

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

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



**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Проректор із науково-педагогічної роботи

науково-

Богдан КОРОБКО

« 09 » 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ВОДНЕВА ЕНЕРГЕТИКА**  
(назва навчальної дисципліни)

Підготовки	<u>Бакалавр</u> (назва ступеня вищої освіти)
Освітньої програми	<u>Відновлювальна теплоелектроенергетика, альтернативні види палива та захист довкілля</u> (назва освітньої програми)
Спеціальності	<u>183 Технології захисту навколишнього середовища</u> (код і назва спеціальності)


**Полтава  
2025 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Воднева енергетика» для студентів спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища.

Складена відповідно до освітньої програми «Відновлювана теплоелектроенергетика, альтернативні види палива та захист довкілля» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, 2022 р.

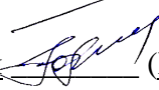
Розробник: Колієнко А.Г., професор кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук, доцент.

### **Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми «Відновлювана теплоелектроенергетика, альтернативні види палива та захист довкілля»  Ілляш О.Е.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

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

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

« 28 » серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією інституту

Протокол від « 29 » серпня 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії інституту



( Гаврик С.Ю.)

« 29 » серпня 2025 року

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань <u>18</u> <u>Виробництво і технології</u> (шифр і назва)	Обов'язкова	
Загальна кількість годин – 120			
Модулів – 1	Спеціальність <u>183 Технології захисту навколишнього середовища</u> (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		4-й	-
	<b>Семестр</b>		
		7-й	-
Індивідуальне завдання: не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	<b>Лекції, год</b>	
		32	-
		<b>Практичні, семінарські заняття, год</b>	
		16	-
		<b>Лабораторні заняття, год</b>	
		-	-
		<b>Самостійна робота, год</b>	
		72	-
		<b>Індивідуальна робота, год</b>	
		-	-
<b>Вид контролю:</b>			
екзамен	-		

#### Примітка.

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

для денної форми навчання – 48/72;

для дистанційної форми навчання – 0/120.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** викладання навчальної дисципліни «Воднева енергетика» є отримання студентами знань в області отримання і спалювання водню як відновлювального виду палива

### Компетентності за ОПП:

**К11.**Здатність обґрунтовувати, здійснювати підбір, розраховувати, проектувати, модифікувати, готувати до роботи та використовувати сучасну техніку і обладнання для захисту повітряного, водного середовищ, раціонального землекористування, поводження з відходами.

**К14.**Здатність до розробки методів і технологій поводження з відходами та їх рециклінгу.

**К15.** Здатність до проектування систем і технологій захисту навколишнього середовища та забезпечення їх функціонування.

**К20** - Здатність правильно обирати та застосовувати засоби автоматизації та обліку в екологотеплоенергетичних системах.

**К21** - Здатність аналізувати та оцінювати енергетичні потреби систем різного призначення відповідно до сучасних концепцій вуглецево-нейтральної, циркулярної та цифрової економіки.

**К22** - Здатність постійно розширювати власні знання про нові технології в тепло- та електроенергетиці й технологіях захисту навколишнього середовища.

## 3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліни, які мають бути вивчені раніше: «Фізичні основи відновлюваних джерел енергії», «Хімія вуглеводнів», «Метеорологія, кліматологія та обробка метеорологічних даних»

## 4. Очікувані результати навчання з дисципліни

### Програмні результати навчання за ОПП:

**ПР 12.** Обирати інженерні методи захисту довкілля, здійснювати пошук новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво перспективних природоохоронних розробок і сучасного обладнання, аналізувати напрямки вдосконалення існуючих природоохоронних і природовідновлюваних технологій забезпечення екологічної безпеки.

**ПР 20.** Вміти самостійно проводити теплоенергетичний аналіз та знати особливості обслуговування об'єктів відновлюваної енергетики за умови дотримання стандартів якості навколишнього природного середовища.

## 5.Критерії оцінювання результатів навчання

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	А	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	В	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	<b>Добре</b>	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	<b>Задовільно</b>	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 може усувати за допомогою викладача.	<b>Середній,</b> що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	E	<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.
35 - 59	FX	<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.
0 – 34	F	<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

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен; стандартизовані тести; презентація результатів виконаних практичних завдань; виконання

курсного проекту; аналітичні звіти, реферати по пропущеним заняттям інші види індивідуальних та групових завдань.

## 7. Програма навчальної дисципліни

**Тема 1.** Види палив.. Водень як паливо. Основні горючі елементи у складі твердих і газоподібних видів палива. Використання палив для отримання енергії. Горіння палива, як спосіб отримання енергії шляхом окиснення горючих компонентів. Склад палива. Елементний склад палива. Хімічний склад палива. Робоча, суха, горюча і органічна маса палива. Баластні домішки у складі палива. Визначення робочого, сухого, горючого і органічного складу палива.

