

**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

« 28 » 08 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ВІДНОВЛЮВАНІ ВИДИ ПАЛИВА»

(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 «Відновлювані види палива»
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 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	дистанційна
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>14 – електрична інженерія</u> (шифр і назва)	Вибіркова	
Загальна кількість годин – 150			
Модулів – 1	Спеціальність <u>144 – «Теплоенергетика»</u> (шифр і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		3-й	3-й
		Семестр	
Індивідуальне завдання – не передбачено	Ступінь вищої освіти: <u>бакалавр</u>	Лекції	
		24 год.	0
		Практичні заняття	
		18 год.	0
		Лабораторні роботи	
		10 год.	0
		Самостійна робота	
		98 год.	150
		Індивідуальна робота	
		-	
Вид контролю			
екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми здобуття освіти – 52/98.

для дистанційної форми здобуття освіти – 0/150.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування системного уявлення про номенклатуру, властивості, технології отримання, підготовки, зберігання та використання відновлюваних видів палива з акцентом на їх практичне застосування в теплоенергетичних системах; набуття знань і вмінь щодо оцінювання паливних характеристик і якості, розрахунку енергетичного потенціалу та екологічних показників, вибору раціональних схем виробництва й використання, а також забезпечення безпечної й ефективної експлуатації установок на відновлюваних паливах.

Компетентності за ОПП:

- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.
- Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.
- Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.
- Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.
- Здатність ставити технічні завдання, щодо розрахунків основного обладнання високотемпературних установок.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою вивчення навчальної дисципліни є дисципліни, що формують основу підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня.

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Програмні результати навчання за ОПП:

- Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
- Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
- Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.
- Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.
- Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.
- Вміти застосовувати раціональні технології функціонування теплоенергетичних систем традиційних та інноваційних на базі 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 за національною шкалою	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 постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення.	Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних

			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 може усувати за допомогою викладача.	положень дисципліни
60-63	E	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення. 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/зalicу	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 відсутня.	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/зalicу.	Незадовільний , здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює програма навчальної дисципліни

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен; тестування; опитування; презентація результатів виконаних практичних завдань; виконання завдань на лабораторному обладнанні.

7. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ. Роль відновлюваних видів палива в енергетиці та декарбонізації.

Поняття про відновлювані види палива. Місце відновлюваних видів палива у паливно-енергетичному балансі та енергетичній безпеці. Внесок у скорочення викидів і підвищення стійкості тепlopостачання. Типові напрями застосування: котельні, ТЕЦ/СНР, промислове тепло, транспорт.

Тема 2. Класифікація відновлюваних палив та нормативно-термінологічна база.

Класифікація біопалив за агрегатним станом, походженням і технологією отримання. Показники якості палива (вологість, зольність, теплота згорання, домішки, гранулометрія) та їх практичне значення. Вимоги стандартів і технічних умов до якості та безпечної експлуатації.

Практичне заняття № 1.

Тема 3. Сировинна база біоенергетики та логістика.

Джерела біомаси: агро- і лісові ресурси, органічні відходи, енергетичні культури. Ланцюг постачання “заготівля–транспорт–зберігання–подача” з урахуванням сезонності та стабільності. Критерії вибору сировини: доступність, вартість, сталість, ризики постачання.

Практичне заняття № 2.

Тема 4. Паливні характеристики біомаси та методи їх визначення.

Фізико-хімічні властивості біомаси та їх вплив на горіння/конверсію й роботу обладнання. Методики визначення вологості, зольності, елементного складу, нижчої теплоти згорання та фракційного складу. Наслідки відхилення показників якості: недопал, шлакування, корозія, зростання викидів.

Лабораторне заняття № 2.

Тема 5. Тверді біопалива: щепи, пелети, брикети, торрефікована біомаса.

Порівняння видів твердого біопалива за енергоемністю, стабільністю якості, зольністю та логістикою. Вимоги до зберігання і безпеки: самозігрівання, пил, пожежонебезпека, вологозахист. Вибір палива під тип котла/пальника та режим роботи котельні.

Лабораторне заняття № 1.

Тема 6. Підготовка та кондиціонування біомаси.

