

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту  
та природничих наук  
Кафедра автомобілів і тракторів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної  
та методичної роботи



Віктор КОСТІН

04 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
(Шифр за ОПП: ООК 15)

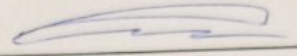
«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕПЛОТЕХНІКИ»

освітній ступінь: «Бакалавр»

спеціальність: 133 – «Галузеве машинобудування»


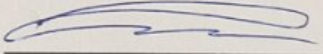
освітньо-професійна програма: «Галузеве машинобудування»

Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» розроблена на основі освітньо-професійної програми «Галузеве машинобудування» підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив: доц. каф. АТ, доц.  Едуард КЛІМОВ

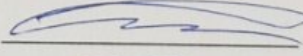
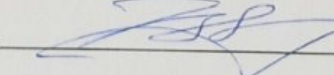
Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» – кафедри автомобілів і тракторів,

протокол № від « » квітня 2024 року

Гарант освітньо-професійної програми  Юлія САЛЕНКО  
Завідувач кафедри автомобілів і тракторів  Едуард КЛІМОВ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні методичної комісії КрНУ зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування»

протокол №8 від «04» квітня 2024 року

Голова методичної комісії  Едуард КЛІМОВ  
Член методичної комісії  Вячеслав ЄЛІСТРАТОВ

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7	Галузь знань 13 – Механічна інженерія	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність: 133 –« Галузеве машинобудування»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: контрольна робота		Семестр	
Загальна кількість годин – 210	Освітньо-професійна програма: «Галузеве машинобудування»	4	4
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,38 самостійної роботи студента – 8,75	Освітній ступінь: бакалавр	30 год.	6 год.
		Практичні	
		20 год.	8 год.
		Лабораторні	
		20 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		140 год.	188 год.
Вид контролю: іспит			

\* 1 кредит = 30 годин

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

для денної форми навчання – 0,5;

для заочної форми навчання – 0,12.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Теоретичні основи теплотехніки» є фундаментальною навчальною дисципліною, яка дозволяє встановити закономірності протікання теплових процесів у різних теплоенергетичних установках (теплових двигунах, парогенераторах, теплообмінниках тощо). Вона належить до обов'язкових навчальних дисциплін циклу професійної підготовки. Знання, отримані під час вивчення цієї навчальної дисципліни, використовуються при вивченні наступних навчальних дисциплін циклу професійної підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування».

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» є отримання здобувачами вищої освіти спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» знань з методів одержання, перетворення, передачі та використання теплової енергії, економного використання паливо-енергетичних ресурсів.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» є засвоєння законів одержання та перетворення теплової енергії; методів аналізу ефективності використання теплоти; принципів дії та області використання теплоенергетичного обладнання.

### ***Система знань і умінь***

Після вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** тепломеханічні термінології, закони перетворення енергії й одержання корисного ефекту (теплоти або роботи), методи аналізу ефективності використання теплоти, основ роботи галузей використання і потенційних можливостей теплотехнічного обладнання (теплових двигунів, парогенераторів, теплообмінників тощо);

**уміти:** визначати параметри стану ідеальних та реальних газів, оцінювати ефективність перетворення енергії в теплових машинах, користуватися приладами для вимірювання теплових величин, обчислювати параметри, які характеризують теплові процеси.

***Загальні компетентності:***

ЗК02. Здатність застосовувати фахові та фундаментальні знання у професійній діяльності.

***Спеціальні (фахові) компетентності:***

ФК04. Здатність застосовувати отримані знання для розробки і впровадження технологічних процесів, технологічного устаткування і технологічного оснащення, засобів автоматизації та механізації при виробництві, експлуатації, ремонті та обслуговуванні дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, їх систем та елементів;

ФК06. Здатність розробляти з урахуванням естетичних, міцнісних і економічних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування дорожніх транспортних засобів та інфраструктури автомобільного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції.

ФК18. Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності.

***Програмні результати навчання:***

РН02. Застосовувати знання з фундаментальних наук для вивчення професійно-орієнтованих дисциплін;

РН36. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

РН37. Концептуальні знання, набуті у процесі навчання та професійної діяльності, включаючи певні знання сучасних досягнень; критичне осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності;

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### **Змістовий модуль 1.** Технічна термодинаміка

#### **Тема 1.** Основні поняття та визначення термодинаміки

1.1 Зміст дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки». Предмет і метод термодинаміки.

1.2 Термодинамічна система.

1.3 Термодинамічний процес та його характеристики.

1.4 Основні параметри стану робочого тіла.

1.5 Рівняння стану ідеальних газів.

