

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 ПАРΟΣИЛОВІ УСТАНОВКИ

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки

Бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Спеціальності

G4 Енерговиробництво
(код і назва спеціальності)

Спеціалізація

G4. 02 Теплоенергетика

Полтава
2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка і паросилові установки» для студентів спеціальності G4 Енерговиробництво, спеціалізація G4. 02 «Теплоенергетика».

Складена відповідно до освітньої програми «Теплоенергетика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 2025 року.

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

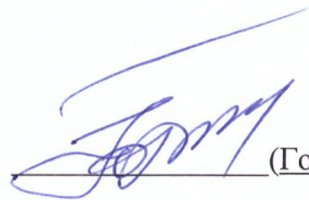
Гарант освітньої програми

 (Кутний Б.А.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Протокол від «28» серпня 2025 року № 1

Завідувач кафедри
теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики


 (Голік Ю.С.)

«28» серпня 2025 року

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

Протокол від «29» серпня 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії

 (Гаврик С.Ю.)

«29» серпня 2025 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Форма здобуття вищої освіти	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>G Інженерія, виробництво та будівництво</u> (шифр і назва)	Вибіркова	
		Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 180	Спеціальності G4 Енерговиробництво, спеціалізація G4. 02 Теплоенергетика	1-й	1-й
		Семестр	
Модулів-1		2-й	2-й
Змістовних модулів-1	Ступінь вищої освіти: <u>бакалавр</u>	Лекції, год	
Не передбачено		36	-
		Практичні заняття	
		22	-
		Лабораторні заняття, год	
		14	-
		Самостійна робота, год	
		108	180
		Індивідуальна робота, год	
0		0	
Вид контролю			
	Екзамен	Екзамен	

Примітка.

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

для денної форми здобуття освіти: 72/108

з дистанційної форми здобуття освіти: 0/180

1. 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.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою вивчення дисципліни є дисципліни, які мають бути вивчені раніше: «Вступ до спеціальності», «Вища математика»

3. 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, відповідально-

сті за прийняття рішень у сфері теплоенергетики.

4. 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.

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

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

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

5. Засоби діагностики результатів здобуття освіти

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен (третій та четвертий семестри); опитування; тестування; результати виконаних лабораторних завдань, результати роботи на практичних заняттях, результати виконання курсової роботи, виконання контрольних робіт для дистанційної форми.

6. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Паросилові установки

Змістовий модуль 1. Паросилові цикли.

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.

Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем теплопостачання 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 № 1.

Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.

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

Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.

Визначення основних функцій. Ізобарні і адіабатні процеси.

Лабораторне заняття № 2

Практичне заняття №3

Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.

Побудова процесів зміни стану на діаграмах стану водяної пари. Розрахунки параметрів водяної пари.

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 № 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 № 5.

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 № 6.

Лабораторне заняття №3.

**Модуль 2. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.
Змістовий модуль 2. Реальні гази. Вологі гази 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.

Практичне заняття № 2.

Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.

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.

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 № 3.

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.

Тема 6. Вологі гази 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 № 4.

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 № 5.

Лабораторне заняття №2.

Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.

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

Практичні заняття № 8.

Лабораторне заняття №3.

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 № 4.

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

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
го		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1 Паросилові установки						
Змістовий модуль 1. Паросилові цикли.						
Тема 1. Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.	8	2	-			6
Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем тепlopостачання і теплоенергетики (водогрійні і парові котли).	10	2	2			6
Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.	12	2	2	2		6
Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.	8	2				6
Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.	12	2	2	2		6
Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.	8	2				6
Тема 7. Основні цикли паросилових установок.	10	2	2			6
Тема 8. Розрахунок паросилового теплофікаційного циклу.	10	2	2			6
Тема 9. Розрахунок паросилового конденсаційного циклу.	12	2	2	2		6
Усього годин	90	18	12	6		54

Модуль 2. Технічна термодинаміка. Вологі газів і повітря. Термодинамічні цикли.						
Змістовий модуль 2. Реальні газів. Вологі газів і повітря. Термодинамічні цикли.						
Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.	12	2	2			6
Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.	12	2	2			6
Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.	12	2				6
Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.	12	2	2			6
Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.	12	2				6
Тема 6. Вологі газів і повітря.	14	2	2	2	-+	6
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів волого повітря.	20	4	2	2		6
Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	18	4		2		6
Тема 9. Цикл парокомпресорної холодильної машини.	20	4		2		6
Разом за модулем 2	90	18	10	8		54
Разом	180	36	22	14		108

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.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1 Паросилові установки						
Змістовий модуль 1. Паросилові цикли.						
Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.	10					10
Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.	10					10
Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.	10					10
Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.	10					10
Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.	10					10
Тема 6. Вологі газів і повітря.	10					10
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів волого повітря.	10					10
Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	10					10
Тема 9. Цикл парокомпресорної холодильної машини.	10					10