Технологічні операції підготовки палива: сортування, подрібнення, сушіння, сепарація домішок, гранулювання/брикетування. Вплив підготовки на стабільність горіння, ККД, надійність і експлуатаційні витрати. Енерговитрати на підготовку як фактор собівартості тепла/електроенергії.

Практичне заняття № 3.

Лабораторне заняття № 3.

Тема 7. Термохімічна конверсія біомаси.

Технології спалювання, газифікації та піролізу, отримуваних енергоносіїв та їх призначення. Порівняння технологій за ефективністю, вимогами до палива, складністю реалізації та екологічними показниками. Типові енергетичні схеми: теплова генерація, СНР, отримання генераторного газу, виробництво біовугілля.

Практичне заняття № 4, 5.

Тема 8. Рідкі біопалива: біоетанол, біодизель, НВО та перспективні біопалива.

Сировина та основні технологічні маршрути виробництва рідких біопалив. Паливні властивості, сумісність із пальниками/двигунами, вимоги до зберігання та змішування. Обмеження сталості: ресурсна база, конкуренція з продовольчим сектором, вуглецевий баланс.

**Практичне заняття № 6.
Лабораторне заняття № 4.**

Тема 9. Біогаз: виробництво, очищення та використання.

Режими анаеробного зброджування, типи сировини та фактори виходу біогазу і стабільності процесу. Підготовка біогазу: осушення, видалення H_2S та CO_2 , доведення до біометану. Напрями використання: котли, когенерація, подача в газову мережу, локальні енергосистеми.

Тема 10. Обладнання та системні рішення для відновлюваних палив у теплоенергетиці.

Склад котельних/СНР на біомасі та біогазі: котли/пальники, паливоподача, золовидалення, тягодуттєве обладнання. Рішення для підвищення ефективності та екологічності: економайзери, конденсаційна утилізація, очищення димових газів, теплоаккумуляція. Інтеграція з іншими джерелами та системами керування, резервування і гібридні схеми.

**Практичне заняття № 7.
Лабораторне заняття № 5.**

Тема 11. Водень як відновлюване паливо: “зелений” H_2 та похідні.

Отримання “зеленого” водню електролізом на електроенергії з ВДЕ та особливості енергетичного балансу. Варіанти зберігання і транспортування та вимоги безпеки (стиснення, криогенне, носії). Напрями використання у теплопостачанні та промисловості, включно з power-to-gas і сумішевим спалюванням.

Практичне заняття № 8, 9.

Тема 12. Порівняння відновлюваних видів палива з традиційними енергоресурсами (ТЕР): технічні, економічні та екологічні критерії.

Порівняння біопалив із природним газом, вугіллям і мазутом за теплою згоряння, стабільністю якості, вимогами до зберігання/логістики та технологією спалювання. Оцінка впливу заміщення ТЕР на ККД установок, експлуатаційні витрати та надійність теплопостачання. Порівняння викидів і екологічних наслідків, формування висновків щодо доцільних сценаріїв заміни ТЕР на об'єктах теплоенергетики.

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.
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Вступ. Роль відновлюваних видів палива в енергетиці та декарбонізації.	8	2				6
Тема 2. Класифікація відновлюваних палив та нормативно-термінологічна база.	10	2	2			6
Тема 3. Сировинна база біоенергетики та логістика.	12	2	2			8
Тема 4. Паливні характеристики біомаси та методи їх визначення.	12	2		2		8
Тема 5. Тверді біопалива: щєпа, пелети, брикети, торрефікована біомаса.	12	2		2		8
Тема 6. Підготовка та кондиціювання біомаси.	14	2	2	2		8

Тема 7. Термохімічна конверсія біомаси.	16	2	4			10
Тема 8. Рідкі біопалива: біоетанол, біодизель, HVO та перспективні біопалива.	16	2	2	2		10
Тема 9. Біогаз: виробництво, очищення та використання.	10	2				8
Тема 10. Обладнання та системні рішення для відновлюваних палив у теплоенергетиці.	16	2	2	2		10
Тема 11. Водень (H ₂) як відновлюване паливо: “зелений” водень та похідні.	14	2	4			8
Тема 12. Порівняння відновлюваних видів палива з традиційними енергоресурсами (ТЕР): технічні, економічні та екологічні критерії.	10	2				8
Усього годин	150	24	18	10		98