1.6 Рівняння стану реальних газів.

#### **Тема 2.** Перший закон термодинаміки

2.1 Внутрішня енергія робочого тіла.

2.2 Ентальпія робочого тіла.

2.3 Обчислення роботи в термодинамічному процесі.

2.4 Повна та питома теплоємність робочих тіл.

2.5 Залежність теплоємності від температури та тиску.

2.6 Ізохорна та ізобарна теплоємності.

2.7 Суміші ідеальних газів. Теплоємність газової суміші.

2.8 Обчислення теплоти.

2.9 Аналітичний вираз першого закону термодинаміки.

#### **Тема 3.** Термодинамічні процеси ідеальних газів в закритих системах

3.1 Ентропія – повний диференціал функції стану.

3.2 Ізотермічний процес ідеального газу.

3.3 Ізохорний процес ідеального газу.

3.4 Ізобарний процес ідеального газу.

3.5 Адіабатний процес ідеального газу.

3.6 Політропний процес і його узагальнююче значення.

**Тема 4.** Термодинамічні процеси в реальних газах і парах. Термодинамічні властивості вологого повітря

4.1 Фазові переходи в реальних газах.

4.2 Процеси пароутворення.

4.3 Особливості  $p\nu$  - та  $hs$  – діаграми водяного пару.

4.4 Основні характеристики вологого повітря. Вологовміст, абсолютна та відносна вологість. Теплоємність та ентальпія вологого повітря.

4.5  $hd$  – діаграма вологого повітря. Основні процеси вологого повітря.

**Тема 5.** Термодинаміка відкритих систем

5.1 Рівняння першого закону термодинаміки для потоку.

5.2 Швидкість витікання газу з звужуючого сопла.

5.3 Масова витрата газу через сопло.

5.4 Критична швидкість витікання газу із сопла.

5.5 Розрахунок процесу витікання за допомогою  $hs$  – діаграми.

5.6 Дроселювання газу і пари.

**Тема 6.** Другий закон термодинаміки. Цикли теплосилових установок

6.1 Узагальнена схема теплової установки.

6.2 Термічний коефіцієнт корисної дії циклу.

6.3 Прямий цикл Карно. Обернений цикл Карно – цикл ідеального теплового насосу.

6.4 Загальне формулювання другого закону термодинаміки.

6.5 Цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння.

**Тема 7.** Цикли холодильних машин

7.1 Типи холодильних машин та їх параметри.

7.2 Цикл парової компресорної холодильної установки.

7.3 Абсорбційна холодильна установка.

7.4 Цикл теплового насосу.

**Змістовий модуль 2.** Основи теорії теплообміну. Компресорні установки

**Тема 8.** Теплопровідність при стаціонарному режимі.

8.1 Кількісна характеристика переносу теплоти.

8.2 Основний закон теплопровідності. Диференційне рівняння теплопровідності.

8.3 Теплопровідність через плоску стінку.

8.4 Теплопровідність через циліндричну стінку.

**Тема 9.** Конвективний теплообмін.

9.1 Основний закон конвективного теплообміну.

9.2 Гідродинамічний та тепловий пограничні шари.

9.3 Диференціальне рівняння тепловіддачі.

9.4 Критерії подібності явищ тепловіддачі.

9.5 Тепловіддача при природній конвекції.

9.6 Тепловіддача при поперечному обтіканні труб.

9.7 Тепловіддача при протіканні теплоносія у середині труб.

**Тема 10.** Променевий теплообмін

10.1 Характеристика процесу променевого теплообміну.

10.2 Основні закони теплового випромінювання.

10.3 Особливості випромінювання газів.

**Тема 11.** Складний теплообмін

11.1 Теплопередача через плоску стінку.

11.2 Теплопередача через циліндричну стінку.

11.3 Теплопередача через ребристу стінку.

11.4 Теплова ізоляція та її критичний діаметр.

**Тема 12.** Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів

12.1 Типи теплообмінних апаратів.

12.2 Рівняння теплового балансу теплообмінника.

12.3 Тепловий розрахунок однотрубних теплообмінників.

12.4 Тепловий розрахунок складних теплообмінників.

12.5 Перевірочний розрахунок теплообмінника.

**Тема 13.** Теплові процеси систем охолодження двигунів транспортних засобів

13.1 Тепловий потік від двигуна до охолоджуючої рідини.



13.2 Тепловий баланс системи рідинного охолодження двигуна.

13.3 Робочі характеристики вентилятора та водяного насосу.

13.4 Перевірочний розрахунок системи охолодження двигуна.

