

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

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



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної та
випускної роботи

А.М. Мартиненко
А.М. Мартиненко
«30» серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА ТА ПАРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ

(назва навчальної дисципліни)

підготовки **бакалавра**

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності **144 Теплоенергетика**

(код і назва спеціальності)

Полтава
2024 рік

№ 25.32
М.Р.З.

Робоча програма навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка та паросилові установки» для студентів спеціальності 144 Теплоенергетика

Складена відповідно до освітньо-професійної програми бакалавра «Теплоенергетика», 2024р.

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 освітньо-професійної програми



Кутний Б.А.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Протокол від «29» серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри
теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики



(Голік Ю.С.)

«30» серпня 2024 року

Схвалено навчально-методичною комісією інституту

Протокол від «30» серпня 2023 року № 1

Голова навчально-методичної комісії



(Гаврик С.Ю.)

«30» серпня 2024 року

©Колієнко А.Г., 2024 рік
©Череднікова О.В., 2024 рік
© Національний університет
«Полтавська політехніка»
імені Юрія Кондратюка, 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни					
		денна форма навчання			дистанційна форма навчання		
Кількість кредитів – 15	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	обов'язкова					
Загальна кількість годин – 450							
Модулів – 3	Спеціальність <u>144 Теплоенергетика</u> (шифр і назва)	Рік підготовки:					
Змістових модулів – 3		1-й	2-й		1-й	2-й	
	Семестр						
		2-й	3-й	4-й	2-й	3-й	4-й
		Лекції,год					
Індивідуальне завдання у 3-му семестрі: Курсова робота «Розрахунок термодинамічних циклів»	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	24	30	36		-	
		Практичні, год					
		14	18	22		-	
		Лабораторні, год					
		10	12	14		-	
		Самостійна робота, год					
		72	60	108	72	90	108
		Індивідуальна робота, год:					
		-	30	-	48	60	72
		Вид контролю:					
		диф.залік	екзамен	екзамен	диф.залік	екзамен	екзамен

Примітка.

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

для денної форми навчання:

по першому семестру підготовки – 48/72,
по другому семестру підготовки - 60/90,
по третьому семестру підготовки - 72/108,
разом по курсу - 180/270;

з дистанційної форми навчання:

по першому семестру підготовки – 0/120,
по другому семестру підготовки - 0/150,
по третьому семестру підготовки - 0/180,
разом по курсу - 0/450.

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 визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі

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».

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 навчання

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	Високий , що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	B	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній , що забезпечує Здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	C	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку	Середній , 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.
60 – 63	Е	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використання м 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.

7.Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: диференційований залік (другий семестр), екзамен (третій та четвертий семестри); стандартизовані тести; результати виконаних лабораторних завдань, результати роботи на практичних заняттях, результати виконання курсової роботи.

8. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.
Змістовий модуль 2 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 цикла 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.

Модуль 2. Паросилові установки. Змістовий модуль 2. 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. 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 ізентальпні 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 гази і повітря. Термодинамічні цикли.

Змістовий модуль 3. 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, 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 багаступеневий 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 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 №4.

Тема 9. Цикл парокомпресорної холодильної машини.

Зворотній тепловий цикл. Холодильний коефіцієнт. Цикл ідеальної холодильної машини. Цикл парової компресорної холодильної машини. Визначення основних характеристик циклу парокомпресійної 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 помп. Ефективність роботи теплових помп. Визначення основних характеристик роботи теплових помп.

Практичні заняття № 11.

Лабораторне заняття № 7.

