

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» 2024 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

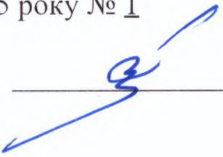
Протокол від « 28 » серпня 2025 року № 1

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

« 28 » серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією інституту (факультету)

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	дистанційна
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична</u> <u>інженерія</u>	вибіркова	
Загальна кількість годин – 180			
Модулів – 1	Спеціальність <u>144</u> <u>Тепло-</u> <u>енергетика</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		4-й	4-й
		Семестр	
Індивідуальне завдання: не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	7-й	7-й
		Лекції	
		30 год	-
		Практичні заняття	
		18 год	-
		Лабораторні заняття	
		14 год	-
		Самостійна робота	
		118 год	180 год
		Індивідуальна робота:	
0 год	0 год		
Вид контролю:			
Екзамен	Екзамен		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми здобуття освіти – 62/118;
для дистанційної форми здобуття освіти – 0/180.

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 ОПШ:

- 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.	Високий, 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.	Достатній, 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.	Достатній, 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 неточностей і грубих помилок, які	Середній, що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.

			може усувати за допомогою викладача.	
60 – 63	Е	Достатньо	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.	Середній , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
35 – 59	FX	Незадовільно 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.	Низький , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно 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.	Незадовільний , 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;
- виконання контрольної роботи;
- виконання завдань на лабораторному обладнанні;

- підсумковий контроль:

- екзамен.

7. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Альтернативні та відновлювальні джерела енергії

Тема 1. Термінологія та визначення у сфері відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Класифікація відновлювальних та альтернативних джерел енергії.

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

Тема 2. Вибір проектів із використання відновлювальних та альтернативних джерел енергії.

Параметри оцінки проектів. Основні чинники. Приклади.

Практичне заняття № 1.

Тема 3. Особливості впровадження проектів із відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Міжнародний досвід

Сильні та слабкі сторони відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Можливі труднощі та способи їх подолання. Приклади впровадження технологій використання сонячної та вітрової енергії, біомаси, твердих побутових відходів, мулового осаду.

Тема 4. Геліосистеми. Різновиди та будова.

Види геліосистем, їх класифікація. Будова фотоелектричних панелей та сонячних колекторів. Переваги й недоліки.

Лабораторне заняття № 1.

Тема 5. Використання сонячних колекторів та панелей як альтернативних джерел енергії.

Експлуатаційні особливості сонячних колекторів та панелей. Умови та обмеження при створенні проектів використання сонячних колекторів та панелей.

Практичне заняття № 2.

Лабораторне заняття № 2.

Тема 6. Теплові насоси. Класифікація, сфера застосування.

Види та класифікація теплових насосів. Можливості та обмеження. Приклади застосування.

Лабораторне заняття № 3.

Тема 7. Види сучасних теплових насосів. Головні принципи їх роботи.

Будова основних типів теплових насосів. Принцип їх роботи.

Практичне заняття № 3.

Лабораторне заняття № 4.

Тема 8. Схеми застосування теплових насосів та компоновка систем.

Можливі конфігурації теплонасосних систем та особливості їх застосування. Принципи розрахунку та проектування.

Практичне заняття № 4.

Лабораторне заняття № 5.

Тема 9. Особливості впровадження проектів із використання біомаси для отримання теплової і електричної енергії.

Технології використання біомаси для отримання теплової і електричної енергії. Умови впровадження проектів із використання біомаси. Екологічні аспекти.

Лабораторне заняття № 6.

Тема 10. Використання органічного циклу Ренкіна в системах з альтернативними джерелами енергії.

Побудова органічного циклу Ренкіна. Принципова схема. Виконання термодинамічних розрахунків та визначення ефективності циклу.

Практичні заняття № 5, 6.

Тема 11. Основні технічні рішення при реконструкції та будівництві котельних на біомасі.

Особливості проектування котельень на біомасі. Принципи підбору та розміщення обладнання.

Практичне заняття № 7.

Тема 12. Виробництво та використання біогазу.

Технології генерації біогазу. Можливі види сировини. Існуючі обмеження та основні схеми використання.

Тема 13. Екологічний ефект від упровадження проектів відновлювальних та альтернативних джерел енергії.

Оцінка екологічного ефекту від упровадження проектів відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Методика розрахунку викидів CO₂ та NO_x.