Усього годин	90				90
Модуль 2. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.					
Змістовий модуль 2. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.					
Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.	10				10
Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.	10				10
Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.	10				10
Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.	10				10
Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.	10				10
Тема 6. Вологі гази і повітря.	10				10
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів волого повітря..	10				10
Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	10				10
Тема 9. Цикл парокомпресорної холодильної машини.	10				10
Разом за змістовим модулем 2	90				90
Усього годин	180				180
Разом	180				

9. Перелік питань для семінарських занять

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

10. Перелік питань для практичних занять

№ з/п	Теми занять та перелік питань	Кількість годин
1	2	
Модуль 1. Паросилові установки.		
Змістовий модуль 1. Паросилові цикли.		
1	Практичне заняття №1 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
2	Практичне заняття №2. Визначення основних термодинамічних функцій для водяної пари. 1. Розрахунок величини роботи і кількості теплоти 2. Розрахунок кількості теплоти, зміни ентальпії і ентропії водяної пари	2
3	Практичне заняття №3. Побудова I-S діаграми водяної пари. 1. Зображення на діаграмі основних процесів зміни стану водяної пари. 2. Розрахунки термодинамічних функцій за допомогою I-S діаграми водяної пари	2

	3.Зображення ізобарного, адіабатного, ізохорного, ізотермічних процесів.	
4	Практичне заняття №4. Вибір ефективних процесів стану водяної пари. 1.Аналіз другого закону термодинаміки для процесів зміни стану водяної пари 2.Вибір і розрахунок термодинамічно ефективних процесів. Порівняння ізотермічного і адіабатного процесів.	2
7	Практичне заняття №5. Побудова і розрахунок бінарного термодинамічного циклу. 1.Обґрунтування ефективності бінарного циклу. 2.Побудова циклу ТЕЦ. Визначення параметрів основних процесів циклу 3.Бінарні цикли на базі поршневих двигунів.Розрахунок ефективності циклу.	2
8	Практичне заняття №9. Аналіз способів підвищення ефективності бінарних циклів. 1.Оцінка методів зміни параметрів пари. 2.Розрахунок паросилового циклу з проміжним перегріванням пари. 3.Розрахунок регенеративного паросилового циклу.	2
	Разом за модулем 2	12
	Модуль 2. Технічна термодинаміка. Вологі газу і повітря. Термодинамічні цикли.	
	Змістовий модуль 2. Реальні газу. Вологі газу і повітря. Термодинамічні цикли.	
1	Практичне заняття №1.Перший закон термодинаміки для реальних газів. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу. 1.Запис першого закону термодинаміки для реальних газів. 2.Розгляд відмінностей ідеальних і реальних газів	2
2	Практичне заняття №2.Перший закон термодинаміки для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси. 1.Побудова процесів на діаграмах стану 2.Розгляд залежностей для визначення основних функцій	2
3	Практичне заняття №3.Перший закон термодинаміки для реальних газів. Стискування газів у компресорах. 1.Розгляд процесів стискування реальних газів. 2.Вибір найбільш оптимального процесу стискування	2
4	Практичне заняття №4.Розрахунок процесів дроселювання газів і пари. 1.Основні рівняння, що лежать в основі описання процесу. 2.Побудова процесів на діаграмах стану	2
5	Практичне заняття №5.Вологі газу і повітря. Процеси вологого повітря. 1.Розгляд основних параметрів, що характеризують вологість газів. 2.Дослідження діаграми стану вологого повітря	2
	Разом за модулем 3	10
	Усього годин	22

11. Перелік питань для лабораторних занять

№ з/п	Теми занять та перелік питань	Кількість годин
1	2	3
	Модуль 1. Паросилові установки.	
	Змістовий модуль 1. Паросилові цикли.	
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 робочо-	2

	го тіла- тиску, температури, густини. .	
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 тепродинамічних 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
	Усього за модулем 2	6
	Модуль 2. Технічна термодинаміка. Вологі газу і повітря. Термодинамічні цикли.	
	Змістовий модуль 2. Реальні газу. Вологі газу і повітря. Термодинамічні цикли.	
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
	Усього за модулем 3	8
	Усього годин	14

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки, 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
- підготовка до виконання контрольної роботи для дистанційної форми
- підготовка до курсової роботи

- виконання контрольної роботи (для студентів дистанційної форми)