**Тема 14.** Процеси горіння палив

14.1 Види і характеристики палив та їх склад.

14.2 Теплота згоряння палива.

14.3 Основні положення теорії горіння палив.

**Тема 15.** Нагнітання газів і пари

15.1 Типи машин для нагнітання газів і пари.

15.2 Робочий процес одноступеневого поршневого компресора.

15.3 Індикаторна діаграма та продуктивність компресора.

15.4 Багатоступінчате стиснення газу з проміжним охолодженням.

15.5 Процес стиснення робочого тіла в турбокомпресорі.

**Тема 16.** Теплопостачання та вентиляція промислових об'єктів

16.1 Теплопостачання промислових підприємств.

16.2 Вентиляція і кондиціонування повітря промислових об'єктів.

16.3 Характеристики центробіжних та осьових вентиляторів. Робота вентиляторів в мережі.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна / заочна форма навчання				
	усього	у тому числі			
ЛК		ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	5	6
<b>Змістовий модуль 1. Технічна термодинаміка</b>					
Тема 1. Основні поняття та визначення термодинаміки	14/14,5	2/0,5	-/-	4/-	8/14
Тема 2. Перший закон термодинаміки	18/14,5	2/0,5	4/-	2/2	10/12
Тема 3. Термодинамічні процеси ідеальних газів в закритих системах	16/17	2/1	4/2	-/-	10/14
Тема 4. Термодинамічні процеси в реальних газах і парах. Термодинамічні властивості вологого повітря	14/14	2/-	-/-	2/2	10/12
Тема 5. Термодинаміка відкритих систем	12/14	2/-	-/-	-/-	10/14
Тема 6. Другий закон термодинаміки. Цикли теплосилових установок	16/17	2/1	2/2	-/-	12/14
Тема 7. Цикли холодильних машин	12/14	2/-	-/-	-/-	10/14
Разом за змістовим модулем 1	102/105	14/3	10/4	8/4	70/94
<b>Змістовий модуль 2. Основи теорії теплообміну. Компресорні установки</b>					
Тема 8. Теплопровідність при стаціонарному режимі	10/4,5	2/0,5	-/-	2/-	6/4
Тема 9. Конвективний теплообмін	12/6,5	1/0,5	-/-	2/2	9/4
Тема 10. Променевий теплообмін	11/6	1/-	-/-	2/-	8/6
Тема 11. Складний теплообмін	8/5	2/1	-/-	-/-	6/4
Тема 12. Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів	15/6	2/-	2/-	2/-	9/6
Тема 13. Теплові процеси систем охолодження двигунів транспортних засобів	9/6	1/-	-/-	-/-	8/6
Тема 14. Процеси горіння палив	15/6	1/-	2/-	2/-	10/6
Тема 15. Нагнітання газів і пари	16/9	4/1	4/2	2/2	6/4
Тема 16. Теплопостачання та вентиляція промислових об'єктів	12/6	2/-	2/2	-/-	8/4
Разом за змістовим модулем 2	108/55	16/3	10/4	12/4	70/44
ІНДЗ (к/р)	-/50	-	-	-	-/50
Семестровий контроль (іспит)	-	-	-	-	-
Усього годин	210/210	30/6	20/8	20/8	140/188

#### 5. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д	З
1	Перший закон термодинаміки	4	-
2	Термодинамічні процеси ідеальних газів	4	2
3	Цикли теплосилових установок	2	2
4	Розрахунок індикаторної діаграми двоступеневого компресора	4	2
5	Розрахунок теплообмінного апарату	2	-
6	Дослідження процесу горіння палива різного хімічного	2	-

	складу		
7	Теплопостачання та вентиляція об'єктів автомобільного транспорту	2	2
	Усього	20	8

### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д	З
1	Визначення теплового стану робочого тіла	2	-
2	Вимірювання витрати рідини та газу	2	-
3	Визначення ізобарної теплоємності повітря	2	2
4	Визначення параметрів вологого повітря	2	2
5	Визначення коефіцієнта теплопровідності твердих матеріалів методом циліндра	2	-
6	Визначення коефіцієнта тепловіддачі горизонтального циліндра при вільній конвекції	2	2
7	Дослідження теплообмінника з поздовжнім рухом теплоносіїв	2	-
8	Дослідження променевого теплообміну в трубчастому теплообміннику	2	-
9	Дослідження променевого теплообміну в трубчастому теплообміннику	2	
10	Дослідження процесу стиснення газу в поршневному компресорі	2	2
	Усього	20	8

