

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра інженерії енергосистем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
(Каплун В.В.)

2024 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри інженерії енергосистем
протокол № _____ від “___” _____ 2024 р.

завідувач кафедри

(Антипов Є.О.)

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Теплоенергетика»

(Шеліманова О.В.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Технічна термодинаміка»

«галузь знань 14 Електрична інженерія

спеціальність 144 - «Теплоенергетика»

освітня програма - Теплоенергетика

ННІ «Енергетики, автоматики і енергозбереження»

розробник: професор, д.т.н. Горобець Валерій Григорович

Київ – 2024

Опис навчальної дисципліни

Технічна термодинаміка

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній рівень	Бакалавр	
Галузь знань	14 – Електрична інженерія	
Спеціальність	144 – Теплоенергетика	
Освітня програма	Теплоенергетика	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов’язкова	
Загальна кількість годин	240	
Кількість кредитів ECTS	8,0	
Кількість змістових модулів	4,0	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2-й	
Семестр	3-й і 4-й	
Лекційні заняття	60 год.	
Практичні, семінарські заняття	60 год.	
Лабораторні заняття	60 год.	
Самостійна робота	60 год.	
Індивідуальні завдання	- год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	6 год.	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	20 год.	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета — засвоєння майбутніми інженерами-теплоенергетиками теоретичних основ термодинаміки, теорії тепломасообміну, раціонального використання тепло енергоресурсів та захисту навколишнього середовища.

Завдання — підготувати бакалаврів до практичної і наукової діяльності в області сучасних і пріоритетних методах підвищення рівня вирішення енергетичних проблем, у тому числі двигунів внутрішнього згорання, паросилових та газотурбінних установок електростанцій, тощо. Основне завдання вивчення дисципліни полягає у підготовці студентів до наступних етапів навчання, а також до практичної діяльності на виробництві.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні **знати:**

- основи технічної термодинаміки;
- основні положення теорії тепло масообміну;
- теплові процеси в теплоенергетичних установках.

уміти:

- виконувати теплотехнічні розрахунки різноманітних технологічних процесів сільського господарства;
- застосовувати сучасні технології при проектуванні теплоенергетичних установок різного призначення;
- давати техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність:

ІК1. 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.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності (ФК):

СК2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

СК7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

СК8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

СК13. Здатність демонструвати розуміння розвитку сфери теплоенергетики та агросектору шляхом переходу від традиційних до відновлювальних джерел енергії.

Програмні результати навчання:

РН-1. Знання і розуміння математики, фізики, хімії, газодинаміки, тепломасообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

РН-6. Здатність використовувати набуті знання, зокрема у сфері біотехнологій, на підприємствах сфери теплоенергетики та агросектору для побудови систем енергопостачання об'єктів на їх основі.

РН-14. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій у сфері теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Термодинаміка та властивості реальних газів												
Тема 1. Технічна термодинаміка, як теоретична основа функціонування теплових машин, холодильних установок та систем тепlopостачання	9	3	3	3								
Тема 2. Технічна термодинаміка. Основні поняття та рівняння стану.	9	3	3	3								
Тема 3. Теплота та робота – дві форми енергії. Перший закон термодинаміки. Основне рівняння термодинаміки.	14	3	3	3		5						
Тема 4. Аналіз основних термодинамічних процесів ідеального газу.	14	3	3	3		5						

Тема 5. Загальні властивості реальних газів.	14	3	3	3		5						
Разом за змістовим модулем 1	60	15	15	15		15						
Змістовий модуль 2. <u>Термодинамічні цикли</u>												
Тема 6. Основні процеси і діаграми водяної пари та парогазових сумішей.	14	3	3	3		5						
Тема 7. Другий закон термодинаміки. Цикли. Цикл Карно та його властивості.	14	3	3	3		5						
Тема 8. Математичний вираз другого закону термодинаміки. Ексергія. Ексергетичний аналіз циклів.	9	3	3	3								
Тема 9. Термодинаміка потоку газів і парів. Рівняння I закону термодинаміки для потоку.	14	3	3	3		5						
Тема 10. Цикл Майсоценка.	9	3	3	3								
Разом за змістовим модулем 2	60	15	15	15		15						
Змістовий модуль 3. Цикли теплових машин												
Тема 11. Ефективність циклів теплових двигунів.	12	3	3	3		3						
Тема 12. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	12	3	3	3		3						
Тема 13. Цикли газотурбінних установок.	12	3	3	3		3						
Тема 14. Багатоступінчаті і замкнені ГТУ.	12	3	3	3		3						
Тема 15. Цикли реактивних двигунів.	12	3	3	3		3						
Разом за змістовим модулем 3	60	15	15	15		15						

