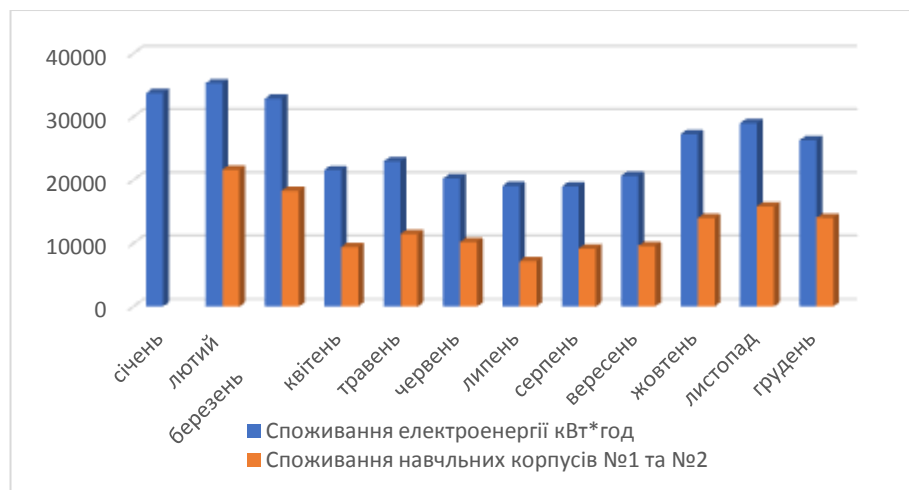


Рис. 2.1. Фактичне споживання ДДАЕУ за 2024 р.

Джерело: розроблено автором

Аналіз помісячної динаміки споживання демонструє яскраво виражену сезонну залежність, що є характерною особливістю енергоспоживання навчальних закладів в кліматичних умовах України:

Зимовий період (грудень-лютий) характеризується максимальними показниками споживання. У 2024 році середньомісячне споживання зимового періоду становило 33 061 кВт·год, що на 58% перевищує літній показник. Пікові значення зафіксовано у лютому 2024 року (35 287 кВт·год) та січні 2022 року (38 192 кВт·год). Ця закономірність пов'язана з:

- Інтенсивною роботою систем опалення
- Зменшенням тривалості світлового дня, що збільшує потребу в штучному освітленні

Літній період (червень-серпень) демонструє мінімальні показники споживання. У 2024 році середньомісячне споживання становило 19 429 кВт·год. Найнижчі показники спостерігаються у серпні (18 984 кВт·год у 2024 році), що обумовлено:

- Канікулярним періодом та скороченням навчальної діяльності
- Відсутністю потреби в опаленні
- Період відпусток науково-педагогічних працівників

Перехідні періоди (березень-травень та вересень-листопад) показують проміжні значення споживання в межах 21-29 тис. кВт·год, що відображає поступовий перехід між опалювальним та неопалювальним сезонами.

Навчальні корпуси №1 та №2 є основними споживачами електроенергії, їхня частка становить 45-60% загального споживання в різні місяці року. Це свідчить про високу концентрацію енергетичного навантаження та критичну роль цих будівель у загальному енергобалансі університету.

Споживання навчальних корпусів також має сезонний характер, але з меншою амплітудою коливань порівняно із загальним споживанням. У зимові місяці корпуси споживають 15-23 тис. кВт·год, тоді як влітку цей

показник знижується до 8-16 тис. кВт·год. Така динаміка підтверджує, що значна частина споживання пов'язана з опалювальним навантаженням.

Детальний фінансовий аналіз витрат на електроенергію ДДАЕУ за період 2022-2024 років демонструє критичну тенденцію до зростання енергетичних витрат, що створює значне навантаження на бюджет університету та вимагає термінового впровадження заходів з енергетичної модернізації та диверсифікації джерел енергопостачання.

Таблиця 2.3

Динаміка витрат на електроенергію ДДАЕУ за 2022-2024 роки

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Зміна 2023/2022	Зміна 2024/2023
Обсяг споживання, кВт·год	313 005	309 419	311 751	-1,1%	+0,8%
Середній тариф, грн/кВт·год	4,28	6,34	8,14	+48,1%	+28,4%
Загальні витрати, грн	1 339 661	1 958 804	2 484 312	+46,2%	+26,8%
Приріст витрат, грн	-	+619 143	+525 508	-	-

Джерело: розроблено автором

За три роки витрати університету на електроенергію зросли на 85,4% (з 1,34 млн грн до 2,48 млн грн), тоді як фактичне споживання залишилося практично незмінним (-0,4%). Це свідчить про те, що зростання видатків зумовлене виключно підвищенням тарифів, а не збільшенням споживання.

Середньорічний темп зростання тарифів значно перевищує рівень інфляції та створює серйозні ризики для фінансової стійкості університету. За збереження такої тенденції, витрати на електроенергію у 2025 році можуть сягнути 2,5-3,0 млн грн, а до 2027 року — перевищити 4,5 млн грн.

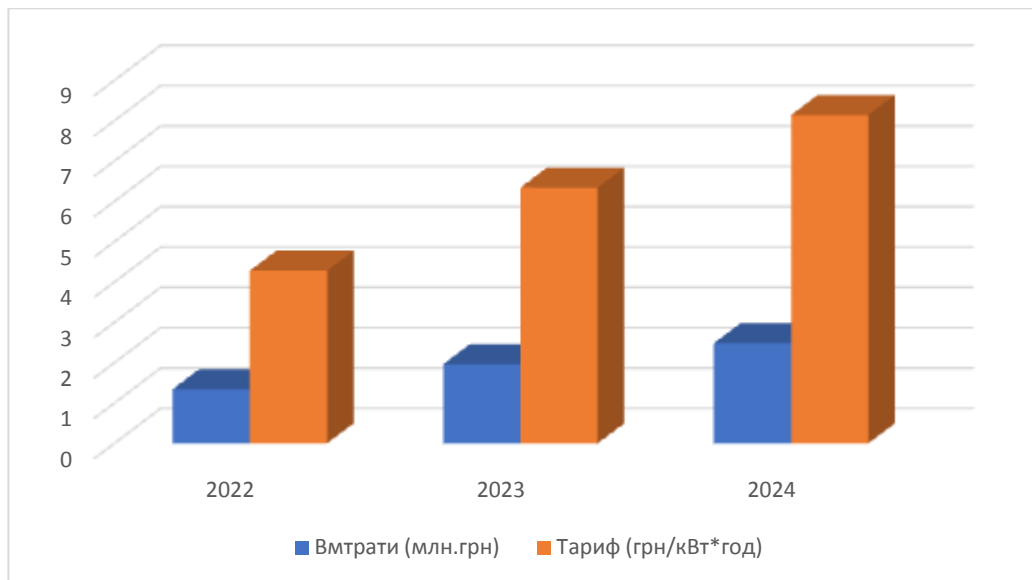


Рис. 2.2 Динаміка витрат на електроенергію та тарифів ДДАЕУ

Джерело: розроблено автором

Ця динаміка підкреслює, що основним ризиком для бюджету університету є не неефективне споживання, а зовнішній фактор — тарифна політика, на яку заклад не може впливати. Це робить критично важливим розвиток власної генерації електроенергії на базі відновлювальних джерел.

2.3. Аналіз потенціалу використання відновлюваних джерел енергії в регіоні

В умовах трансформації енергетичного сектору України, спричиненої війною, кліматичними викликами та глобальним переходом до низьковуглецевої економіки, питання впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) набуває стратегічного значення для закладів вищої освіти. Для Дніпровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ) це не лише шлях до енергонезалежності, а й можливість стати прикладом сталого розвитку для інших освітніх установ регіону. Актуальність розвитку ВДЕ обумовлюється рядом факторів: високим рівнем енергоспоживання, зростанням тарифів, потребою у підвищенні енергонезалежності та необхідністю модернізації інфраструктури відповідно до сучасних

стандартів. У контексті воєнного стану роль ВДЕ особливо зростає, оскільки вони дозволяють створити резервні канали живлення, мінімізувати наслідки можливих відключень та забезпечити автономність критично важливих об'єктів університету.

Дніпропетровська область має один із найвищих показників інсоляції в Україні. Це створює сприятливі умови для розвитку сонячної генерації, особливо у форматі дахових СЕС.

Дніпропетровська область має значний природний потенціал для розвитку альтернативної енергетики. Найбільш перспективними напрямками є сонячна енергетика, вітрова енергетика, використання біомаси та впровадження гібридних систем із застосуванням енергетичних акумуляторів. Сприятливі кліматичні умови, розвинена промислова інфраструктура, наявність технічних площ та значна кількість майданчиків для встановлення дахових і наземних сонячних станцій створюють широкі можливості для енергетичної модернізації університетів регіону.

Сонячна генерація є найбільш доступним та технологічно зрілим видом ВДЕ для освітніх установ. Дніпропетровська область входить до трійки регіонів України з найвищим рівнем сонячної радіації.



Рис. 2.3 Карта сонячної активності України[49]

Аналіз сонячного потенціалу показує, що річна сумарна сонячна радіація в регіоні становить 1200-1300 кВт·год/м² на рік. Максимальні

показники інсоляції спостерігаються в період з квітня по вересень, коли середньодобова сонячна радіація перевищує 4-5 кВт·год/м². Навіть у зимові місяці показники інсоляції залишаються на рівні 1-2 кВт·год/м² на добу, що забезпечує цілорічну генерацію електроенергії.

Для ДДАЕУ впровадження сонячних панелей може здійснюватися у декількох напрямках:

- Дахові СЕС на навчальних корпусах. Значна площа покрівель забезпечує можливість розміщення систем малої генерації потужністю 100–500 кВт.

- Наземні сонячні модулі на території університету. Вільні земельні ділянки університету можуть бути використані для встановлення фотоелектричних панелей, що забезпечить додаткове виробництво електроенергії.

- Гібридні системи з акумулюванням енергії. Це дозволить збільшити автономність та забезпечити безперебійність роботи критичних об'єктів (серверних, лабораторій, диспетчерських).

Цільове застосування сонячної генерації у поєднанні з енергоефективними заходами може дозволити університету частково або навіть на 30–40% компенсувати власні потреби в електроенергії, особливо влітку, коли споживання найнижче.

Дніпропетровська область характеризується сприятливими вітровими умовами, особливо в південних районах, прилеглих до Дніпровсько-Кременчуцького водосховища та степових територій. Середня швидкість вітру складає 5–7 м/с, що дозволяє використовувати компактні вітрові турбіни для локального енергозабезпечення.

Для університету найбільш перспективними можуть бути:

- Малі вітрові турбіни до 10-20 кВт в основному використовують для автономного й допоміжного електропостачання побутових споживачів та невеликих господарських об'єктів[50].

- Гібридні сонячно-вітрові комплекси, що дозволяють стабілізувати виробництво енергії у періоди низької інсоляції.

Хоча потенціал вітрової генерації в межах міста дещо нижчий, ніж у степових районах, застосування малих турбін може забезпечити живлення допоміжних об'єктів та зменшити навантаження на мережу.

Використання відновлюваних джерел енергії має поєднуватися з модернізацією енергетичної інфраструктури університету, включаючи:

- впровадження систем енергоменеджменту;
- модернізацію теплотрас, електромереж та систем опалення;
- заміну світильників на LED;
- утеплення будівель.

Комплексний розвиток відновлюваної енергетики для університету має такі ключові переваги:

- Підвищення енергетичної незалежності та мінімізація наслідків можливих аварійних відключень.
- Зниження бюджетних видатків на енергоносії за рахунок власної генерації.
- Створення інноваційної бази для навчання студентів певних спеціальностей.

Таблиця 2.4

SWOT-аналіз впровадження ВДЕ в ДДАЕУ

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> - Велика площа дахів та територій - Підтримка міжнародних донорів - Екологічна безпечність - Потенціал для навчальних програм з енергоменеджменту 	<ul style="list-style-type: none"> - Висока вартість стартових інвестицій - Недостатній рівень технічної експертизи - Відсутність досвіду реалізації ВДЕ-проектів - Обмеженість внутрішнього фінансування
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> - Залучення грантів, енергосервісних контрактів - Підвищення енергонезалежності - Формування позитивного іміджу - Створення навчально-демонстраційного центру ВДЕ 	<ul style="list-style-type: none"> - Нестабільність законодавчої бази - Ризики пошкодження обладнання через бойові дії - Технічні обмеження мережевого підключення - Відсутність довгострокових гарантій підтримки

Джерело: розроблено автором

Узагальнюючи, Дніпропетровська область має сприятливі природні, економічні та технічні умови для розвитку відновлюваної енергетики. Для ДДАЕУ впровадження ВДЕ може стати ключовим елементом стратегії енергетичної трансформації, забезпечити економічну вигоду та підвищити стійкість університету в умовах сучасних викликів. Інтеграція сонячних, вітрових рішень у комплексі з модернізацією інфраструктури дозволить значно знизити витрати на енергоресурси, зміцнити енергетичну безпеку та створити інноваційну екосистему для освітнього процесу.

Висновки до розділу 2

Було проведено комплексне дослідження системи енергопостачання та енергоспоживання закладу, оцінено поточний стан енергоефективності та проаналізування потенціал впровадження відновлювальних джерел енергії. За результатами дослідження можна сформулювати наступні висновки:

1. Дніпропетровська область стикається з серйозними викликами в енергетичному секторі внаслідок воєнних дій, які призвели до значних пошкоджень критичної інфраструктури, зокрема Придніпровської ТЕС та Дніпровської ГЕС. Система енергопостачання 85 закладів вищої освіти області характеризується високою залежністю від централізованих джерел, зношеністю інженерних мереж, низькою енергоефективністю будівель та відсутністю автономних джерел енергії. Ці проблеми створюють ризики для безперервності освітнього процесу та вимагають термінової модернізації енергетичної інфраструктури.

2. Аналіз динаміки енергоспоживання університету за 2022-2024 роки виявив стабільний рівень споживання електроенергії на рівні 310-313 тис. кВт·год на рік з яскраво вираженою сезонною нерівномірністю. Зимовий період характеризується споживанням на 58% вищим порівняно з літнім, що зумовлено потребами опалення та скороченням світлового дня. Навчальні

корпуси №1 та №2 формують 45-60% загального споживання, що свідчить про високу концентрацію енергетичного навантаження.

3. Встановлено критичну тенденцію зростання витрат на електроенергію на 85,4% за три роки (з 1,34 млн грн до 2,48 млн грн) при незмінному рівні споживання. Середній тариф зріс з 4,28 грн/кВт·год у 2022 році до 8,14 грн/кВт·год у 2024 році. За збереження такої динаміки річні витрати можуть досягнути 4,5 млн грн до 2027 року, що створює значне навантаження на бюджет університету та підкреслює необхідність диверсифікації джерел енергопостачання.

4. Дніпропетровська область має високий природний потенціал для розвитку альтернативної енергетики. Річна сонячна радіація становить 1200-1300 кВт·год/м², що входить до найвищих показників в Україні. ДДАЕУ володіє значними площами дахів та земельних ділянок для розміщення сонячних панелей потужністю 100-500 кВт. Впровадження дахових СЕС у поєднанні з енергоефективними заходами може забезпечити компенсацію 30-40% власних потреб в електроенергії, особливо в літній період.

5. SWOT-аналіз виявив, що основними перевагами для впровадження ВДЕ є наявність технічних площ, підтримка міжнародних донорів та можливість створення навчально-демонстраційного центру. Основними бар'єрами залишаються висока вартість стартових інвестицій, недостатній рівень технічної експертизи та обмеженість внутрішнього фінансування. Водночас, існують реальні можливості залучення грантів, енергосервісних контрактів та міжнародної технічної допомоги.

Енергетична трансформація ДДАЕУ є не лише економічно доцільною, а й стратегічно необхідною в умовах зростання тарифів та нестабільності централізованого постачання. Впровадження відновлювальних джерел енергії у комплексі з модернізацією інфраструктури дозволить підвищити енергетичну незалежність університету, знизити фінансове навантаження на бюджет, створити резервні канали живлення та сформувати інноваційну екосистему для освітнього процесу. Реалізація цих заходів потребує

комплексного підходу, координації зусиль різних стейкхолдерів та поетапного впровадження з пріоритетом на найбільш енергоємні об'єкти.

РОЗДІЛ 3.

СТРАТЕГІЯ ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ: МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ

3.1. Розроблення стратегії енергетичної автономності закладу вищої освіти на основі результатів діагностики

Стратегія енергетичної автономності Дніпровського державного аграрно-економічного університету на період 2026-2035 років є системним документом, що визначає довгострокове бачення енергетичної трансформації закладу, цільові орієнтири, механізми реалізації та критерії оцінки ефективності. Розробка стратегії базується на результатах комплексної діагностики енергоспоживання університету, аналізі регіонального потенціалу відновлювальних джерел енергії та врахуванні сучасних викликів енергетичного сектору України.

Стратегія енергетичної автономності ДДАЕУ розроблена у повній відповідності з ключовими положеннями Енергетичної стратегії України до 2035 року та національними зобов'язаннями у сфері енергетики. Згідно з національною енергетичною політикою, місією є створення умов для сталого розвитку через забезпечення доступу до надійних, стійких і сучасних джерел енергії. Університетська стратегія повністю інтегрована у загальнодержавний вектор енергетичної трансформації, спрямований на досягнення кліматичної нейтральності енергетичного сектору.

Стратегія ДДАЕУ враховує ключові принципи національної енергетичної політики, сформульовані в Енергетичній стратегії України: економічну обґрунтованість усіх інвестиційних рішень, екологічність технологічних рішень, доступність енергетичних ресурсів для освітнього процесу, соціальну справедливість при розподілі економічних вигод та ринковість підходів до енергоменеджменту.

Імплементация положень Угоди про Асоціацію України з ЄС та Паризької кліматичної угоди на рівні закладу вищої освіти відбувається через конкретні механізми: впровадження відновлювальних джерел енергії, підвищення енергоефективності будівель, формування систем моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів. ДДАЕУ як аграрно-економічний університет усвідомлює свою особливу відповідальність у демонстрації практичних моделей сталого розвитку для аграрного сектору регіону.

Національна стратегія передбачає досягнення максимального рівня кліматичної нейтральності, скорочення використання вугілля, оновлення енергетичної інфраструктури, підвищення ефективності використання ресурсів, розвиток альтернативних джерел енергії та інноваційних рішень.[51]

Бачення: До 2035 року ДДАЕУ стане регіональним лідером енергетичної автономності серед закладів вищої освіти України, забезпечуючи власні потреби в електроенергії за рахунок відновлювальних джерел, демонструючи фінансову ефективність, екологічну відповідальність та інноваційність у сфері енергоменеджменту.

Місія енергетичної стратегії: Забезпечити поступовий, економічно обґрунтований перехід університету до децентралізованої моделі енергозабезпечення через впровадження відновлювальних джерел енергії, підвищення енергоефективності інфраструктури та формування культури раціонального енергоспоживання в освітньому середовищі.

Формулювання бачення та місії ґрунтується на розумінні ролі університету як освітнього та наукового центру, що повинен не лише використовувати сучасні енергетичні технології, але й демонструвати можливості їх практичного впровадження для широкого кола стейкхолдерів: студентів, викладачів, партнерів з аграрного сектору та місцевої громади.

Стратегічне рішення про першочергове впровадження відновлювальних джерел енергії на навчальних корпусах №1 та №2 базується на комплексі взаємопов'язаних факторів:

Концентрація енергоспоживання. Корпуси №1 та №2 є основними навчальними будівлями університету, де зосереджена більшість аудиторій, комп'ютерних класів, лабораторій та адміністративних приміщень. Це забезпечує стабільне денне споживання електроенергії, що оптимально корелює з режимом генерації сонячних панелей. Саме ці корпуси демонструють найбільш передбачуваний та стабільний профіль енергоспоживання, що критично важливо для ефективної інтеграції відновлювальних джерел.

Синхронізація режимів генерації та споживання. Навчальні корпуси працюють переважно в денний час (8:00-17:00), що збігається з піковими годинами сонячної генерації. Це максимізує коефіцієнт використання виробленої електроенергії та мінімізує необхідність передачі надлишків у загальну мережу. Під час навчального процесу споживання електроенергії для освітлення, комп'ютерної техніки, систем опалення синхронно зростає разом із сонячною генерацією, що забезпечує пряме використання виробленої енергії.

Можливість поетапного масштабування. Після успішної реалізації проекту на корпусах №1 та №2, досвід та інфраструктура можуть бути використані для розширення системи на інші об'єкти університету: гуртожитки, інші навчальні корпуси. Це дозволяє розподілити інвестиційне навантаження у часі та мінімізувати фінансові ризики.

Демонстраційний ефект. Розміщення сонячних панелей на центральних навчальних корпусах створює максимальний освітній та демонстраційний ефект для студентів, викладачів та відвідувачів університету. Це сприяє формуванню культури енергозбереження та популяризації відновлювальних джерел енергії серед майбутніх фахівців аграрного сектору.

Центральним елементом стратегії енергетичної автономності на період 2026-2030 років є впровадження єдиної мережевої сонячної електростанції потужністю 200 кВт, розміщеної на територіях навчальних корпусів №1 та

№2. Вибір саме цієї потужності та конфігурації системи базується на результатах техніко-економічного обґрунтування та оптимізації співвідношення «інвестиції-ефект».

Обґрунтування потужності 200 кВт:

- Забезпечує покриття 30-40% поточних потреб університету у електроенергії
- Оптимізує співвідношення інвестицій та терміну окупності (1,4 року)
- Не потребує складних процедур ліцензування та дозвільної документації
- Дозволяє працювати у спрощеному режимі підключення до мережі

Вибір мережевого типу СЕС без акумуляторних батарей на першому етапі є свідомим стратегічним рішенням, що дозволяє мінімізувати первинні капіталовкладення та скоротити термін окупності. У випадку нестачі електроенергії від сонячних панелей система автоматично перемикається на централізовану мережу, що забезпечує безперебійність енергопостачання. На наступних етапах (2030-2035 роки) стратегія передбачає можливість інтеграції систем накопичення енергії для досягнення повної автономності критичних об'єктів.

Стратегія передбачає поетапний підхід до енергетичної трансформації університету з чітким розподілом завдань, ресурсів та контрольних показників на кожному етапі.

Для ефективної реалізації стратегії енергетичної автономності у структурі університету передбачено створення Координаційної ради з питань енергетичної трансформації, до складу якої входять представники адміністрації, технічних служб, викладацького складу та студентства. Рада здійснює стратегічне планування, координацію діяльності всіх структурних підрозділів, моніторинг виконання етапних завдань та оперативне коригування планів з урахуванням змін зовнішніх умов.

Стратегія енергетичної автономності ДДАЕУ є не лише технічним документом, але й основою для формування нової організаційної культури,

орієнтованої на принципи сталого розвитку, раціонального використання ресурсів та відповідальності перед майбутніми поколіннями.

3.2. Економічне обґрунтування заходів з енергетичної модернізації досліджуваного закладу вищої освіти

На основі аналізу енергоспоживання університету та результатів діагностики, для впровадження на базі ДДАЕУ рекомендується мережева сонячна електростанція потужністю 200 кВт. Вибір саме цієї потужності обумовлений необхідністю компенсації 30-40% власних потреб в електроенергії.

Таблиця 3.1

Комплектація обладнання:

Товар	Модель	Кількість
Сонячна панель	Longi Solar LR8-66HGD-615M Bifacial (615Вт, монокристал, Half-Cell, HPDC, ККД 22,8%, Tier 1, 12 років гарантії)	350 шт.
Мережевий інвертор	Huawei Sun 2000-100KTL-M2 (Китай, 10 MPPT трекари, 10 років гарантії)	2 шт.
Система кріплень оцинкованого профілю	Цинкова рейка, з'єднувач, шпилька, болт Т-подібний із гайкою, прижим міжпанельний і Z-подібний	350 шт.
Обмежувач генерації	Huawei DTSU666-HW	2 шт.
Кабель сонячний	Соларний кабель 6 мм розріз	2200 м.
Кабель силовий	ВВГ 4*70	30 м.
АС/DC захист	Автомат, запобіжники, ОПН, щитова	1 шт.
Витрат матеріали	Стяжки, гофри, конектори та розхідні матеріали + короб оцинкований	1 шт.
Монтажні та пусконаладжувальні роботи	Робота по встановленню та запуску сонячної електростанції "під ключ"	1 шт.

Джерело: узагальнено автором на підставі [53].

Мережева сонячна електростанція (grid-tied або on-grid) — це система, яка виробляє електроенергію за допомогою сонячної батареї і підключена безпосередньо до зовнішньої електромережі (Обленерго). Такі станції не використовують акумулятори та розраховані на синхронну роботу з мережею. Це їх головна відмінність. [52]

Потужність СЕС становить 200 кВт з розрахунковою річною генерацією 220 МВт·год електроенергії. Для реалізації проєкту необхідна площа встановлення складає 1250 м², що може бути забезпечена за рахунок дахових поверхонь навчальних корпусів №1 та №2, які формують до 60% загального енергоспоживання університету.

Загальна вартість проєкту "під ключ" становить 3 031 950,23 грн (71 340 доларів США). Це включає вартість всього обладнання, монтажних матеріалів, а також професійні пусконаладжувальні роботи з встановлення сонячної електростанції. [53]

Таблиця 3.2

Структура інвестиційних витрат:

Товар	Ціна за 1 шт.	Сума
Сонячна панель	94 \$	32900 \$
Мережевий інвертор	5300 \$	10600 \$
Система кріплень оцинкованого профілю	28 \$	9800 \$
Обмежувач генерації	350 \$	700 \$
Кабель сонячний	1.2 \$	2640 \$
Кабель силовий	40 \$	1200 \$
АС/DC захист	1200 \$	1200 \$
Витрат матеріали	800 \$	800 \$
Монтажні та пусконаладжувальні роботи	11500 \$	11500 \$
Всього		71 340 \$

Джерело: узагальнено автором на підставі [53].

При середньорічному виробітку електроенергії на рівні 220 000 кВт·год та поточній вартості електроенергії для юридичних осіб 10 грн/кВт·год, річна економія від впровадження СЕС складатиме:

$$220\,000 \text{ кВт}\cdot\text{год} \times 10 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год} = 2\,200\,000 \text{ грн/рік}$$

Термін окупності проєкту: $3\,031\,950,23 \text{ грн} / 2\,200\,000 \text{ грн/рік} = 1,4$ року

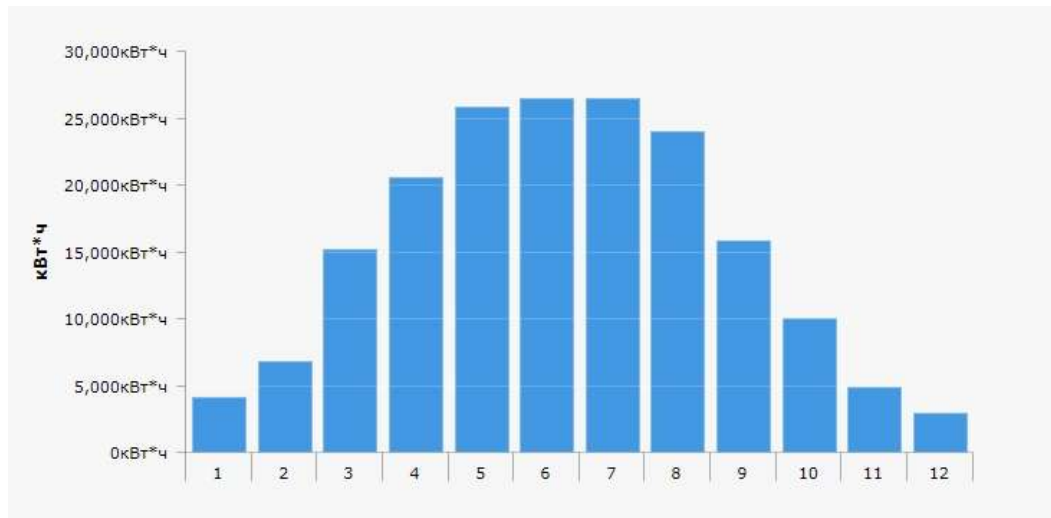


Рис. 3.1 Генерація станції

Джерело: узагальнено автором на підставі [53].

Аналіз графіку річної генерації демонструє, що максимальне виробництво електроенергії припадає на весняно-літній період (квітень-серпень), що становить 60-65% від річного обсягу. Це корелює з режимом функціонування університету, оскільки саме в цей період відбувається інтенсивна експлуатація систем вентиляції та кондиціонування, комп'ютерних класів та лабораторій.

Зимовий період характеризується нижчим рівнем генерації (листопад-лютий: 15-20% річного обсягу), проте це частково компенсується зниженим споживанням електроенергії у період зимових канікул. Така синхронізація між виробництвом та споживанням підвищує загальну ефективність системи та мінімізує потребу у акумуляторних системах накопичення.

За умови стабільної роботи СЕС протягом гарантійного періоду (12 років для панелей, 10 років для інверторів), сукупна економія за 10 років становитиме:

$$2\,200\,000 \text{ грн/рік} \times 10 \text{ років} = 22\,000\,000 \text{ грн}$$

Враховуючи первинні інвестиції у розмірі 3,03 млн грн, чистий економічний ефект за десятирічний період складе 18,97 млн грн.

Важливо врахувати, що тарифи на електроенергію для юридичних осіб демонструють тенденцію до зростання. При прогнозованому збільшенні вартості електроенергії на 20% протягом наступних трьох років (до 12 грн/кВт·год), економічний ефект зросте на 35-40%, а річна економія становитиме:

$$220\,000 \text{ кВт}\cdot\text{год} \times 12 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год} = 2\,640\,000 \text{ грн/рік}$$

Це скоротить термін окупності до 1,2 року.

Мережевий тип СЕС без акумуляторних батарей суттєво здешевлює вартість проєкту порівняно з автономними системами. При цьому у випадку нестачі електроенергії від сонячних панелей система автоматично перемикається на загальну мережу, що забезпечує безперебійність енергопостачання без додаткових капіталовкладень у системи накопичення.

Водночас, на наступних етапах модернізації енергетичної інфраструктури університету може бути розглянуто впровадження систем накопичення енергії (СНЕ). Такі системи дозволяють акумулювати надлишкову електроенергію, вироблену сонячними панелями в денний час, та використовувати її в період пікового навантаження або при відключеннях електропостачання. Для промислових об'єктів, таких як університет, доступні інтегровані рішення типу Deye BESS з ємністю накопичення 215 кВт·год та потужністю інвертора 100 кВт. Ці системи забезпечують повну енергетичну автономність критичних об'єктів на період до 12-15 годин безперервної роботи та можуть бути масштабовані. Проте впровадження СНЕ на першому етапі не є доцільним через значне збільшення капіталовитрат та подовження терміну окупності проєкту.[54]

Таким чином, технічно-економічне обґрунтування переконливо доводить доцільність та високу ефективність інвестування у сонячну електростанцію потужністю 200 кВт для ДДАЕУ як ключового елементу стратегії енергетичної автономності закладу.

3.3. Організаційно-управлінський механізм реалізації стратегії енергоавтономності

Успішна реалізація стратегії енергетичної автономності Дніпровського державного аграрно-економічного університету потребує формування комплексного організаційно-управлінського механізму, який забезпечить координацію зусиль усіх структурних підрозділів, ефективний розподіл відповідальності, раціональне використання ресурсів та системний моніторинг виконання запланованих заходів.

Для забезпечення ефективної реалізації стратегії у структурі університету пропонується створити Координаційну раду з питань енергетичної трансформації як постійно діючий колегіальний орган стратегічного планування та координації діяльності у сфері енергетичної автономності.

Координаційна рада з питань енергетичної трансформації створюється наказом ректора університету і здійснює стратегічне керівництво процесом енергетичної модернізації. До складу Координаційної ради входять:

Голова Ради – ректор університету, який забезпечує загальне стратегічне керівництво, прийняття ключових управлінських рішень та представлення інтересів університету у взаємодії з державними органами, інвесторами та партнерами;

Заступник голови Ради – перший проректор, відповідальний за координацію навчально-методичної складової проєкту, інтеграцію тематики енергетичної автономності у навчальні програми та організацію освітніх заходів для студентів і викладачів;

Члени Ради:

- Проректор з науково-педагогічної роботи і розвитку – координує науково-дослідну роботу студентів і викладачів у сфері відновлювальної енергетики, організовує публікації результатів впровадження проєкту;

- Проректор з адміністративно-господарської роботи – забезпечує технічну реалізацію проєкту, координує роботу з підрядниками, контролює якість монтажних робіт та експлуатацію обладнання;
- Начальник планово-фінансового відділу – здійснює фінансове планування, контроль використання коштів, підготовку фінансової звітності за проєктом;
- Начальник юридичного відділу – забезпечує юридичний супровід проєкту, підготовку договірної документації, отримання необхідних дозволів та ліцензій;
- Голова профспілкового комітету – представляє інтереси співробітників університету, сприяє формуванню культури енергозбереження серед трудового колективу;
- Голова ради студентів– забезпечує залучення студентської спільноти до реалізації проєкту, організовує волонтерські ініціативи та інформаційні кампанії серед здобувачів освіти.

Координаційна рада збирається на засідання щоквартально для розгляду стратегічних питань реалізації проєкту, а також у позаплановому порядку за необхідності прийняття оперативних рішень. Рішення Ради носять рекомендаційний характер і реалізуються через систему наказів ректора університету.

Для оперативного управління реалізацією проєкту створюється Робоча група з енергетичної модернізації, яка функціонує на постійній основі і забезпечує щоденну координацію робіт. До складу Робочої групи входять:

- Керівник групи – призначається наказом ректора з числа співробітників адміністративно-господарської частини, має профільну освіту у сфері енергетики або будівництва, відповідає за загальну координацію робіт на всіх етапах проєкту;
- Технічний спеціаліст – відповідальний за технічний нагляд за монтажем обладнання, підготовку технічної документації, організацію планово-запобіжних ремонтів;

- Фінансовий контролер – представник планово-фінансового відділу, здійснює поточний фінансовий контроль, готує звіти про використання коштів, веде облік витрат за проектом;
- Юрист – представник юридичного відділу, забезпечує правовий супровід на всіх етапах реалізації проекту;
- Представник навчального відділу – координує освітню складову проекту, організовує екскурсії для студентів, готує інформаційні матеріали.

Робоча група проводить засідання щотижня, готує аналітичні матеріали для Координаційної ради, веде протоколи засідань та реєстр прийнятих рішень.

Ефективна реалізація стратегії енергетичної автономності вимагає створення комплексної системи моніторингу та контролю, яка дозволяє відстежувати прогрес виконання запланованих заходів, своєчасно виявляти відхилення від встановлених показників та вживати коригувальних дій.

Для забезпечення прозорості та об'єктивності контролю встановлюється двухрівнева система звітності:

Тактична звітність (щомісячна) - готується Робочою групою для Координаційної ради і містить узагальнену інформацію про виконання місячного плану робіт, аналіз відхилень від графіку та бюджету, оцінку ризиків та пропозиції щодо коригувальних заходів.

Стратегічна звітність (квартальна та річна) - готується Координаційною радою для керівництва університету і включає оцінку ефективності використання ресурсів, узагальнення результатів та рекомендації щодо подальших дій.

Реалізація стратегії енергетичної автономності потребує залучення значних фінансових ресурсів, що зумовлює необхідність формування диверсифікованої системи фінансування.

Джерела фінансування:

Власні кошти університету - основне джерело фінансування на етапі впровадження базового проекту. За рахунок коштів спеціального фонду

університету (надходження від надання платних освітніх послуг, оренди приміщень) планується забезпечити 40-50% необхідних інвестицій.

Державна підтримка - університет планує брати участь у державних програмах підтримки енергомодернізації об'єктів бюджетної сфери. Зокрема, розглядається можливість отримання субвенції з Державного фонду регіонального розвитку на реалізацію проєкту енергомодернізації закладу освіти.

Міжнародні гранти та програми технічної допомоги - залучення грантового фінансування від міжнародних організацій (USAID, EU4Energy), які підтримують проєкти у сфері відновлювальної енергетики та енергоефективності в Україні.

Банківське кредитування - за необхідності університет може скористатися програмами кредитування енергоефективних проєктів під пільгові відсотки (державні програми «теплих» кредитів, програми міжнародних фінансових інституцій).

Координаційна рада здійснює аналіз усіх доступних джерел фінансування та формує оптимальну структуру фінансування проєкту з урахуванням критеріїв мінімізації фінансових витрат, забезпечення фінансової стійкості університету та дотримання термінів реалізації проєкту.

Управління ризиками проєкту

Реалізація масштабного проєкту енергетичної модернізації супроводжується комплексом ризиків різної природи, що потребує формування системи ризик-менеджменту.

Основні категорії ризиків:

Технічні ризики:

- Неякісне обладнання або монтаж - мітигація через ретельний відбір постачальників з підтвердженою репутацією, контроль якості на всіх етапах, залучення незалежних експертів для технічного нагляду

- Відхилення фактичної генерації від розрахункової - проведення детального попереднього моделювання, використання консервативних прогнозів, страхування обладнання

- Пошкодження обладнання внаслідок природних явищ - комплексне страхування, використання сертифікованого обладнання з підвищеною стійкістю до зовнішніх впливів

Фінансові ризики:

- Збільшення вартості проекту - резервування 10-15% бюджету на непередбачені витрати, фіксація цін у контрактах з постачальниками

- Затримки фінансування - диверсифікація джерел фінансування, формування резервного фонду

- Зміна тарифів на електроенергію - регулярний перегляд економічних розрахунків, орієнтація на довгостроковий горизонт планування

Успішна реалізація стратегії енергетичної автономності значною мірою залежить від ефективної комунікації з усіма групами стейкхолдерів: співробітниками університету, студентами, партнерами, органами влади та широкою громадськістю.

Для співробітників університету організуються регулярні інформаційні сесії (щоквартально), де представники Координаційної ради інформують про хід реалізації проекту, досягнуті результати, плани на наступний період.

Для студентів організуються екскурсії на об'єкти відновлювальної енергетики, тематичні лекції, конкурси студентських проєктів у сфері енергозбереження. Інформація про проєкт інтегрується у навчальні програми профільних дисциплін.

Реалізація проєкту енергетичної автономності створює унікальні можливості для збагачення освітнього процесу реальними кейсами та практичними прикладами впровадження сучасних енергетичних технологій.

У навчальні програми дисциплін природничо-наукового та економічного циклів інтегруються модулі з відновлювальної енергетики,

енергоефективності, економіки «зеленого» переходу. Створюється факультативний курс «Відновлювальна енергетика в аграрному секторі», де студенти вивчають особливості використання сонячної, вітрової, біоенергетики в сільському господарстві.

На базі сонячної електростанції організовується навчально-демонстраційний центр, де студенти можуть ознайомитися з принципами роботи обладнання, системами моніторингу, практичними аспектами експлуатації та обслуговування.

Впровадження СЕС стимулює проведення студентських та викладацьких досліджень у сфері відновлювальної енергетики. Тематика курсових, дипломних робіт, магістерських досліджень охоплює питання оптимізації режимів роботи енергетичних систем, економічної ефективності, екологічного впливу, перспектив масштабування досвіду на інші об'єкти.

Координаційна рада організовує постійний моніторинг зовнішнього середовища: відстежує зміни законодавства, аналізує нові технологічні рішення на ринку відновлювальної енергетики, вивчає кращі практики інших закладів освіти України та зарубіжжя.

При виявленні значних змін зовнішнього середовища (суттєві зміни тарифів на енергоносії, поява принципово нових технологій, зміна державної політики у сфері відновлювальної енергетики) Координаційна рада ініціює процедуру актуалізації стратегії.

Актуалізація передбачає перегляд окремих елементів стратегії (цільових показників, графіків, технологічних рішень) без зміни базових принципів та довгострокового бачення. Рішення про актуалізацію стратегії приймається Координаційною радою та затверджується наказом ректора.

У випадках кардинальних змін зовнішнього середовища (наприклад, повна лібералізація ринку електроенергії, зміна системи державної підтримки відновлювальної енергетики) може бути ініційована процедура ревізії стратегії з можливістю перегляду базових підходів та довгострокових цілей.

Висновки до розділу 3

На основі результатів комплексної діагностики енергоспоживання та аналізу потенціалу відновлюваних джерел енергії розроблено стратегію енергетичної автономності ДДАЕУ, здійснено техніко-економічне обґрунтування впровадження мережевої сонячної електростанції та сформовано організаційно-управлінський механізм реалізації проєкту. Результати дозволяють сформулювати наступні висновки:

1. Розроблена стратегія енергетичної автономності ДДАЕУ на період 2026-2035 років базується на результатах комплексної діагностики енергоспоживання. Стратегія передбачає поетапний перехід університету до децентралізованої моделі енергозабезпечення через п'ять ключових етапів: підготовчий (2026), впровадження базового проєкту (2027-2028), оптимізація (2029-2030), масштабування (2031-2033) та досягнення цільових показників (2034-2035).

2. Техніко-економічне обґрунтування підтверджує високу ефективність впровадження мережевої СЕС потужністю 200 кВт на навчальних корпусах №1 та №2. При загальній вартості проєкту 3,03 млн грн та розрахунковій річній генерації 220 МВт·год, термін окупності становить 1,4 року при поточних тарифах (10 грн/кВт·год). Чистий економічний ефект за десятирічний період досягне 18,97 млн грн, що підтверджує фінансову доцільність інвестування. Вибір мережевого типу СЕС без акумуляторних систем на першому етапі дозволяє мінімізувати первинні капіталовкладення при збереженні безперебійності енергопостачання через автоматичне перемикання на централізовану мережу.

3. Створення комплексного організаційно-управлінського механізму через формування Координаційної ради з питань енергетичної трансформації та Робочої групи з енергетичної модернізації забезпечує ефективну координацію всіх структурних підрозділів університету. Інтеграція проєкту у навчальний процес через створення освітньо-демонстраційного центру

забезпечує не лише технологічну, але й освітню цінність проекту для підготовки фахівців аграрного сектору.

ВИСНОВКИ

1. Досліджено концептуальні основи енергетичної автономності закладів вищої освіти у контексті реалізації Цілей сталого розвитку ООН. Встановлено, що енергетична автономність є багатовимірною характеристикою, що охоплює технологічну самодостатність, енергетичну стійкість, керовану гнучкість, управлінську та економічну автономність, кіберстійкість інфраструктури, екологічну відповідальність та освітньо-науковий потенціал. Визначено, що енергетична автономність ЗВО безпосередньо сприяє реалізації ЦСР 4 «Якісна освіта», ЦСР 7 «Доступна та чиста енергія», ЦСР 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура», ЦСР 11 «Сталий розвиток міст і спільнот» та ЦСР 13 «Боротьба зі зміною клімату».

2. Проаналізовано нормативно-правове забезпечення енергетичної незалежності закладів освіти в Україні та світі. Виявлено, що правове поле формується на чотирьох рівнях: міжнародні документи (Порядок денний ООН, стандарти UNESCO), європейські директиви (2023/1791 про енергоефективність, 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель), національне законодавство (закони України «Про енергетичну ефективність», «Про енергетичну ефективність будівель», «Про альтернативні джерела енергії») та нормативно-технічна база (ДСТУ 9190:2022, ДБН В.2.6-31:2021). Встановлено, що стратегічні документи України (Енергетична стратегія до 2035 року, Національний план дій з енергоефективності до 2030 року, НПЕК) створюють системну основу для енергетичної модернізації освітнього сектору.

3. Вивчено взаємозв'язок енергетичної стратегії закладу вищої освіти з цілями сталого розвитку на регіональному рівні. Обґрунтовано, що університети виконують множинні ролі у регіональній енергетичній трансформації: великих споживачів енергоресурсів, генераторів наукового знання, центрів підготовки кадрів та ініціаторів інноваційних рішень. Визначено механізми інтеграції енергетичної стратегії ЗВО у регіональні

плани: участь у робочих групах з енергетичного планування, надання науково-технічної підтримки громадам, формування людського капіталу та створення локальних енергетичних спільнот.

4. Проведено комплексну діагностику системи енергопостачання та енергоспоживання Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Аналіз динаміки за 2022-2024 роки виявив стабільний рівень споживання електроенергії (310-313 тис. кВт·год на рік) з яскраво вираженою сезонною нерівномірністю — зимовий період характеризується споживанням на 58% вищим порівняно з літнім. Встановлено, що навчальні корпуси №1 та №2 формують 45-60% загального споживання, що зумовлює їх пріоритетність для впровадження відновлюваних джерел енергії.

5. Виявлено та досліджено проблеми і виклики енергозабезпечення закладів вищої освіти Дніпропетровської області. Критичною проблемою є пошкодження енергетичної інфраструктури внаслідок військових дій (Придніпровська ТЕС працює на 30% потужності, Дніпровська ГЕС виведена з експлуатації), що створює ризики для безперервності освітнього процесу. Додатковими викликами є зношеність інженерних мереж (60-70% ККД котельного обладнання), низька енергоефективність будівель (питомі витрати на 50-100% перевищують нормативи) та критичне зростання витрат на електроенергію — на 85,4% за три роки при незмінному рівні споживання.

6. Оцінено потенціал використання відновлюваних джерел енергії в регіоні для потреб університету. Встановлено, що Дніпропетровська область має високий природний потенціал для розвитку сонячної енергетики — річна інсоляція становить 1200-1300 кВт·год/м², що входить до найвищих показників в Україні. ДДАЕУ володіє значними площами дахів та земельних ділянок для розміщення сонячних панелей. SWOT-аналіз виявив, що основними перевагами є наявність технічних площ та підтримка міжнародних донорів, тоді як бар'єрами залишаються висока вартість первинних інвестицій та обмеженість внутрішнього фінансування.

7. Розроблено стратегію енергетичної автономності ДДАЕУ на період 2026-2035 років з визначенням етапів, цільових показників та механізмів реалізації. Стратегія передбачає п'ять послідовних етапів: підготовчий (2026), впровадження базового проєкту (2027-2028), оптимізація (2029-2030), масштабування (2031-2033) та досягнення цільових показників (2034-2035). Цільовим орієнтиром визначено покриття 70% потреб університету в електроенергії за рахунок відновлюваних джерел до 2035 року. Стратегія повністю інтегрована у національний вектор енергетичної трансформації та відповідає положенням Енергетичної стратегії України до 2035 року.

8. Здійснено техніко-економічне обґрунтування впровадження мережевої сонячної електростанції потужністю 200 кВт на базі університету. Встановлено, що при загальній вартості проєкту 3,03 млн грн та розрахунковій річній генерації 220 МВт·год, термін окупності становить 1,4 року при поточних тарифах на електроенергію (10 грн/кВт·год). Чистий економічний ефект за десятирічний період становитиме 18,97 млн грн. Обґрунтовано вибір мережевого типу СЕС без акумуляторних систем на першому етапі, що дозволяє мінімізувати первинні капіталовкладення при збереженні безперебійності енергопостачання. Екологічний ефект від впровадження проєкту полягає у скороченні викидів CO₂ на 220 тонн щорічно.

9. Сформовано організаційно-управлінський механізм реалізації стратегії енергоавтономності закладу вищої освіти. Запропоновано створення двохрівневої системи управління: Координаційної ради з питань енергетичної трансформації (стратегічний рівень) та Робочої групи з енергетичної модернізації (оперативний рівень). Розроблено систему моніторингу та звітності з тактичним (щомісячним) та стратегічним (квартальним і річним) рівнями контролю. Обґрунтовано диверсифіковану систему фінансування проєкту через власні кошти університету (40-50%), державну підтримку, міжнародні гранти та програми технічної допомоги. Визначено механізми інтеграції проєкту у навчальний процес через

створення освітньо-демонстраційного центру відновлюваної енергетики та включення відповідних модулів у навчальні програми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артюхов А., Волк Ю. The role of the university in achieving SDGs 4 and 7: a Ukrainian case. E3S Web of Conferences. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2021/26/e3sconf_tresp2021_04006.pdf
2. Гурочкін В. В., Когут С. С. Формування енергетичного балансу України з використанням відновлюваних джерел енергії. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2023. № 4. С. 109–133.
3. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» №ДБН В.2.5-28-2018. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2.
4. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» №ДБН В.2.5-67:2013. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074971619479783152.
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13>.
6. Добрянська Н. А., Лагодієнко В. В., Торішня Л. А. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні. Український журнал прикладної економіки. 2020. Т. 5. № 2. С. 206–213.
7. Домашенко М. Д., Школа В. Ю., Троян М. Ю., Домашенко В. С. Розвиток альтернативних (чистих) джерел енергії: досвід ЄС. Бізнес Інформ. 2021. № 4. С. 48–53.
8. Енергетична стратегія України. Міністерство енергетики України. URL: <https://mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya-0>
9. Захарова О. В. Спроможність системи вищої освіти України забезпечити кадрові потреби національної відновлювальної енергетики. Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки. 2023. № 68. С. 73–84. URL: <http://ven.chdtu.edu.ua/article/view/284595>

10. Концепція Державної цільової економічної програми з енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії на 2022–2026 роки. URL: https://saee.gov.ua/static-objects/saee/imported_content/6792ad46b5219.pdf

11. Логоша В. Нормативно-правове регулювання державного управління у сфері забезпечення енергетичної безпеки в Україні. URL: https://www.researchgate.net/publication/396130888_NORMATIVNO-PRAVOVE_REGULUVANNA_DERZAVNOGO_UPRAVLINNA_U_SFERI_ZABEZPECENNA_ENERGETICNOI_BEZPEKI_V_UKRAINI

12. Матюх С., Скиба М., Синюк О. Використання енергозберігаючих технологій у закладах вищої освіти. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2023/01/315-1-287-294.pdf>

13. Нова енергетична стратегія України до 2035 року: «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://www.rada.gov.ua/uploads/documents/41771.pdf>

14. Носаченко М. В., Коваленко С. М., Зборовська Т. В. Проведення енергетичного аналізу як складова системи енергетичного менеджменту закладу вищої освіти. URL: https://www.researchgate.net/.../Conducting-the-energy-analysis-as-a-component-of-the-energy-management-system-of-higher_education

15. Носаченко М. П., Зборовська Т. В., Коваленко С. М. Основні аспекти впровадження системи енергетичного менеджменту закладами вищої освіти України. 2023. URL: <https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/31540/1/03-10.pdf>

16. Павлова О., Павлов К. Сучасний стан та перспективи розвитку відновлювальної енергетики в регіоні. Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2020. № 1. С. 146–154.

17. Плотка Л., Лагно А. Енергетична автономність закладів вищої освіти як чинник реалізації регіональних цілей сталого розвитку. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/investplan/article/view/8078>
18. Про альтернативні види палива : Закон України від 14.01.2000 № 1391-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#Text>
19. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 № 555-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
20. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 № 1818-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
21. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
22. Про запровадження нових інвестиційних можливостей... для проведення масштабної енергомодернізації : Закон України від 09.04.2015 № 327-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/327-19#Text>
23. Про прийняття та скасування національних стандартів. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201774-22#Text>.
24. Про прийняття та скасування національних стандартів. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201774-22#Text>.
25. Про Фонд енергоефективності : Закон України від 08.06.2017 № 2095-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2095-19#Text>
26. Розвиток сфери енергоефективності в Україні у рамках євроінтеграційного процесу. URL: <https://saee.gov.ua/uk/content/energy-efficiency>
27. Серьогіна Д., Бездетко К. Роль відновлюваної енергетики в сталому розвитку територій України. Економіка та суспільство. 2024. № 68. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-87>

28. Смерека С. Б., Ліфіренко С. М. Особливості нормативно-правового забезпечення щодо забезпечення енергоефективності. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2025. № 3(289). С. 87–92. URL: <https://journals.snu.edu.ua/index.php/VisnikSNU/article/view/1054>
29. Стратегічний план діяльності з внутрішнього аудиту на 2022–2024 роки Держенергоефективності від 07.10.2022 р. URL: <https://nazk.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/Strategichnyj-plan-2022-2024-1.pdf>
30. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року (проект). URL: <https://www.sd4ua.org/wp-content/uploads/2015/02/Strategiya-stalogo-rozvytku-Ukrayiny-do-2030-roku.pdf>
31. Тарасенко С. Трансформаційні тренди в освіті та їх вплив на стратегічний розвиток ЗВО України. Економічний вісник Дніпровського державного технічного університету. URL: <http://econvisnyk.dstu.dp.ua/article/view/332501>
32. Фрайер Е., Ліщинський І., Лизун М. Розвиток відновлювальної енергетики: досвід Східної Німеччини для України. Журнал європейської економіки. 2021. Т. 20. № 3. С. 464–483.
33. Швець В. В., Колесник А. В. Енергоефективність і автономність систем життєзабезпечення в захисних спорудах. Репозитарій Вінницького національного технічного університету. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/50020/188188.pdf>
34. Шевченко І. Концепція сталого розвитку закладу вищої освіти: трансформаційний аспект. Український педагогічний журнал. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/845>
35. Araújo I. Integrating Renewable Energy Produced by a Library Building on a University Campus in a Scenario of Collective Self-Consumption. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/14/3405>

36. Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings. EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0031>
37. Directive 2012/27/EU on energy efficiency. EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32012L0027>
38. Lazaroiu A., Panait C., Serîţan G. Maximizing renewable energy and storage integration in university campuses. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014812400939X>.
39. Revealing dynamic goals for university's sustainable development with a coupling exploration of SDGs. Scientific Reports. Nature. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-73702-3>
40. Salvia A. L., Brandli L. L. Energy Sustainability at Universities and Its Contribution to SDG 7: A Systematic Literature Review. SpringerLink.
41. The European Green Deal. European Commission. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
42. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. UN. URL: <https://www.refworld.org/legal/resolution/unga/2015/en/111816>
43. Енергоефективність. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). URL: <https://saee.gov.ua/diialnist/enerhoefektyvnist/enerhoefektyvnist>.
44. Енергосервіс. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). URL: <https://saee.gov.ua/diialnist/enerhoefektyvnist/enerhoservis>.
45. ПРОГРАМА «ДОСТУПНІ КРЕДИТИ 5-7-9%». Фонд розвитку підприємництва. URL: <https://bdf.gov.ua/wp-content/uploads/2021/03/Prohrama-Dostupni-kredyty-5-7-9.pdf>.
46. Кабмін схвалив зміни до державної програми «Доступні кредити 5-7-9%» для підтримки малого та середнього бізнесу в умовах карантину.

Міністерство фінансів України. URL: https://mof.gov.ua/uk/news/kabmin_skhvaliv_zmini_do_derzhavnoi_programi_dostupni_kreditu_5-7-9_dlia_pidtrimki_malogo_ta_serednogo_biznesu_v_umovakh_karantinu-2632.

47. Оновлена Стратегія розвитку Дніпропетровської області на період до 2027 року. *Дніпропетровська обласна військова адміністрація*. URL: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Rozvytok%20rehionu/Stratehiiia%20rozvytku/Stratehiiia%20rozvytku%20Dnipropetrovskoi%20oblasti%20do%202027%20roku/strategiya-rozvytku-2027_20250114.pdf.

48. Заклади вищої освіти Дніпропетровської області. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Заклади_вищої_освіти_Дніпропетровської_області.

49. Скільки енергії виробляє сонячна батарея?. *Правильне електроживлення*. URL: <https://sun-energy.com.ua/articles/skilky-vyroblyaye-sonyachna-panel?srsltid=AfmBOoo8Rs2RECIM9IexvcBhp7IJ4w6EcWLYAHOpDwSnyxbVWGIEdYr->

50. Українські малі вітряки – автономні рятівники чи валізи без ручки?. *УКРАЇНСЬКА ЕНЕРГЕТИКА*. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/ukrainski-mali-vitriaky-avtonomni-riativnyky-chy-valizy-bez-ruchky>.

51. Енергетична стратегія. *Міністерство енергетики України*. URL: <https://mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya-0>.

52. Мережеві сонячні електростанції для дому та бізнесу: особливості, переваги та недоліки. *solarpanels*. URL: <https://solarpanels.zp.ua/statii/merezhevi-sonyachni-elektrostantsii-dlya-domu-ta-biznesu-osoblyvosti,-perevahy-ta-nedoliky>.

53. Мережева сонячна електростанція на 200 кВт для бізнесу Преміум. *Правильне електроживлення*. URL: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-power->

plants/sonyachna_stantsiya_200kw?srsltid=AfmBOooui7rNgNU7ygujYXZ_eBPTg4drOKu-O_MutWkky_iz6XepHS-F.

54. Система накопичення енергії Deye BESS BOS-B 100kW/215kWh, 215кВт-рік. *Правильне електроживлення*. URL: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/nakopichuvachi-elektroenergii/deye-bess-bos-b-100-215>.

55. Лагно А. Стратегія мінімізації енергетичних витрат з во через впровадження автономних систем. Актуальні проблеми економіки, управління та маркетингу в аграрному бізнесі: матеріали IV Міжнародної наук.-практ. Інтернетконференції, м. Дніпро, 02-03 жовтня 2025 р., Дніпро ДДАЕУ, 2025. С. 228-229

56. Лагно А. Стратегічне управління енергетичною автономністю закладів вищої освіти як інструмент реалізації цілей сталого розвитку в регіональному вимірі. Розвиток форм і методів сучасного менеджменту в умовах глобалізації: Матеріали 13-ї Всеукраїнської наук.-практ. конф. – Дніпро, 8- 9.11.2025: тези доповідей. – Дніпро: Поліграфічний відділ ДДАЕУ, 2025. С. 34-37

57. Лагно А. В. Енергетична автономність закладів вищої освіти як чинник реалізації регіональних цілей сталого розвитку. Інвестиції: практика та досвід. 2025. № 22. URL: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.22.316>.

ДОДАТКИ

Основні концептуальні компоненти енергетичної автономності

ЗВО

Компонент енергетичної автономності	Зміст та характеристика
Технологічна самодостатність	Наявність власних потужностей генерації електричної й теплової енергії; використання фотоелектричних станцій, теплових насосів, сонячних колекторів, малих вітрових установок та систем накопичення; застосування інтелектуальних мереж, автоматизованого управління та цифрового прогнозування навантажень.
Енергетична стійкість	Здатність університету функціонувати під час криз, перебоїв у мережі, цінових коливань; забезпечення роботи в ізольованому режимі; використання резервних джерел живлення; підтримка роботи критичних об'єктів під час аварійних ситуацій.
Керована гнучкість	Адаптивність енергетичної інфраструктури до зовнішніх умов; можливість масштабування й модернізації; інтеграція нових технологій; коригування структури споживання відповідно до сезонних та кризових потреб.
Управлінська автономність	Системність енергетичної політики; стратегічне планування, аудит, моніторинг; структура енергоменеджменту; залучення персоналу й студентів; відповідність міжнародним стандартам, зокрема ISO 50001:2020.
Економічна автономність	Оптимізація витрат на енергоресурси; зменшення бюджетної залежності; підвищення прогнозованості фінансів; реінвестування зекономлених коштів у науку та освіту; розвиток моделей самоспоживання.
Кіберстійкість інфраструктури	Захист цифрових платформ енергоменеджменту; безперервність роботи інтелектуальних мереж; реагування на кіберзагрози; контроль за енергетичними даними в умовах цифровізації та гібридних викликів.
Екологічна відповідальність	Зменшення викидів парникових газів; скорочення екологічного сліду; тепла модернізація; формування «зелених» університетських комплексів; відповідність цілям ЦСР 7, 11 і 13.
Освітньо-науковий потенціал	Інтеграція енергетичних технологій у навчальні програми; створення лабораторій ВДЕ; розвиток компетентностей студентів; участь у дослідженнях і демонстраційних проектах.
Соціальна складова автономності	Створення комфортного освітнього середовища; підвищення якості праці та навчання; запобігання енергетичній бідності; формування культури відповідального споживання ресурсів.
Партнерство енергетичні спільноти та	Участь університетів у локальних енергетичних спільнотах; взаємодія з громадами й бізнесом; колективне виробництво й споживання енергії; посилення ролі ЗВО в регіональній енергетичній трансформації.

Етапи реалізації стратегії енергетичної автономності

Етап	Основні завдання:	Очікувані результати:
Етап 1. Підготовчий (2026 рік) – створення передумов для енергетичної трансформації	<p>Завершення детального технічного обстеження корпусів №1 та №2</p> <p>Розроблення проектно-кошторисної документації для встановлення СЕС потужністю 200 кВт</p> <p>Проведення тендерних процедур та вибір постачальника обладнання</p> <p>Отримання необхідних дозволів та узгоджень від регіональної енергокомпанії</p> <p>Організація навчання технічного персоналу університету</p>	<p>Затверджена проектно-кошторисна документація</p> <p>Підписаний договір з постачальником обладнання</p> <p>Отримані всі необхідні дозвільні документи</p> <p>Підготовлений кваліфікований персонал для обслуговування системи</p>
Етап 2. Впровадження базового проєкту (2027-2028 роки) – реалізація СЕС 200 кВт	<p>Монтаж сонячних панелей загальною потужністю 200 кВт на території корпусів №1 та №2</p> <p>Встановлення мережевих інверторів та систем обліку електроенергії</p> <p>Підключення СЕС до внутрішньої електромережі університету та зовнішньої мережі</p> <p>Налагодження систем моніторингу та диспетчеризації</p> <p>Впровадження програмного забезпечення для</p>	<p>Введення в експлуатацію СЕС потужністю 200 кВт</p> <p>Початок генерації власної електроенергії на рівні 220 МВт·год/рік</p> <p>Скорочення витрат на електроенергію</p> <p>Зменшення викидів CO₂ на 220 тонн/рік</p>

	аналізу енергопоказників	
Етап 3. Оптимізація та розширення (2029-2030 роки) – підвищення ефективності	<p>Аналіз ефективності роботи впровадженої системи</p> <p>Оптимізація режимів споживання електроенергії у корпусах №1 та №2</p> <p>Впровадження заходів з підвищення енергоефективності будівель (модернізація освітлення, теплоізоляція)</p> <p>Підготовка технічної документації для розширення системи на інші об'єкти</p> <p>Створення освітньо-демонстраційного центру відновлювальної енергетики</p>	<p>Підвищення коефіцієнта використання виробленої електроенергії до 95%</p> <p>Додаткове скорочення витрат на електроенергію на 10-15% за рахунок енергоефективності</p> <p>Накопичення досвіду для масштабування проєкту</p> <p>Інтеграція відновлювальної енергетики у навчальні програми</p>
Етап 4. Масштабування системи (2031-2033 роки) – розширення на інші об'єкти	<p>Встановлення додаткових сонячних панелей на інших об'єктах університету (гуртожитки, навчальних корпусів)</p> <p>Збільшення загальної потужності відновлювальних джерел енергії до 350-400 кВт</p> <p>Інтеграція систем накопичення енергії для критичних об'єктів</p>	<p>Досягнення покриття 60% потреб університету за рахунок власної генерації</p> <p>Створення резервних систем енергопостачання</p> <p>Підвищення рівня енергетичної незалежності університету</p>
Етап 5. Досягнення цільових показників (2034-2035 роки) – системна інтеграція	<p>Інтеграція всіх енергетичних систем університету в єдиний комплекс</p> <p>Впровадження систем прогнозування та балансування</p>	<p>Досягнення покриття 70% потреб у електроенергії за рахунок відновлювальних джерел</p> <p>Сукупна економія</p>

	<p>енергоспоживання Створення механізмів обміну досвідом з іншими ЗВО Формування моделі «енергетично автономного університету»</p>	<p>за 10 років реалізації стратегії на рівні 20-22 млн грн Скорочення викидів CO₂ на 2200 тонн за період реалізації стратегії Визнання ДДАЕУ як регіонального лідера енергетичної автономності серед ЗВО</p>
--	--	---