

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**

**ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА ТА ПАРСИЛОВІ УСТАНОВКИ**

(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 «Технічна термодинаміка та паросилові установки» для студентів спеціальності 144 Теплоенергетика, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Складена відповідно до освітньо-професійної програми «Теплоенергетика».

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

**Погоджено**

Гарант освітньої-професійної 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

**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 – 4	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	обов'язкова	
Загальна кількість годин – 120			
Модулів – 1	Спеціальність <u>144 Теплоенергетика</u> (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 1		1-й	1-й
	<b>Семестр</b>		
	2-й	2-й	
Індивідуальне завдання не передбачається	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	<b>Лекції, год</b>	
		24	-
		<b>Практичні, год</b>	
		14	-
		<b>Лабораторні, год</b>	
		10	-
		<b>Самостійна робота, год</b>	
		72	120
		<b>Індивідуальна робота, год:</b>	
		-	-
<b>Вид контролю:</b>			
диф. залік	диф. залік		

**Примітка.**

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

для денної форми здобуття освіти – 48/72,

з дистанційної форми здобуття освіти – 0/120.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** вивчення основних законів з термодинаміки і теорії паросилових установок, отримання знань з теплофізичних властивостей робочих тіл в теплоенергетиці, з побудови, розрахунків і функціонування термодинамічних циклів, з принципів облаштування комбінованих процесів вироблення теплової і електричної енергії.

### Компетентності за ОПП:

**ІК** - 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.

**ЗК 3** - Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК 4** - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

**ЗК 6** - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

**ФК1** - Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

**ФК3** - Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

**ФК7** - Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

**ФК13** - Здатність виконувати теплотехнічні, аеродинамічні та гідравлічні розрахунки теплоенергетичного обладнання з врахуванням факторів техногенного впливу на навколишнє середовище та застосування методів захисту довкілля.

## 3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисциплін, які мають бути вивчені раніше: «Вища математика», «Основи екології».

## 4. Програмні результати навчання (ПР)

**ПР2.** - Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.

**ПР3.** - Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

**ПР4.** - Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

**ПР5.** - Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

**ПР6.** - Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

**ПР7.** - Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.

**ПР8.** - Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.

**ПР11.** - 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.

**ПР12.** - Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

**ПР14.** - Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

**ПР18.** - Вміти керувати професійною діяльністю, участі у роботі над проєктами, відповідальності за прийняття рішень у сфері теплоенергетики.

### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

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

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

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

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

## 6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є:

### поточний контроль

- виконання лабораторних робіт,
- виконання практичних робіт,
- тестування,
- виконання контрольних робіт (дистанційна форма здобуття освіти),

- виконання завдань самостійної роботи;

### **підсумковий контроль**

диференційований залік.

## **7. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1. Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.**

#### **Змістовий модуль 1 Термодинамічні параметри та процеси для ідеальних газів.**

#### **Тема 1. Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.**

Термодинаміка, як наука про зміни стану енергії. Робоче тіло. Основні термодинамічні параметри: температура, тиск, питомий об'єм. Основні одиниці вимірювання термодинамічних параметрів. Співвідношення між одиницями вимірювання в різних системах.

*Практичне заняття № 1.*

*Лабораторні заняття № 1-4*

#### **Тема 2. Фазовий стан робочого тіла. Закони фазових перетворень.**

Основні газові закони. Рівняння стану системи. Поняття про критичні параметри. Приведені параметри робочого тіла. Поняття про параметри насичення. Основні закони ретроградного пароутворення. Умови протікання процесів конденсації і пароутворення.

#### **Тема 3. Теплові властивості робочих тіл.**

Теплоємність, види теплоємностей і їх визначення. Середня теплоємність. Залежності для обчислення середніх теплоємностей і кількості теплоти. Поняття про теплоту, питомі витрати теплоти. Рівняння теплового балансу, основні поняття.

*Практичне заняття № 2.*

*Лабораторні заняття № 5*

#### **Тема 4. Основні термодинамічні функції. Теплові властивості робочих тіл**

Робота, визначення роботи в термодинаміці, основні способи отримання роботи в термодинамічних процесах. Робота як форма передачі енергії. Робота як функція процесу. Основні залежності для визначення роботи

*Практичне заняття № 3.*

#### **Тема 5. Поняття ентальпія, як теплова характеристика робочого тіла**

Внутрішня енергія. Ентальпія. Чим відрізняється внутрішня енергія від теплоти. Визначення зміни внутрішньої енергії. Ентальпія як функція стану. Визначення ентальпії. Значення ентальпії для виконання технічних розрахунків.

#### **Тема 6. Ентропія як функція стану робочого тіла.**

Ентропія, як функція стану робочого тіла. Термодинамічні процеси: зворотний і незворотний, обернений і не обернений. Зміна ентропії у різних термодинамічних процесах. Визначення ентропії. Ентропійний підхід при оцінюванні ефективності систем.

**Тема 7. Суміші ідеальних газів.** Основні поняття. Способи завдання суміші газів. Співвідношення між масовими та об'ємними частками. Парціальний тиск. Закон еквівалентності теплоти і роботи. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки.

*Практичне заняття № 4.*

#### **Тема 8. Перший закон термодинаміки.**

Закон еквівалентності теплоти і роботи. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки в диференціальній формі. Поняття про енергетичний баланс. Перший закон термодинаміки. Формулювання, наслідки.

*Практичне заняття № 5.*

#### **Тема 9. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Термічний ККД.**

Другий закони термодинаміки, формулювання, світоглядне значення. Термічний ККД і енергетична ефективність процесів перетворення теплоти і роботи. Закон збільшення ентропії. Цикл Карно. Визначення термічного ККД циклу Карно. Поняття про термодинамічну температуру.

*Практичне заняття № 6.*

**Тема 10. Процеси зміни параметрів ідеального газу.**

Поняття про термодинамічні процеси, визначення основних характеристик термодинамічних процесів. Зображення термодинамічних процесів на діаграмах стану. Аналіз термодинамічних процесів з точки зору їх енергетичної ефективності і використання у техніці.

*Практичне заняття № 7.*

**8. Структура навчальної дисципліни****а) для денної форми здобуття освіти**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Модуль 1. Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.</b>						
<b>Змістовий модуль 1 Термодинамічні параметри та процеси для ідеальних газів.</b>						
Тема 1. Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.	18	2	2	8		6
Тема 2. Фазовий стан робочого тіла. Закони фазових перетворень.	8	2	0	0		6
Тема 3. Теплові властивості робочих тіл.	12	2	2	2		6
Тема 4. Основні термодинамічні функції. Теплові властивості робочих тіл	10	2	2	0		6
Тема 5. Поняття ентальпія, як теплова характеристика робочого тіла	10	2	0	0		8
Тема 6. Ентропія як функція стану робочого тіла.	10	2	0	0		8
Тема 7. Суміші ідеальних газів.	12	2	2	0		8
Тема 8. Перший закон термодинаміки.	12	2	2	0		8
Тема 9. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Термічний ККД.	14	4	2	0		8
Тема 10. Процеси зміни параметрів ідеального газу.	14	4	2	0		8
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>120</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>72</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>120</b>					

**б) для дистанційної форми здобуття освіти**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	дистанційна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Модуль 1. Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.</b>						
<b>Змістовий модуль 1 Термодинамічні параметри та процеси для ідеальних газів.</b>						
Тема 1. Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.	12	0	0	0	0	12
Тема 2. Фазовий стан робочого тіла. Закони фазових перетворень.	12	0	0	0	0	12
Тема 3. Теплові властивості робочих тіл.	12	0	0	0	0	12
Тема 4. Основні термодинамічні функції. Теплові властивості робочих тіл	12	0	0	0	0	12
Тема 5. Поняття ентальпія, як теплова характеристика	12	0	0	0	0	12

робочого тіла						
Тема 6. Ентропія як функція стану робочого тіла.	12	0	0	0	0	12
Тема 7. Суміші ідеальних газів.	12	0	0	0	0	12
Тема 8. Перший закон термодинаміки.	12	0	0	0	0	12
Тема 9. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Термічний ККД.	12	0	0	0	0	12
Тема 10. Процеси зміни параметрів ідеального газу.	12	0	0	0	0	12
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>120</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>120</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>120</b>					

### 9. Теми семінарських занять

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
	Семінарські заняття не передбачені	