б) для дистанційної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Тема 1. Вступ. Роль відновлюваних видів палива в енергетиці та декарбонізації.	10					10
Тема 2. Класифікація відновлюваних палив та нормативно-термінологічна база.	10					10
Тема 3. Сировинна база біоенергетики та логістика.	12					12
Тема 4. Паливні характеристики біомаси та методи їх визначення.	12					12
Тема 5. Тверді біопалива: щепи, пелети, брикети, торрефікована біомаса.	12					12
Тема 6. Підготовка та кондиціонування біомаси.	12					12
Тема 7. Термохімічна конверсія біомаси.	12					14
Тема 8. Рідкі біопалива: біоетанол, біодизель, HVO та перспективні біопалива.	14					14
Тема 9. Біогаз: виробництво, очищення та використання.	14					12
Тема 10. Обладнання та системні рішення для відновлюваних палив у теплоенергетиці.	14					14
Тема 11. Водень (H ₂) як відновлюване паливо: “зелений” водень та похідні.	14					14
Тема 12. Порівняння відновлюваних видів палива з традиційними енергоресурсами (ТЕР): технічні, економічні та екологічні критерії.	14					14
Усього годин	150					150

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. Класифікація відновлюваних палив і нормативні вимоги до якості.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Класифікація біопалив за агрегатним станом, походженням і способом отримання. 2. Визначення ключових показників якості (вологість, зольність, теплота згорання, домішки, гранулометрія) та їх вплив на роботу обладнання. 3. Аналіз вимог стандартів/техумов і оформлення короткої таблиці відповідності “показник–допустимий рівень–наслідки відхилень”. 	2	0
<p>Практичне заняття 2. Оцінювання сировинної бази та логістики біомаси: ресурс, сезонність, ланцюг постачання.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вибір 2–3 видів сировини для конкретного об’єкта та оцінка доступності/стабільності постачання. 2. Побудова ланцюга “заготівля–транспортування–зберігання–подача” з урахуванням сезонності та втрат. 3. Порівняння варіантів за вартістю, ризиками та вимогами до інфраструктури. 	2	0
<p>Практичне заняття 3. Вибір технологічної лінії підготовки біомаси та оцінка енерговитрат.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формування переліку операцій підготовки (подрібнення, сушіння, сепарація домішок, гранулювання/брикетування) під заданий тип палива. 2. Підбір типового складу обладнання та визначення вимог до якості палива після підготовки. 3. Оцінка енерговитрат на підготовку та їх впливу на собівартість тепла/електроенергії. 	2	0
<p>Практичне заняття 4. Порівняння технологій термохімічної конверсії біомаси: спалювання, газифікація, піроліз.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Порівняння технологій за вимогами до палива, складністю, ефективністю та екологічними показниками. 2. Вибір доцільної технології для заданих умов. 3. Обґрунтування вибору та ризиків реалізації. 	2	0