Практичне заняття № 8.

Лабораторне заняття № 7.

Тема 14. Рекомендації з підготовки техніко-економічного обґрунтування проектів із чистої енергії.

Техніко-економічне обґрунтування проектів. Особливості підготовки ТЕО для проектів з використанням відновлювальних джерел.

Практичне заняття № 9.

Тема 15. Місце альтернативних джерел енергії у концепції будівель з нульовим енергоспоживанням.

Базова концепція nZEB. Особливості та приклади реалізації з використанням альтернативних джерел енергії.

8. Структура навчальної дисципліни

а) для денної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
Тема 1. Термінологія та визначення у сфері відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Класифікація відновлювальних та альтернативних джерел енергії	8	2				6
Тема 2. Вибір проектів з використання відновлювальних та альтернативних джерел енергії	12	2	2			8
Тема 3. Особливості впровадження проектів з відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Міжнародний досвід	9	2				7
Тема 4. Геліосистеми. Різновиди та будова	12	2		2		8
Тема 5. Використання сонячних колекторів та панелей як альтернативних джерел енергії.	14	2	2	2		8
Тема 6. Теплові насоси. Класифікація, сфера застосування.	13	2		2		9
Тема 7. Види сучасних теплових насосів. Головні принципи їх роботи.	14	2	2	2		8
Тема 8. Схеми застосування теплових насосів та компоновка систем.	16	2	2	2		10
Тема 9. Особливості впровадження проектів із використання біомаси для отримання теплової і електричної енергії.	13	2		2		9
Тема 10. Використання органічного циклу Ренкіна в системах з альтернативними джерелами енергії	14	2	4			8
Тема 11. Основні технічні рішення при реконструкції та будівництві котельних на біомасі.	12	2	2			8
Тема 12. Виробництво та використання біогазу.	9	2				7
Тема 13. Екологічний ефект від впровадження проектів відновлювальних та альтернативних джерел енергії.	13	2	2	2		7
Тема 14. Рекомендації з підготовки техніко-економічного обґрунтування проектів із чистої енергії.	12	2	2			8
Тема 15. Місце альтернативних джерел енергії у концепції будівель з нульовим енергоспоживанням.	9	2				7
Усього годин	180	30	18	14		118

б) для дистанційної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
Тема 1. Термінологія та визначення у сфері відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Класифікація відновлювальних та альтернативних джерел енергії	9					9
Тема 2. Вибір проектів з використання відновлювальних та альтернативних джерел енергії	12					12
Тема 3. Особливості впровадження проектів з відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Міжнародний досвід	11					11
Тема 4. Геліосистеми. Різновиди та будова	12					12
Тема 5. Використання сонячних колекторів та панелей як альтернативних джерел енергії.	12					12
Тема 6. Теплові насоси. Класифікація, сфера застосування.	14					14
Тема 7. Види сучасних теплових насосів. Головні принципи їх роботи.	12					12
Тема 8. Схеми застосування теплових насосів та компоновка систем.	15					15
Тема 9. Особливості впровадження проектів із використання біомаси для отримання теплової і електричної енергії.	14					14
Тема 10. Використання органічного циклу Ренкіна в системах з альтернативними джерелами енергії	12					12
Тема 11. Основні технічні рішення при реконструкції та будівництві котельних на біомасі.	12					12
Тема 12. Виробництво та використання біогазу.	11					11
Тема 13. Екологічний ефект від впровадження проектів відновлювальних та альтернативних джерел енергії.	11					11
Тема 14. Рекомендації з підготовки техніко-економічного обґрунтування проектів із чистої енергії.	12					12
Тема 15. Місце альтернативних джерел енергії у концепції будівель з нульовим енергоспоживанням.	11					11
Усього годин	180	0	0	0	0	180