### 10. Теми практичних занять

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	<b>Модуль 1. Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.</b>		
	<b>Змістовий модуль 1 Термодинамічні параметри та процеси для ідеальних газів.</b>		
	<b><u>Тема 1. Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.</u></b>		
1	Практичне заняття №1. Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Розрахунок параметрів стану. 1. Визначення та аналіз основних термодинамічних параметрів (температура, тиск, питомий об'єм) 2. Розрахунок параметрів стану за рівнянням стану ідеального газу	2	0
	<b><u>Тема 3. Теплові властивості робочих тіл.</u></b>		
2	Практичне заняття №2. Процеси зміни параметрів ідеального газу. Рівняння стану реальних газів. 1. Аналіз процесів зміни параметрів ідеального газу (ізопроеци) 2. Розгляд рівнянь стану реальних газів та їх відмінностей від ідеального газу	2	0
	<b><u>Тема 4. Основні термодинамічні функції. Теплові властивості робочих тіл</u></b>		
3	Практичне заняття №3. Визначення основних термодинамічних функцій: теплоти і роботи 1. Визначення теплоти в термодинамічних процесах 2. Розрахунок роботи газу та її графічне визначення	2	0
	<b><u>Тема 7. Суміші ідеальних газів.</u></b>		
4	Практичне заняття №4. Суміш ідеальних газів. Визначення характеристик суміші газів.	2	0

	1. Визначення складу газової суміші (масові та об'ємні частки) 2. Розрахунок парціальних тисків і параметрів суміші		
	<b>Тема 8. Перший закон термодинаміки.</b>		
5	Практичне заняття №5. Перший закон термодинаміки. Складання енергетичних балансів. 1. Запис першого закону термодинаміки для різних процесів 2. Складання та аналіз енергетичного балансу системи	2	0
	<b>Тема 9. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Термічний ККД.</b>		
6	Практичне заняття №6. Другий закон термодинаміки. Визначення ККД і ефективності циклу. 1. Аналіз другого закону термодинаміки та циклу Карно 2. Визначення термічного ККД і ефективності теплових процесів	2	0
	<b>Тема 10. Процеси зміни параметрів ідеального газу.</b>		
7	Практичне заняття №7. Зображення термодинамічних процесів на діаграмах стану. 1. Побудова термодинамічних процесів на $p-v$ та $T-s$ діаграмах 2. Аналіз процесів за графічними залежностями.	2	0
	<b>Разом за модулем 1</b>	<b>14</b>	<b>0</b>

### 11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
<b>Модуль 1 Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Термодинамічні параметри та процеси для ідеальних газів</b>			
	<b>Тема 1. Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.</b>		
1	Лабораторне заняття 1. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Температура. 1. Поняття температури як термодинамічного параметра, термодинамічна рівновага. 2. Температурні шкали (Кельвіна, Цельсія) та їх взаємозв'язок- Фізичний зміст температури (зв'язок з енергією частинок).	2	0
2	Лабораторне заняття 2. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Прилади вимірювання температури. 1. Основні типи термометрів (рідинні, термоелектричні, опору, інфрачервоні). 2. Принцип дії приладів вимірювання температури. Похибки вимірювання температури та способи їх зменшення.	2	0
3	Лабораторне заняття 3. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Тиск. 1. Поняття тиску, абсолютний, надлишковий та вакууметричний тиск. 2. Одиниці вимірювання тиску (Па, бар, мм рт. ст.).	2	0

	Фізична природа тиску (кінетична теорія газів).		
4	Лабораторне заняття 4. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Прилади вимірювання тиску. 1. Основні типи приладів (манометри, вакуумметри, барометри). 2. Принцип роботи (рідинні, пружинні, електронні). Точність вимірювання та калібрування приладів.	2	0
	<b>Тема 3. Теплові властивості робочих тіл.</b>		
5	Лабораторне заняття 5. Визначення теплоємності газів. 1. Поняття теплоємності ( $c_p$ , $c_v$ ) та їх фізичний зміст. 2. Методи визначення теплоємності газів. Залежність теплоємності від температури та складу газу.	2	0
	<b>Усього за модулем 1</b>	<b>10</b>	<b>0</b>

### 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 лабораторних занять;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до контрольних робіт (дистанційна форма навчання);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання диф. заліку.

### Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва питання	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
1	2	3	4
<b>Модуль 1 Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Термодинамічні параметри та процеси для ідеальних газів</b>			
	Тема 1. Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.		
1	Аналіз взаємозв'язку термодинамічних параметрів стану	3	6
2	Порівняння систем одиниць вимірювання в термодинаміці	3	6
	Тема 2. Фазовий стан робочого тіла. Закони фазових перетворень.		
3	Дослідження фазових переходів і критичного стану речовини	3	6
4	Аналіз процесів пароутворення та конденсації	3	6
	Тема 3. Теплові властивості робочих тіл.		
5	Визначення та аналіз теплоємності газів	3	6
6	Розрахунок теплових процесів і теплового балансу	3	6
	Тема 4. Основні термодинамічні функції. Теплові властивості робочих тіл		
7	Дослідження роботи як форми передачі енергії	3	6

8	Графічне визначення роботи на $p-v$ діаграмі	3	6
	Тема 5. Поняття ентальпії, як теплова характеристика робочого тіла		
9	Аналіз внутрішньої енергії та ентальпії	4	6
10	Використання ентальпії в технічних розрахунках	4	6
	Тема 6. Ентропія як функція стану робочого тіла.		
11	Дослідження ентропії в зворотних і незворотних процесах	4	6
12	Ентропійний аналіз ефективності термодинамічних систем	4	6
	Тема 7. Суміші ідеальних газів.		
13	Аналіз складу газових сумішей і способів його задання	4	6
14	Визначення парціальних тисків компонентів суміші	4	6
	Тема 8. Перший закон термодинаміки.		
15	Аналіз енергетичного балансу термодинамічної системи	4	6
16	Застосування першого закону до технічних процесів	4	6
	Тема 9. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Термічний ККД.		
17	Дослідження циклу Карно та його ефективності	4	6
18	Аналіз обмежень другого закону термодинаміки	4	6
	Тема 10. Процеси зміни параметрів ідеального газу.		
19	Дослідження термодинамічних процесів ідеального газу	4	6
20	Аналіз процесів на $p-v$ та $T-S$ діаграмах	4	6
	<b>Усього за модулем 1</b>	<b>72</b>	<b>120</b>

### 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, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять та виконанні лабораторних робіт.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

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

У курсі застосовують методи навчання, які дозволяють формувати soft skills, робота в команді, робота в малих групах, що дозволить активніше використовувати продумане позиціонування кожного з учасників.

### 15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час самостійної роботи, проведення і перевірки письмових контрольних робіт для дистанційної форми, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій виконання практичних і лабораторних завдань. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому лекційному занятті. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль в другому семестрі здійснюється у формі *диференційованого заліку*, підсумковий контроль у третьому і четвертому семестрі – у формі *семестрових екзаменів*.

**16. Розподіл балів, які отримують студенти**  
**а) денна форма здобуття освіти**  
**Модуль 1**

**Схема нарахування балів\* для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни**  
**«Технічна термодинаміка та паросилові установки» 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		
	<b>Практичне заняття</b>											
Номер	1	-	2	3	-	-	4	5	6	7		
	<b>Лабораторне заняття</b>											
Номер	1	2	3	4	-	5	-	-	-	-	-	
Виконання практичних завдань	4				4	4			4	4	4	4
Виконання лабораторних завдань	4	4	4	4		4						
Виконання завдань самостійної роботи	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Тестування											2	
<b>Всього за темами</b>	22		2	10	6	2	2	6	6	6	8	
<b>Диференційований залік</b>	<b>30</b>											
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>											

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

**б) дистанційна форма здобуття освіти**  
**Модуль 1**

**Схема нарахування балів\* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни**  
**«Технічна термодинаміка та паросилові установки» 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
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Виконання завдань контрольної роботи (КР)					25					25
<b>Диференційований залік</b>	<b>30</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 виконання практичних завдань**

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

**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 виконання завдань контрольної роботи для дистанційної форми здобуття освіти**

Бали	Критерії оцінювання
18-25	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
13-17	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.
6-12	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0-5	Завдання індивідуальної 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  
за результатами складання диференційованого заліку**

Завдання	Бали	Критерії оцінювання
Тестування	0-30	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (1,2×25=30), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**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- незадовільно
0-34	<b>F</b> – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

**Правила модульно-рейтингового оцінювання знань**

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку 70 балів відведено на поточний контроль, а 30 балів – на підсумковий.

**1. Поточний контроль.** Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином:

робота на лабораторних і практичних заняттях (усні відповіді, виконання практичних завдань, захист лабораторних робіт), а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять, виконання індивідуальних завдань, виконання контрольних робіт для дистанційної форми здобуття освіти – до 70 балів.

