

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Кафедра будівництва та енергоефективних споруд

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор інституту інженерної  
механіки



Романишин Л.І.

2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕПЛОТЕХНІКИ**

( назва навчальної дисципліни)

Перший (бакалаврський) рівень

(рівень вищої освіти)

галузь знань

13 Механічна інженерія

(шифр і назва)

спеціальність

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ОПП

Інжиніринг і сервісне обслуговування нафтогазових

машин та обладнання

(назва)

вид дисципліни

обов'язкова

(обов'язкова/вибіркова)

Івано-Франківськ-2021

Робоча програма дисципліни "Теоретичні основи теплотехніки" для студентів, що навчаються за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг і сервісне обслуговування нафтогазових машин та обладнання» на здобуття ступеня бакалавр за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

**Розробник:**

доцент кафедри БУД, к. т. н.



Я. М. Дем'янчук

Робоча програма схвалена на засіданні кафедри будівництва та енергоефективних споруд.

Протокол № 1, від «31» 08 2021 року.

Завідувач кафедри будівництва

та енергоефективних споруд



В. І. Артим

**Узгоджено:**

Завідувач випускної кафедри нафтогазових

машин та обладнання, к. т. н., доцент



Я. Т. Федорович

Гарант ОПП "Інжиніринг та сервісне обслуговування

нафтогазових машин та обладнання", к. т. н., доцент



Т. Л. Романишин

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ресурс годин на вивчення дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» згідно з чинним РНП, розподіл по семестрах і видах навчальної роботи для різних форм навчання характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки»

Найменування показників	Всього	Розподіл по семестрах
		Семестр 5
Кількість кредитів ECTS	3	3
Кількість модулів	1	1
Загальний обсяг часу, год	90	90
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	36	36
лекційні заняття	18	18
семінарські заняття	-	-
практичні заняття	18	18
лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота, год, у т.ч.	54	54
виконання курсового проекту	-	-
виконання контрольних (розрахунково-графічних) робіт	-	-
опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	42	42
опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	12	12
підготовка до практичних занять та контрольних заходів	-	-
підготовка звітів з лабораторних робіт	-	-
підготовка до заліку	-	-
Форма семестрового контролю	Диференційований залік	Диференційований залік

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

«Теоретичні основи теплотехніки» є базовою фундаментальною загальноінженерною дисципліною для забезпечення вивчення фахових дисциплін спеціальності «Галузеве машинобудування». Вивчення курсу «Теоретичні основи теплотехніки» як нормативної дисципліни спрямоване на формування спеціаліста, який має глибокі знання з технічної термодинаміки та теплообміну і вміє використовувати ці знання для пошуку оптимальних рішень в технологічних процесах, щоб забезпечити інтенсифікацію та оптимізацію технологічних процесів, використання вторинних енергетичних ресурсів, захист навколишнього середовища від забруднень.

**Мета вивчення дисципліни** – набуття майбутніми фахівцями компетенцій щодо сучасних методів перетворення, передачі та використання теплової енергії з максимальною економією, інтенсифікації (гальмування) процесів теплообміну, застосування вторинних енергетичних ресурсів, ефективного захисту навколишнього середовища від теплового забруднення.

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен демонструвати такі результати навчання через знання, уміння та навички:

- застосовувати найбільш ефективні методи перетворення, передачі та використання теплової енергії;
- використовувати основні розрахункові співвідношення термодинаміки і теплообміну під час розв’язання інженерних задач в механіці;
- забезпечувати визначення дослідним і розрахунковим шляхами параметрів та характеристик теплового стану робочих тіл, елементів машин і агрегатів;
- складати тепловий баланс теплових двигунів, агрегатів та технологічного устаткування, що використовують теплову енергію;
- здійснювати оптимальний підбір теплосилового і теплообмінного устаткування з дотриманням вимог енергоощадних технологій.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентності, передбачених відповідними структурами вищої освіти України.