9. Перелік питань для семінарських занять

	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені	-	-

10. Перелік питань для практичних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
<p>Практичне заняття 1. Аналіз прикладів проектів впровадження альтернативних та відновлювальних джерел енергії та порівняння параметрів оцінки проектів.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аналіз вихідних даних і умов реалізації (ресурс, навантаження, обмеження). 2. Порівняння критеріїв: CAPEX/OPEX, окупність, енергоефект, CO₂. 3. Висновок щодо доцільності та ключових ризиків. 	2	0
<p>Практичне заняття 2. Розрахунок сонячного колектора.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розрахунок теплової потужності/виробітку за умовами роботи. 2. Підбір площі колектора та бака-акумулятора. 3. Оцінка частки покриття потреби (ГВП/опалення). 	2	0
<p>Практичне заняття 3. Розрахунок парокомпресорного теплового насосу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задання температур джерела/споживача, побудова розрахункової схеми циклу. 2. Розрахунок теплової потужності, електроспоживання, COP. 3. Аналіз впливу температурного графіка на COP. 	2	0
<p>Практичне заняття 4. Розрахунок ґрунтового контуру. Вибір обладнання для системи з тепловим насосом типу ґрунт-вода.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розрахунок тепловідбору від ґрунту та типу контуру. 2. Визначення довжини/кількості контурів (спрощено) і витрати теплоносія. 3. Підбір ТН та основних елементів обв'язки. 	2	0
<p>Практичні заняття 5, 6. Побудова органічного циклу Ренкіна. Термодинамічні розрахунки та визначення ефективності циклу.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудова схеми ORC і вибір робочого тіла. 2. Термодинамічний розрахунок станів і потужності/ККД. 3. Порівняння варіантів параметрів і висновки щодо ефективності. 	4	0
<p>Практичне заняття 7. Підбір та розміщення обладнання для котельні на біомасі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вибір типу котла та біопалива, оцінка витрати палива. 	2	0

2. Підбір основного/допоміжного обладнання (подача, золовидалення тощо).		
3. Компоновка котельні та принципова схема обв'язки.		
Практичне заняття 8. Розрахунок викидів CO ₂ та NO _x при спалюванні біомаси 1. Розрахунок питомих і річних викидів CO ₂ . 2. Розрахунок/оцінка NO _x за режимом горіння. 3. Аналіз заходів зниження викидів.	2	0
Практичне заняття 9. Розрахунок параметрів техніко-економічного обґрунтування проектів впровадження відновлювальних джерел енергії 1. Формування вихідних даних: CAPEX/OPEX, виробіток/економія, тарифи. 2. Розрахунок окупності, NPV/IRR за заданою ставкою. 3. Порівняння варіантів і підсумковий висновок.	2	0
Усього	18	0

11. Перелік питань для лабораторних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
2	3	4
Лабораторні заняття 1, 2. Дослідження геліосистеми в лабораторії «Зеленої енергетики» та визначення ефективності її роботи	4	0
Лабораторне заняття 3. Визначення фактичної теплової потужності вертикального ґрунтового теплообмінника та теплової потужності системи опалення	2	0
Практичне заняття 4. Визначення ефективності роботи теплового насосу	2	0
Практичне заняття 5. Визначення питомої потужності ґрунтового зонду теплового насосу	2	0
Практичне заняття 6. Визначення теплотворної здатності біомаси	2	0
Практичне заняття 7. Випробування котла при спалюванні біомаси. Аналіз складу димових газів	2	0
Усього	14	0

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 та лабораторних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;

- підготовка до виконання контрольної роботи;
- підготовка до тестування;
- підготовка до складання екзамену за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
1	2	3	4
	Тема 1. Термінологія та визначення у сфері відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Класифікація відновлювальних та альтернативних джерел енергії		
1	Класифікація ВДЕ та АДЕ: критерії та приклади.	2	3
2	Базові терміни: ВДЕ/АДЕ, енергетичний ресурс, енергоносії, кінцева енергія.	2	3
3	Керовані й некервані ВДЕ: відмінності та наслідки для енергосистеми.	2	3
	Тема 2. Вибір проєктів з використання відновлювальних та альтернативних джерел енергії		
4	Порівняння проєктів ВДЕ/АДЕ за технічними, економічними та екологічними критеріями.	3	4
5	Вихідні дані для скринінгу: навантаження, ресурс, обмеження об'єкта, приєднання.	2	4
6	Ключові ризики проєктів ВДЕ та підходи до їх мінімізації.	3	4
	Тема 3. Особливості впровадження проєктів з відновлювальних та альтернативних джерел енергії. Міжнародний досвід		
5	Міжнародний досвід і нормативні підходи підтримки/регулювання ВДЕ	3	4
6	Типові бар'єри впровадження та практики їх подолання	2	3
7	Приклади інтеграції ВДЕ у теплопостачання та промислові системи	2	4
	Тема 4. Геліосистеми. Різновиди та будова		
8	Різновиди геліосистем: активні/пасивні; для ГВП, опалення, технологічного тепла.	3	4
9	Можливі схеми підключення: переваги та недоліки основних рішень.	3	4
10	Склад і призначення елементів геліосистеми (колектор, бак, автоматика, безпека).	2	4
	Тема 5. Використання сонячних колекторів та панелей як альтернативних джерел енергії		
12	Можливості й обмеження сонячних колекторів та PV: сезонність, площа, орієнтація, затінення.	3	4
13	Порівняння сонячної теплової та PV у задачах теплоенергетики	3	4
14	Роль накопичення (теплового/електричного) для підвищення частки самоспоживання.	2	4
	Тема 6. Теплові насоси. Класифікація, сфера застосування		
15	Класифікація ТН за джерелом і споживачем (повітря–вода, ґрунт–вода, вода–вода тощо).	3	5