Присутність на лекціях, лабораторних 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 диференційований залік. Здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

**17. Методичне забезпечення**

1. Череднікова О.В. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з курсу «Технічна термодинаміка та паросилові установки» для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика» денної форми здобуття освіти / О.В. Череднікова. –

Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2024. – 7 с.

2. Череднікова О.В. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу «Технічна термодинаміка та паросилові установки» для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика»/ О. В. Череднікова. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2024. – 37 с.

3. Голік Ю.С. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Технічна термодинаміка та паросилові установки» для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика»/ Ю.С. Голік, О. В. Череднікова, О.Б. Борщ, Д.В. Гузик. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2021. – 33 с.

## 18. Рекомендована література Базова

1. Термодинаміка, тепломасообмін і теплопередача : навч. посіб. для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 101 «Екологія», 144 «Теплоенергетика» всіх форм навчання / Б.А. Кутний, О.В. Череднікова. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2022. – 182 с.

2. Ємець В. В. Термодинаміка і теплообмін. Частина 1: Основи термодинаміки : навч. посіб. / В. В. Ємець, В. Г. Тягній ; МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуц. льотн. коледж. – Харків : ХНУВС, 2023. – 128 с. – ISBN 978-966-610-268-6.  
<https://dspace.univd.edu.ua/handle/123456789/16940>

3. Технологія виробництва електричної енергії : підручник / В.В. Дубровська, В.І. Шкляр – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 316 с.  
<https://ela.kpi.ua/items/45ac598e-2c5f-4aa8-a6cb-cd76ef796209>

4. Power plant engineering. — Boca Raton : CRC Press, 2021. — 960 p. — ISBN 978-1-4987-0712-1.

5. Engineering thermodynamics: an introduction. — Dulles, VA : Mercury Learning & Information, 2022. — 262 p. — ISBN 978-1-5231-4741-0.

## Допоміжна

1. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський, В.О. Лазоренко, А.В. Міщенко, О.В. Шеліманова (за ред. Б. Х. Драганова). Теплотехніка. 2-е вид., перероб. і доп. — Київ: Фірма «ІНККОС», 2021. — 400 с.

2. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Харків. Видавництво САГА. 2020- 320 с.

3. Малишев В., Кретов В., Гладка Т. Технічна термодинаміка та теплопередача. К., Знання 2016.- 258 с.

4. Буляндра О.Ф. Збірник задач з технічної термодинаміки. К., Знання 2021, -394 с.

5. Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130 с.  
<https://studfile.net/preview/5725573/>

6. Aatik M., Ben Taher M. A. Energy, exergy, and environmental analysis of organic Rankine cycle systems for industrial waste heat recovery applications // Sustainability. — 2026. — Vol. 18. — Article 1462. — DOI: <https://doi.org/10.3390/su18031462>.

7. Silvano-Mendoza H. H., Martinez-Rodriguez G., Fuentes-Silva A. L. et al. Exergo-economic evaluation of an organic Rankine cycle with a solar thermal source for industrial applications // Discover Sustainability. — 2025. — Vol. 6. — Article 575. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01495-0>.

8. Khan Md R., Shoaib S. R., Rahman Md M. Thermodynamic, exergy, and environmental evaluation of hybrid geothermal and solar energy-based organic Rankine cycle power plant // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). — 2025. — Vol. 14, Issue 1. — DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18114954>.

9. Kolienko A. G., Sigal O. I., Gupalo O. V., Akhmednabiev R. M. Research on the efficiency of

- hydrogen combustion, alternative and natural non-interchangeable gases // *Energotehnologii i Resursosberezenie*. 2025. Vol. 84, No. 3. P. 39–51. DOI: <https://doi.org/10.33070/etars.3.2025.03>.
10. Kolienco A., Ahmednabiev R., Demchenko O., Hukasian O., Semko V. Interchangeability of various combustible gases and adaptation of gas-using equipment for their efficient combustion // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2024. Vol. 1348, No. 1. Article 012048. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012048>.
11. Kolienco A., Akhmednabiev R. Study of the efficiency of cogeneration plant based on an internal combustion heat engine (ICE) // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2025. Vol. 1491, No. 1. Article 012014. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1491/1/012014>.
12. Череднікова О. В., Гузик Д. В., Чередніков В. М., Чередніков М. В. Порівняльний аналіз нестационарних режимів роботи побутового кондиціонера при нормальному та недостатньому заправленні холодоагенту // *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання*. — 2025. — № 55. — С. 47–65. — DOI: <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2025.55.47-65>.
13. Kutnyi B., Pavlenko A., Cherednikova O. Theoretical foundations of gas hydrate synthesis intensification // *Environmental and Climate Technologies*. — 2023. — Vol. 27, No. 1. — P. 666–682. — DOI: <https://doi.org/10.2478/rtuect-2023-0049>
14. Чередніков В. М., Череднікова О. В. Підготовка до випробувань з створенням програми визначення характеристик двигунів внутрішнього згорання гелікоптера на лабораторному стенді // *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. — 2022. — Т. 33 (72), № 5. — С. 228–235. — DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/34>

#### 19. Інтернет-ресурси

1. Сторінка дистанційного курсу: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=527>.
2. Курс неформальної освіти: <https://www.udemy.com/topic/thermodynamics/>

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

**ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА ТА ПАРСИЛОВІ УСТАНОВКИ**

(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 «Технічна термодинаміка та паросилові установки» для студентів спеціальності 144 Теплоенергетика, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Складена відповідно до освітньо-професійної програми «Теплоенергетика».

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

**Погоджено**

Гарант освітньої-професійної 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

**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 форма здобуття освіти		дистанційна форма навчання	
Кількість кредитів – 11	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	обов'язкова			
Загальна кількість годин – 330					
Модулі – 2	Спеціальність	<b>Рік підготовки:</b>			
		2-й		2-й	
Змістових модулів – 2	<u>144 Теплоенергетика</u> (шифр і назва)	<b>Семестр</b>			
		3-й	4-й	3-й	4-й
Індивідуальне завдання у 3-му семестрі: Курсова робота «Розрахунок термодинамічних циклів»	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	<b>Лекції, год</b>			
		30	36	-	
		<b>Практичні, год</b>			
		18	22	-	
		<b>Лабораторні, год</b>			
		12	14	-	
		<b>Самостійна робота, год</b>			
		60	108	120	180
		<b>Індивідуальна робота, год:</b>			
		30	-	30	0
<b>Вид контролю:</b>					
екзамен	екзамен	екзамен	екзамен		

**Примітка.**

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

для денної форми здобуття освіти:

- по третьому семестру підготовки - 60/90,
- по четвертому семестру підготовки - 72/108,
- разом по курсу - 132/198;

з дистанційної форми здобуття освіти:

- по третьому семестру підготовки - 0/150,
- по четвертому семестру підготовки - 0/180,
- разом по курсу - 0/330.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** вивчення основних законів з термодинаміки і теорії паросилових установок, отримання знань з теплофізичних властивостей робочих тіл в теплоенергетиці, з побудови, розрахунків і функціонування термодинамічних циклів, з принципів облаштування комбінованих процесів вироблення теплової і електричної енергії.

### Компетентності за ОПП:

**ІК** - 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.

**ЗК 3** - здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК 4** - здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

**ЗК 6** - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

**ФК1** - Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

**ФК3** - Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

**ФК7** - Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

**ФК13** - Здатність виконувати теплотехнічні, аеродинамічні та гідравлічні розрахунки теплоенергетичного обладнання з врахуванням факторів техногенного впливу на навколишнє середовище та застосування методів захисту довкілля.

## 3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисциплін, які мають бути вивчені раніше: «Основи екології», «Вища математика»

## 4. Програмні результати навчання ( ПРН)

**ПР2.** - Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.

**ПР3.** - Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

**ПР4.** - Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

**ПР5.** - Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

**ПР6.** - Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

**ПР7.** - Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.

**ПР8.** - Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.

**ПР11.** - 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.

**ПР12.** - Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

**ПР14.** - Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

**ПР18.** - Вміти керувати професійною діяльністю, участі у роботі над проектами, відповідальності за прийняття рішень у сфері теплоенергетики.

### 5. Критерії оцінювання результатів здобуття освіти

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

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

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

## 6. Засоби діагностики результатів здобуття освіти

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен (третій та четвертий семестри); тестування; результати виконаних лабораторних завдань, результати роботи на практичних заняттях, результати виконання курсової роботи, виконання контрольних робіт у дистанційній формі здобуття освіти.

## 7. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 2. Паросилові установки.

#### Тема 1. Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.

Види робочих тіл і теплоносіїв. Вимоги, які пред'являються до робочих тіл. Класифікація робочих тіл, енергоносіїв і теплотехнічних установок. Основні види робочих тіл і теплотехнічних установок. Склад продуктів згорання як одного із видів робочих тіл.