### **Загальних:**

- здатність до абстрактного мислення;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

### **Фахових:**

- здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв’язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

Результати навчання дисципліни деталізують **такі програмні результати**, передбачені відповідним стандартом вищої освіти України та відповідною освітньо-професійною програмою:

- знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі;

- здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні;
- аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

### 3 ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1 Тематичний план лекційних занять

Таблиця 3.1 – тематичний план лекційних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література	
			порядковий номер	розділ, підрозділ
М 1	<b>Теоретичні основи теплотехніки</b>	<b>18</b>		
ЗМ 1	<b>Технічна термодинаміка</b>	<b>12</b>		
Т 1.1	<b>Вступ.</b> Предмет і методи дисципліни, її місце і функції в підготовці фахівців. Основні вихідні поняття і визначення термодинаміки: робота і теплота; робоче тіло і термодинамічна система; основні (термічні) параметри стану; рівняння стану; суміші ідеальних газів; поняття рівноважного термодинамічного процесу.	2	1 1 5	1 9, 9.1- -9.3 2, 2.1- -2.3
Т 1.2	<b>Перший закон термодинаміки.</b> Внутрішня енергія, ентальпія як функції стану робочого тіла. Робота зміни об'єму робочого тіла. Перший закон термодинаміки: формулювання та аналітичні вирази для закритих термодинамічних систем. Теплоємності газів: визначення; істина і середня; залежність від термодинамічного процесу. Ентропія як функція стану робочого тіла.	2	1 5	2, 3 1, 1.1- -1.4; 2, 2.4
Т 1.3	<b>Основні термодинамічні процеси з ідеальними газами в закритих термодинамічних системах.</b> Методологія дослідження термодинамічних процесів. Політропний процес та його дослідження. Частинні випадки політропного процесу: адіабатний, ізотермічний, ізобарний, ізохорний.	2	1	4
Т 1.4	<b>Другий закон термодинаміки.</b> Оборотні і необоротні термодинамічні процеси. Прямі і зворотні (обернені) термодинамічні цикли: термічний к.к.д., холодильний коефіцієнт, перший та другий інтеграли Клаузіуса. Ідеальний цикл Карно. Сутність, формулювання та аналітичні вирази другого закону термодинаміки для процесів та циклів.	2	1	5
Т 1.5	<b>Основи термодинаміки течії.</b> Основні рівняння стаціонарної одновимірної течії: нерозривності, першого закону термодинаміки, ізоентропійної течії. Дроселювання. Ефект Джоуля-Томсона та його використання в нафтогазовій галузі.	2	1 1	10, 10.1- -10.7; 10.10; 11

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література	
			порядковий номер	розділ, підрозділ
Т 1.6	<b>Стискування газу в компресорі.</b> Сфера застосування компресорів в нафтогазовій галузі. Термодинамічний аналіз стискування газу в одноступеневому компресорі. Принципи багатоступінчастого стискування газу в компресорі.			
Т 1.7	<b>Цикли теплових двигунів.</b> Сфера використання теплових двигунів. Цикл двигуна внутрішнього згорання з ізохорно-ізобарним підведенням теплоти та його частинні випадки. Цикл газотурбінного двигуна з ізобарним підведенням теплоти та основні методи підвищення його термодинамічної ефективності.	2	1	12, 13
ЗМ 2	<b>Теплообмін</b>	<b>6</b>		
Т 2.1	<b>Вступ.</b> Роль і сфера застосування теплообміну в інженерній практиці нафтогазової галузі. Елементарні та складні форми теплообміну.	1	2	1
Т 2.2	<b>Теплопровідність.</b> Температурне поле та градієнт температури. Закон Фур'є, коефіцієнти теплопровідності та температуропровідності, механізми теплопровідності. Теплопровідність однорідних плоских та циліндричних стінок: поле температури, термічний опір, тепловий потік. Інтенсифікація теплопровідності.	1	2	1
Т 2.3	<b>Конвективний теплообмін.</b> Сутність, механізм, основне рівняння конвективного теплообміну. Коефіцієнт тепловіддачі для природної та вимушеної конвекції. Теореми подібності як основи методу теорії подібності. Найбільш уживані критерії (числа) подібності: Нуссельта, Грасгофа, Рейнольдса, Пекле, Прандтля. Узагальнені критеріальні рівняння для найбільш поширених випадків природної та вимушеної тепловіддачі; визначальні розмір і температура. Інтенсифікація тепловіддачі.	2	2  2	5, 5.1- -5.4  5, 5.5- -5.12
Т 2.4	<b>Теплообмін випромінюванням.</b> Основні визначення та закони променистого теплообміну: Планка, Віна, Стефана-Больцмана, Кіргофа, Ламберта. Приклади променистого теплообміну між сірими тілами. Інтенсифікація променистого теплообміну.		2	8

