

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА
СУДНОВИХ ПАРОВИРОБНИХ УСТАНОВОК

Код РПНД Т7269



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Теоретичні основи теплотехніки

Theoretical foundations of heat engineering

галузь знань
спеціальність
освітня програма
рівень вищої освіти
тип дисципліни
мова(и) викладання

G «Інженерія, виробництво та будівництво»
G9 «Прикладна механіка»
«Технології створення механічних систем»
перший (бакалаврський)
обов'язкова
українська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни **«Теоретичні основи теплотехніки»** є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань **Г «Інженерія, виробництво та будівництво»** спеціальності **Г9 «Прикладна механіка»**, освітня програма **«Технології створення механічних систем»**

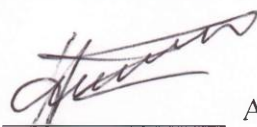
«16» Травня 2025 року. – 15 с.

Розробник: Єпіфанов Олександр Анатолійович, канд. техн. наук, доцент кафедри Технічної теплофізики та суднових паровиробних установок.

Проект робочої програми навчальної дисципліни **«Теоретичні основи теплотехніки»** узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми **«Технології створення механічних систем»** Новошицький Антон Володимирович, доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування, канд. техн. наук.

Гарант освітньої програми



Антон НОВОШИЦЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни **«Теоретичні основи теплотехніки»** розглянуто на засіданні кафедри Технічної теплофізики та суднових паровиробних установок

Протокол № 8 від «02» квітня 2025 р.

Завідувач кафедри

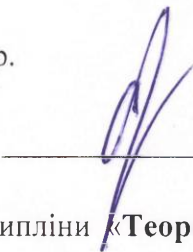


Борис ДИМО

Проект робочої програми навчальної дисципліни **«Теоретичні основи теплотехніки»** розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 4 від «08» травня 2025 р.

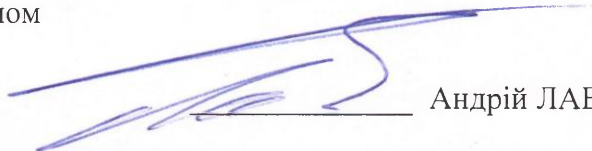
Голова



Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни **«Теоретичні основи теплотехніки»** погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни **«Теоретичні основи теплотехніки»** затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ	4
1.Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та . методи їх демонстрування.....	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	12
9. Засоби навчання	13
10.Рекомендовані джерела інформації	13
Додаток	15

ВСТУП

Анотація

Курс «Теоретичні основи теплотехніки» є обов'язковою навчальною дисципліною циклу професійної підготовки студентів освітнього ступеня бакалавра відповідно до освітньої програми «Технології створення механічних систем» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» спеціальності G9 «Прикладна механіка».

Курс передбачає вивчення основних понять і законів рівноважної термодинаміки; методики термодинамічного аналізу процесів ідеальних та реальних газів; термодинамічних властивостей ідеальних та реальних газів; основ теорії течії газів і пари, дроселювання та теорії нагнітання; циклів теплових двигунів і холодильних установок;

основних понять та законів теплопередачі; основ теорії теплопровідності; основ теорії подібності та конвективного теплообміну; основ теорії теплообміну при фазових перетвореннях; законів перенесення теплоти випромінюванням; методів експериментального дослідження процесів теплообміну та теплофізичних властивостей речовин; методики теплового розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів.

Ключові слова: робоче тіло, параметри стану, термодинамічний процес і цикл, закони термодинаміки, течія газів, дроселювання, нагнітання, тепловий двигун, холодильна машина, теплопровідність, конвекція, випромінювання, тепловіддача, теплопередача, теплообмінний апарат.

Abstract

The course "Theoretical foundations of heat engineering" is a mandatory educational discipline of the cycle of professional training of students with a bachelor's degree in accordance with the educational program "Mechanical Systems Creating Technologies" of the field of knowledge G "Engineering, Manufacturing and Construction" of the specialty G9 "Applied Mechanics".

The course involves studying the basic concepts and laws of equilibrium thermodynamics; methods of thermodynamic analysis of processes of ideal and real gases; thermodynamic properties of ideal and real gases; basics of gas and steam flow theory, throttling and injection theory; cycles of heat engines and refrigeration units;

basic concepts and laws of heat transfer; the basics of the theory of thermal conductivity; basics of the theory of similarity and convective heat transfer; the basics of the theory of heat transfer during phase transformations; laws of heat transfer by radiation; methods of experimental research of heat exchange processes and thermophysical properties of substances; methods of thermal calculation of recuperative heat exchange devices.