Практичне заняття №1

**Тема 2.** Водень, викопні види вуглеводних видів палива, альтернативні види палива. Вимоги до відновлювальних видів палив. Критерії сталості відносно отримання і використання різних видів. Основні характеристики палив. Вимоги до палива. Особливості використання водню, як палива. Теплота згорання палива. Нижча і вища теплота згорання палива. Порівняння теплоти згорання водню і різних видів палив. Визначення теплоти згорання.

Практичне заняття №2.

**Тема 3.** Основні поняття про організацію процесів спалювання газоподібних видів палива. Кінетична і цепна теорія механізму процесів горіння. Температура і межі спалахування палив. Порівняння водню і інших видів палив. Стехіометричні реакції горіння. Матеріальний баланс процесу горіння палива. Визначення витрат повітря для згорання палива. Визначення об'єму продуктів згорання палива, що містить водень. Порівняння об'ємів і складу продуктів повного згорання різних видів палива і водню.

Практичне заняття №3.

**Тема 4.** Швидкість процесу горіння. Проскок і відрив полум'я. Організація стабільного і безпечного процесу горіння вуглеводневих видів викопних палив і водню. Вимоги до газопальникових пристроїв, які використовують для спалювання водню. Екологічні засади використання палива. Визначення умісту парникових газів і забруднюючих речовин у продуктах згорання при спалюванні різних видів палива. Роль водню у зменшенні глобального парникового ефекту.

Практичне заняття №4.

**Тема 5.** Механізм утворення забруднюючих речовин в атмосферу при спалюванні різних видів палив. Спосіб оцінки токсичності викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Показник токсичності. Задачі енергозбереження і захисту довкілля від забруднення парниковими газами. Енергоефективність і енергозбереження, як спосіб скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Стратегічні шляхи зменшення викидів парникових газів і токсичних речовин в атмосферу. Переваги та недоліки водневої енергетики. Технічні аспекти водневої енергетики.

Практичне заняття №5.

**Тема 6.** Воднева енергетика як галузь майбутнього. Національні водневі стратегії та законодавство. Національні стратегії та законодавство у сфері водневої енергетики. Технології отримання водню. Електроліз води, як спосіб отримання водню. Переваги і недоліки. Методи удосконалення методики електролізу.

Практичне заняття №6

**Тема 7.** Сірий водень. Отримання водню методом риформінгу. Переваги і недоліки методу. Роль природних викопних видів палива для отримання сірого водню. Блакитний водень. Технологія отримання водню. Поняття водневого акумулявання енергії та особливості його використання в комплексі з ПДЕ. Водневі станції генерації та акумулявання енергії

Практичне заняття №7.

**Тема 8.** Особливості процесу організації спалювання газоподібних палив. Взаємозамінність водню і інших горючих газів. Способи забезпечення взаємозамінності. Індекси взаємозамінності.

Організація процесів спалювання водню. Спалювання водню у суміші з природним газом. Допустимий уміст водню у суміші з вуглеводневими видами палива.

Практичне заняття №8

## 8. Структура навчальної дисципліни

## а) денна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	денна форма						
	усього	у тому числі					с.р.
		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	
<b>Модуль 1. Воднева енергетика</b>							
Тема 1.. Види палив. Склад палива. Водень як паливо Склад палива. Робоча, суха, горюча і органічна маса палива.		4	2	-	-	4	
Тема 2. Водень, викопні види вуглеводних видів палива, альтернативні види палива.		4	2	-	-	4	
Тема 3. Основні поняття про організацію процесів спалювання газоподібних видів палива. Кінетична і цепна теорія механізму процесів горіння.		4	2	-	-	4	
Тема 4. Швидкість процесу горіння. Проскок і відрив полум'я. Організація стабільного і безпечного процесу горіння вуглеводневих видів викопних палив і водню.		4	2	-	-	4	
Тема 5. Механізм утворення забруднюючих речовин в атмосферу при спалюванні різних видів палив.		4	2	-	-	4	
Тема 6. Воднева енергетика як галузь майбутнього. Національні водневі стратегії та законодавство.		4	2	-	-	4	
Тема 7. Сірйй водень. Отримання водню методом риформінгу. Переваги і недоліки методу		4	2	-	-	4	
Тема 8. Особливості процесу організації спалювання газоподібних палив. Взаємозамінність водню і інших горючих газів.		4	2	-	-	4	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	