1	2	3	4
16	Особливості застосування ТН у житловому секторі та вимоги до температурних графіків.	3	5
17	Фактори, що визначають COP/SCOP (температури, режими, гідравліка).	3	4
	Тема 7. Види сучасних теплових насосів. Головні принципи їх роботи		
18	Будова теплового насоса: основні вузли та їх функції.	3	4
19	Принцип парокомпресійного циклу та роль робочого тіла.	3	4
20	Вплив типу компресора/холодоагенту на ефективність і екологічність	2	4
	Тема 8. Схеми застосування теплових насосів та компоновка систем		
21	Схеми опалення з ТН: моно- та бівалентні, з піковим/резервним догрівом.	4	5
22	Компоновка системи: буферна ємність, бойлер ГВП, гідравлічні розв'язки, автоматика.	3	5
23	Вибір низькотемпературних споживачів (тепла підлога тощо) для підвищення COP.	3	5
	Тема 9. Особливості впровадження проєктів із використання біомаси для отримання теплової і електричної енергії		
24	Основні види енергетичних культур: вирощування, логістика, горючі характеристики.	3	5
25	Принципи сталого розвитку в біоенергетиці: ресурсна база та обмеження.	3	4
26	Когенерація/тригенерація: сутність, переваги та сфери доцільності	3	5
	Тема 10. Використання органічного циклу Ренкіна в системах з альтернативними джерелами енергії		
27	Призначення ORC та джерела теплоти, придатні для бінарних циклів (ВЕР/біомаса/геотермальна).	2	4
28	Критерії вибору робочих тіл ORC (безпека, температурні рівні, ефективність).	3	4
29	Показники ефективності циклу: ККД, питома робота, виробіток	3	4
	Тема 11. Основні технічні рішення при реконструкції та будівництві котельних на біомасі		
30	Типові технічні рішення: паливоподача, топка, теплообмін, золовидалення, очищення газів.	3	4
31	Вимоги до біопалива (вологість, зольність, фракція) та їх вплив на обладнання.	3	4
32	Надійність і безпека: пожежна безпека, пил, складування, резервування.	2	4
	Тема 12. Виробництво та використання біогазу		
33	Стадії анаеробного зброджування та чинники виходу біогазу.	3	4
34	Порівняння варіантів використання: котли, когенерація, очищення до біометану.	2	4
35	Сировина та підготовка субстрату: коферментація, стабільність процесу	2	3
	Тема 13. Екологічний ефект від упровадження проєктів відновлювальних та альтернативних джерел енергії		
36	Екологічні наслідки ВДЕ/АДЕ: позитивні ефекти та потенційні впливи.	3	4
37	Екологічні характеристики біоенергетичних установок (викиди, зола, шум, логістика).	2	4
38	Заходи мінімізації впливів і принципи екологічної відповідальності проєктів.	2	3

1	2	3	4
	Тема 14. Рекомендації з підготовки техніко-економічного обґрунтування проєктів із чистої енергії		
39	Структура ТЕО: вихідні дані, припущення, межі розрахунку	2	4
40	Показники ефективності: CAPEX/OPEX, окупність, NPV/IRR, чутливість.	3	4
41	Оцінка ризиків і нефінансових ефектів (CO ₂ , надійність, експлуатація).	3	4
	Тема 15. Місце альтернативних джерел енергії у концепції будівель з нульовим енергоспоживанням		
42	Енергетичний баланс NZEB: споживання–генерація та роль енергоефективності.	2	3
43	Роль ВДЕ та високоефективних систем (ТН, рекуперація, акумуляування) у досягненні NZEB.	3	4
44	Типові конфігурації: PV + ТН + вентиляція з рекуперацією + накопичення.	2	4
	Разом	118	180