Key words: working body, state parameters, thermodynamic process and cycle, laws of thermodynamics, flow of gases, throttling, injection, heat engine, refrigerating machine, thermal conductivity, convection, radiation, heat transfer, heat exchange apparatus.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність: G9 Прикладна механіка Освітня програма: Технології створення механічних систем	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету: T7269			
Загальна кількість годин – 120		Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 4.	Освітній рівень: перший(бакалаврський)	Лекції	
		30 год.	6 год.
		Лабораторні заняття	
		15 год.	2 год.
		Практичні заняття	
		15 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		60 год.	110 год.
		Індивідуальні завдання	
		–	–
	Вид контролю: екзамен		
	Форма контролю: письмова		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких **компетентностей**:

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

ФК10. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: фізика, хімія, вища математика, теоретична механіка.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких **програмних результатів навчання**:

РН2. Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань.

РН9. Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку тощо) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

Тема 1. Основні поняття та закони термодинаміки. Процеси з ідеальним газом.

Лекція 1. Основні поняття термодинаміки. Термодинамічна система. Термічні параметри стану системи. Термодинамічний процес. Рівняння стану ідеального газу. Суміші ідеальних газів. Калоричні параметри стану: внутрішня енергія, ентальпія та ентропія. Робота і теплота.

Література: [1] с. 4-20, 21-35, 162-181.

Лекція 2. Перший закон термодинаміки. Теплоємність. Перший закон термодинаміки. Принцип еквівалентності теплоти і роботи. Вічний двигун першого роду. Теплоємність та її класифікація. Рівняння Майєра. Коефіцієнт Пуассона. Основи молекулярно-кінетичної теорії теплоємності. Залежність теплоємності від температури. Середня та істинна теплоємність. Визначення теплоємності та теплоти процесу.

Література: [1] с. 21-50.

Лекція 3. Аналіз термодинамічних процесів з ідеальним газом. Задачі аналізу термодинамічних процесів. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропний процес та його узагальнююче значення. Роза політроп.

Література: [1] с. 50-67.

Лекція 4. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Ексергія та анергія. Другий закон термодинаміки. Вічний двигун другого роду. Прямі та зворотні цикли та їх ефективність. Цикл Карно. Теореми Карно. Еквівалентний та регенеративний цикли Карно. Науково-практичне значення циклу Карно. Абсолютна шкала температура. Методи порівняння термічних ККД оборотних циклів. Математичний вираз другого закону термодинаміки. Принцип існування ентропії. Ексергія та анергія.

Література: [1] с. 67-101.

Тема 2. Реальні гази. Витікання газів і пари. Дроселювання. Компресори

Лекція 5. Властивості реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фазові переходи. Водяна пара. Вологе повітря. Загальні властивості реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса та його аналіз. Критичний стан речовини. Фазові переходи та діаграми. Водяна пара та її характеристики. Аналіз трьох стадій отримання перегрітої пари та їх зображення у $p-v$, $T-s$ і $h-s$ діаграмах. Вологе повітря та його характеристики. Діаграма $h-d$ вологого повітря. Основні процеси з вологим повітрям (нагрівання, охолодження, адіабатне зволоження).

Література: [2] с. 125-162, 170-182.

Лекція 6. Витікання газів та пари. Дроселювання. Перший закон термодинаміки для потоку речовини. Витікання газів і пари через прості сопла та сопла Лавалю. Критична швидкість витікання ідеального газу. Витікання з урахуванням тертя. Витікання водяної пари. Дроселювання газів (ефект Джоуля-Томсона). Диференціальний та інтегральний дросель ефект. Інверсія. Дроселювання водяної пари.

Література: [2] с.182-217.

Лекція 7. Компресори. Типи машин для нагнітання. Основне рівняння термодинаміки нагнітання. Робота нагнітання одноступінчастого компресора. Ізотермічний та адіабатний ККД компресорів. Потужність двигуна компресора. Індикаторна діаграма ідеального та реального поршневого компресора. Об'ємний ККД компресора. Багатоступінчасте нагнітання.

Література: [2] с. 217-229.