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Дистанційна форма
1	2	3	4
Модуль 1. Паросилові установки			
Змістовий модуль 1. Паросилові цикли.			
Тема 1. Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.			
1	Одиниці вимірювання усіх термодинамічних параметрів, котрі характеризують стан водяної пари у різних системах одиниць вимірювання.	2	3
2	Принципові відмінності визначення термодинамічних параметрів і функцій для ідеального робочого тіла і водяної пари як реального робочого тіла.	2	3
3	Порівняння властивостей водяної пари, повітря і продуктів згорання	2	4
Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем теплопостачання і теплоенергетики (водогрійні та парові котли)			
4	Принципова схема влаштування парогенератора, як джерела отримання водяної пари для паросилового циклу	3	5
5	Пароперегрівачі парогенераторів. Призначення, конструкції	3	5
Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.			
6	Огляд термодинамічних параметрів водяної пари, порівняння з іншими робочими тілами	2	3
7	Основні вимоги до робочих тіл в процесах перетворення теплоти в роботу	2	3
8	Відмінності водяної пари від інших робочих тіл	2	4
Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.			
9	Таблиці для визначення характеристик води і водяної пари. Принцип побудови таблиць	3	5
10	Діаграми стану P-V, T-S, I-S для визначення параметрів водяної пари. Робота з діаграмами	3	5
Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.			
11	Аналіз ізобарного і ізотермічного процесів зміни стану пари	2	3
12	Розгляд адіабатного і ізохорного процесів зміни стану водяної пари	2	3
13	Реальні процеси зміни стану водяної пари. Політропний процес.	2	4
Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.			
14	Вибір процесів зміни стану водяної пари для паросилового циклу	3	5
15	Рзрахунок основних термодинамічних функцій для основних процесів зміни стану водяної пари	3	5
Тема 7. Основні цикли паросилових установок.			
16	Цикл Ренкіна, як базовий цикл паросилових установок	2	3
17	Цикл бінарного вироблення теплової і електричної енергії ТЕЦ	2	3
18	Цикл конденсаційної електричної станції. Відмінності циклу.	2	4

Тема 8. Розрахунок паросилового теплофікаційного циклу..			
19	Цикл когенераційної установки на базі ДВЗ. Аналіз і розрахунки	3	5
20	Цикл парогазотурбінної установки. Переваги і недоліки	3	5
Тема 9. Розрахунок паросилового конденсаційного циклу.			
21	Аналіз залежностей для розрахунку термодинамічних функцій основних процесів паросилового циклу	3	5
22	Розподіл основних непродуктивних втрат енергії в процесах генерації теплової і електричної енергії	3	5
	Усього за модулем 2	54	90
Модуль 2. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.			
Змістовий модуль 2. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.			
Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.			
1	Критичні параметри газу.	3	5
2	Розгляд процесів зміни фазового стану.	3	5
Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.			
3	Визначення коефіцієнту стискуваності газу.	3	5
4	Визначення термодинамічних функцій в адіабатному процесі.	3	5
Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.			
5	Вплив форми сопла на швидкість витікання. Сопло Лавалю.	3	5
6	Зображення реальних процесів на діаграмах стану	3	5
Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.			
7	Струменеві компресори. Переваги і недоліки. Діаграма багатоступеневого стискування у компресорі. Переваги багатоступеневого стискування.	3	5
8	Порівняння термодинамічних процесів стискування. Індикаторна діаграма компресора	3	5
Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.			
9	Параметри інверсії. Зменшення робото здатності в процесі дроселювання	3	5
10	Вплив форми сопла на швидкість витікання. Сопло Лавалю.	3	5
Тема 6. Вологі гази і повітря.			
11	Визначення параметрів вологості газу.	3	5
12	Аналіз циклів зміни стану вологого повітря.	3	5
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів повітря.			
13	Визначення точки роси і температури вологого термометра.	3	5
14	Методи осушування газу. Побудова процесів.	3	5
Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих			
15	Шляхи збільшення ККД циклу Отто. Цикли зі змішаним згоранням.	3	5
16	Схема газотурбінної установки з регенерацією теплоти	3	5
Тема 9. Цикл парокompресорної холодильної машини.			
17	Від чого залежить холодопродуктивність холодильної машини	3	5
18	Визначення холодильного коефіцієнту в умовах перегрівання р.т.	3	5
	Усього за модулем 3	54	90
	Разом	108	180

13. Індивідуальні завдання

Не передбачено

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання. Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних, лабораторних занять, індивідуальних та групових консультацій.

Під час проведення лекцій, практичних, лабораторних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

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

Перед проведенням 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.