13. Індивідуальні завдання

Не передбачено планом

14. Методи навчання

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

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

Під час проведення лекцій, практичних і лабораторних 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, робота із вимірювальними приладами та стендовим обладнанням в лабораторії.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом оцінювання знань студентів під час практичних та лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та контрольних робіт, 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 занятті. На підставі результатів поточного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового екзамену.

16. Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру

а) денна форма здобуття освіти

Схема нарахування балів* з навчальної дисципліни

«Альтернативні та відновлювані 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	Тема 15
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Виконання практичних завдань	<i>Практичне заняття</i>														
		1			2		3	4		5	6	7		8	9
	1			1		1	1		1	1	1		1	1	
Виконання лабораторних завдань	<i>Лабораторне заняття</i>														
				1	2	3	4	5	6					7	
			1	1	1	1	1	1					1		
Тестування										9					
Виконання контрольної роботи			10												
Всього за темами	1	2	11	2	3	2	3	3	2	12	2	1	3	2	1
Екзамен	50														
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100														

б) дистанційна форма здобуття освіти
Схема нарахування балів* з навчальної дисципліни
«Альтернативні та відновлювані 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	Тема 15
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Виконання контрольної роботи	12					11			12						
Екзамен	50														
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100														

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 лабораторних завдань

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

**Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи 1, 3
(дистанційна форма здобуття освіти)**

Бали	Критерії оцінювання
11-12	Виконання завдань контрольної 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.
7-10	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.
4-6	Виконання завдань контрольної 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.
0-3	Завдання контрольної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи 2
(дистанційна форма здобуття освіти)**

Бали	Критерії оцінювання
9-11	Виконання завдань контрольної 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.
6-8	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.
3-5	Виконання завдань контрольної 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.
0-2	Завдання контрольної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи
(денна форма здобуття освіти)**

Бали	Критерії оцінювання
8-10	Виконання завдань контрольної 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.
4-7	Виконання завдань контрольної 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.
0-3	Завдання контрольної 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, $0,45 \times 20 = 9$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання екзамену

Завдання	Бали	Критерії оцінювання
Тестування	0-50	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($2 \times 25 = 50$), 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	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них при підсумковому контролі у вигляді екзамену 50 балів відведено на поточний контроль і 50 балів – на підсумковий контроль.

1. Поточний контроль.

Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином: робота на практичних і лабораторних заняттях (виконання практичних

завдань, захист лабораторних робіт, а в разі їх пропусків із поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять), самостійна робота – до 50 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 та лабораторне заняття мають бути відпрацьовані впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях 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 25 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

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

17. Методичне забезпечення

1. 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.

2. 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 КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 244 с.

3. Системи централізованого тепlopостачання 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. Колієнко А.Г. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії. Практичний посібник. – К.: ТОВ «Поліграфплюс», 2015. – 174 с.

Допоміжна

1. 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.
2. Гічов Ю.О. Конспект лекцій із курсу «Прикладні задачі енергозбереження» для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика” усіх форм навчання. Частина 1 / Ю.О. Гічов, І.В. Чернецька. – Полтава: Національний університет “Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022 – 54 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Титко Р., Калініченко В. Відновлювані джерела енергії (досвід Польщі для України). Варшава: Видавництво OWG, 2012. – 653 с.
7. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру : навч. посіб. / С. В. Сиротюк, В. М. Боярчук, В. П. Гальчак. – Львів : Магнолія , 2018. – 182 с.
8. 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.
8. Колієнко А.Г. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. К.: АВЕ, 2015. – 206 с.
9. Krot O.P., Kutnyi V.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>.
10. 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>
11. 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.
12. Yurii Holik; Olga Krot; Iryna Chernetska; Iuliia Chepurko; 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>
13. 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. Інтернет-ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle:
<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-biomasy-yak-palyvnoyi-syrovyny-ta-yih-vlastyivosti.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
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
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>