

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. проректора з науково-педагогічної
та навчальної роботи



О.С. Максименко

» *Вересень* 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

(назва навчальної дисципліни)

підготовки **бакалавра**

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності **144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА**

(код і назва спеціальності)

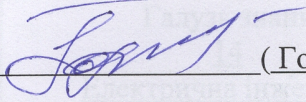
Полтава
2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка» для студентів спеціальності 144 теплоенергетика.

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра.

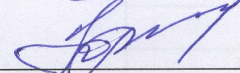
Розробник: **Череднікова О.В.**, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук

Погоджено

Гарант освітньої програми  (Голік Ю.С.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

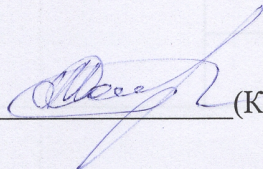
Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

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

« 28 » серпня 2020 року

Схвалено навчально-методичною радою інституту

Протокол від «28» серпень 2020 року № 1

Голова навчально-методичної ради  (Каложний А.П.))

« 28 » серпень 2020 року

©Череднікова О.В., 2020 рік

© НУПП ім. Ю. Кондратюка, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів –6	Галузь знань <u>14</u> Електрична інженерія	обов'язкова	
Загальна кількість годин – 180			
Модулів – 2	Спеціальність <u>144 Теплоенергетика</u> (шифр і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1-й	2-й
	Семестр		
Індивідуальне завдання: курсозна робота «Суміші ідеальних газів, процеси зміни параметрів ідеальних газів та рівняння стану реальних газів та цикли теплових двигунів»	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	2-й	
		3-й	
		Лекції	
		22 год.	12 год.
		Практичні	
		14 год.	12 год.
		Лабораторні	
		12 год.	-
		Самостійна робота	
		30 год.	30 год.
		Індивідуальна робота:	
		-	48 год.
Вид контролю:			
залік	екзамен		

Примітка:

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

для денної форми навчання – 72/108.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів знань про теоретичні та практичні методи дослідження та розрахунку термодинамічних систем різного роду.

Компетентності за ОПП:

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК3);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК4);
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК5);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК6);
- здатність працювати в команді (ЗК7)
- здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі (СК1);
- здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем(СК2);
- здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі(СК3).

Програмні результати навчання за ОПП:

- знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми (РН1),
- обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень (РН5);
- виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці (РН6);
- вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її (РН9);
- 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 (РН11).

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисциплін, які мають бути вивчені раніше: «Хімія», «Вища математика», «Фізика».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Завдання дисципліни: навчити студентів застосовувати фундаментальні закони природи для дослідження властивостей макроскопічних тіл і процесів перетворення енергії, що протікають при взаємодії макроскопічних тіл з навколишнім середовищем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні принципи і фундаментальні закони термодинаміки;
- математичний апарат термодинаміки;
- основні методи розрахунку властивостей і процесів перетворення енергії, що протікають при взаємодії макроскопічних тіл з навколишнім середовищем;

вміти:

- сформулювати мету проблеми, пов'язаної з аналізом досліджуваного процесу або явища, з розрахунком і проектуванням енергетичних установок і машин різного призначення;
- розробити фізичну та математичну модель процесів;
- провести аналіз досліджуваного процесу або явища, оцінити ефективність роботи різних енергетичних установок і машин.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Мінімальний поріг рівень оцінювання результатів навчання:

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	E	Достатньо	Студент має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, 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

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: диференційований залік (2-й семестр) та екзамен (3-й семестр); стандартизовані тести; курсова робота, презентація результатів виконаних практичних завдань.

7. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Термодинамічні процеси для ідеальних та реальних 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. Рівняння стану системи. Теплоємність. Теплота. Робота. Внутрішня енергія. Ентропія. Ентальпія.

Лабораторні заняття № 1-3.

Практичне заняття № 1.

Тема 2. Суміш ідеальних газів. Перший і другий закони термодинаміки.

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. Другий закони термодинаміки. Термічний ККД. Закон збільшення ентропії. Цикл Карно.

Практичне заняття № 2.

Тема 3. Процеси зміни параметрів ідеального газу. Рівняння стану реальних газів.

Основні 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 № 3.

Тема 4. Перший закон термодинаміки для реальних газів. Стискування газів у компресорах.

Ізохорний процес зміни стану газу. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Одноступеневий та багатоступеневий компресор. Показник стискування компресора. Робота ідеального компресора.

Практичне заняття № 4.

Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу. Дроселювання газів і пари.

Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Форми каналів для формування потоку. Критичний показник розширення газу. Швидкість витікання газів. Коефіцієнт швидкості. Рівняння процесу дроселювання. Дослідження процесів дроселювання. Змішування газів.

Практичні заняття № 5-6.

Лабораторне заняття № 4.

Тема 6. Вологі гази і повітря.

Вологе повітря, як суміш сухого повітря та водяної пари. Абсолютна та відносна вологість повітря. Точка роси. I–d діаграма вологого повітря. Процеси зміни стану повітря. Розрахунок процесів, зображення на I–d діаграмі.

Практичні заняття № 7.

Лабораторне заняття № 5-6.

Змістовий модуль 2. Термодинамічні цикли

Тема 7. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.

Загальні відомості. Цикл Отто. Цикл Дізеля. Цикл Тринклера.

Практичне заняття № 1

Тема 8. Цикли холодильних машин.

Зворотній тепловий цикл. Холодильний коефіцієнт. Цикл ідеальної холодильної машини. Цикл парової компресорної холодильної машини. Цикл газової холодильної машини. Цикл теплової помпи.

Практичне заняття № 2-4

Тема 9. Цикли паросилових установок.

Термодинамічні основи теплофікації. Цикл Ренкіна.

Практичне заняття № 5-6. Вологі гази і повітря.

Змістовий модуль 3.

Виконання курсової роботи «Суміші ідеальних газів, процеси зміни параметрів ідеальних газів та рівняння стану реальних газів та цикли теплових двигунів.»

8. Структура навчальної дисципліни

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						
Змістовий модуль 1. Термодинамічні процеси для ідеальних та реальних газів						
Тема 1. Основні поняття. Термодинамічні параметри	10	2	2	6	0	0

стану термодинамічної системи.						
Тема 2. Суміш ідеальних газів. Перший і другий закони термодинаміки.	18	4	2	0	0	12
Тема 3. Процеси зміни параметрів ідеального газу. Рівняння стану реальних газів.	18	4	2	0	0	12
Тема 4. Перший закон термодинаміки для реальних газів. Стискування газів у компресорах.	12	4	2	0	0	6
Тема 5. Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу. Дроселювання газів і пари.	10	4	4	2	0	0
Тема 6. Вологі гази і повітря.	10	4	2	4	0	0
Разом за змістовим модулем 1.	78	22	14	12	0	30
Модуль 2						
Змістовий модуль 2. Термодинамічні цикли						
Тема 7. Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	18	4	2	0	0	12
Тема 8. Цикли холодильних машин. Цикли паросилових установок.	16	4	6	0	0	6
Тема 9. Цикли паросилових установок.	20	4	4	0	0	12
Разом за змістовим модулем 2.	54	12	12	0	0	30
Змістовний модуль 3. Суміші ідеальних газів, процеси зміни параметрів ідеальних газів та рівняння стану реальних газів та цикли теплових двигунів.						
Курсова робота	48	0	0	0	48	0
Разом за змістовим модулем 3	48	0	0	0	48	0
Усього годин за модулем 2	102	12	12	0	48	30
Усього годин	180	34	26	12	48	60

9. Теми семінарських занять

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

10. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Основні поняття. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.	2
2	Суміш ідеальних газів. Перший і другий закони термодинаміки.	2
3	Процеси зміни параметрів ідеального газу. Рівняння стану реальних газів.	2
4	Перший закон термодинаміки для реальних газів. Стискування газів у компресорах.	2
5	Процеси адіабатного руху газу в потоці й витікання газу.	2
6	Дроселювання газів і пари.	2
7	Вологі гази і повітря.	2
	Усього модуль 1	14
Модуль 2		
7	Цикли теплових двигунів. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	2
8	Цикли холодильних машин.	4
	Цикл теплової помпи.	2
9	Вологі гази і повітря.	2
	Усього модуль 2	12
	Разом	26

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Температура. Прилади вимірювання.	2
2	Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи. Тиск. Прилади вимірювання.	2
3	Визначення теплоємності повітря в ізобарному процесі.	2
4	Визначення швидкості повітря за допомогою крильчастого і чашкового анемометрів	2
5	Визначення відносної вологості повітря аспіраційним психрометром	2
6	Адіабатне зволоження повітря в зрошувальних камерах	2
	Разом	12