<p>Практичне заняття 5. Побудова енергетичної схеми когенерації (СНР) на біомасі або генераторному газі: базовий баланс і показники ефективності</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудова принципової схеми когенераційної установки та визначення потоків енергії. 2. Розрахунок базових показників: електрична/теплова потужність, загальний ККД, частка корисного використання теплоти. 3. Аналіз впливу режимів роботи та графіка теплового навантаження на ефективність використання СНР. 	2	0
<p>Практичне заняття 6. Рідкі біопалива: вибір виду палива та обґрунтування сумішей за експлуатаційними вимогами.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Порівняння біодизелю, дизеля та їх сумішей (B20/B50) за властивостями й умовами застосування, включно з температурною поведінкою та зберіганням. 2. Оцінка сумісності з пальниками та двигунами, а також вимог до фільтрації й підігріву. 3. Формування рекомендацій щодо доцільної частки біокомпонента для заданого сценарію використання. 	2	0
<p>Практичне заняття 7. Компоновка котельні та когенераційної установки на біомасі або біогазі: підбір обладнання та принципова схема обв'язки.</p> <p>Визначення складу основного й допоміжного обладнання (паливоподача, котел або пальник, золовидалення, тягодуттєве, очищення газів, теплоаккумуляція).</p> <p>Побудова принципової схеми обв'язки з урахуванням безпеки та резервування.</p> <p>Підготовка короткого переліку параметрів для підбору ключових вузлів і вимог до приміщення та експлуатації.</p>	2	0
<p>Практичне заняття 8. “Зелений” водень: енергобаланс електролізу та інтеграція з ВДЕ.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розрахунок потреби в електроенергії для виробництва заданої кількості H_2 і оцінка ефективності ланцюга “ВДЕ → електроліз → H_2”. 2. Аналіз режимів роботи (денні профілі ВДЕ, використання надлишків, обмеження потужності). 3. Формування висновку щодо доцільності застосування водню як енергетичного буфера порівняно з іншими варіантами. 	2	0
<p>Практичне заняття 9. Зберігання і використання водню в теплопостачанні: вибір способу, сценарії застосування, безпека.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Порівняння способів зберігання (стиснений, криогенний, хімічні носії) за безпекою, енерговитратами та придатністю для об'єкта. 2. Розроблення сценарію використання в теплопостачанні (пікове/резервне, сумішеве спалювання, power-to-heat через паливний елемент). 3. Визначення ключових вимог безпеки, контролю витоків і організаційних заходів експлуатації. 	2	0
<p>Разом</p>	18	0

11. Перелік питань для лабораторних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
<p>Лабораторне заняття 1. Контроль якості твердих біопалив (пелети/брикети): насипна щільність, фракційний склад, механічна міцність.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначення насипної щільності та частки дрібної фракції (крихти/пилу). 2. Оцінка механічної міцності та стійкості до стирання. 3. Оцінювання придатності палива для систем подачі та стабільності горіння. 	2	0
<p>Лабораторне заняття 2. Визначення вологості та зольності біомаси</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сушіння проби до сталої маси та розрахунок вологості. 2. Прожарювання висушеної проби в муфельній печі та визначення зольності. 3. Інтерпретація впливу вологості/зольності на ККД, шлакування та експлуатаційні ризики котлів. (щепа/пелети/агробіомаса). 	2	0
<p>Лабораторне заняття 3. Визначення теплоти згорання біопалива (калориметрія) та перерахунок НТЗ для “робочого стану”.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вимірювання вищої теплоти згорання на калориметрі за методикою приладу. 2. Перерахунок до нижчої теплоти згорання з урахуванням вологості та вмісту водню (за вихідними даними/результатами лабораторної №2). 3. Порівняння 2–3 зразків і висновок щодо енергетичної цінності палива після підготовки. 	2	0
<p>Лабораторне заняття 4. Рідкі біопалива: визначення кінематичної в’язкості капілярним віскозиметром і порівняння дизеля, біодизеля та сумішей B20/B50.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Підготовка зразків та термостатування до заданої температури. 2. Вимір часу витікання між мітками та розрахунок кінематичної в’язкості. 3. Аналіз впливу складу суміші/температури на в’язкість і висновок щодо подачі, фільтрування та потреби підігріву. 	2	0
<p>Лабораторне заняття 5. Показники горіння та викидів при спалюванні біопалива (CO, NO_x, O_2, t димових газів) і налаштування режиму.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вимір параметрів димових газів газоаналізатором у кількох режимах подачі повітря/тяги. 2. Визначення коефіцієнта надлишку повітря та ознак неповного згорання. 3. Вибір раціонального режиму за мінімумом CO при прийнятних NO_x і температурних показниках. 	2	0
Разом	10	0