9. Структура навчальної дисципліни
а) для денної форми навчання

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. 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.	18	2	2	8	0	6
Тема 2. Фазовий стан робочого тіла. Закони фазових перетворень.	8	2	0	0	0	6
Тема 3. Теплові властивості робочих тіл. Теплоємність, види теплоємностей і їх визначення.	12	2	2	2	0	6
Тема 4. Основні термодинамічні функції. Теплові властивості робочих тіл	10	2	2	0	0	6
Тема 5. Поняття ентальпія, як теплова характеристика робочого тіла	10	2	0	0	0	8
Тема 6. Ентропія як функція стану робочого тіла.	10	2	0	0	0	8
Тема 7. Суміші ідеальних газів. Основні поняття. Способи завдання суміші газів.	12	2	2	0	0	8
Тема 8. Перший закон термодинаміки. Закон еквівалентності теплоти і роботи.	12	2	2	0	0	8
Тема 9. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Термічний ККД.	14	4	2	0	0	8
Тема 10. Процеси зміни параметрів ідеального газу.	14	4	2	0	0	8
Разом за змістовим модулем 1	120	24	14	10	0	72
Разом за модулем 1	120					
Модуль 2 Паросилові установки						
Змістовий модуль 2. Паросилові цикли.						
Тема1.Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.	10	2	-	2	-	6
Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем теплопостачання 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.	14	4	2	2	-	6
Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.	12	4	2		-	6
Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.	12	2	2	2	-	6
Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.	18	2	2		6	6
Тема 7. Основні цикли паросилових установок.	18	2	2	2	6	6
Тема 8. Розрахунок паросилового теплофікаційного циклу.	18	4	2		6	6
Тема 9. Розрахунок паросилового конденсаційного циклу.	20	4	2	2	6	6
Тема 10. Підвищення енергетичної ефективності роботи паросилових установок	20	4	2	2	6	6

Курсова робота					30*	
Разом за змістовим модулем 2	150	30	18	12	30	60
Разом за модулем 2	150					
Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.						
Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.						
Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.	12	2	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 для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.	12	2	2	0	0	8
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 гази і повітря.	16	4	2	2	0	8
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів волого повітря. I–d діаграма вологого 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 парокомпресорної холодильної машини.	20	4	2	4	0	10
Тема 10. Цикл газової холодильної машини.	16	4	2	0	0	10
Тема 11. Цикл абсорбційної газової холодильної машини	12	2	0	0	0	10
Тема 12. Цикл теплової помпи.	18	4	2	2	0	10
Разом за змістовим модулем 3	180	36	22	14	0	108
Разом за модулем 3	180					
Усього годин	450	90	54	36	30	240
Разом	450					

б) для дистанційної форми навчання

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. Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.						
Змістовий модуль 2 Термодинамічні параметри та процеси для ідеальних газів.						
Тема 1. Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.	18	0	0	0	12	6
Тема 2. Фазовий стан робочого тіла. Закони фазових перетворень.	6	0	0	0	0	6
Тема 3. Теплові властивості робочих тіл. Теплоємність, види теплоємностей і їх визначення.	6	0	0	0	0	6
Тема 4. Основні термодинамічні функції. Теплові властивості робочих тіл	6	0	0	0	0	6
Тема 5. Поняття ентальпія, як теплова характеристика робочого тіла	8	0	0	0	0	8
Тема 6. Ентропія як функція стану робочого тіла.	8	0	0	0	0	8
Тема 7. Суміші ідеальних газів. Основні поняття.	20	0	0	0	12	8