Тема 3. Цикли теплових двигунів, холодильних установок та теплових насосів

Лекція 8. Прямі термодинамічні цикли. Цикли ДВЗ (Отто, Дизеля, Трінклера) та їх термодинамічний аналіз. Порівняльний аналіз ефективності циклів ДВЗ. Цикли ГТУ та їх термодинамічний аналіз. Методи підвищення ефективності циклів ГТУ. Цикли паросилових установок. Цикл Ренкіна. Вплив параметрів водяної пари на ефективність роботи паросилових установок. Цикл з проміжним перегрівом пари. Регенеративний цикл. Теплофікація. Цикли ядерних енергетичних установок. Парогазові установки.

Література: [2] с. 229-299.

Лекція 9. Зворотні термодинамічні цикли. Цикл повітряної холодильної установки. Цикл парокомпресорної холодильної установки. Абсорбційні холодильні установки. Теплові насоси.

Література: [2] с. 299-313.

Змістовий модуль 2. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Тема 4. Теплопровідність

Лекція 10. Основні поняття та визначення теорії теплопередачі. Диференціальне рівняння теплопровідності. Способи перенесення теплоти. Тепловіддача та теплопередача. Температурне поле та його градієнт. Тепловий потік. Закони Фур'є, Ньютона-Ріхмана та Стефана-Больцмана. Диференціальне рівняння теплопровідності. Коефіцієнт теплопровідності та температуропровідності. Крайові умови.

Література: [2] с. 3-7.

Лекція 11. Стаціонарна теплопровідність при граничних умовах першого і третього роду. Теплова ізоляція. Інтенсифікація теплопередачі. Теплопровідність плоскої та циліндричної стінок при граничних умовах I-го роду. Теплопровідність плоскої та циліндричної стінок при граничних умовах III-го роду (теплопередача). Теплова ізоляція. Критичний діаметр теплової ізоляції. Інтенсифікація процесів теплопередачі. Оребрення. Коефіцієнт ефективності ребра.

Література: [2] с. 7-27.

Лекція 12. Нестационарна теплопровідність. Регулярний тепловий режим. Нестационарні процеси теплообміну. Постановка задачі, узагальнене рівняння для температурного поля. Критерії Біо та Фур'є. Аналітичне розв'язання задачі нестационарної теплопровідності для плоскої стінки. Графічне розв'язання задачі. Аналіз рішення. Кількість теплоти процесу нагрівання (охолодження). Визначення температури тіл кінцевих розмірів. Регулярний тепловий режим та його математичний опис. Темп охолодження. Теореми Г.М. Кондрат'єва. Практичне застосування теорії регулярного режиму. Методи розв'язання задач теплопровідності.

Література: [2] с. 123-136.

Тема 5. Конвективний теплообмін. Теплообмін при фазових переходах. Випромінювання. Теплообмінні апарати

Лекція 13. Конвективний теплообмін. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Основи теорії подібності. Числа подібності та їх фізичний зміст. Теореми подібності. Конвективний теплообмін у вимушеному потоці рідини (омиванні плоскої

поверхні, течії у каналах, поперечному обтіканні труб). Конвективний теплообмін при вільному русі рідини.

Література: [2] с. 27-68.

Лекція 14. Теплообмін при кипінні та конденсації. Випромінювання. Режими кипіння у великому об'ємі. Крива кипіння. Кризи кипіння. Розрахунок тепловіддачі. Кипіння при вимушеному русі рідини в трубах. Краплинна та плівкова конденсація пари. Режими руху плівки конденсату. Формула Нусельта. Розрахунок тепловіддачі при змішаній течії плівки конденсату. Вплив різних факторів на теплообмін при конденсації.

Природа теплового випромінювання. Види променистих потоків. Поглинальна, відбивна та пропускна здатність тіл. Закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між твердими тілами, що розділені прозорим середовищем. Екранування. Особливості випромінювання газів.

Література: [2] с. 68-114.

Лекція 15. Теплообмінні апарати. Класифікація теплообмінних апаратів. Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів. Рівняння теплового балансу та теплопередачі. Коефіцієнт теплопередачі. Середній температурний напір. Види теплового розрахунку теплообмінників. Розрахунок кінцевих температур теплоносіїв.