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з технічними 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 для дистанційної форми здобуття освіти;
- підготовка до тестування;
- підготовка до екзамену.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	Тема 1. Вступ. Роль відновлюваних видів палива в енергетиці та декарбонізації		
1	Типові напрями застосування відновлюваних видів палива у теплоенергетиці та промисловості; приклади схем енергоконверсії.	3	5
2	Показники декарбонізації та енергетичної безпеки: оцінка заміщення ТЕР, скорочення CO ₂ та підвищення стійкості теплопостачання.	3	5
	Тема 2. Класифікація відновлюваних палив та нормативно-термінологічна база		
3	Класифікація відновлюваних палив (тверді, рідкі, газоподібні) та приклади сировини й кінцевих продуктів.	2	4
4	Показники якості палива (вологість, зольність, НТЗ/ВТЗ, домішки, гранулометрия) та їх вплив на ККД і викиди.	2	3
5	Нормативні вимоги та маркування біопалив: які параметри перевіряють під час приймання партії (пелети, біодизель, біогаз).	2	3
	Тема 3. Сировинна база біоенергетики та логістика		
6	Порівняння джерел біомаси (агро-, лісова, органічні відходи, енергокультури) за доступністю, сезонністю та сталим походженням.	4	6
7	Ланцюг постачання «заготівля–транспортування–зберігання–подача»: типові втрати, ризики та заходи мінімізації.	4	6
	Тема 4. Паливні характеристики біомаси та методи їх визначення		
8	Елементний склад і теплота згоряння біомаси; перерахунок нижчої теплоти згоряння на робочий стан палива.	2	4
9	Методики визначення вологості та зольності біомаси; інтерпретація результатів для вибору обладнання та режимів горіння.	3	4
10	Вплив відхилення якості біопалива на експлуатаційні проблеми: недопал, шлакування, корозія, забруднення теплообмінників.	3	4
	Тема 5. Тверді біопалива: щепи, пелети, брикети, торрефікована біомаса		

11	Порівняння щепи, пелет і брикетів за енергоємністю, зольністю, стабільністю якості та логістичними витратами.	3	4
12	Вимоги до зберігання твердих біопалив: самозігрівання, пил, пожежна безпека, вологозахист і вентиляція складу.	3	4
13	Критерії вибору типу котла/топки під тверде біопаливо з урахуванням фракції, вологості та зольності.	2	4
	Тема 6. Підготовка та кондиціонування біомаси		
14	Технологічні операції підготовки біомаси (подрібнення, сушіння, сепарація) та їх вплив на якість палива й стабільність горіння.	3	4
15	Гранулювання/брикетування: вимоги до сировини, основні параметри процесу та енерговитрати; вплив на якість палива.	3	4
16	Порівняння систем подачі твердого палива (шнекова, стрічкова, пневмотранспорт) залежно від фракції та пилюватості.	2	4
	Тема 7. Термохімічна конверсія біомаси		
17	Порівняння спалювання, газифікації та піролізу біомаси за продуктами процесу, сферами застосування та вимогами до палива.	4	6
18	Показники ефективності установок термохімічної конверсії: ККД, питомі витрати палива, корисне використання теплоти.	3	4
19	Екологічні аспекти термохімічної конверсії: утворення CO, NO _x , пилу та золи; основні заходи зниження викидів.	3	4
	Тема 8. Рідкі біопалива: біоетанол, біодизель, НВО та перспективні біопалива		
20	Технологічні маршрути виробництва біодизеля та біоетанолу; сировинні обмеження та критерії сталості.	3	4
21	Паливні властивості рідких біопалив (густина, в'язкість, водовміст, цетанове/октанове число) та вплив на подачу і розпилення.	3	4
22	Суміші біодизель–дизель (Вхх): вибір частки біокомпонента, сезонність застосування, вимоги до зберігання та фільтрації.	4	6
	Тема 9. Біогаз: виробництво, очищення та використання		
23	Фактори виходу та стабільності біогазоутворення: типи субстратів, режим (температура), рН, співвідношення C/N.	3	4
24	Очищення біогазу: осушення, видалення H ₂ S і CO ₂ ; призначення операцій та вплив на обладнання.	2	4
25	Напрями використання біогазу: котли, когенерація, доведення до біометану; критерії вибору для об'єкта теплопостачання.	3	4
	Тема 10. Обладнання та системні рішення для відновлюваних палив у теплоенергетиці		
26	Основні елементи котельні на біомасі: паливоподача, котел/пальник, тягодуттєве обладнання, очищення газів, золовидалення.	2	4
27	Технічні рішення для підвищення ефективності біокотелень: економайзери, конденсаційна утилізація, теплоакмуляція.	4	5
28	Інтеграція установок на біопаливі у систему теплопостачання: резервування, автоматика, гібридні схеми з ТЕР/ВДЕ.	4	5
	Тема 11. Водень як відновлюване паливо: «зелений» H₂ та похідні		
29	Енергобаланс «зеленого» водню: питомі витрати електроенергії на електроліз та вихід H ₂ ; чинники ефективності.	2	4
30	Способи зберігання водню (стиснений, криогенний, хімічні носії) та порівняння за енерговитратами, щільністю й безпекою.	2	3
31	Технології використання водню для теплопостачання: пальники,	2	3