15. Методи контролю

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

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

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Схема нарахування балів для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка і паросилові установки» за видами робіт

Перший модуль (в другому семестрі)

Види робіт/контролю	Перелік тем								
	Змістовний модуль 1								
	Тема 1.	Тема 2.	Тема 3.	Тема 4.	Тема 5.	Тема 6.	Тема 7.	Тема 8.	Тема 9.
	Практичне заняття								
	-	1	2	-	3	-	4	5	6
Опитування в тому числі на лекціях		1	1		1		1	1	1
Тестування			3			3			3
Виконання практичних завдань	-	2	2		2		2	2	2
	Лабораторне заняття								
						1	2	3	4
Виконання		-		-		2	2	2	2

лабораторних завдань									
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Модульний контроль									1
Всього за темами	1	3	6	8	4	6	6	6	10
екзамен	50								
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100								

Схема нарахування балів* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка і паросилові установки» за видами робіт

Другий модуль (в другому семестрі)

Види робіт/контролю	Перелік тем								
	Тема 1.	Тема 2.	Тема 3.	Тема 4.	Тема 5.	Тема 6.	Тема 7.	Тема 8.	Тема 9.
Виконання контрольної роботи	14								
Виконання завдань самостійної роботи	4	4	4	4	4	4	4	4	4
екзамен	50								
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100								

Другий модуль (в другому семестрі)

Види робіт/контролю	Перелік тем								
	Змістовний модуль 1								
	Тема 1.	Тема 2.	Тема 3.	Тема 4.	Тема 5.	Тема 6.	Тема 7.	Тема 8.	Тема 9.
	Практичне заняття								
	1	2		3		4	5		
Опитування	2	2		2		2	2		
Тестування			3			3			3
Виконання практичних завдань	2	2		2		2	2		
	Лабораторне заняття								
						1	2	3	4
Виконання лабораторних завдань		-		-		2	2	2	2
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Модульний контроль									4
Всього за темами	5	5	4	5	1	10	7	3	10
екзамен	50								
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100								

Схема нарахування балів* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка і паросилові установки» за видами робіт

Другий модуль (в другому семестрі)

Види робіт/контролю	Перелік тем								
	Тема 1.	Тема 2.	Тема 3.	Тема 4.	Тема 5.	Тема 6.	Тема 7.	Тема 8.	Тема 9.
Виконання контрольної роботи	14								
Виконання завдань самостійної роботи	4	4	4	4	4	4	4	4	4
екзамен	30								
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100								

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

Бали для 2 модуля	Бали для 1 модуля	Критерії оцінювання
2	2	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
1	0,5	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

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

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних занять

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

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
за результатами тестування першого модулю за темами**

Вид контролю	Бали	Критерії оцінювання
Тестування Передбачає 10 питань	0-3	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,3 \times 10 = 3$); правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
за результатами модульного контролю першого модулю**

Вид контролю	Бали	Критерії оцінювання
Тестування Передбачає 10 питань	0-1	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,1 \times 10 = 1$); правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**- Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
- за результатами тестування другого модулю за темами**

Вид контролю	Бали	Критерії оцінювання
Тестування Передбачає 10 питань	0-3	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,3 \times 10 = 3$); правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**- Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
- за результатами модульного контролю другого модулю**

Вид контролю	Бали	Критерії оцінювання
Тестування Передбачає 10 питань	0-4	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,4 \times 10 = 4$); правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи
За перший та другий модулі**

Бали		Критерії оцінювання
Для денної форми	Для дистанційної форми	
1	4	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	2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобу-

		вача 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.

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

Бали	Критерії оцінювання
10-14	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.
5-9	Завдання вирішено із незначними неточностями, викладено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
3-4	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.
1-2	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 екзамену

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

грамних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

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	Задовільно
60-63	E	
35-59	FX	Незадовільно
0-34	F	

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти результатами складання екзамену (денна та 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 розкриті, 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. Практичне завдання	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.

Шкала оцінювання результатів вивчення навчальної дисципліни

Сума балів	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A- відмінно	Відмінно
82-89	B – дуже добре	Добре
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 (для допуску до екзамену необхідно мати не менше 25 балів поточної успішності).

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.

1. 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».

17.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, 2021. – 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, 2021. – 37 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/server/api/core/bitstreams/aa67af18-8677-49fb-b6b3-dc3135a079a0/content?utm_source=chatgpt.com.
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. 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>.
7. 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>.
8. Koliienko 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 Resursosberezhenie. 2025. Vol. 84, No. 3. P. 39–51. DOI: <https://doi.org/10.33070/etars.3.2025.03>.
9. Koliienko 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>.
10. Shkarovskiy A., Koliienko A., Turchenko V. Interchangeability and standardization of the parameters of combustible gases when using hydrogen // Architecture and Engineering. 2022. Vol. 7, No. 1. P. 33–45. DOI: <https://doi.org/10.23968/2500-0055-2022-7-1-33-45>.
11. Koliienko A., Akhmednabiiev 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=4354>.
2. Сторінка дистанційного курсу: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=527>.