### 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д	З
1	Основні поняття та визначення термодинаміки	8	14
2	Перший закон термодинаміки	10	12
3	Термодинамічні процеси ідеальних газів в закритих системах	10	14
4	Термодинамічні процеси в реальних газах і парах. Термодинамічні властивості вологого повітря	10	12
5	Термодинаміка відкритих систем	10	14
6	Другий закон термодинаміки. Цикли теплосилових установок	12	14
7	Цикли холодильних машин	10	14
8	Теплопровідність при стаціонарному режимі	6	4
9	Конвективний теплообмін	9	4
10	Променевий теплообмін	8	6
11	Складний теплообмін	6	4

12	Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів	9	6
13	Теплові процеси систем охолодження двигунів транспортних засобів	8	6
14	Процеси горіння палив	10	6
15	Нагнітання газів і пари	6	4
16	Теплопостачання та вентиляція промислових об'єктів	8	4
	Усього забезпечення аудиторних занять	-	-
	Забезпечення індивідуальних завдань (к/р)	-	50
	Забезпечення семестрового контролю (іспит)	-	-
	Усього	140	188

### **8. Індивідуальне завдання**

Здобувачі вищої освіти заочної форми навчання виконують контрольну роботу згідно з завданням, яке наведено в методичних вказівках.

Зміст контрольної роботи, вимоги щодо оформлення, порядку виконання подані у методичних вказівках. При виконанні контрольної роботи здобувачі повинні дотримуватися норм академічної доброчесності згідно Кодексу якості та Кодексу академічної етики Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

### **9. Методи навчання**

Пояснювально-ілюстративні (розповідь, лекція, бесіда), репродуктивні (опитування, тестування, розв'язування задач, виконання вправ за зразком чи алгоритмом), проблемного викладу (ситуаційне моделювання, аналіз виробничих ситуацій, дискусія, аналіз відео фрагментів, написання рефератів, анотування науково-технічних джерел), частково-пошукові (евристичні бесіди, самостійне розв'язання проблемних ситуацій).

### **10. Методи контролю**

Методи поточного контролю: оцінювання захисту лабораторних, практичних занять.

Методи модульного контролю: тестування.

Методи підсумкового контролю: іспит.

### 11. Розподіл балів, що отримують студенти

#### Денна форма навчання

Вид занять	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Іспит	Сума
	T1 – T7	T8 – T16		
Робота на лекціях	–	–	–	–
Захист лабораторних робіт	20	30	–	50
Робота на практичному занятті	5	5	–	10
Поточний контроль	15	5	–	20
Іспит	–	–	20	20
Усього:	40	40	20	100

#### Заочна форма навчання

Вид занять	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	ІНДЗ	Іспит	Сума
	T1 – T7	T8 – T16			
Робота на лекціях	–	–		–	–
Захист лабораторних робіт	10	10	–	–	20
Робота на практичному занятті	10	10	–	–	20
Самостійна робота (к/р)	–	–	40	–	40
Іспит	–	–	–	20	20
Усього:	20	20	40	20	100

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

**12. Методичне забезпечення**

1. Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування».

2. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування».

3. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування».

4. Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» для студентів заочної форми навчання зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування».

**13. Рекомендована література**

1. Буляндра О. Ф. Технічна термодинаміка: підруч. для студ. енерг. спец. вищ. навч. закл. 2-ге вид., випр. Київ: Техніка, 2006. 320 с.

2. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В., Письменний Є.М. Теплотехніка: Підручник / за ред. Б.Х. Драганова. Київ: «ІНККОС», 2005. 504 с.

3. Rajput R.K.. Engineering Thermodynamics. Laxmi Publications (P) Ltd, 2007. 966 p.

### Інтернет-ресурси

1. Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. URL: <http://www.mon.gov.ua> (дата звернення: 28.09.2023).
2. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 28.09.2023).
3. Харківська державна наукова бібліотека імені В.Г. Короленка. URL: <https://korolenko.kharkov.com/> (дата звернення: 28.09.2023).
4. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека. URL: <http://www.libr.rv.ua/> (дата звернення: 28.09.2023).
5. Бібліотека КрНУ імені М. Остроградського URL: <http://www.kdu.edu.ua/LIB1/home.php> (дата звернення: 28.09.2023).
6. Дистанційна освіта КрНУ імені М. Остроградського. URL: <http://krnu.org/> (дата звернення: 28.09.2023).
7. Електронний репозитарій КрНУ імені М. Остроградського, методичні вказівки кафедри автомобілів і тракторів. URL: [http://document.kdu.edu.ua/met\\_kaf.php?kaf=11](http://document.kdu.edu.ua/met_kaf.php?kaf=11) (дата звернення: 28.09.2023).