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література	
		ДФН	порядковий номер	розділ, підрозділ
Т 2.5	<p><b>Теплопередача.</b></p> <p>Основне рівняння теплопередачі для плоскої і циліндричної стінок, що розділяють теплоносії. Коефіцієнт теплопередачі та термічний опір теплопередачі.</p> <p>Теплопередача для випадків розділювальних плоскої і циліндричної стінок: поле температури, коефіцієнт теплопередачі, тепловий потік, загальний і частинні термічні опори.</p> <p>Інтенсифікація та гальмування теплопередачі.</p>	1	2	3
Т 2.6	<p><b>Теплообмінні апарати.</b></p> <p>Призначення та класифікація теплообмінних апаратів за принципом дії.</p> <p>Класифікація рекуперативних теплообмінників за схемою руху теплоносіїв.</p> <p>Конструктивний розрахунок рекуперативних теплообмінників.</p> <p>Основи перевірного розрахунку рекуперативних теплообмінників.</p> <p>Порівняння проточного і протитечійного рекуператорів.</p>	1	2	10



### 3.2 Теми практичних занять

Теми практичних занять дисципліни наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Теми практичних занять

Таблиця 3 – Теми практичних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем практичних занять	Обсяг годин	Література	
			порядковий номер	розділ, підрозділ
М 1	<b>Теоретичні основи теплотехніки</b>	<b>18</b>		
ЗМ 1	<b>Технічна термодинаміка</b>	<b>10</b>		
П 1.1	Основні термодинамічні параметри стану.	2	3 4	2; 3 1
П 1.2	Суміші ідеальних газів.	1	3 4 5	9, 9.1 2 2, 2.1- -2.3
П 1.3	Теплоємності газів та їхніх сумішей.	1	3 4 5	9, 9.1 3, 3.1 1, 1.1- -1.4; 2, 2.4
П 1.4	Аналіз основних термодинамічних процесів з ідеальними газами в закритих термодинамічних системах.	1	3 4	6 4
П 1.5	Аналіз прямих і зворотних термодинамічних циклів.	1	3 4	7 3, 3.2
П 1.6	Термодинамічний аналіз стискування газу в компресорі.	2	3 4	11 8, 8.1
П 1.7	Аналіз циклів двигунів внутрішнього згоряння.	2	3 4	12 7, 7.4
ЗМ2	<b>Теплообмін</b>	<b>8</b>		
П 2.1	Теплопровідність однорідних плоских та циліндричних стінок.	2	4 6	9, 9.1 1
П 2.2	Визначення коефіцієнтів тепловіддачі для випадків природної та вимушеної конвекції.	4	4 6	10 5, 6, 7
П 2.3	Розрахунки променистого теплообміну між сірими тілами.	2	4 6	11 10

### 3.3 Зміст самостійної роботи студента

Перелік матеріалу, який виноситься на самостійне вивчення, наведено у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Перелік навчальних елементів для самостійного вивчення

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ) та питання, що виноситься на самостійне вивчення	Обсяг г годи н	Література	
			порядковий номер	розділ, підрозділ
М 1	<b>Теоретичні основи теплотехніки</b>	<b>12</b>		
ЗМ 1	<b>Технічна термодинаміка</b>	<b>6</b>		
Т 1.1	Основні відмінності в термодинамічних властивостях реальних та ідеальних газів. Коефіцієнт стисливості. Критичний стан речовини. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Процеси утворення водяної пари.	0,5	1	8, 8.1-8.3
Т 1.2	Теплоємність сумішей ідеальних газів. Теплова діаграма стану робочого тіла.	0,5	1 5 1	9, 9.4 2, 2.4 4, 4.8
Т 1.4	Виведення формули коефіцієнта корисної дії ідеального циклу Карно. Теорема Карно. Зворотний цикл Карно. Середньоінтегральна температура. Ексергія та поняття про ексергетичний метод аналізу термодинамічних систем.	1	1  1	5, 5.4, 5.5, 5,8  6, 6.1, 6.3, 6.4
Т 1.5	Витікання газу через сопло, криза витікання. Комбіноване сопло Лавалю. Термодинамічні основи процесів змішування потоків газів.	2	1	10, 10.5, 10.6, 10.7, 10.9
Т 1.7	Визначення параметрів стану робочого тіла в характерних точках циклів Отто, Дизеля. Порівняльний аналіз ефективності циклів двигунів внутрішнього згорання. Цикл газотурбінного двигуна з ізохорним підведенням теплоти.	1	1	12, 12.3- -12.5
Т 1.8	Цикли термотрансформаторів. Цикл парокомпресорної холодильної установки. Теплові насоси.	1	1	15, 15.3
ЗМ 2	<b>Теплообмін</b>	<b>6</b>	2, 8, 9, 10	
Т 2.2	Основні положення нестационарної теплопровідності. Поняття про регулярний режим теплопровідності.	1	2	4, 4.1, 4.3
Т 2.3	Тепловіддача під час кипіння рідини. Тепловіддача під час конденсації пари.	2	2 2	6. 6.1,6.4 7, 7.1, 7.2
Т 2.4	Особливості випромінювання газів.	2	2	9, 9.6
Т 2.5	Теплопередача крізь оребрену стінку, що розділяє теплоносії.	1	2	3, 3.8