Лабораторне заняття №1.

**Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем тепlopостачання і теплоенергетики (водогрійні і парові котли).**

Класифікація. Матеріальний і тепловий баланс печей і котлів. Детальний розгляд матеріального балансу. Визначення основних характеристик робочих тіл.

Практичне заняття №1.

**Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.**

Основні властивості водяної пари. Класифікація видів водяної пари. Параметри, які характеризують стан водяної пари.

Практичне заняття №2

Лабораторне заняття № 2.

**Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.**

Робота з діаграмами стану водяної пари. Визначення параметрів водяної пари за допомогою діаграм стану водяної пари.

Практичне заняття № 3.

**Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.**

Побудова процесів зміни стану на діаграмах стану водяної пари. Розрахунки параметрів водяної пари. Визначення основних функцій. Ізобарні і адіабатні процеси.

Лабораторне заняття № 3.

Практичне заняття №4

**Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.**

Побудова процесів зміни стану на діаграмах стану водяної пари. Розрахунки параметрів водяної пари. Визначення основних функцій. Ізотермічні і ізоентальпні процеси.

Практичне заняття № 5.

**Тема 7. Основні цикли паросилових установок.**

Термодинамічні основи теплофікації. Схема паросилової установки. Способи підвищення ефективності паросилових установок - когенераційний бінарний цикл. Цикл з проміжним перегріванням пари. Цикл з проміжними теплообмінниками.

Практичне заняття № 6.

Лабораторне заняття №4.

**Тема 8. Розрахунок паросилового теплофікаційного циклу.**

Побудова теплофікаційного циклу на діаграмах стану. Розрахунок основних процесів теплофікаційного циклу. Визначення показників ефективності теплофікаційного циклу. Переваги і недоліки теплофікаційного циклу. Умови використання теплофікаційного циклу в теплоенергетиці

Практичне заняття № 7.

**Тема 9. Розрахунок паросилового конденсаційного циклу.**

Побудова конденсаційного циклу на діаграмах стану. Розрахунок основних процесів конденсаційного циклу. Визначення показників ефективності конденсаційного циклу. Переваги і недоліки конденсаційного циклу. Умови використання конденсаційного циклу в теплоенергетиці. Порівняння конденсаційного і теплофікаційного циклів.

Практичне заняття № 8.

Лабораторне заняття №5.

**Тема 10. Підвищення енергетичної ефективності роботи паросилових установок.**

Основні засади способів підвищення ефективності паросилових циклів. Цикл з проміжним перегріванням пари, регенеративний цикл.

. парогазові цикли. Сучасні цикли на основі органічного циклу Ренкіна.

Практичне заняття № 9.

Лабораторне заняття №6

### **Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі газу і повітря. Термодинамічні цикли. Змістовий модуль 3. Реальні газу. Вологі газу і повітря. Термодинамічні цикли.**

#### **Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.**

Основні реальні термодинамічні процеси. Зворотні, не зворотні процеси. Рівноважні, не рівноважні процеси. Визначення основних характеристик термодинамічних процесів. Коефіцієнт стиснення газу. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фазові стани реального газу. Пружність насиченого газу. Теплота пароутворення та конденсації.

*Практичне заняття № 1.*

#### **Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів.**

Ізохорний і ізобарний процеси. Зображення процесів в P-V, T-S і I-S діаграмах стану. Визначення кількості теплоти, зміни внутрішньої енергії, роботи в процесі.

*Практичне заняття № 2.*

#### **Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів.**

Ізотермічний і адіабатний процеси. Зображення процесів в P-V, T-S і I-S діаграмах стану. Визначення кількості теплоти, зміни внутрішньої енергії, роботи в процесі.

*Практичне заняття № 3.*

#### **Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.**

Види процесу стискування. Одноступеневий та багатоступеневий компресор. Показник стискування компресора. Робота ідеального компресора в різних термодинамічних процесах. Пособи підвищення ефективності роботи компресорів.

*Практичне заняття № 4.*

#### **Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.**

Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Форми каналів для формування потоку. Критичний показник розширення газу. Швидкість витікання газів. Коефіцієнт швидкості.

*Практичне заняття № 5.*

#### **Тема 6. Вологі газу і повітря.**

Вологе повітря, як суміш сухого повітря та водяної пари. Абсолютна та відносна вологість повітря. Точка роси. Вологоутримання і абсолютна вологість. Аналітичні залежності для їх визначення. I-d діаграма вологого повітря. Процеси зміни стану повітря. Розрахунок процесів, зображення на I-d діаграмі.

*Практичні заняття № 6.*

*Лабораторне заняття №1.*

#### **Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів волого повітря.**

I-d діаграма вологого повітря. Температура мокрого термометра. Процеси зміни стану повітря: осушення повітря, зволоження повітря, змішування потоків з різними параметрами, нагрівання і охолодження вологого повітря. Зображення і розрахунок процесів зміни стану вологого повітря, їх зображення на I-d діаграмі.

*Практичні заняття № 7.*

*Лабораторне заняття №2-3.*

#### **Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневіх двигунів внутрішнього згорання.**

Загальні відомості. Цикл Отто. Цикл Дізеля. Цикл Тринклера. Зображення циклів на діаграмах стану. Розрахунки ефективності циклів.

*Практичні заняття № 8.*

*Лабораторне заняття №4.*

#### **Тема 9. Цикл парокompресорної холодильної машини.**

Зворотній тепловий цикл. Холодильний коефіцієнт. Цикл ідеальної холодильної машини. Цикл парової компресорної холодильної машини. Визначення основних характеристик циклу парокompресійної холодильної машини. Зображення циклу на діаграмах стану.

*Практичні заняття № 9.*

*Лабораторне заняття № 5-6.*

**Тема 10. Цикл газової холодильної машини.**

Цикл газової холодильної машини. Визначення основних характеристик циклу газової холодильної машини. Зображення циклу на діаграмах стану. Порівняння ефективності роботи холодильних машин

*Практичне заняття № 10.*

**Тема 11. Цикл абсорбційної газової холодильної машини .**

Цикл абсорбційної холодильної машини. Визначення основних характеристик циклу. Зображення циклу на діаграмах стану. Визначення ефективності роботи циклу.

**Тема 12. Цикл теплової помпи.**

Термодинамічний цикл теплової помпи. Види теплових pomp. Ефективність роботи теплових pomp. Визначення основних характеристик роботи теплових pomp.

*Практичні заняття № 11.*

*Лабораторне заняття № 7.*

### 8. Структура навчальної дисципліни а) для денної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Модуль 2 Паросилові установки</b>						
Тема 1. Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.	10	2	-	2		<b>6</b>
Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем теплопостачання і теплоенергетики (водогрійні і парові котли).	10	2	2			<b>6</b>
Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.	14	4	2	2		<b>6</b>
Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.	12	4	2			<b>6</b>
Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.	12	2	2	2		<b>6</b>
Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.	<b>10</b>	2	2			<b>6</b>
Тема 7. Основні цикли паросилових установок.	12	2	2	2		<b>6</b>
Тема 8. Розрахунок паросилового теплофікаційного циклу.	<b>12</b>	4	2			<b>6</b>
Тема 9. Розрахунок паросилового конденсаційного циклу.	<b>14</b>	4	2	2		<b>6</b>
Тема 10. Підвищення енергетичної ефективності роботи паросилових установок	<b>14</b>	4	2	2		<b>6</b>
Курсова робота	30				30	
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>60</b>
<b>Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.</b>						
<b>Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.</b>						
Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.	12	8	2	0	0	8
Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.	12	2	2	0	0	8
Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану	12	2	2	0	0	8

для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.						
Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.	12	2	2	0	0	8
Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.	12	2	2	0	0	8
Тема 6. Вологі газу і повітря.	16	2	2	2	0	8
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів волого повітря.	20	4	2	4	0	10
Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	18	4	2	2	0	10
Тема 9. Цикл пароконпресорної холодильної машини.	20	4	2	4	0	
Тема 10. Цикл газової холодильної машини.	16	4	2	4	0	10
Тема 11. Цикл абсорбційної газової холодильної машини	12	4	2	0	0	10
Тема 12. Цикл теплової помпи.	18	2	2	2	0	10
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>180</b>	4				
<b>Разом за модулем 3</b>	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>108</b>
<b>Усього годин</b>	<b>330</b>					
Разом	<b>330</b>	<b>66</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>168</b>