Способи завдання суміші газів.						
РГР1					24*	
Тема 8. Перший закон термодинаміки. Закон еквівалентності теплоти і роботи.	16	0	0	0	8	8
Тема 9. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Термічний ККД.	16	0	0	0	8	8
Тема 10. Процеси зміни параметрів ідеального газу.	16	0	0	0	8	8
РГР2					24*	
Разом за змістовим модулем 1	120	0	0	0	48	72
Разом за модулем 1	120					
Модуль 2 Паросилові установки						
Змістовий модуль 2. Паросилові цикли.						
Тема1.Теплоносії і робочі тіла у високотемпературних процесах і установках.	9	0	0	0	0	9
Тема 2. Теплогенерувальні і парогенерувальні пристрої систем теплопостачання і теплоенергетики (водогрійні і парові котли).	9	0	0	0	0	9
Тема 3. Водяна пара, як робоче тіло у теплотехнічних пристроях для генерації теплової і електричної енергії.	9	0	0	0	0	9
Тема 4. Діаграми стану водяної пари, їх побудова.	9	0	0	0	0	9
Тема 5. Процеси зміни стану водяної пари.	19	0	0	0	5/5	9
Тема 6. Процеси зміни стану водяної пари.	19	0	0	0	5/5	9
Тема 7. Основні цикли паросилових установок.	19	0	0	0	5/5	9
РГР1					15*	
Тема 8. Розрахунок паросилового теплофікаційного циклу.	19	0	0	0	5/5	9
Тема 9. Розрахунок паросилового конденсаційного циклу.	19	0	0	0	5/5	9
Тема 10. Підвищення енергетичної ефективності роботи паросилових установок	19	0	0	0	5/5	9
РГР2					15*	
Курсова робота					30*	
Разом за змістовим модулем 2	150	0	0	0	60	90
Разом за модулем 2	150					
Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.						
Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.						
Тема 1. Рівняння стану реальних газів. Відмінності ідеальних і реальних газів.	8	0	0	0	0	8
Тема 2. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.	20	0	0	0	12	8
Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.	8	0	0	0	0	8
Тема 4. Термодинаміка процесів стискування газів у компресорах.	20	0	0	0	12	8
Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.	8	0	0	0	0	8
РГР1					24*	
Тема 6. Вологі гази і повітря.	20	0	0	0	12	8
Тема 7. Розрахунки термодинамічних параметрів волого повітря. I–d діаграма вологого повітря.	22	0	0	0	12	10

РГР2					24*	
Тема 8. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	10	0	0	0	0	10
Тема 9. Цикл парокомпресорної холодильної машини.	10	0	0	0	0	10
Тема 10. Цикл газової холодильної машини.	34	0	0	0	24	10
Тема 11. Цикл абсорбційної газової холодильної машини	10	0	0	0	0	10
Тема 12. Цикл теплової помпи.	10	0	0	0	0	10
РГР3					24*	
Разом за змістовим модулем 3	180	0	0	0	72	108
Разом за модулем 3	180					
Усього годин	450	0	0	0	180	270
Разом	450					

10. Теми семінарських занять

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

11. Теми практичних занять

№ з/п	Назва питання	Кількість годин
1	2	
	Модуль 1. Технічна термодинаміка. Термодинамічні процеси для ідеальних газів.	
	Змістовий модуль 1 Термодинамічні параметри та процеси для ідеальних газів.	
1	Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Розрахунок параметрів стану.	2
2	Процеси зміни параметрів ідеального газу. Рівняння стану реальних газів.	2
3	Визначення основних термодинамічних функцій: теплоти і роботи	2
4	Суміш ідеальних газів. Визначення характеристик суміші газів.	2
5	Перший закон термодинаміки. Складання енергетичних балансів.	2
6	Другий закон термодинаміки. Визначення ККД і ефективності циклу.	2
	Разом за модулем 1	14
Модуль 2. Паросилові установки.		
Змістовий модуль 2. Паросилові цикли.		
1	Визначення основних параметрів стану водяної пари за допомогою діаграм стану.	2
2	Побудова і розрахунок елементарних процесів паросилового циклу на діаграмах стану водяної пари.	2
3	Побудова циклів паросилових установок на діаграмах стану водяної пари. Визначення основних характеристик паросилового циклу ТЕС.	2
4	Побудова паросилових циклів в діаграмах стану. Визначення основних характеристик паросилового циклу КЕС.	2
5	Розрахунок показників ефективності роботи паросилового циклу- ККД, коефіцієнту використання палива питомих витрат палива і пари	2

6	Розрахунок показників ефективності роботи паросилового циклу- ККД, коефіцієнту використання палива питомих витрат палива і пари	2
7	Побудова циклів паросилових установок на діаграмах стану водяної пари.	2
8	Побудова циклів паросилових установок на діаграмах стану водяної пари. Ізохорний і адіабатний процеси	2
9	Побудова паросилових циклів в діаграмах стану. Визначення основних характеристик паросилового циклу ТЕС.	2
	Разом за модулем 2	18
	Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.	
	Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.	
1	Перший закон термодинаміки для реальних газів. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.	2
2	Термодинамічний аналіз процесів зміни стану для реальних газів. Ізохорний і ізобарний процеси.	2
3	Перший закон термодинаміки для реальних газів. Ізотермічний і адіабатний процеси.	2
4	Перший закон термодинаміки для реальних газів. Стискування газів у компресорах.	2
5	Розрахунок процесів дроселювання газів і пари.	2
6	Вологі гази і повітря. Процеси вологого повітря.	2
7	Вологі гази і повітря. Процеси адіабатного зволоження повітря.	2
8	Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	2
9	Цикл парокомпресорної холодильної машини.	2
10	Цикли холодильних машин.	2
11	Цикл теплової помпи	2
	Разом за модулем 3	22
	Усього годин	54

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
	Модуль 1 Технічна термодинаміка	
	Змістовий модуль 1. Термодинамічні процеси для ідеальних та реальних газів.	
1	Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Температура.	2
2	Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Прилади вимірювання температури.	2
3	Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Тиск.	2
4	Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Прилади вимірювання тиску.	2
5	Визначення теплоємності газів.	2
	Усього за модулем 1	10
	Модуль 2. Паросилові установки.	
	Змістовий модуль 2. Паросилові цикли.	
1	Визначення параметрів стану і характеристик процесів зміни стану робочого тіла в теплоенергетиці .	2
2	Дослідження процесу витікання і дроселювання робочого тіла	2
3	Визначення основних тепрмодинамічних характеристик води	2

4	Визначення оптимальної температури проміжного перегрівання пари у паросиловому циклі.	2
5	Використання сучасних комп'ютерних програм для побудови циклів комбінованого вироблення теплової і електричної енергії. Робота з програмами.	2
6	Робота з комп'ютерними програмами стану робочого тіла. Визначення параметрів циклів з підвищеною енергетичною ефективністю.	2
	Усього за модулем 2	12
	Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.	
	Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.	
1	Визначення теплоємності повітря в ізобарному процесі.	2
2	Визначення відносної вологості повітря аспіраційним психрометром	2
3	Адіабатне зволоження повітря в зрошувальних камерах	2
4	Двигун Стирлінга	2
5	Цикл парової компресорної холодильної машини.	2
6	Холодильний коефіцієнт.	2
7	Цикл теплової помпи.	2
	Усього за модулем 3	14
	Усього годин	36

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;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання диференційованого заліку, екзамену за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Дистанційна форма
1	2	3	4
Модуль 1 Технічна термодинаміка			
Змістовий модуль 1. Термодинамічні процеси для ідеальних та реальних газів.			
1	Основні диференціальні рівняння термодинаміки	6	6
2	Властивості характеристичних функцій	6	6
3	Фізичний зміст ізобарно-ізотермічного потенціалу. Енергія Гіббса.	6	6

4	Межі застосування другого закону термодинаміки	6	6
5	Абсолютний нуль та третій закон термодинаміки.	8	8
6	Загальні умови стану рівноваги термодинамічних систем	8	8
7	Стан термодинамічної рівноваги однорідних систем	8	8
8	Умови рівноваги багатозфазних систем	8	8
9	Процеси конденсації робочого тіла.	8	8
10	Сучасні методи збільшення ефективності термодинамічних циклів	8	8
	Усього за модулем 1	72	72
	Модуль 2. Паросилові установки		
	Змістовий модуль 2. Паросилові цикли.		
1	Одиниці вимірювання усіх термодинамічних параметрів, котрі характеризують стан водяної пари у різних системах одиниць вимірювання.	3	5
2	Принципові відмінності визначення термодинамічних параметрів і функцій для ідеального робочого тіла і водяної пари як реального робочого тіла.	3	5
3	Розрахункові залежності для визначення основних параметрів і функцій, що характеризують стан і процеси зміни стану водяної пари від рідкої фази до пароподібної.	3	5
4	Розрахунки основних параметрів і функцій, що характеризують водяну пару у різних фазових станах: роботу, внутрішню енергію, ентальпію, ентропію	3	5
5	Роботу з діаграмами стану водяної пари. Розрахунки параметрів водяної пари за заданими величинами тиску насиченої пари, тиску і температури перегрітої пари.	4	5
6	Побудова паросилового циклу конденсаційної електростанції, визначення параметрів основних характерних точок циклу.	4	5
7	Характеристики основних процесів конденсаційного теплофікаційного циклу.	4	5
8	Побудова паросилового циклу ТЕЦ. Визначення характеристики основних точок циклу за допомогою діаграм стану.	4	5
9	Методика визначення основних питомих показників ефективності роботи паросилового циклу	4	5
10	Класифікація парових турбін паросилових циклів. Конструкції турбін	4	5
11	Способи підвищення ефективності роботи високотемпературних теплотехнічних установок. Виконати оцінку ефективності заходів.	4	5
12	Характеристиками альтернативних робочих тіл, які використовуються в органічному циклі Ренкіна.	4	7
13	Обмеження функціонування паросилових циклів і існуючі способи подолання таких обмежень	4	7
14	Способи підвищення ефективності роботи установок комбінованого вироблення теплової і електричної енергії, скорочення видів викопного палива і зменшення забруднення довкілля	4	7
15	Схеми реалізації комбінованого бінарного парогазового циклу електричних станцій	4	7
16	Аналітичний огляд питання зі способів використання скидного тепла і біопалива для вироблення електричної енергії	4	7
	Усього за модулем 2	60	90
	Модуль 3. Технічна термодинаміка. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.		

Змістовий модуль 3. Реальні гази. Вологі гази і повітря. Термодинамічні цикли.			
1	Індикаторна діаграма компресора	8	8
2	Діаграма багатоступеневого стискування у компресорі. Переваги багатоступеневого стискування.	8	8
3	Струменеві компресори. Переваги і недоліки	8	8
4	Швидкість звуку. Умови досягнення. Рівняння Лапласу.	8	8
5	Вплив форми сопла на швидкість витікання. Сопло Лавалю.	8	8
6	Методи порівняння термічних ККД зворотних циклів.	8	8
7	Параметри інверсії. Зменшення робото здатності в процесі дроселювання	10	10
8	Аналіз циклів зміни стану вологого повітря.	10	10
9	Шляхи збільшення ККД циклу Отто. Цикли зі змішаним згоранням.	10	10
10	Схема газотурбінної установки з регенерацією теплоти	10	10
11	Підбір обладнання холодильних циклів. Вимоги до робочих тіл холодильних машин.	10	10
12	Використання теплових pomp в комунальних системах теплопостачання	10	10
	Усього за модулем 3	108	108
	Разом	240	270

13.Індивідуальні завдання

У якості індивідуального завдання передбачається виконання курсової роботи «Розрахунок термодинамічних циклів» у третьому семестрі. Загальний обсяг часу на індивідуальну роботу складає 30 год. Обсяг роботи – 20 стор. пояснювальної записки формату А4 і лист креслень формату А-3.

Робота виконується згідно методичних вказівок Колієнко А.Г. Методичні вказівки до індивідуальної роботи "Технічної термодинаміка та паросилові установки» А.Г. Колієнко - Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка, 2023. - 54 с.

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

Модуль 1:

РГР1 «Розрахунок параметрів витрати природного газу з урахуванням приведення до стандартних умов».

РГР2 «Побудова циклів ідеального газу».

Модуль 2:

РГР1 «Розрахунок паросилового циклу RTC»

РГР2 «Розрахунок термодинамічного циклу когенераційної установки»

Модуль 3:

РГР1 «Розрахунок параметрів процесу стискування газу в компресорі та енергетичних витрат».

РГР2 «Аналіз термодинамічних процесів повітря при нагріванні та адіабатному охолодженні»

РГР3 «Розрахунок термодинамічних і енергетичних параметрів компресорної установки фреонові холодильної машини».

Обсяг кожної розрахунково-графічної роботи 5-10 сторінок пояснювальної записки формату А4.

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.

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

Підсумковий контроль 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 навчання

Перший модуль (в другому семестрі)

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

	Перелік тем									
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10
	Практичне/лабораторне заняття									
Номер практичного/лабораторного заняття	1/1-4	-/-	2/5	3/-	-/-	-/-	4/-	5/-	6/-	7/-
Виконання практичних завдань	4		4	4			4	4	4	4
Виконання лабораторних завдань	16		4							
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Всього за темами	22	2	10	6	2	2	6	6	6	8
Диференційований залік	30									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100									

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

**Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань
перший модуль (в другому семестрі)**

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
перший модуль (в другому семестрі)**

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
за перший модуль (в другому семестрі)**

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
за результатами складання диференційованного заліку
за перший модуль (в другому семестрі)**

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

Другий модуль (в третьому семестрі)

**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.
	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	2
Виконання практичних завдань	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Виконання лабораторних завдань	1	0	1	-	1	-	1	-	1	1
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Тестування	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
Всього за темами	5	4	6	4	5	5	5	5	5	6
Екзамен	50									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100									

**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.

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

Бали	Критерії оцінювання
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних

	результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
0,5	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**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 (курсова робота) оцінюється за окремою 100-бальною шкалою

Захист курсового проєкту є *обов'язковим*.

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

Змістова частина	
36-50	Робота виконана з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів). 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.
21-35	Робота виконана з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів). 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 обґрунтовані, але не повною мірою або непереконливо, простежується нечіткість відповідності висновків поставленим завданням та проведеним дослідженням.
6-20	Робота виконана в цілому з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів). 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.

0-5	Робота не відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів). 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.
Оформлення	
9-10	Матеріал структурований, повністю відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів) 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.
6-8	Матеріал структурований, відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів) 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.
3-5	Матеріал структурований, в цілому відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів) 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.
0-2	Структура та оформлення роботи в цілому не відповідають вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів). Матеріал викладено нечітко, не стисло, текст містить значну кількість граматичних та/або стилістичних помилок. Ілюстративний матеріал не сприяє розкриттю та доповненню змісту роботи.
Захист	
31-40	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.
21-30	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.
11-20	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.
0-10	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	Задовільно
60-63	E	
35-59	FX	Незадовільно
0-34	F	

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

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
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.
3. 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.

Третій модуль (в четвертому семестрі)

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

	Перелік тем											
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12
	Практичне/лабораторне заняття											
Номер практичного/лабораторного заняття	1/-	2/-	3/-	4/-	5/-	6/1	7/2-3	8/4	9/5-6	10/-	-	11/7
Виконання практичних завдань	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2
Виконання лабораторних завдань	0	0	0	0	0	2	2/2	2	2/2	0	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	2	5
Екзамен	50											
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100											

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

**Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань
третій модуль (в третьому та 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
третій модуль (в третьому та 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.