	сумішеве спалювання, паливні елементи; особливості інтеграції.		
32	Вимоги безпеки при роботі з воднем: ризики, вентиляція, детекція витоків, вибухозахист і організаційні заходи.	2	4
	Тема 12. Порівняння відновлюваних видів палива з традиційними енергоресурсами (ТЕР)		
33	Порівняння відновлюваних палив з ТЕР за техніко-економічними критеріями: ККД, витрати палива, логістика, експлуатація.	4	7
34	Порівняння екологічних показників відновлюваних палив і ТЕР: CO ₂ , NO _x , пил, зола; умови доцільного заміщення.	4	7
	Разом	45	150

13. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання не передбачено навчальним планом.

14. Методи навчання

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

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних, лабораторних занять, індивідуальних та групових консультацій.

Під час проведення лекцій, практичних, лабораторних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення. До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

Перед проведенням практичних та лабораторних занять викладачами проводиться вступний інструктаж. Під час проведення практичних занять студенти вирішують задачі. Під час лабораторних робіт виконуються демонстраційні експерименти, вимірювання теплотехнічних параметрів, порівняльний аналіз результатів експериментів, навчання через дослідження. Лабораторні роботи проводяться у лабораторіях кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики з використанням муфельної печі, капілярних віскозиметрів, лабораторних вагів, газоаналізатора, калориметричної установки, іншого допоміжного обладнання та вимірювальних приладів.

Методи навчання, які дозволяють формувати soft skills: робота в команді, робота в малих групах, ротація ролей, рефлексія щодо отриманих результатів, можливих похибок та шляхів удосконалення експериментів на лабораторних заняттях; дискусії та презентації виконаних завдань, проблемно-орієнтоване навчання на практичних заняттях.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час практичних та лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті.

Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового екзамену.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Схема нарахування балів* для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Відновлювані види палива» за видами робіт

Види робіт/контролю	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	
	Практичне заняття												
			1			2	3	4	5		6	7	8
	Лабораторне заняття												
Опитування			2			2		2		2			
Виконання практичних завдань		2	2			2	2	2		2	2	2	
Виконання лабораторних завдань			2	2		2		2		2			
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Тестування							2						
Всього за темами	1	3	7	3	1	7	7	7	1	7	5	1	
Екзамен	50												
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100												

*В Таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Схема нарахування балів* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Відновлювані види палива» за видами робіт

Види робіт/контролю	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
Виконання контрольної роботи							12					12
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Тестування							2					
Всього за темами	2	2	2	2	2	2	16	2	2	2	2	14
Екзамен	50											
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100											

*В Таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

Бали	Критерії оцінювання
2	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
1	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	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 занять

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	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 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.

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи
для дистанційної форми здобуття освіти**

Бали	Критерії оцінювання
2	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.
1	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.

**Шкала та критерії оцінювання виконання контрольних робіт
для дистанційної форми здобуття освіти**

Бали	Критерії оцінювання
11-12	Відповідь надана у письмовій формі, повна (не менше 90% потрібної інформації) та правильна.
9-10	Відповідь надана у письмовій формі, достатньо повна (не менше 75% потрібної інформації) або повна з незначними неточностями.
6-8	Відповідь надана у письмовій формі, неповна (не менше 60% потрібної інформації) з несуттєвими помилками.
3-5	Відповідь надана у письмовій формі, коротка (менше 30% потрібної інформації) із помилками.
0-2	Відповідь відсутня або неправильна

Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (наприклад, $0,2 \times 10 = 2$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

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

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1. 2 Теоретичні питання. (макс. по 15 балів)	12-15	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	8-11	Питання розкрито, матеріал викладено у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	4-7	Питання розкрито в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	0-3	Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
2.	16-20	Завдання вирішено повністю та правильно, виклад рішення здійснено