**б) для дистанційної форми здобуття знань**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Модуль 2 Паросилові установки</b>						
<b>Змістовий модуль 2. Паросилові цикли.</b>						
Тема 1. Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.	12					12
Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем теплопостачання і теплоенергетики (водогрійні і парові котли).	12					12
Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.	12					12
Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.	12					12
Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.	12					12
Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.	12					12
Тема 7. Основні цикли паросилових установок.	12					12
Тема 8. Розрахунок паросилового теплофікаційного циклу.	12					12
Тема 9. Розрахунок паросилового конденсаційного циклу.	12					12
Тема 10. Підвищення енергетичної ефективності роботи паросилових установок	12					12
Курсова робота	30				30	
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>				<b>30</b>	<b>120</b>

<b>Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі газу і повітря. Термодинамічні цикли.</b>						
<b>Змістовий модуль 3. Реальні газу. Вологі газу і повітря. Термодинамічні цикли.</b>						
Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.	15					15
Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.	15					15
Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.	15					15
Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.	15					15
Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.	15					15
Тема 6. Вологі газу і повітря.	15					15
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів волого повітря. I–d діаграма вологого повітря.	15					15
Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	15					15
Тема 9. Цикл парокompресорної холодильної машини.	15					15
Тема 10. Цикл газової холодильної машини.	15					15
Тема 11. Цикл абсорбційної газової холодильної машини	15					15
Тема 12. Цикл теплової помпи.	15					15
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>180</b>
<b>Разом за модулем 3</b>	<b>180</b>					
<b>Усього годин</b>	<b>330</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>300</b>
<b>Разом</b>	<b>330</b>					

### 9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва питання	Кількість годин
	Семінарські заняття не передбачені	

### 10. Перелік питань для практичних занять

№ з/п	Назва питання	Кількість годин
1	2	
<b>Модуль 2. Паросилові установки.</b>		
1	Практичне заняття №1. Визначення основних параметрів стану водяної пари за допомогою діаграм 1. Властивості водяної пари 2. Основні термодинамічні параметри пари. 3. Функціональні залежності для визначення параметрів пари	2
2	Практичне заняття №2 Побудова на діаграмах стану процесів, які протікають у парогенерувальному обладнанні. 1. Побудова і розрахунки процесів фазового переходу води 2. Побудова процесів перегрівання пари в пароперегрівачах котлів.	2
3	Практичне заняття №3. Визначення основних термодинамічних функцій для	2

	<p>водяної пари.</p> <p>1.Розрахунок величини роботи і кількості теплоти</p> <p>2.Розрахунок кількості теплоти, зміни ентальпії і ентропії водяної пари</p>	
4	<p>Практичне заняття №4. Побудова P-Vi T-S діаграм водяної пари.</p> <p>1.Зображення на діаграмах стану основних процесів зміни стану водяної пари.</p> <p>2. Розрахунки термодинамічних функцій, які можна виконати за допомогою P-Vi T-S діаграм стану водяної пари</p>	2
5	<p>Практичне заняття №5. Побудова I-S діаграми водяної пари.</p> <p>1.Зображення на діаграмі основних процесів зміни стану водяної пари.</p> <p>2.Розрахунки термодинамічних функцій за допомогою I-S діаграми водяної пари</p> <p>3.Зображення ізобарного, адіабатного, ізохорного, ізотермічних процесів.</p>	2
6	<p>Практичне заняття №6. Вибір ефективних процесів стану водяної пари.</p> <p>1.Аналіз другого закону термодинаміки для процесів зміни стану водяної пари</p> <p>2.Вибір і розрахунок термодинамічно ефективних процесів. Порівняння ізотермічного і адіабатного процесів.</p>	2
7	<p>Практичне заняття №7. Побудова і розрахунок бінарного термодинамічного циклу.</p> <p>1.Обґрунтування ефективності бінарного циклу.</p> <p>2.Побудова циклу ТЕЦ. Визначення параметрів основних процесів циклу</p> <p>3.Бінарні цикли на базі поршневих двигунів.Розрахунок ефективності циклу.</p>	2
8	<p>Практичне заняття №8. Розрахунок паросилового теплофікаційного парогазового циклу.</p> <p>1.Побудова парогазового циклу.</p> <p>2. Визначення основних характеристик парогазового циклу.</p> <p>3. Побудова і розрахунок конденсаційного циклу</p>	2
9	<p>Практичне заняття №9. Аналіз способів підвищення ефективності бінарних циклів.</p> <p>1.Оцінка методів зміни параметрів пари.</p> <p>2.Розрахунок паросилового циклу з проміжним перегріванням пари.</p> <p>3.Розрахунок регенеративного паросилового циклу.</p>	2
	<b>Разом за модулем 2</b>	<b>18</b>
	<b>Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.</b>	
	<b>Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.</b>	
1	<p>Практичне заняття №1.Перший закон термодинаміки для реальних газів. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.</p> <p>1.Запис першого закону термодинаміки для реальних газів.</p> <p>2.Розгляд відмінностей ідеальних і реальних газів</p>	2
2	<p>Практичне заняття №2.Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.</p> <p>1.Побудова процесів на діаграмах стану</p> <p>2.Розгляд залежностей для визначення основних функцій</p>	2
3	<p>Практичне заняття №3.Перший закон термодинаміки для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.</p> <p>1.Побудова процесів на діаграмах стану</p> <p>2.Розгляд залежностей для визначення основних функцій</p>	2
4	<p>Практичне заняття №4.Перший закон термодинаміки для реальних газів. Стискування газів у компресорах.</p> <p>1.Розгляд процесів стискування реальних газів.</p>	2

	2. Вибір найбільш оптимального процесу стискування	
5	Практичне заняття №5. Розрахунок процесів дроселювання газів і пари. 1. Основні рівняння, що лежать в основі описання процесу. 2. Побудова процесів на діаграмах стану	2
6	Практичне заняття №6. Вологі газів і повітря. Процеси вологого повітря. 1. Розгляд основних параметрів, що характеризують вологість газів. 2. Дослідження діаграми стану вологого повітря	2
7	Практичне заняття №7. Вологі газів і повітря. Процеси адіабатного зволоження повітря. 1. Процеси зволоження і сушіння газів. 2. Аналітичні залежності для визначення основних параметрів	2
8	Практичне заняття №8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання. 1. Основні принципи, за якими відбувається побудова циклів. 2. Порівняння термодинамічних циклів поршневих двигунів. Їх ККД	2
9	Практичне заняття №9. Цикл парокомпресорної холодильної машини. 1. Прямі і зворотні цикли в термодинаміці. 2. Розрахунок параметрів циклу холодильної машини.	2
10	Практичне заняття №10. Цикли холодильних машин. 1. Розгляд видів холодильних машин. 2. Аналіз відмінностей здійснення термодинамічного процесу.	2
11	Практичне заняття №11. Цикл теплової помпи 1. Розгляд відмінностей циклу холодильної машини і теплової помпи 2. Методика визначення ефективності роботи теплової помпи.	2
	<b>Разом за модулем 3</b>	<b>22</b>
	<b>Усього годин</b>	<b>40</b>

### 11. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
<b>Модуль 2. Паросилові установки.</b>		
<b>Змістовий модуль 2. Паросилові цикли.</b>		
1	Лабораторне заняття №1. Визначення параметрів стану і характеристик процесів зміни стану робочого тіла в теплоенергетиці. 1. Розгляд параметрів стану, одиниці вимірювання, 2. Розгляд основних газових законів. Визначення основних параметрів робочого тіла- тиску, температури, густини. .	2
2	Лабораторне заняття №2. Дослідження процесу витікання і дроселювання робочого тіла 1. Розгляд процесів дроселювання на діаграмах стану. 2. Робота із залежностями для визначення параметрів дроселювання. 3. Приладове визначення параметрів робочого тіла при дроселюванні.	2
3	Лабораторне заняття №3. Визначення основних термодинамічних характеристик води 1. Пояснення фізичної суті зміни фазового стану води в процесі її нагрівання. 2. Побудова ізобарно-ізотермічних процесів нагрівання води і пароутворення 3. Приладове визначення параметрів води і водяної пари: тиску температури, ступеню сухості.	2
4	Лабораторне заняття №4. Визначення оптимальної температури проміжного перегрівання пари у паросиловому циклі. 1. Дослідження впливу параметрів проміжного перегрівання водяної пари на	2