Змістовий модуль 4. Теплосилові цикли і цикли холодильних машин												
Тема 16. Теплосилові цикли прямого перетворення теплоти в електроенергію.	12	3	3	3		3						
Тема 17. Теплосилові парові цикли.	12	3	3	3		3						
Тема 18. Теплофікаційні цикли.	12	3	3	3		3						
Тема 19. Цикли парогазових установок.	12	3	3	3		3						
Тема 20. Зворотні теплові цикли і процеси. Холодильні установки. Цикл парокомпресійної холодильної установки.	12	3	3	3		3						
Разом за змістовим модулем 4	60	15	15	15		15						
Усього годин	240	60	30	60		90						
Курсовий проект (робота) з <u>теплотехніки</u> (якщо є в робочому навчальному плані)	24	-	-	-		-		-	-	-		-
Усього годин	240	60	60	60		60						

3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення теплоємності повітря.	6
2	Дослідження ізотермічного процесу	6
3	Вивчення політропних процесів розширення та стискування повітря при роботі поршневого компресора	8
4	Дослідження процесів у вологому повітрі	8
5	Вивчення залежності тиску насиченої пари від температури.	8
6	Дослідження процесів у водяній парі.	8
7	Випробування поршневого компресора	8
8	Випробування парокомпресійної холодильної установки	8

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Термічне рівняння стану ідеального газу	4
2	Визначення теплоти і роботи в окремих термодинамічних процесах	6
3	Суміш ідеальних газів	4
4	Вивчення характеристик ідеального циклу Карно	8
5	Загальна характеристика циклів теплових машин	8
6	Схема та цикл паросилової установки	8
7	Вивчення циклів поршневих ДВЗ	8
8	Аналіз циклів ГТУ з підведенням теплоти при сталому тиску та сталому об'ємі	8
9	Термодинамічний цикл холодильної установки та теплової помпи	6

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок процесів ідеального газу.	15
2	Процеси зміни стану водяної пари.	15
3	Розрахунок процесу витікання пари через просте звужуюче сопло і сопло Лавалю	15
4	Способи підвищення ККД циклу Ренкіна	15

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- залік;
- модульні тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- захист лабораторних та практичних робіт.

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань).

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - *посилання*);

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3764>

-

- підручники, навчальні посібники, практикуми;

1. Горобець В.Г. Основи теплотехніки. 2019. ЦП Компринт, 400 с.

2. Теплотехніка / [упор. Б.Х. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський та ін.] ; під ред. Б.Х. Драганова. – [2-е вид.]. – Київ: в-во «Фірма «ІНКІОС», 2005. – 400 с.

3. Горобець В.Г. Теплотехніка та використання теплоти в сільському господарстві. – Київ. – ЦП «Компринт». 2015. – 389 с.

-

- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технічна термодинаміка» для студентів денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр» зі спеціальності 144 – «Теплоенергетика» / Уклад. А.В. Міщенко, О.В. Шеліманова. – Київ: РВВ НУБіП України, 2022. – 28 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Кудинов, Карташов, Стефанюк: Теплотехника. Учебное пособие.
<https://www.labirint.ru/books/622980/>
2. Теплотехника : учебник для вузов / под общ. ред. А. М. Архарова, В. Н. Афанасьева. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Бауман . <http://baumanpress.ru/books/347/347.pdf>
3. Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві. Навчальний посібник.
<http://base.dnsgb.com.ua/files/book/teplotehnika.pdf>