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи
третій модуль (в четвертому семестрі)**

Бали	Критерії оцінювання
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
0,5	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (наприклад, $0,1 \times 10 = 1$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
за результатами складання екзамену
третій 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 розкриті повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	5-7	Питання розкриті, 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 перший модуль (в другому 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
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Виконання завдань індивідуальної роботи (РГР)	30					30				
Диференційований залік	30									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100									

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

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

Модуль 1:

1. «Розрахунок параметрів витрати природного газу з урахуванням приведення до стандартних умов».
2. «Побудова циклів ідеального газу».

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань індивідуальної роботи (за темами)
за перший модуль (в другому семестрі) (дистанційна форма) РГР1, РГР2**

Бали	Критерії оцінювання
23-30	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.
16-22	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.
8-15	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.
0-7	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 диференційованного заліку
за перший модуль (в другому семестрі) (дистанційна форма)**

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.
--	---------

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 індивідуальної роботи (РГР)	20					20				
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Екзамен	50									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100									

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

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

Модуль 2:

1. «Розрахунок паросилового циклу РТС»
2. «Розрахунок термодинамічного циклу когенераційної установки»

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань індивідуальної роботи (за темами) за другий модуль (в третьому семестрі) (дистанційна форма) РГР1, РГР2

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.
6-10	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 результатами складання екзамену другий модуль (в третьому семестрі) (дистанційна форма)

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1, 2. Теоретичні	12-15	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу

питання. (макс. по 15 балів)		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.
3. 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	2	2
Виконання завдань індивідуальної роботи (РГР)	12				12				12			
Екзамен	50											
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	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 фреонові холодильної машини».

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи
(дистанційна форма)**

Бали	Критерії оцінювання
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
0,5	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань індивідуальної роботи (за темами)
третій модуль (в четвертому семестрі) (дистанційна форма) РГР1, РГР2, РГР3**

Бали	Критерії оцінювання
9-12	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.
6-8	Завдання вирішено із незначними неточностями, викладено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
3-5	Виконання завдань 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.
0-2	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
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 розкриті повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	5-7	Питання розкриті, 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.

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).

– при семестровому контролі у вигляді диференційованого заліку на поточний контроль відведено 70 балів (для допуску до диференційованого заліку необхідно мати не менше 35 балів поточної успішності).

1. Поточний контроль 1 семестр. 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 70 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.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

Поточний контроль 2, 3 семестри. 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: - диференційований залік у 2-му семестрі, екзамен у 3 і 4 семестрі здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

4. 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.

5. Рекомендована література

Базова

1. Кутний Б.А. 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. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб. / В.В. Дубровська, В.І. Шкляр – К.: НТУУ «КПІ», Вид-во “Політехніка», 2016. – 152 с.

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

4. Дудик М. В. Термодинаміка і статистична фізика (курс лекцій) : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей / М. В. Дудик. – Умань : ПП «Жовтий», 2015. – 132 с.

5. Dincer Ibrahim, 1.5 Thermodynamic Aspects of Energy / Ibrahim Dincer, Calin Zamfirescu // Comprehensive Energy Systems, Elsevier, 2018. – Pages 153-211. ISBN 9780128149256, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00105-X>.

6. Raghunath D, Saravanan K, Mahendran J, Ranjith kumar M, Lakshmanan P (2020) Analysis and optimization of organic Rankine cycle for IC engine waste heat recovery system. No. 21. In: Materials today: proceedings, pp 5–30.

7. Altarawneh OR, Alsarayreh AA, Al-Falahat AM, Al-Kheetan MJ, Alrwashdeh SS (2022) Energy and exergy analyses for a combined cycle power plant in Jordan. No. 31. Case Stud Therm Eng 101–852.

8. Dincer I, Bicer Y (2020) Integration of conventional energy systems for multigeneration. Integrat Energy Syst Multigen. Elsevier, pp 143–221.

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. Малярєнко В.А. Енергетичні установки. Харків. Видавництво САГА. 2020- 320 с.
3. Малишев В., Крєтов 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.

6. Інформаційні 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>.