	показники ефективності циклу. 2. Побудова процесів проміжного перегрівання пари на діаграмах стану. 3.Обчислювальний експеримент дослідження впливу температури пари на параметри циклу.	
5	Лабораторне заняття №5.Обчислювальний експеримент дослідження ефективності роботи бінарного циклу на базі поршневого двигуна. 1.Принципова схема когенераційної устаноки на базі ДВЗ 2. Аналіз факторів впливу на ефективність роботи когенераційної установки. 3.Дослідження впливу параметрів циклу на ефективність його роботи. 4. Оцінка роботи високоефективновної когенераційної установки.	2
6	Лабораторне заняття №6. Дослідження факторів впливу на ефективність паросилового циклу 1.Ознайомлення з питомими показниками ефективності роботи паросилового когенераційного циклу. 2. Факторний аналіз процесу бінарного вироблення теплової і електричної енергії 3.Обчислювальний експеримент впливу факторів на показники ефективності роботи.	2
	<b>Усього за модулем 2</b>	<b>12</b>
	<b>Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.</b>	
	<b>Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.</b>	
1	Лабораторне заняття №1..Визначення теплоємності повітря в ізобарному процесі. 1.Розкриття поняття теплоємність. 2.Визначення величини теплоємності.	2
2	Лабораторне заняття №2.Визначення відносної вологості повітря аспіраційним психрометром 1.Основні параметри для визначення вологості газів. 2.Практичне виконання замірів з визначення параметрів вологості	2
3	Лабораторне заняття №3.Адіабатне зволоження повітря в зрошувальних камерах 1.Розгляд питання про сутність адіабатного зволоження 2.Виконання замірів з визначення параметрів зволоження в адіабатному процесі.	2
4	Лабораторне заняття №4.Двигун Стирлінга 1.Розкриття відмінностей циклу Стирлінга від циклу Отто і Дизеля 2.Обчислювальний експеримент з визначення параметрів роботи двигуна Стирлінга	2
5	Лабораторне заняття №5.Цикл парової компресорної холодильної машини. 1.Побудова циклу компресорної холодильної машини на діагшрамах стану 2.Експериментальне визначення основних параметрів роботи парокмпресорної холодильної машини	2
6	Лабораторне заняття №6.Холодильний коефіцієнт. 1Термодинамічна сутність холодильного коефіцієнту 2.Практичне визначення холодильного коефіцієнту	2
7	Лабораторне заняття №7.Цикл теплової помпи. 1.Основні відмінності холодильної машини і теплової помпи 2.Експериментальне визначення коефіцієнта ефективності теплової помпи	2
	<b>Усього за модулем 3</b>	<b>14</b>

Усього годин	26
--------------	----

## 12.

## 13. 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, опрацьовувати матеріали інтернетівських документів за темою, виконувати аналіз лекційного матеріалу.

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;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання екзамену

## Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Дистанційна форма
1	2	3	4
<b>Модуль 2. Паросилові установки</b>			
<b>Тема 1. Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.</b>			
1	Одиниці вимірювання усіх термодинамічних параметрів, котрі характеризують стан водяної пари у різних системах одиниць вимірювання.	2	4
2	Принципові відмінності визначення термодинамічних параметрів і функцій для ідеального робочого тіла і водяної пари як реального робочого тіла.	2	4
3	Порівняння властивостей водяної пари, повітря і продуктів згорання	2	4
<b>Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем тепlopостачання і теплоенергетики (водогрійні парові котли)</b>			
4	Принципова схема влаштування парогенератора, як джерела отримання водяної пари для просилового циклу	3	6
5	Пароперегрівачі парогенераторів. Призначення, конструкції	3	6
<b>Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.</b>			
6	Огляд термодинамічних параметрів водяної пари, порівняння з іншими робочими тілами	2	4
7	Основні вимоги до робочих тіл в процесах перетворення теплоти в роботу	2	4
8	Відмінності водяної пари від інших робочих тіл	2	4
<b>Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.</b>			
9	Таблиці для визначення характеристик води і водяної пари. Принцип побудови таблиць	3	6
10	Діаграми стану P-V, T-S, I-S для визначення параметрів водяної	3	6

	пари. Робота з діаграмами		
<b>Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.</b>			
11	Аналіз ізобарного і ізотермічного процесів зміни стну пари	2	4
12	Розгляд адиабатного і ізохорного процесів зміни стану водяної пари	2	4
13	Реальні процеси зміни стану водяної пари. Політропний процес.	2	4
<b>Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари. Вибір процесів</b>			
14	Вибір процесів зміни стану водяної пари для паросилового циклц	3	6
15	Рзрахунок основних термодинамічних функцій для основних процесів зміни стану водяної пари	3	6
<b>Тема 7. Основні цикли паросилових установок.</b>			
16	Цикл Ренкіна, як базовий цикл паросилових установок	2	4
17	Цикл бінарного вироблення теплової і електричної енергії ТЕЦ	2	4
18	Цикл конденсаційної електричної станції. Відмінності циклу.	2	4
<b>Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.</b>			
19	Цикл когенераційної установки на базі ДВЗ. Аналіз і розрахунки	3	6
20	Цикл парогазотурбінної установки. Переваги і недоліки	3	6
<b>Тема 9. Розрахунок паросилового конденсаційного циклу.</b>			
21	Аналіз залежностей для розрахунку термодинамічних функцій основних процесів паросилового циклу	3	6
22	Розподіл основни непродуктивних втрат енергії в процесах генерації теплової і електричної енергії	3	6
<b>Тема 10. Підвищення енергетичної ефективності роботи паросилових установок</b>			
23	Аналіз величин, які характеризують ефективність паросилових циклів. Питомі показники ефективності роботи циклів.	2	4
24	Розгляд і аналіз циклів з підвищеною ефективністю	2	4
25	Вплив показників ефективності на економічну і екологічну складові аналізу роботи циклів.	2	4
	<b>Усього за модулем 2</b>	<b>60</b>	<b>120</b>
<b>Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.</b>			
<b>Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.</b>			
<b>Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.</b>			
1	Критичні параметри газу.	4	7
2	Розгляд процесів зміни фазового стану.	4	8
<b>Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів</b>			
3	Визначення коефіцієнту стискуванності газу.	4	7
4	Визначення термодинамічних функцій в адиабатному процесі.	4	8
<b>Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів</b>			
5	Вплив форми сопла на швидкість витікання. Сопло Лавалля.	4	7
6	Зображення реальних процесів на діаграмах стану	4	8
<b>Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.</b>			
7	Струменеві компресори. Переваги і недоліки. Діаграма багатоступеневого стискування у компресорі. Переваги багатоступеневого стискування.	4	7
8	Порівняння термодинамічних процесів стискування. Індикаторна діаграма компресора	4	8
<b>Тема 5. Процеси адиабатного руху газу в потоці й витікання газу.</b>			
9	Параметри інверсії. Зменшення робото здатності в процесі дресе-	4	7

	лювання		
10	Вплив форми сопла на швидкість витікання. Сопло Лавалю.	4	8
Тема 6. Вологі газу і повітря.			
11	Визначення параметрів вологості газу.	4	7
12	Аналіз циклів зміни стану вологого повітря.	4	8
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів вологого повітря.			
13	Визначення точки роси і температури вологого термометра.	5	7
14	Методи осушування газу. Побудова процесів.	5	8
Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання			
15	Шляхи збільшення ККД циклу Отто. Цикли зі змішаним згоранням.	5	7
16	Схема газотурбінної установки з регенерацією теплоти	5	8
Тема 9. Цикл парокомпресорної холодильної машини.			
17	Від чого залежить холодопродуктивність холодильної машини	5	7
18	Визначення холодильного коефіцієнту в умовах перегрівання р.т.	5	8
Тема 10. Цикл газової холодильної машини.			
19	Аналіз холодоагентів. Холодильний коефіцієнт газової ХМ.	5	7
20	Методи порівняння термічних ККД зворотних циклів.	5	8
Тема 11. Цикл абсорбційної газової холодильної машини			
21	Підбір обладнання холодильних циклів. Вимоги до робочих тіл холодильних машин.	5	7
22	Використання абсорбційних холодильних машин	5	8
Тема 12. Цикл теплової помпи.			
23	Використання теплових pomp в комунальних системах теплопостачання	5	7
24	Побудова термодинамічного циклу теплової помпи на діаграмах стану.	5	8
	<b>Усього за модулем 3</b>	<b>108</b>	<b>180</b>
	<b>Разом</b>	<b>168</b>	<b>270</b>

#### 14. Індивідуальні завдання

##### Модуль 2.

Курсова робота обсягом 20-25 сторінок пояснювальної записки, схема паросилового циклу та побудова процесів зміни стану водяної пари на діаграмах стану. Тематика курсового проекту: «Розрахунок термодинамічних циклів», 30 годин. Робота виконується у третьому семестрі.

Методичні вказівки:

Колієнко А.Г. Методичні вказівки до курсової роботи "Технічної термодинаміка та паросилової установки» А.Г. Колієнко - Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2023. - 54 с.