## 4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### 4.1 Основна література

1. Буляндра О. Ф. Технічна термодинаміка : Підруч. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів. – К. : Техніка, 2001. – 320 с. : іл. – Бібліогр. : с. 315.
2. Константинов С. М. Теплообмін : Підручник. – К. : ВПІ ВПК «Політехніка» Інрес, 2005. – 304 с. : іл.
3. Буляндра О. Ф. Збірник задач з технічної термодинаміки : Навч. посіб. – К. : НУХТ, 2015. – 394 с.
4. Константинов С. М., Луцик Р. В. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну. Навч. посіб. – К. : Видавництво «Освіта України», 2009. – 554 с.
5. Драганов Б. Х. Теплотехніка: Підручник / Б. Х. Драганов, О. М. Бессараб, А.А. Долінський – 2-е вид., перероб. і доп. – Київ: Фірма «Інкос», 2005. – 400 с

### 4.2 Додаткова література

6. Козак Ф.В. Термодинаміка та теплопередача: Конспект лекцій. / Ф. В. Козак, Л. І. Гаєва, Я. М. Дем'янчук – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019.– 59 с.
7. Козак Ф. В. Термодинаміка та теплопередача: Лабораторний практикум. Ф. В. Козак, Л. І. Гаєва, Я. М. Дем'янчук – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019.– 97 с.
8. Козак Ф. В. Теоретичні основи теплотехніки : Методичні вказівки для студентів заочної форми навчання. / Ф. В. Козак, В. В. Негрич, Т. Й. Войцехівська, Я. М. Дем'янчук. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. – 44 с.
9. Дем'янчук Я. М. Термодинаміка, теплопередача і теплосилові установки: Методичні вказівки для самостійної роботи. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. – 83 с.
10. Козак Л. Ю. Термодинаміка теплопередача і теплосилові установки: Методичні вказівки. 2-ге видання з доповненнями і змінами / Л. Ю. Козак, Я. М. Дем'янчук, Т. Й. Войцехівська. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 26 с.

### 4.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті

11. Електронний курс : Козак Ф. В., Гаєва Л. І., Дем'янчук Я. М. «Термодинаміка, теплопередача і теплосилові установки» для дистанційної форми навчання. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2012. – 103 с.
12. <https://app.box.com/s/m5zvnd40mn8m2zhabkohit7b9vqpqhmc>
13. <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/teplotehnika.pdf>

## 5 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти здійснюється за результатами комплексного контролю за двома змістовими модулями ЗМ1 та ЗМ2. Контроль за зазначеними модулями передбачає контроль теоретичних знань і практичних навичок та умінь. Система нарахування балів під час оцінювання знань та практичних навичок і умінь наведена в таблиці 6.

Таблиця 6 – Система нарахування балів у процесі оцінювання знань та практичних навичок і умінь здобувачів вищої освіти з дисципліни «Термодинаміка та теплопередача»

Види діяльності, що контролюються	Максимальна кількість балів
Контроль засвоєння теоретичних знань змістових модулів ЗМ 1, ЗМ 2.	25
Контроль засвоєння теоретичних знань та практичних навичок під час виконання восьми аудиторних контрольних робіт та розв'язування восьми задач.	75
Усього	100

Оцінювання результатів складання екзамену з дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» здійснюється відповідно до вимог чинного Положення «Про систему поточного і підсумкового контролю, оцінювання знань та визначення рейтингу студентів».

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
67-74	D	задовільно
60-66	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни