

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної роботи

Богдан КОРОБКО

2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«АЛЬТЕРНАТИВНІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ»

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки

Бакалавр

(назва ступеня вищої освіти)

Освітньої програми

Теплоенергетика

(назва освітньої програми)

Спеціальності

144 Теплоенергетика

(код і назва спеціальності)


Полтава  
2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Альтернативні та відновлювальні джерела енергії» для студентів спеціальності 144 Теплоенергетика першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра «Теплоенергетика» 2022 р.

**Розробник:** Чернецька І.В., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук

**Погоджено**

Гарант освітньої програми  (Кутний Б.А.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

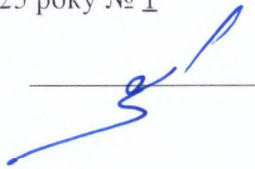
**Протокол від « 28 » серпня 2025 року № 1**

Завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики  (Голік Ю.С.)

« 28 » серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією навчально-наукового інституту нафти і газу

**Протокол від « 29 » серпня 2025 року № 1**

Голова навчально-методичної комісії  (Гаврик С.Ю.)

« 29 » серпня 2025 року

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		форма здобуття освіти денна
Кількість кредитів – 5	Галузь знань  <u>14</u> <u>Електрична</u> <u>інженерія</u>	вибіркова
Загальна кількість годин – 150		
Модулів – 1	Спеціальність  <u>144</u> <u>Тепло-</u> <u>енергетика</u>	<b>Рік підготовки:</b> 4-й
Змістових модулів – 1		<b>Семестр</b> 8-й
	Індивідуальне завдання: розрахунково-графічна робота «Розрахунок системи тепlopостачання з альтернативним джерелом енергії»	Ступінь вищої освіти  <u>бакалавр</u>
<b>Практичні заняття</b> 24 год		
<b>Лабораторні заняття</b> -		
<b>Самостійна робота</b> 68		
<b>Індивідуальна робота:</b> 30 год		
<b>Вид контролю:</b> Диференційований залік		

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми здобуття освіти – 52/98.

### 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** надання студентам знань про види і класифікацію альтернативних і відновлювальних джерел енергії, їх використання в теплоенергетиці та економічну ефективність впровадження, режими роботи установок на базі ВДЕ, основні принципи розрахункового оцінювання можливості їх використання та проектування, шляхи декарбонізації діяльності людини та збереження довкілля.

#### Компетентності за ОПП:

- здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що

пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі;

- здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі;
- здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі;
- здатність використовувати сучасні напрацювання для розробки засобів альтернативного енергопостачання та рекомендацій щодо зменшення енергоспоживання.

### **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовою вивчення навчальної дисципліни є попередньо опановані дисципліни першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

### **4. Очікувані результати навчання з дисципліни**

Очікувані результати навчання:

- аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики;
- виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я, безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень;
- застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики;
- вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її;
- мати лабораторні/технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки;
- розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження;
- розуміти та вміти застосовувати принципи альтернативного енергопостачання та застосування енергозберігаючих технологій.

### **5. Критерії оцінювання результатів навчання**

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	<b>Високий,</b> що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	B	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	<b>Достатній,</b> що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	C	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	<b>Достатній,</b> конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість	<b>Середній,</b> що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.

			неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	
<b>60 – 63</b>	<b>Е</b>	<b>Достатньо</b>	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	<b>Середній</b> , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
<b>35 – 59</b>	<b>FX</b>	<b>Незадовільно</b> з можливістю повторного складання екзамену/ заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни Здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	<b>Низький</b> , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
<b>0 – 34</b>	<b>F</b>	<b>Незадовільно</b> з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	<b>Незадовільний</b> , Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

### 6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни є:

**- поточний контроль:**

- тестування;
- виконання практичних завдань;
- виконання завдань самостійної роботи;

**- підсумковий контроль:**

- залік.

## 7. Програма навчальної дисципліни

### **Тема 1. Термінологія ВДЕ та АДЕ. Класифікація джерел енергії.**

Основні поняття та визначення. Види відновлюваних та альтернативних джерел та їх класифікація.

### **Тема 2. Вибір і впровадження проєктів ВДЕ: критерії оцінювання та міжнародний досвід.**

Параметри оцінки проєктів. Основні чинники та ризики впровадження. SWOT аналіз. Приклади реалізації в Україні та за кордоном.

#### **Практичне заняття № 1.**

### **Тема 3. Геліосистеми: типи, склад і принцип роботи.**

Класифікація геліосистем за призначенням і схемою роботи. Основні елементи та їх функції. Принцип роботи та режими експлуатації.

### **Тема 4. Сонячні колектори та фотоелектричні модулі: застосування й ефективність.**

Будова та принцип дії сонячних колекторів і PV-модулів. Переваги й недоліки, експлуатаційні особливості. Фактори ефективності (орієнтація, затінення, температурний режим). Умови та обмеження проєктування.

#### **Практичні заняття № 2, 3.**

### **Тема 5. Вітроенергетика для теплопостачання. Типи вітроустановок і режими роботи.**

Типи вітроустановок та основні характеристики. Режими роботи та фактори продуктивності. Power-to-Heat: електронагрів, інтеграція з ТН. Узгодження з акумулюванням і графіками навантаження.

#### **Практичне заняття № 4.**

### **Тема 6. Теплові насоси: принцип роботи, класифікація, призначення та сфери застосування. Вибір джерела низькопотенційного тепла.**

Види та класифікація теплових насосів. Принцип роботи та показники ефективності (COP/SPF). Сфери застосування та обмеження. Вибір джерела низькопотенційного тепла.

#### **Практичне заняття № 5.**

### **Тема 7. Системи з тепловими насосами: ключові характеристики, компоновка, бівалентність, низькотемпературні графіки.**

Будова основних типів теплових насосів. Конфігурації теплонасосних систем та особливості їх застосування. Бівалентні/моновалентні схеми, резервування. Низькотемпературні графіки теплопостачання. Базові принципи розрахунку та проєктування.

#### **Практичні заняття № 6-8.**

### **Тема 8. Акумулювання теплової енергії та керування навантаженням.**

Види теплових акумуляторів та призначення. Вплив акумулювання на ефективність систем ВДЕ. Керування піками, тарифні режими, підвищення само споживання. Інтеграція з ТН, сонячними системами, Power-to-Heat.

#### **Практичне заняття № 9.**

**Тема 9. Біомаса: види, логістика, проєктні рішення для тепла та електрики.**

Види біомаси та паливні характеристики. Особливості логістики: заготівля, зберігання, підготовка. Технології отримання тепла та електроенергії. Умови впровадження проєктів на біомасі.

**Тема 10. Технологічні схеми та обладнання на біомасі.**

Схеми котелень та установок на біомасі. Принципи підбору та розміщення обладнання. Системи подачі та зберігання палива. Експлуатаційні особливості та типові проблеми.

**Практичне заняття № 10.****Тема 11. Біогаз: виробництво, очищення та енергетичне використання.**

Технології генерації біогазу, режими зброджування. Сировина та підготовка субстрату. Очищення й підготовка біогазу. Когенерація, тригенерація та схеми використання. Обмеження та вимоги безпеки.

**Тема 12. Екологічна оцінка проєктів з ВДЕ: викиди, життєвий цикл, екологічний ефект.**

Показники екологічного ефекту та методи оцінювання. Розрахунок викидів CO<sub>2</sub> та NO<sub>x</sub>. Порівняння з традиційними джерелами енергії

**Практичне заняття № 11.****Тема 13. ТЕО проєктів чистої енергії: структура та рекомендації з розрахунків.**

Структура техніко-економічного обґрунтування ТЕО та вихідні дані. CAPEX/OPEX, прогноз виробітку та відпуску енергії для проєктів з використанням відновлювальних джерел. Показники ефективності NPV, IRR, окупність.

**Практичне заняття № 12.****Тема 14. ВДЕ в будівлях з нульовим енергоспоживанням: роль та інтегровані рішення.**

Базова концепція nZEB. Інтеграція ВДЕ в системи опалення, ГВП, електроспоживання. Особливості та приклади реалізації з використанням альтернативних джерел енергії.

## 8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
Тема 1. Термінологія ВДЕ та АДЕ. Класифікація джерел енергії	4	2	-	-	-	2
Тема 2. Вибір і впровадження проектів ВДЕ: критерії оцінювання та міжнародний досвід	12	2	2	-	-	8
Тема 3. Геліосистеми: типи, склад і принцип роботи	8	2	-	-	-	6
Тема 4. Сонячні колектори та фотоелектричні модулі: застосування й ефективність	10	2	4	-	-	4
Тема 5. Вітроенергетика для теплопостачання. Типи вітроустановок і режими роботи.	8	2	2	-	-	4
Тема 6. Теплові насоси: принцип роботи, класифікація, призначення та сфери застосування. Вибір джерела низькопотенційного тепла.	12	2	2	-	-	8
Тема 7. Системи з тепловими насосами: ключові характеристики, компоновка, бівалентність, низькотемпературні графіки	16	2	6	-	-	8
Тема 8. Акумуляування теплової енергії та керування навантаженням	6	2	2	-	-	2
Тема 9. Біомаса: види, логістика, проектні рішення для тепла та електрики	4	2	-	-	-	2
Тема 10. Технологічні схеми та обладнання на біомасі	6	2	2	-	-	2
Тема 11. Біогаз: виробництво, очищення та енергетичне використання	8	2	-	-	-	6
Тема 12. Екологічна оцінка проектів з ВДЕ: викиди, життєвий цикл, екологічний ефект	10	2	2	-	-	6
Тема 13. ТЕО проектів чистої енергії: структура та рекомендації з розрахунків	10	2	2	-	-	6
Тема 14. ВДЕ в будівлях з нульовим енергоспоживанням: роль та інтегровані рішення	6	2	-	-	-	4
Розрахунково-графічна робота «Розрахунок системи теплопостачання з альтернативним джерелом енергії»	<b>30</b>	-	-	-	<b>30</b>	-
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	-	<b>30</b>	<b>68</b>

## 9. Перелік питань для семінарських занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
Семінарські заняття не передбачені	-

## 10. Перелік питань для практичних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
<b>Практичне заняття 1.</b> Оцінювання проєктів ВДЕ: порівняння критеріїв і SWOT-аналіз 1. Порівняння CAPEX/OPEX, виробітку/економії, окупності, ризиків. 2. SWOT-аналіз для вибраного проєкту ВДЕ. 3. Висновок щодо пріоритетності варіанта впровадження.	2
<b>Практичне заняття 2.</b> Розрахунок сонячного теплового колектора: теплопродуктивність і ККД 1. Розрахунок теплопродуктивності за заданими умовами та інсоляцією. 2. Визначення ККД/корисного теплового потоку колектора. 3. Оцінка добового/сезонного виробітку	2
<b>Практичне заняття 3.</b> Підбір обладнання СЕС та аналіз режимів роботи фотоелектричної системи 1. Підбір PV-модулів, інвертора та схеми підключення. 2. Аналіз режимів: власне споживання/мережевий/автономний. 3. Оцінка генерації та покриття навантаження за денними профілями.	2
<b>Практичне заняття 4.</b> Вибір вітроустановки та аналіз енергетичних показників ВЕС 1. Вибір турбіни за вітровим потенціалом і кривою потужності. 2. Розрахунок річного виробітку та КВВП (capacity factor). 3. Оцінка впливу висоти вежі/шорсткості місцевості	2
<b>Практичне заняття 5.</b> Розрахунок парокомпресорного теплового насоса: цикл і COP 1. Побудова розрахункової схеми циклу за температурними рівнями. 2. Розрахунок теплової потужності, споживаної потужності та COP. 3. Аналіз впливу температур подачі/джерела на COP.	2
<b>Практичне заняття 6.</b> Проєктування ґрунтового контуру та підбір обладнання ТН «ґрунт–вода» 1. Визначення тепловідбору від ґрунту та вибір типу контуру (гориз./вертик.). 2. Розрахунок довжини/кількості контурів (спрощено) і витрати теплоносія. 3. Підбір ТН та базових елементів обв'язки (бак, насосна група).	2
<b>Практичне заняття 7.</b> Підбір обладнання та параметричний аналіз ТН «повітря–вода» 1. Вибір ТН за тепловим навантаженням і температурними умовами. 2. Параметричний аналіз COP/потужності при зміні температури зовнішнього повітря. 3. Оцінка потреби в бівалентному догріві та режимів відтаювання	2
<b>Практичне заняття 8.</b> Органічний цикл Ренкіна (ORC): побудова, терморозрахунок, ефективність 1. Побудова схеми ORC та вибір робочого тіла.	2

2. Термодинамічний розрахунок станів, потужності та ККД. 3. Порівняння впливу тиску й температури на ефективність.	
<b>Практичне заняття 9.</b> Фактори енергоефективності теплонасосних систем: аналіз і оптимізація 1. Аналіз факторів SCOP: температурний графік, джерело теплоти, автоматика. 2. Оцінка впливу типу системи розподілу на ефективність. 3. Пропозиції заходів оптимізації: зниження температури подачі, буфер, керування.	2
<b>Практичне заняття 10.</b> Системи на біомасі: підбір і компонування основного обладнання 1. Вибір типу котла/палива та розрахунок витрати біомаси. 2. Підбір обладнання: подача палива, золовидалення, тяга/вентилятори, буфер. 3. Принципова компоновка котельні та схема обв'язки	2
<b>Практичне заняття 11.</b> Оцінювання викидів при спалюванні біомаси: CO <sub>2</sub> та NO <sub>x</sub> 1. Розрахунок питомих та річних викидів CO <sub>2</sub> . 2. Оцінка NO <sub>x</sub> за режимом горіння (надлишок повітря, температура). 3. Аналіз заходів зменшення викидів (режими, технологічні рішення).	2
<b>Практичне заняття 12.</b> Техніко-економічне обґрунтування проєктів ВДЕ: розрахунок ключових показників 1. Формування вихідних даних: CAPEX/OPEX, виробіток/економія, тарифи, ресурс. 2. Розрахунок окупності, NPV, IRR за заданою ставкою дисконту. 3. Порівняння варіантів і підготовка підсумкового висновку.	2
<b>Усього</b>	<b>24</b>

### 11. Перелік питань для лабораторних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
Лабораторні заняття не передбачені	-

### 12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до тестування;
- підготовка до складання заліку.

## Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>Тема 1. Термінологія ВДЕ та АДЕ. Класифікація джерел енергії</b>	
1	Класифікація ВДЕ та АДЕ: критерії та приклади.	1
2	Базові терміни: ВДЕ/АДЕ, енергетичний ресурс, енергоносії, кінцева енергія.	1
	<b>Тема 2. Вибір і впровадження проєктів ВДЕ: критерії оцінювання та міжнародний досвід</b>	
4	Порівняння проєктів ВДЕ/АДЕ за технічними, економічними та екологічними критеріями.	2
5	Ключові ризики проєктів ВДЕ та підходи до їх мінімізації. Типові бар'єри впровадження та практики їх подолання	2
6	Приклади інтеграції ВДЕ у тепlopостачання та промислові системи	2
7	Міжнародний досвід і нормативні підходи підтримки/регулювання ВДЕ	2
	<b>Тема 3. Геліосистеми: типи, склад і принцип роботи</b>	
8	Різновиди геліосистем: активні/пасивні; для ГВП, опалення, технологічного тепла.	2
9	Можливі схеми підключення: переваги та недоліки основних рішень.	2
10	Склад і призначення елементів геліосистеми: колектор, бак, автоматика, безпека.	2
	<b>Тема 4. Сонячні колектори та фотоелектричні модулі: застосування й ефективність</b>	
11	Можливості й обмеження сонячних колекторів та PV: сезонність, площа, орієнтація, затінення.	2
12	Порівняння сонячної теплової та PV у задачах теплоенергетики	1
13	Роль накопичення теплової та електричної енергії	1
	<b>Тема 5. Вітроенергетика для тепlopостачання. Типи вітроустановок і режими роботи.</b>	
14	Схеми використання вітроенергії для тепlopостачання та роль акумулювання	2
15	Типи вітроустановок і режими роботи в системах тепlopостачання	2
	<b>Тема 6. Теплові насоси: принцип роботи, класифікація, призначення та сфери застосування. Вибір джерела низькопотенційного тепла.</b>	
16	Класифікація ТН за джерелом і споживачем (повітря–вода, ґрунт–вода, вода–вода тощо).	2
17	Особливості застосування ТН у житловому секторі та вимоги до температурних графіків.	2
18	Фактори, що визначають COP/SCOP (температури, режими, гідравліка).	2
19	Критерії оцінки джерела низькопотенційного тепла та вплив вибору джерела на ефективність та окупність.	2
	<b>Тема 7. Системи з тепловими насосами: ключові характеристики, компоновка, бівалентність, низькотемпературні графіки</b>	
20	Будова теплового насоса: основні вузли та їх функції.	2

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
21	Принцип парокомпресійного циклу та роль робочого тіла. Вплив типу компресора та холодоагенту на ефективність і екологічність	2
22	Схеми опалення з ТН: моно- та бівалентні, з піковим/резервним догрівом.	2
23	Компоновка системи: буферна ємність, бойлер ГВП, гідравлічні розв'язки, автоматика. Вибір низькотемпературних споживачів	2
	<b>Тема 8. Акумуляування теплової енергії та керування навантаженням</b>	
24	Порівняння технологій акумуляування теплової енергії:	1
25	Алгоритм керування навантаженням для доби (графік “заряд/розряд” теплобака або керування ТН)	1
	<b>Тема 9. Біомаса: види, логістика, проєктні рішення для тепла та електрики</b>	
26	Основні види енергетичних культур: вирощування, логістика, горючі характеристики.	1
27	Принципи сталого розвитку в біоенергетиці: ресурсна база та обмеження.	1
	<b>Тема 10. Технологічні схеми та обладнання на біомасі</b>	
28	Склад основного та допоміжного обладнання біоенергетичної установки	1
29	Когенерація та тригенерація: сутність, переваги та сфери доцільності	1
	<b>Тема 11. Біогаз: виробництво, очищення та енергетичне використання</b>	
30	Стадії анаеробного зброджування та чинники виходу біогазу.	2
31	Порівняння варіантів використання: котли, когенерація, очищення до біометану.	2
32	Сировина та підготовка субстрату: коферментація, стабільність процесу	2
	<b>Тема 12. Екологічна оцінка проєктів з ВДЕ: викиди, життєвий цикл, екологічний ефект</b>	
33	Екологічні наслідки ВДЕ/АДЕ: позитивні ефекти та потенційні впливи.	2
34	Екологічні характеристики біоенергетичних установок (викиди, зола, шум, логістика).	2
35	Заходи мінімізації впливів і принципи екологічної відповідальності проєктів.	2
	<b>Тема 13. ТЕО проєктів чистої енергії: структура та рекомендації з розрахунків</b>	
36	Структура ТЕО: вихідні дані, припущення, межі розрахунку	2
37	Показники ефективності: CAPEX/OPEX, окупність, NPV/IRR, чутливість.	2
38	Оцінка ризиків і нефінансових ефектів (CO <sub>2</sub> , надійність, експлуатація).	2
	<b>Тема 14. ВДЕ в будівлях з нульовим енергоспоживанням: роль та інтегровані рішення</b>	
39	Енергетичний баланс NZEB: споживання–генерація та роль енергоефективності.	2
40	Роль ВДЕ та високоефективних систем (ТН, рекуперація, акумуляування) у досягненні NZEB.	2
	<b>Разом</b>	<b>68</b>

### 13. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання:

розрахунково-графічна робота «*Розрахунок системи теплопостачання з альтернативним джерелом енергії*» – 30 год. Обсяг розрахунково-графічної роботи 10-15 сторінок пояснювальної записки.

. Методичні вказівки до виконання:

1. Чернецька І.В. Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Альтернативні і відновлювальні джерела енергії» студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання / І.В. Чернецька. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024 – 25 с.

### 14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних занять, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять.

Під час проведення лекцій і практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення. Широко використовуються методи активізації мислення студентів, наприклад метод "мозкового штурму" при аналізі кейсів та виконанні SWOT-аналізу, а також методи дискусії та роботи в команді, які дозволяють формувати soft skills.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

### 15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час практичних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій, тестування. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів доводиться до їхнього відома на першому практичному занятті. На підставі результатів поточного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

**16. Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру  
Схема нарахування балів\* з навчальної дисципліни  
«Альтернативні та відновлювальні джерела енергії»  
за видами робіт**

	Перелік тем														
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12	Тема 13	Тема 14	
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Виконання практичних завдань	<i>Практичне заняття</i>														
		<i>1</i>		<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>		<i>10</i>		<i>11</i>
Тестування							4								
<b>Всього за темами</b>	1	2	1	3	2	2	8	2	1	2	1	2	2	1	
Виконання завдань індивідуальної роботи (РГР)	<b>40</b>														
<b>Залік</b>	<b>30</b>														
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>														

**Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань**

Бали	Критерії оцінювання
1	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
0,5	Виконано завдання практичної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

### Шкала та критерії оцінювання виконання завдань індивідуальної роботи РГР

Бали	Критерії оцінювання
<b>31-40</b>	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
<b>21-30</b>	Завдання вирішено із незначними неточностями, викладено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
<b>11-20</b>	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
<b>0-10</b>	Завдання індивідуальної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

### Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали	Критерії оцінювання
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
0,5	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

#### Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (наприклад,  $0,2 \times 20 = 4$ );
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

### Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання заліку

Завдання	Бали	Критерії оцінювання
Тестування	0-30	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ( $1 \times 30 = 30$ ), правильність відповідей перевіряється автоматично системою Moodle.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	<b>A</b> – відмінно	<b>5</b> – відмінно
82 – 89	<b>B</b> – дуже добре	<b>4</b> – добре
74 – 81	<b>C</b> – добре	
64 – 73	<b>D</b> – задовільно	<b>3</b> – задовільно
60 – 63	<b>E</b> – достатньо	
35 – 59	<b>FX</b> – незадовільно з можливістю повторного складання	<b>2</b> – незадовільно
0 – 34	<b>F</b> – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

### Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них при підсумковому контролі у вигляді заліку 70 балів відведено на поточний контроль і 30 балів – на підсумковий.

#### 1. Поточний контроль.

Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином: робота на практичних заняттях (виконання практичних завдань, захист РГР, тестування, а в разі пропусків із поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять), самостійна робота – до 70 балів.

Присутність на лекціях і практичних заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене практичне заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії. Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни й отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

**2. Підсумковий контроль** Підсумковим контролем є диференційований залік, що проводиться відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

### 17. Методичне забезпечення

- Чернецька І.В. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Альтернативні та відновлювальні джерела енергії» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання. – Полтава: Полтавська політехніка, 2024. – 16 с.
- Чернецька І.В. Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Альтернативні і відновлювальні джерела енергії» студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання / І.В. Чернецька. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024 – 25 с.

3. Чернецька І.В. Конспект лекцій із курсу «Альтернативні і відновлювальні джерела енергії» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025 – 60 с.

## 18. Рекомендована література

### Базова

1. Дудюк Д. Л., Мазепа С. С., Гнатишин Я. М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: навчальний посібник. – Львів: Магнолія, 2022. – 188 с.
2. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії: [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» / В.В. Дубровська, В.І. Шкляр КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 244 с.
3. Системи централізованого теплопостачання з інтеграцією відновлювальних джерел енергії: монографія / О.П. Арсеньєва, В.М. Бабаєв, І.В. Білецький, І.В. Блінов, В.В. Гранкіна, С.І. Планковський, В.Є. Плюгін, Т.Є. Романова, А.Ю. Старостіна, М.К. Сухонос, Н.О. Телюра, Є.В. Цегельник; [за ред. О.П. Арсеньєвої]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 217 с.
4. Когенераційні технології в малій енергетиці. Монографія / В.А. Маляренко, О.Л. Шубенко, С.Ю. Андрєєв., М.Ю. Бабак, О.В. Сенецький./ Харків. Нац. ун-т міськ. Госп-ва ім. О.М. Бекетова Ін-т проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2024. – 454 с.
5. Краснянський М.Ю. Енергозбереження навчальний посібник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2022. – 136 с.
6. John Twidell. Renewable Energy Resources / 5-th Edition – Routledge, 2021. – 774 p.
7. John A. Duffie, William A. Beckman, Nathan Blair Solar Engineering of Thermal Processes, Photovoltaics and Wind / 5-th Edition – Wiley, 2020. – 919 p.
8. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру : навч. посіб. / С. В. Сиротюк, В. М. Боярчук, В. П. Гальчак. – Львів : Магнолія , 2018. – 182 с.
9. Клименко В. В., Кравченко В. І., Боков В. М., Гуцул В. І. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів: Монографія.: «Ексклюзив-Систем», 2017. – 162 с.
10. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні». Практичний посібник / За ред. Г. Гелетухи. – К.: «Поліграф плюс», 2016. – 104 с.

### Допоміжна

1. Про енергетичну ефективність будівель: Закон України № 2118-VIII. Ред від 15.11.2024р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
2. Системи централізованого теплопостачання з інтеграцією відновлювальних джерел енергії: монографія / О.П. Арсеньєва, В.М. Бабаєв, І.В. Білецький, І.В. Блінов, В.В. Гранкіна, С.І. Планковський, В.Є. Плюгін, Т.Є. Романова, А.Ю. Старостіна, М.К. Сухонос, Н.О. Телюра, Є.В. Цегельник; [за ред. О.П. Арсеньєвої]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 217 с.
3. Комбіновані системи з поновлювальними джерелами енергії. Конспект лекцій: [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» / В.І. Шкляр, В.В. Дубровська – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 337 с.
4. Альтернативна енергетика з використанням сонячних елементів : навч. вид. / В. Ю. Срохов; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів : Сполом, 2015. – 116 с.

5. Колієнко А.Г. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії. Практичний посібник. – К.: ТОВ «Поліграфплюс», 2015. – 174 с.
6. Колієнко А.Г. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. К.: АВЕ, 2015. – 206 с.
7. Сонячна енергетика: теорія та практика: монографія / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2014. – 340 с.
- Титко Р., Калініченко В. Відновлювані джерела енергії (досвід Польщі для України). Варшава: Видавництво OWG, 2012. – 653 с.
8. Кустовська А., Іванов С., Бережний Є. Альтернативні палива. Підручник. К.: Національний авіаційний університет, 2014. – 624 с.
9. Нетрадиційні джерела енергії: теорія і практика : монографія / Й. С. Мисак, І. М. Озарків, М. Г. Адамовський та ін.; за ред. Й. С. Мисака, І. М. Озарківа ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. лісотехн. ун-т України. – Л. : НВФ "Укр. технології", 2013. – 356 с.
10. Виробництво і використання біопалив в агроекосистемах.: монографія / Голуб Г.А., Кухарець, С.М., Чуба В.В., Марус О.А. – К.: НУБіП України, 2018. – 254 с.
11. Екологічний моніторинг: альтернативні джерела енергії : навч. посіб. / [В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін.]. - Київ : КПІ ім. І. Сікорського : Політехніка, 2019. – 368с.
12. Голік Ю.С., Калініченко В.М. Методичні вказівки до лабораторних занять із дисципліни «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії в системах теплопостачання, вентиляції та кондиціонування повітря» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» денної форми навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 32 с.
13. Krot O.P., Kutnyi B.A., Chernetska I.V. Intensification of Hydrate Formation by Microbubbles // Problemele energeticii regionale 4 (64) 2024. – P. 200 – 213. <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2024.4-64.17>.
14. Кутний Б.А., Чернецька І.В., Шнейдер С.В. Порівняння ефективності застосування фотоелектричних панелей та геліоколекторів для теплопостачання індивідуального будинку // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія: Технічні науки Том 35 (74) № 1 2024 Частина 2. – с. 45-49. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.1.2/08>
15. Yurii Holik; Olga Krot; Iryna Chernetska; Iuliia Shepurko; Tetiana Serha. Comprehensive assessment of the energy potential of biomass and municipal wastes in the Poltava region: ENERGY SYSTEMS AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES (ESAES2024). – AIP Conf. Proc. 5 June 2025; 3238 (1): 070002. <https://doi.org/10.1063/5.0248956>
16. Теплофотоелектричні панелі: сучасний досвід та майбутні можливості / Євтушенко Е.О., Кутний Б.А., Чернецька І.В. // «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» – 2024»: Збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (19 грудня 2024 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2024. – с. 170 – 173.
17. Чернецька І.В., Панченко В.О. Підвищення енергоефективності біогазового комплексу // Матеріали III Міжнар. наук.-практ. конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»), 16 – 17 квітня, м. Київ. – К. : КНУБА, 2024. – С. 381-386.

## 19. Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс навчальної дисципліни «Альтернативні та відновлювальні джерела енергії»: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=6600>.
2. Біомаса як паливна сировина Характеристики і властивості Олійник О.І. К., Біоенергетична асоціація, 2020, 27: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/2.-Olijnyk-YE.-N.-Osnovni-vydytverdoyi-biomas-y-yak-palyvnoyi-syrovyny-ta-yih-vlastyvosti.pdf>

3. Приклади реалізованих проєктів в ЄС (житлові і громадські будівлі). <https://www.energy.gov/eere/buildings/zero-energy-buildings-resource-hub>
4. П. Шамілов. Огляд вимог nZEB В Європі. Аналітичний звіт. – К.: Опора, 2024. – 59 с. Режим доступу: [https://rehouse.org.ua/sites/default/files/1.zvit\\_nzeb.pdf](https://rehouse.org.ua/sites/default/files/1.zvit_nzeb.pdf)
5. В. Литвин. Огляд будівельних технологій для забезпечення відповідності стандартам NZEB. Аналітичний звіт. К.: Опора, 2024. – 16 с. Режим доступу: [https://rehouse.org.ua/sites/default/files/5\\_oglyad\\_budivelnykh\\_tekhnologii\\_litvin\\_ekf.pdf](https://rehouse.org.ua/sites/default/files/5_oglyad_budivelnykh_tekhnologii_litvin_ekf.pdf)
6. Курс для неформальної освіти «Renewable Energy Courses». Режим доступу: <https://www.udemy.com/topic/renewable-energy/>
7. Курс для неформальної освіти «Спеціалізація Відновлювана енергетика». Режим доступу: <https://www.coursera.org/specializations/renewable-energy>