Література: [2] с. 136-142.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р		лек	пр	лаб	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1 (М1)										
Змістовий модуль 1. ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА										
Тема 1. Основні поняття та закони термодинаміки. Процеси з ідеальним газом.	27	8	3	2	14	25	1	0,25	0,25	23,5
Тема 2. Реальні гази. Витікання газів і пари. Дроселювання. Компресори	26	6	4	4	12	25	1	0,25	0,25	23,5
Тема 3. Цикли теплових двигунів, холодильних установок та теплових насосів	22	4	4	2	12	25	2	0,5	0,5	22
Разом за змістовим модулем 1	75	18	11	8	38	75	4	1,0	1,0	69
Змістовий модуль 2. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА										
Тема 4. Теплопровідність	24	6	2	4	12	24	1	0,5	0,5	22
Тема 5. Конвективний теплообмін. Теплообмін при фазових переходах. Випромінювання. Теплообмінні апарати	21	6	2	3	10	21	1	0,5	0,5	19
Разом за змістовим модулем 2	45	12	4	7	22	45	2	1,0	1,0	41
Усього годин за М1	120	30	15	15	60	120	6	2	2	110

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Параметри стану. Рівняння стану. Суміші ідеальних газів. Перший закон термодинаміки. Теплоємність. Аналіз термодинамічних процесів з ідеальним газом. <i>Література:</i> [5], задача № 1	2	0,25
2	Водяна пара. Вологе повітря. <i>Література:</i> [5], задача № 2	2	0,25
3	Витікання газів та пари. Дроселювання. Компресори. <i>Література:</i> [5], задача № 4	2	0,25
4	Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Цикли теплових двигунів та холодильних установок. <i>Література:</i> [5], задача № 3	2	0,25
5	Теплопровідність при граничних умовах першого та третього роду. Розрахунок теплової ізоляції. Оребрення. Нестационарна теплопровідність. <i>Література:</i> [5], задача № 10	2	0,5
6	Конвективний теплообмін. Кипіння та конденсація. Випромінювання. <i>Література:</i> [5], задача № 6	2	0,25
7	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів. <i>Література:</i> [5], задача № 9	3	0,25
Разом		15	2

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Лабораторна робота 1. Вивчення теплоємностей C_{pm} та C_{vm} реальних газів методом адіабатичного розширення. <i>Література:</i> [3], робота №3	2	0,25
2	Лабораторна робота 2. Експериментально-теоретичне дослідження фазових переходів рідина-насичена пара. <i>Література:</i> [3], робота №4.	2	0,25
3	Лабораторна робота 3. Дослідження процесів підігріву, охолодження і осушення вологого повітря. <i>Література:</i> [3], робота №9	2	0,25
4	Лабораторна робота 4. Дослідження циклу паросилової установки. <i>Література:</i> [3], робота №7	2	0,25
5	Лабораторна робота 5. Визначення коефіцієнта теплопровідності твердих тіл методом плоского шару. <i>Література:</i> [4], робота №1	2	0,25
6	Лабораторна робота 6. Визначення коефіцієнтів температуропровідності, теплопровідності та тепловіддачі методом регулярного режиму. <i>Література:</i> [4], робота №2	2	0,25
7	Лабораторна робота 7. Вивчення тепловіддачі вертикальної пластини до вільного потоку повітря. <i>Література:</i> [4], робота №3.1	2	0,25
8	Захист лабораторних робіт	1	0,25
Разом		15	2

Самостійна робота

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	15 (15 x 1 год.)	30 (15 x 2 год.)
2	Підготовка до лабораторних робіт	14 (7 x 2 год.)	21 (7 x 3 год.)
2	Підготовка до практичних занять	14 (7 x 2 год.)	21 (7 x 3 год.)
3	Виконання контрольної роботи	–	8 (2 x 4 год.)
4	Підготовка до поточного модульного контролю (ПМК)	8 (2 x 4 год.)	–
5	Підготовка до екзамену	9	30
	Разом	60	110

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання: робота з літературою; пояснення; демонстрування; лекція; бесіда; ілюстрування; лабораторна робота; практична робота; інструктаж; фронтальне опитування.

Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування: усні відповіді; контрольна робота; екзамен; практичні завдання; завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання та захист лабораторних і практичних робіт, виконання контрольних робіт поточного модульного контролю за матеріалами 1-го та 2-го змістових модулів).

Студенти денної та заочної форми навчання складають заключний іспит. Питома вага іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**.