## 9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені		

## 10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	<b>Модуль 1</b>		
1	Стехіометричні реакції горіння водню і інших видів палив	2	
2	Визначення робочого, сухого, горючого і органічного складу палива.	2	

3	Визначення теплоти згорання палива.	2	
4	Визначення меж спалахування і характерних температур процесу горіння	2	
5	Визначення витрат повітря на горіння і об'єму продуктів згорання	2	
6	Визначення характеристик стабільності горіння	2	
7	Розрахунок параметрів взаємозамінності палив	2	
8	Розрахунок екологічних характеристик процесів горіння водню і інших видів палива	2	
	<b>Разом</b>	16	-

### 11. Перелік питань для лабораторних занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	Лабораторні заняття не передбачені		
	<b>Разом</b>	8	-

### 12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та 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;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до екзамену.

### Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	<b>Модуль 1</b>		
1	Роль палива для отримання енергії і як джерела забруднення атмосферного повітря	4	6
2	Перерахунок хімічного складу палива в елементний. Визначення параметрів суміші палив.	4	6
3	Види альтернативних і відновлювальних видів палив. Аналіз законодавства. Способи забезпечення критерієв сталості	5	6
4	Ефективність використання конденсаційної паливоспалювальної техніки	5	6
5	Пальникові пристрої для організації кінетичного і дифузійного спалювання палива і водню. Аналіз твердих палив, котрі містять водень у елементному складі. Аналіз характеристик процесу горіння	5	6

6	Визначення характеристик процесу горіння в умовах дефіциту і надлишку дуттьового повітря для горіння	5	6
7	Способи стабілізації полум'я для запобігання відриву і проскоку.	5	6
8	Види парникових газів. Стратегічні шляхи запобігання шкідливого впливу парникових газів	4	6
9	Умови утворення і запобігання утворенню сірко і хлор вмістних сполук у складі продуктів згорання	5	6
10	Енергозбереження і забруднення довкілля продуктами сгорання палива	5	6
11	Реалізація політики декарбонізації. Роль водню.	5	6
12	Способи зменшення собівартості отримання водню	5	6
13	Паливно-енергетичний комплекс і отримання водню	5	6
14	Технології отримання водню. Порівняння.	5	6
15	Критерії взаємозамінності. Вимоги до горючих газів.	5	6
16	Практичні способи переходу на водневу енергетику	5	6
	Разом	72	105

### 13. Індивідуальні завдання

Виконання індивідуального завдання не передбачено

### 14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні, практичні методи навчання та комп'ютерні програми-симулятори.

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

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи: ілюстрація, демонстрація.

Під час проведення практичних занять студенти вирішують багатоваріантні задачі та вчаться оперативно реагувати на зміну інтерактивного середовища.

### 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, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, 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. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять або самостійної роботи для дистанційної форми навчання, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль – екзамен, проводиться в формі співбесіди або письмової відповіді на питання.

### 16. Розподіл балів, які отримують студенти

Види робіт/контролю	Перелік тем															
	Тема 1.		Тема 2.		Тема 3.		Тема 4.		Тема 5.		Тема 6.		Тема 7.		Тема 8.	
	Практичне заняття															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
	Лабораторне заняття															
Опитування	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Виконання практичних завдань	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Виконання лабораторних завдань	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Тестування	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Всього за темами</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	
Екзамен	<b>50</b>															
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>															

\*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 знань здобувачів вищої освіти  
за результатами тестування за темами**

Вид контролю	Бали	Критерії оцінювання
Тестування	0-0,2	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (0,2×10=2,0); - правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи**

Бали	Критерії оцінювання
3	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.
2	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 знань здобувачів вищої освіти результатами складання  
екзамену**

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1, 2. Теоретичні питання. (макс. по 15 балів)	7-9	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	5-7	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.
	2-5	Питання розкрито в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	0-2	Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
3. Задача	9-12	Завдання вирішено повністю та правильно, виклад рішення здійснено 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.
	6-9	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.
	3-6	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.
	0-3	Відсутнє вирішення завдання або вирішення з суттєвими помилками, що

		не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
--	--	--

**Таблиця -Шкала оцінювання: національна та ECTS**

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

### **Правила модульно-рейтингового оцінювання знань**

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів. За видами робіт вона розподіляється:

**1. Поточний контроль:** для денної форми навчання - робота на практичних, (виконання практичних завдань, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять, результати перевірки рефератів) – 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.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 25 балів у випадку екзамену), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