#### 15. 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 лабораторних занять викладачами проводиться вступний інструктаж. Під час проведення практичних занять здобувачі освіти вирішують багатоваріантні задачі та навчаються працювати в команді.

Методи навчання, які дозволяють формувати **soft skills**: робота в команді, робота в малих групах на лабораторних заняттях, дискусії на практичних заняттях, тощо.

### 16. 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, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій до виконання курсової роботи. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті.

Підсумковий контроль у третьому і четвертому семестрі здійснюється у формі *семестрових екзаменів*.

### 17. Розподіл балів, які отримують студенти

для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка та паросилові установки» за видами робіт

#### Другий модуль (в третьому семестрі)

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.
	Практичне заняття									
	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Лабораторне заняття									
	1	-	2	-	3	-	4	-	5	6
Опитування		2	2	2	2	2	2	2	2	2
Виконання практичних завдань	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Виконання лабораторних завдань		-	1	-	1	-	1	-	1	2
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Тестування										5
<b>Всього за темами</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>12</b>
<b>Екзамен</b>	<b>50</b>									
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>									
<b>Курсова робота</b>	<b>100</b>									

Схема нарахування балів\* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Теплогенеруючі установки» за видами робіт

## Другий модуль (в третьому семестрі)

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.
Виконання контрольної роботи				15						15
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Екзамен</b>	<b>50</b>									
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>									
<b>Курсовий проект</b>	<b>100</b>									

## Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування за другий модуль (в третьому семестрі)

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 за другий модуль (в третьому семестрі)

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 занять за другий модуль (в третьому семестрі)

Бали	Критерії оцінювання
1	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в 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.

## Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (наприклад,  $1 \times 5 = 5$ );
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи  
за другий модуль (в третьому семестрі)**

Бали		Критерії оцінювання
Для денної форми	Для дистанційної форми	
1	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.
0,5	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	0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Розподіл балів, які отримують студенти за курсову роботу 2-ий модуль 3 семестр  
(денна та дистанційна форма)**

Виконання		Захист
змістової частини	оформлення	
0-50	0-10	0-40

**Індивідуальна робота (курсорова робота) оцінюється за окремою 100-бальною шкалою**

Захист курсового проекту є *обов'язковим*.

За умови відсутності хоча б однієї частини чи інших складових елементів, передбачених методичними рекомендаціями, курсовий проект *до захисту не допускається*.

Змістова частина	
<b>36-50</b>	Робота виконана з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт. Чітко обґрунтований вибір об'єкту, предмету дослідження, актуальність теми, чітко визначена мета та описані методи дослідження. В роботі здійснений глибокий та ґрунтовний аналіз проблеми, яка досліджується, використані сучасні вітчизняні та закордонні джерела літератури, наведені результати власного дослідження, проведеного на високому рівні, отримані результати обґрунтовані, поставлені в роботі завдання досягнуті повністю. Робота містить обґрунтовані висновки, які чітко корелюються з поставленими завданнями, надані переконливі рекомендації.
<b>21-35</b>	Робота виконана з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт. Обґрунтований вибір об'єкту, предмету, актуальність теми, визначена мета та описані методи дослідження; поставлені завдання виконані повністю, тема роботи розкрита, аналіз стану проблеми здійснено на середньому рівні, в основному з використанням вітчизняних джерел літератури; наведені результати власного дослідження, які проведені на середньому рівні; отримані результати, зроблені висновки та рекомендації обґрун-

	товані, але не повною мірою або непереконливо, простежується нечіткість відповідності висновків поставленим завданням та проведеним дослідженням.
<b>6-20</b>	Робота виконана в цілому з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт. Обґрунтування вибору об'єкту, предмету, актуальності теми здійснено недостатньо, формально, поставлені завдання в переважній більшості виконані, тема роботи розкрита на достатньому рівні, але спостерігаються недоліки змістового характеру; аналіз стану проблеми проведено поверхнево, з використанням лише вітчизняних джерел літератури, без опрацювання або з незначним опрацюванням сучасних джерел. Мета роботи сформульована нечітко; наведені результати власного дослідження містять неглибоке обґрунтування або не обґрунтовані; висновки правильні, але не повні або не повною мірою забезпечується їх відповідність поставленим завданням та/або проведеним дослідженням, рекомендації в переважній більшості непереконливі.
<b>0-5</b>	Робота не відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів). Тема роботи не розкрита, об'єкт, предмет, методи дослідження не визначені, актуальність теми не аргументована або аргументація є суттєво недостатньою. Розділи в теоретичній частині не пов'язані між собою або порушена логічна послідовність викладення матеріалу, відсутній огляд сучасних джерел літератури, аналіз визначеної проблеми не проведений або виконаний із суттєвими помилками, поверхнево; практична частина роботи не містить власних досліджень або вони є неактуальними, не відповідають поставленим у роботі завданням. Висновки та пропозиції не відповідають темі роботи та поставленим завданням чи проведеному дослідженню та/або сучасним вимогам, та/або відсутні, частково відсутні, помилково визначені, не корелюють між собою.
<b>Оформлення</b>	
<b>9-10</b>	Матеріал структурований, повністю відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт в частині оформлення, викладений чітко, стисло, зрозуміло. Текст, ілюстрації, таблиці виконані з використанням текстових та графічних редакторів. Ілюстративний матеріал повністю та з високою наочністю розкриває та доповнює зміст роботи.
<b>6-8</b>	Матеріал структурований, відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт в частині оформлення, викладений чітко, стисло, зрозуміло, але текст містить стилістичні помилки та/або незначні невідповідності вимогам. Текст, ілюстрації, таблиці виконані з використанням текстових та графічних редакторів. Ілюстративний матеріал повністю, але з недостатньою наочністю та/або точністю розкриває та доповнює зміст роботи.
<b>3-5</b>	Матеріал структурований, в цілому відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт в частині оформлення, однак викладений не стисло, не чітко, текст містить граматичні та/або стилістичні помилки. Ілюстративний матеріал не повністю та/або недостатньо наочно розкриває та доповнює зміст роботи.
<b>0-2</b>	Структура та оформлення роботи в цілому не відповідають вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт. Матеріал викладено нечітко, не стисло, текст містить значну кількість граматичних та/або стилістичних помилок. Ілюстративний матеріал не сприяє розкриттю та доповненню змісту роботи.
<b>Захист</b>	
<b>31-40</b>	Здобувач під час захисту демонструє вміння застосовувати глибокі теоретичні знання для практичного вирішення актуальних питань; вільно формулює основні положення роботи та дає правильні, змістовні, розгорнуті, логічно побудовані відповіді на питання; вільно, на високому рівні обґрунтовує рішення поставлених у

	роботі завдань; повністю та глибоко володіє матеріалом. Відповіді можуть містити незначні неточності, які здобувач зумів повністю виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Високий рівень якості доповіді: доповідь логічна, послідовна, змістовна. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які розкривають сутність роботи, здобувач вміло оперує ними.
<b>21-30</b>	Здобувач під час захисту в цілому демонструє вміння застосовувати теоретичні знання для практичного вирішення актуальних питань; вільно формулює основні положення роботи, володіє матеріалом та обґрунтовує рішення поставлених у роботі завдань на середньому рівні. Відповіді на питання повні, логічні, але містять незначні неточності, які здобувач не зумів повністю виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді середній: доповідь логічна, послідовна, змістовна, з незначними неточностями. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які в цілому розкривають сутність роботи, здобувач оперує ними на середньому рівні.
<b>11-20</b>	Здобувач під час захисту володіє змістом роботи та обґрунтовує запропоновані рішення поставлених у роботі завдань на достатньому рівні, доповідь прочитана за текстом. Відповіді на запитання нечіткі, неповні, порушена логічність їх викладення, містять помилки та неточності, які здобувач не зумів виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді достатній: доповідь в цілому логічна, послідовна, однак не повною мірою розкриває зміст роботи, містить неточності та/або помилки. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які недостатньо повно розкривають сутність роботи, здобувач оперує ними невпевнено, але на достатньому рівні.
<b>0-10</b>	Здобувач під час захисту не володіє або частково, на низькому рівні володіє змістом роботи, не демонструє здатність обґрунтувати рішення поставлених у роботі завдань; доповідь прочитана за текстом, викладена нечітко та невпевнено. Відповіді на запитання відсутні, фрагментарні або із суттєвими помилками, які здобувач не зумів виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді низький: у доповіді порушена логічна послідовність викладення основних положень дослідження, не розкривається зміст роботи, доповідь містить суттєві помилки. Захист супроводжується наочними матеріалами, які не розкривають зміст роботи, здобувач ними не оперує, або необхідні наочні матеріали відсутні.