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- 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 іспиту за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Основні диференціальні рівняння термодинаміки	6
2	Властивості характеристичних функцій	6
3	Фізичний зміст ізобарно-ізотермічного потенціалу. Енергія Гіббса.	6
4	Межі застосування другого закону термодинаміки	6
5	Абсолютний нуль та третій закон термодинаміки.	6
	Усього за модулем 1	30
Модуль 2		
1	Загальні умови стану рівноваги термодинамічних систем	6
2	Стан термодинамічної рівноваги однорідних систем	6
3	Умови рівноваги багатозфазних систем	6
4	Визначення ефективного коефіцієнту корисної дії теплоелектроцентралі	6
5	Вплив основних параметрів на величину коефіцієнту корисної дії циклу Ренкіна	6
	Усього за модулем 2	30
	Разом	60

Індивідуальні завдання

Виконання курсової роботи «Суміші ідеальних газів, процеси зміни параметрів ідеальних газів та рівняння стану реальних газів та цикли теплових двигунів» в третьому семестрі.

Загальний обсяг часу на індивідуальну роботу складає 48 год.

За цей час студент виконує обов'язкове завдання, яке має на меті закріплення навичок, отриманих при вивченні теоретичного курсу та виконанні завдань практичних занять. охоплює навчальний матеріал усього курсу.

Обсяг курсової роботи 10-15 аркушів пояснювальної записки. Курсова робота оцінюється в діапазоні 0-100 балів. Мінімальна кількість балів для зарахування 60.

Методичні вказівки для виконання курсової роботи наявні в електронному вигляді.

13. 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.

14. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому 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 другого семестру здійснюється у формі *диференційованого заліку*, третього семестру - у формі *семестрового екзамену*.

15. Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота						Індивідуальні завдання	Диференційований залік	Сума
Змістовий модуль 1								
T1	T2	T3	T4	T5	T6			
20	6	7	7	15	15	0	30	100

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота				Семестровий екзамен	Сума
Змістовий модуль 2					
T7	T8	T9	Індивідуальні завдання		
10	24	16	0	50	100

для курсової роботи:

Текстова (аналітично-розрахункова) частина	Графічна частина	Захист роботи	Сума
40	20	40	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – 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 2 семестр. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- 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 3 семестр. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- 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.

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

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є диференційований залік (другий семестр). Підсумковим контролем є екзамен (третій семестр). Вони здійснюються відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

16. Методичне забезпечення

1. Правила модульно-рейтингового оцінювання знань із навчальної дисципліни.
2. Голік Ю.С. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Технічна термодинаміка” для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика»/ Ю.С. Голік, О. В. Череднікова, О.Б. Борщ, Д.В.Гузик. – Полтава: НУПП ім. Ю. Кондратюка, 2020. – 33 с.
3. Череднікова О.В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу «Технічна термодинаміка» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» денної форми навчання / О.В. Череднікова. – Полтава НУПП ім. Ю. Кондратюка, 2020. – 30 с.
4. Череднікова О.В. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу “Технічна термодинаміка” для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика”/ О. В. Череднікова. – Полтава: НУПП ім. Ю. Кондратюка, 2020. – 37 с.

17. Рекомендована література

Базова

1. Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130 с.
2. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб. / В.В. Дубровська, В.І. Шкляр – К.: НТУУ «КПІ», Вид-во “Політехніка», 2016. – 152 с.
3. Дудик М. В. Термодинаміка і статистична фізика (курс лекцій) : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів ф ізико-математичних спеціальностей / М. В. Дудик. – Умань : ПП «Жовтий», 2015. – 132 с.
4. Ігнатенко, В. М. Основи молекулярної фізики та термодинаміки [Текст]: навч. посіб. / В. М. Ігнатенко. - Суми: СумДУ, 2011. - 248 с.

Допоміжна

1. Буляндра, О. Ф. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів / О. Ф. Буляндра. – К.: Техніка, 2001. – 320 с.: іл. – Бібліогр.: с. 315.
2. Нащекін В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высшая школа, 1986. – 496 с.
3. Юдаев Б.М. Техническая термодинамика. Теплопередача. – М.: Высшая школа, 1986. – 479 с.
4. Сборник задач по технической термодинамике. /Под ред. Б.Н. Юдаева. – М.: Высшая школа, 1984. – 340 с.

5. Лыков. А.В. Теория теплопроводности. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1952. – 390 с.
6. Теплотехніка: підручник / Б.Х. Драганов та ін. - К.: ІНКОС, 2005. - 504с.

18. Інформаційні ресурси

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Технічна термодинаміка» для студентів денної форми навчання спеціальності 144 теплоенергетика /О.В. Череднікова. – Полтава, 2020. – 12 с. (Електронна версія в електронній бібліотеці НУПП ім. Ю. Кондратюка).