**2. Індивідуальне завдання: не передбачається**

**3. 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. Колієнко А.Г. Курс лекцій з дисципліни «Воднева енергетика» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм навчання. / - Полтава: Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, 2025.– 53 с.
2. Колієнко А.Г. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Воднева енергетика» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм навчання. / - Полтава: Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, 2025.– 33 с.
4. Колієнко А.Г. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Воднева енергетика» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм навчання. / - Полтава: Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, 2025.– 12 с

## 18. Рекомендована література

### Базова

1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
2. Альтернативні енергоресурси. Вступ до спеціальності: навчальний посібник / С.В. Бойченко, А.В. Яковлева, О.О. Вовк, Казимир Лейда, С.Й. Шаманський; за заг. редакцією С.В. Бойченка. – К.: НАУ, 2021. – 397 с.
3. Modern Hydrogen Energetics and ecology. L.N. Kozin, S.V. Volkov, L.N. Skryptun. - K 2019 Akadempierodica.364 S.
4. 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/PolNTU/10188>.  
<https://www.naftogaz.com/industry-magazine>.
5. Немикіна О.В. Поновлювальні та альтернативні джерела енергії. Навчальний посібник. – Запоріжжя. НУ «Запорізьська політехніка», 2020, 187с.
6. Щербатих О.В. Спеціальні розділи енергетики. Нетрадиційна та відновлювальна енергетика. Підручник. Кременчук. 2017, 217 с.
7. Іваницький В.П. Ресурсозберігаюча енергетика. Навчальний посібник. Ужгород, Державний ужгородський університет, 2023 -150с.
8. Колієнко А.Г. Умови заміни природного газу сумішшю природного газу і водню у комунально-побутових і промислових паливоспалювальних установках // ЕПГ-КОЛВІ: Українська енергопромислова група : веб-сайт. – URL : <http://epg-kolvi.com/statti/sumish-pryrodnogo-gasu-i-vodnnyu-u-yakosti-palyva-chasty-na-2/> 2024. 5 стор. <http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PolNTU/9937>.
9. Колієнко А.Г. Використання суміші природного газу і водню у якості палива в комунально - побутових і промислових паливоспалювальних теплогенеруючих установках. Частина 1. Сайт Української енергопромислової групи. <https://epg-kolvi.com/statti/sumish-pryrodnogo-gazu-i-vodnyu-u-yakosti-palyva-chasty-na-1/>.  
<http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PolNTU/9717>.
10. Kolienko A, Дослідження ефективності спалювання водню, альтернативних і природних невластивих газів » Research on the efficiency of hydrogen combustion, alternative and natural non-interchangeable gases в журналі «Енерготехнології та ресурсозбереження» («Energy Technologies & Resource Saving») 2025 №3, ISSN 2413-7723.

### Допоміжна

1. Олійник М.Й. Енергоощадність та альтернативні джерела енергії. Львів Львівська політехніка,, 2020-183 с.
2. Воднева стратегія України на період до 2050 року. Проект <https://www.mev.gov.ua/sites/default/files/field/file/vodneva-strategiya17.05.2024.pdf>.
3. Колієнко А.Г. Можливості застосування водневої енергетики в комунально побутовому господарстві» Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2024, 443 с.  
<https://cutt.ly/C8UJDNN>.
4. Відновлювана та воднева енергетика — 2018 : матеріали наук.-практ. конф. (18 трав. 2018 р.) Національна академія наук України Інститут відновлюваної енергетики НАН України
5. Kolienko A. Prediction of fuel consumption and carbon dioxide emission when replacing gaseous fuels with renewable hydrogen or their mixture  
Published under licence by IOP Publishing Ltd .IOP Conference Series: Earth and Environmental Science This link is disabled., 2024, 1348(1), 012089  
<http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PolNTU/16238>
6. Мухуб Бенменні. Водень: небезпечний газ чи паливо для сталого розвитку? / Мухуб Бенменні // Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXI міжнародної науково-практичної конференції, [Київ], 14-15 травня 2020 р. / Інститут відновлюваної енергетики НАНУ. – Київ, 2020. – С. 203-207.
7. Gupalo, O., Yeromin, O., Kabakova, L., Kirsanov, M., Kulikov, A. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science This link is disabled., 2024, 1348(1), 012089.
8. H<sub>2</sub> – ВОДЕНЬ ЕКОЛОГІЧНЕ ДЖЕРЕЛО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ — ШЛЯХ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ. Брошура. — Київ: Державне Підприємство "Українська Геологічна Компанія", 2023. –68 с

**19. Інформаційні ресурси**

1. Дистанційний курс навчальної дисципліни «Воднева енергетика». Полтава, 2025року.  
(<https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=2195>).
2. [https://ecoclubrivne.org/hydrogen\\_energy/](https://ecoclubrivne.org/hydrogen_energy/)