Задача		чітко, у логічній послідовності, відповідь обґрунтована, що свідчить про високий рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	11-15	Завдання вирішено правильно або із незначними неточностями, виклад рішення здійснено 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.
	6-10	Завдання вирішено, однак рішення містить помилки, порушена логічність викладу матеріалу, що свідчить про середній рівень засвоєння теоретичного матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	0-5	Відсутнє вирішення завдання або вирішення з суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

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- не задовільно
0-34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	2 - не задовільно

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

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

1. Поточний контроль: результати опитування, робота на практичних, лабораторних заняттях (виконання практичних завдань, захист лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять), виконання завдань самостійної роботи та тестування – до 50 балів.

Присутність на заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

2. Підсумковий контроль:

Підсумковим контролем є екзамен. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. Чернецька І.В. Курс лекцій з дисципліни «Відновлювані види палива» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання. Полтава: Полтавська політехніка, 2025. – 47 с.
2. Чернецька І.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Відновлювані види палива» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання. – Полтава: Полтавська політехніка, 2025.– 22 с.
3. Кутний Б.А. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Відновлювані види палива» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання. – Полтава: Полтавська політехніка, 2025.– 20 с.
4. Чернецька І.В. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Відновлювані види палива» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2025. – 18 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Виробництво енергії з біомаси в Україні: технології, розвиток, перспективи : монографія / Ін-т технічної теплофізики НАН України; за ред. Г. Гелетути. — Київ : Академперіодика, 2022. — 373 с. — ISBN 978-966-360-464-0.
2. Каленська С. М. та ін. Енергетичні та сировинні рослини ресурси : навч. посіб. — Київ : ТОВ «Центр поліграфії «Компринт», 2022. — 322 с.
3. Каленська С. М., Рахметов Д. Б., Єременко О. А. та ін. Біологічна сировина для виробництва паливно-мастильних матеріалів. — Київ : ЦП «КОМПРИНГ», 2021. — 657 с.
4. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / під заг. ред. В. М. Сінченка. — Вінниця : «ТВОРИ», 2023. — 346 с.
5. Міскантус в Україні : монографія. — Київ : ТОВ «ЦП «Компринт», 2019. — 256 с. — ISBN 978-617-7804-11-5.
6. Рахметов Д. Б., Щербакова Т. О., Рахметов С. Д. Міскантус в Україні: інтродукція, біологія, біоенергетика : монографія. — Київ : Фітосоціоцентр, 2015. — 158 с.
7. Кулик М. І. та ін. Енергетичні культури: сортимент, біологія, екологія, агротехнологія : колективна монографія. — Полтава : Астроя, 2023. — 220 с.
8. Ковальов І. О., Ратушний О. В. Альтернативні джерела енергії України : навч. посіб. — Суми : Вид-во СумДУ, 2015. — 201 с.
9. Вдовенко Л. І. Біогазові технології: перспективи та розвиток. — Київ : Наукова думка, 2020. — 268 с.
10. Luque R., Lin C. S. K., Wilson K., Du C. (eds.). Handbook of Biofuels Production: Processes and Technologies. 3rd ed. — [Б. м.] : Woodhead Publishing, 2022. — 612 p. — ISBN 9780323915212.
11. Ghenai C. Fundamental Principles of Sustainable Hydrogen Energy Value Chain. — Singapore : Springer Singapore, 2025. — XVII, 330 p.
12. Hydrogen Safety for Energy Applications: Engineering Design, Risk Assessment, and Codes and Standards / eds. A. Kotchourko, T. Jordan. — [Б. м.] : Butterworth-Heinemann, 2022. — 405 p. — ISBN 978-0-12-820492-4.

Допоміжна

1. Желих В. М., Фурдас Ю. В. Біогазові технології: теорія і практика : монографія. — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2015. — 164 с.
2. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : підручник. — Київ : НТУУ «КПІ», 2012. — 492 с.