**Таблиця - Шкала оцінювання результатів підготовки та захисту курсової роботи**

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	Задовільно
35-59	FX	Незадовільно
0-34	F	



завдань												
Виконання лабораторних завдань	0	0	0	0	0	0	1	2,3	4	5,6	0	2
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Тестування					1							1
Всього за темами	3	3	3	3	4	5	7	5	7	3	1	6
<b>Екзамен</b>	<b>50</b>											
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	<b>100</b>											

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

### Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань третьої модуль (в четвертому семестрі)

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 третьої модуль (в четвертому семестрі)

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.

Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (наприклад,  $0,5 \times 10 = 5$ );
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

### Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання екзамену третьої модуль (в четвертому семестрі) (денна форма)

Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1. Тестування	0-40	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ( $1,6 \times 25 = 40$ ), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.
2. Питання макс. 10 балів	8-10	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	5-7	Питання розкрито, матеріал викладений у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.

	3-4	Питання розкриті 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.

**б) дистанційна форма навчання**

**Схема нарахування балів\* з навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка та паросилові установки» за видами робіт за другий модуль (в третьому семестрі)**

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.
Виконання завдань контрольної роботи	20					20				
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Екзамен</b>	<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 виконання завдань самостійної роботи за третій модуль (в четвертому семестрі)**

Критерії оцінювання	
Для денної форми	
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 контрольної роботи для дистанційної форми здобуття освіти третій модуль (в четвертому семестрі)**

Бали	Критерії оцінювання
16-20	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних

	результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
11-15	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.
5-8	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0-4	Завдання індивідуальної 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 *другий модуль (в третьому семестрі) (дистанційна форма)***

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. Задача	16-20	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.
	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.

**Схема нарахування балів\* з навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка та паросилові установки» за видами робіт за третій модуль (в четвертому семестрі) (дистанційна форма)**

	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 завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Виконання завдань курсової роботи (РГР)	12				12				14			
<b>Екзамен</b>	50											
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	100											

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

Для дистанційної форми навчання теми передбачається виконання розрахунково – графічних робіт:

**Модуль 3:**

1. «Розрахунок параметрів процесу стискування газу в компресорі та енергетичних витрат».
2. «Аналіз термодинамічних процесів повітря при нагріванні та адіабатному охолодженні»
3. «Розрахунок термодинамічних і енергетичних параметрів компресорної установки фреонової холодильної машини».

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання екзамену третій модуль (в четвертому семестрі) (дистанційна форма)**

Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1. Тестування	0-40	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ( $1,6 \times 25 = 40$ ), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.
2. Питання макс. 10 балів	8-10	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	5-7	Питання розкрито, матеріал викладений у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	3-4	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.

**Шкала оцінювання результатів вивчення навчальної дисципліни**

Сума балів	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	А- відмінно	Відмінно
82-89	В – дуже добре	Добре

Сума балів	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
74-81	C - добре	
64-73	D - задовільно	Задовільно
60-63	E - достатньо	
35-59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	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, а 50 балів – на підсумковий.

**1. Поточний контроль.** Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином:

- робота на практичних, лабораторних заняттях (виконання практичних завдань, лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 50 балів .

Присутність на лекціях 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:** екзамен у 3 і 4 семестрі здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

### 18.Методичне забезпечення

1. Колієнко А.Г. Методичні вказівки до курсової роботи з курсу " Технічна термодинаміка та паросилові установки" для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика»/ А.Г. Колієнко - Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2023. - 54 с.

2. Голік Ю.С. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Технічна термодинаміка” для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика»/ Ю.С. Голік, О. В. Череднікова, , О.Б. Борщ, Д.В. Гузик. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2020. – 33 с.

3. Череднікова О.В. Методичні вказівки до виконання розрахунково - графічної роботи з курсу «Технічна термодинаміка» для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика» денної форми навчання / О.В. Череднікова. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2022. – 30 с.

4. Череднікова О.В. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу “Технічна термодинаміка” для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 144 “Теплоенергетика”/ О. В. Череднікова. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2020. – 37 с.

## 19. Рекомендована література

### Базова

1. Термодинаміка, тепломасообмін і теплопередача : навч. посіб. для студентів першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 101 «Екологія», 144 «Теплоенергетика» всіх форм навчання / Б.А. Кутний, О.В. Череднікова. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2022. – 182 с.
2. Ємець В. В. Термодинаміка і теплообмін. Частина 1: Основи термодинаміки : навч. посіб. / В. В. Ємець, В. Г. Тягній ; МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуц. льотн. коледж. – Харків : ХНУВС, 2023. – 128 с. – ISBN 978-966-610-268-6.  
<https://dspace.univd.edu.ua/handle/123456789/16940>
3. Технологія виробництва електричної енергії : підручник / В.В. Дубровська, В.І. Шкляр – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 316 с.  
<https://ela.kpi.ua/items/45ac598e-2c5f-4aa8-a6cb-cd76ef796209>
4. Power plant engineering. — Boca Raton : CRC Press, 2021. — 960 p. — ISBN 978-1-4987-0712-1.
5. Engineering thermodynamics: an introduction. — Dulles, VA : Mercury Learning & Information, 2022. — 262 p. — ISBN 978-1-5231-4741-0.

### Допоміжна

1. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський, В.О. Лазоренко, А.В. Міщенко, О.В. Шеліманова (за ред. Б. Х. Драганова). Теплотехніка. 2-е вид., перероб. і доп. — Київ: Фірма «ІНКОС», 2021. — 400 с.
2. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Харків. Видавництво САГА. 2020- 320 с.
3. Малишев В., Кретов В., Гладка Т. Технічна термодинаміка та теплопередача. К., Знання 2016.- 258 с.
4. Буляндра О.Ф. Збірник задач з технічної термодинаміки. К., Знання 2021, -394 с.
5. Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130 с.  
<https://studfile.net/preview/5725573/>
6. Aatik M., Ben Taher M. A. Energy, exergy, and environmental analysis of organic Rankine cycle systems for industrial waste heat recovery applications // Sustainability. — 2026. — Vol. 18. — Article 1462. — DOI: <https://doi.org/10.3390/su18031462>.
7. Silviano-Mendoza H. H., Martinez-Rodriguez G., Fuentes-Silva A. L. et al. Exergo-economic evaluation of an organic Rankine cycle with a solar thermal source for industrial applications // Discover Sustainability. — 2025. — Vol. 6. — Article 575. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01495-0>.
8. Khan Md R., Shoaib S. R., Rahman Md M. Thermodynamic, exergy, and environmental evaluation of hybrid geothermal and solar energy-based organic Rankine cycle power plant // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). — 2025. — Vol. 14, Issue 1. — DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18114954>.
9. Kolienco A. G., Sigal O. I., Gupalo O. V., Akhmednabiev R. M. Research on the efficiency of hydrogen combustion, alternative and natural non-interchangeable gases // Energotehnologii i Resursoberezenie. 2025. Vol. 84, No. 3. P. 39–51. DOI: <https://doi.org/10.33070/etars.3.2025.03>.
10. Kolienco A., Ahmednabiev R., Demchenko O., Hukasian O., Semko V. Interchangeability of various combustible gases and adaptation of gas-using equipment for their efficient combustion // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2024. Vol. 1348, No. 1. Article 012048. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012048>.
11. Kolienco A., Akhmednabiev R. Study of the efficiency of cogeneration plant based on an internal combustion heat engine (ICE) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2025. Vol. 1491, No. 1. Article 012014. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1491/1/012014>.
12. Череднікова О. В., Гузик Д. В., Чередніков В. М., Чередніков М. В. Порівняльний аналіз не-

стаціонарних режимів роботи побутового кондиціонера при нормальному та недостатньому заправленні холодоагенту // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. — 2025. — № 55. — С. 47–65. — DOI: <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2025.55.47-65>.

13. Kutnyi B., Pavlenko A., Cherednikova O. Theoretical foundations of gas hydrate synthesis intensification // Environmental and Climate Technologies. — 2023. — Vol. 27, No. 1. — P. 666–682. — DOI: <https://doi.org/10.2478/rtuct-2023-0049>

14. Чередніков В. М., Череднікова О. В. Підготовка до випробувань з створенням програми визначення характеристик двигунів внутрішнього згорання гелікоптера на лабораторному стенді // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. — 2022. — Т. 33 (72), № 5. — С. 228–235. — DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/34>

## 20. Інтернет-ресурси

1. Сторінка дистанційного курсу: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=4354>.
2. Сторінка дистанційного курсу: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=527>.