3. Відновлювані джерела енергії / за ред. С. О. Кудрі. — Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. — 392 с.
4. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Боднар Л. А. Котельні установки : навч. посіб. — Вінниця: ВНТУ, 2016. — 185 с.
5. Крот О.П. Перспективи утилізації твердих побутових відходів навчальних закладів шляхом спалювання / О.П. Крот , І.В. Чернецька, О.О. Воробйов // Практичні питання функціонування і відновлення об'єктів муніципальної інфраструктури та промисловості України в сучасних умовах: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Київ, 16 – 17 листопада 2023 року), С. 151 – 156.
6. Підвищення енергоефективності біогазового комплексу / І. В. Чернецька, В. О. Панченко // *Матеріали III Міжнар. наук.-практ. конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»)* (16–17 квітня 2024 р., м. Київ). – Київ : КНУБА, 2024. – С. 381-386.
https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/05/zbirnyk_gotovyj-4.pdf
7. Комплексна оцінка енергетичного потенціалу біомаси та муніципальних відходів у Полтавському регіоні / Ю. С. Голік, О. П. Крот, І. В. Чернецька, Ю. В. Чепурко, Т. М. Серга // *Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії* : зб. тез доп. міжнар. конф. (Харків, 11–12 бер. 2024 р.). – Харків : Бровін О. В., 2024. – С. 290–293.
<https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/16138>
8. Чернецька І.В. Аналіз можливих видів альтернативного палива для котелень КП "Миргородтеплоенерго" з урахуванням місцевих чинників / І.В. Чернецька, С.М. Заєць // Тези доповідей 75-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». м. Полтава, Україна, 2023, том. 2, С. 213 – 215.
9. 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> (Scopus)
10. Паливо та ефективність його використання : наук.-виробн. вид. / А. Г. Колієнко, О. В. Крошка. – Полтава : АСМІ, 2025. – 476 с. URL:
<https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/20321>.
11. Колієнко А.Г., Фактори використання відходів у якості палива в теплоенергетичних системах. Частина 1. Дослідження процесів горіння ТПВ. - Енергетика і автоматика, К., НУБіП, 2023, №5, с. 48-57. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/issue/view/767>
<http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/14075>
12. Колієнко А.Г. Використання відходів у якості палива в теплоенергетичних системах. Ч. 2 : Особливості конструкції та експлуатації обладнання для спалювання твердих побутових відходів / А.Г. Колієнко, О.В. Шеліманова, Д.Б. Білецький // Енергетика і автоматика. – 2023. – № 6. – С. 98-107. – DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/energiya6\(70\).2023.098](http://dx.doi.org/10.31548/energiya6(70).2023.098)
13. Колієнко А.Г. Взаємозамінність горючих газів промислового і комунально-побутового призначення. Проблеми екології та експлуатації об'єктів енергетики: Збірник праць Інституту промислової екології.- НАН України, 2023, с. 67-73.
14. Колієнко А.Г. Особливості конструкції та експлуатації обладнання для спалювання ТПВ / О.В. Шеліманова О.В., Білецький Д.Ю. Фактори використання відходів у якості палива в теплоенергетичних системах. Частина 2 - Енергетика і автоматика, К., НУБіП, 2023. №6, с. 23-35.
15. Колієнко А.Г. Використання суміші природного газу і водню у якості палива в комунально-побутових і промислових паливоспалювальних теплогенеруючих установках / А.Г. Колієнко // *Нафтогазова галузь України*. – 2021. – № 4 (52). – С. 25-30.
<http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/10188>.
<https://www.naftogaz.com/industry-magazine>

19. Інтернет-ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=7566>
2. Перспективи розвитку ринку біомаси в ЄС і Україні [Електронний ресурс]. – 37с. – Режим доступу: <https://uspp.ua/assets/doc/uspp-biomass.pdf>
3. Зарубіжний досвід електро- та теплопостачання на основі впровадження екологоефективних біопаливних технологій [Електронний ресурс] / ДП «НЕК «Укренерго». — Київ, 2017. — Режим доступу: https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/05/Biopalyvni_tehnologiyi.pdf
4. Курс неформальної освіти: «Енергія: підприємство» <https://www.coursera.org/learn/energy-industry-overview>
5. Курс неформальної освіти: Renewable Energy: Achieving Sustainability through Bioenergy (FutureLearn, англ., University of Leeds) https://www.futurelearn.com/courses/renewable-energy-achieving-sustainability-through-bioenergy?utm_source=chatgpt.com