Право здавати заключний іспит дається студенту, який з кожного виду поточного контролю набирає не менше 60 % від максимальної кількості балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Кількість балів	Критерії оцінювання лабораторних занять
3	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу самостійно згідно методичних вказівок; чітко формулює мету роботи та основні положення теорії; застосовує коректні методи обробки отриманих результатів та комп'ютерні програми; у висновках надає коректну інтерпретацію результатів; звіт відповідає вимогам до оформлення лабораторних робіт. Студент правильно відповідає на 90...100 % контрольних запитань.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно методичних вказівок, іноді після консультацій викладача;

	правильно формулює мету роботи та основні положення теорії; в цілому правильно складає звіт та робить висновки; відповідає на 74...89 % контрольних запитань.
1	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно методичних вказівок, складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки; відповідає на 60...73 % контрольних запитань.
0	Робота виконана у встановлений термін. Студент складає звіт, що містить значні неточності у висновках та помилки; відповідає менше ніж на 60 % контрольних запитань.
	<i>Максимальна кількість балів за даний компонент програми 21 бал (7 робіт по 3 бали).</i>

Кількість балів	Критерії оцінювання практичних робіт
3	Студент розв'язує задачу самостійно та правильно; початкові дані, розрахункові формули та необхідні величини обґрунтовані та вибрані правильно; розрахунки не містять помилок; наявні посилання на використану літературу; розв'язання задач супроводжується поясненнями та необхідними ілюстраціями, вказані одиниці всіх величин.
2	Студент розв'язує задачу самостійно та правильно; початкові дані, розрахункові формули та необхідні величини вибрані правильно, але не завжди обґрунтовані; розрахунки містять незначну кількість дрібних помилок; не завжди наявні посилання на використану літературу; розв'язання задач супроводжується поясненнями та необхідними ілюстраціями, вказані одиниці всіх величин.
1	Студент розв'язує задачу в основному правильно, але після консультації з викладачем; початкові дані, розрахункові формули та необхідні величини вибрані правильно, але не завжди обґрунтовані; розрахунки містять значну кількість дрібних помилок; відсутні посилання на використану літературу; розв'язання задач не супроводжується поясненнями та необхідними ілюстраціями, не вказані одиниці величин.
0	Студент розв'язує задачу з суттєвими помилками, розрахункові формули вибрані неправильно.
	<i>Максимальна кількість балів за даний компонент програми 21 бал (7 задач по 3 бали).</i>

Контрольна робота

Поточний модульний контроль передбачає виконання двох письмових контрольних робіт за матеріалами 1-го та 2-го змістових модулів. Кожна контрольна включає три питання. Максимальна кількість балів, яку набирає студент за відповідь на одне питання – 3 бали.

Письмова відповідь (1 питання – 3 бали)

Кількість балів	Критерії оцінювання питання контрольної роботи
3	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
2	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
1	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
0	Відповідь на питання відсутня або містить значну кількість грубих

	помилки.
	Максимальна кількість балів за даний компонент програми 18 балів (2 контрольні роботи по 9 балів).

Поточний контроль (максимальна кількість балів)

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних робіт	7х3 бали = 21 бал	7х3 бали = 21 бал
Виконання та захист лабораторних робіт	7х3 бали = 21 бал	7х3 бали = 21 бал
Контрольна робота (КР1 + КР2)	9 + 9 = 18 балів	9 + 9 = 18 балів
Всього	60	60

Підсумковий контроль у формі письмового екзамену

Підсумковий контроль складається з письмової відповіді на 4 контрольних питання. Максимальна кількість балів, яку набирає студент за відповідь на одне питання – 10 балів.

Письмова відповідь (1 питання – 10 балів)

Кількість балів	Критерії оцінювання екзамену
10	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
8...9	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
6...7	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
3...5	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
0...2	Відповідь на питання відсутня або не підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом та містить значну кількість грубих помилок.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (4 питання по 10 балів).

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Лабор. робота № 1	3	Лабор. робота № 1	3
		Прак. робота № 1	3	Прак. робота № 1	3
	Т2	Лабор. робота № 2	3	Лабор. робота № 2	3
		Лабор. робота № 3	3	Лабор. робота № 3	3
		Прак. робота № 2	3	Прак. робота № 2	3
		Прак. робота № 3	3	Прак. робота № 3	3
	Т3	Лабор. робота № 4	3	Лабор. робота № 4	3

		Прак. робота № 4	3	Прак. робота № 4	3
ПМК		КР1	9	КР1	9
ЗМ 2	Т4	Лабор. робота №5	3	Лабор. робота №5	3
		Лабор. робота №6	3	Лабор. робота №6	3
		Прак. робота № 5	3	Прак. робота № 5	3
	Т5	Лабор. робота №7	3	Лабор. робота №7	3
		Прак. робота № 6	3	Прак. робота № 6	3
		Прак. робота № 7	3	Прак. робота № 7	3
ПМК		КР2	9	КР2	9
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

Шкала оцінювання ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90-100	A
82-89	B
74-81	C
64-73	D
60-63	E
35-59	FX
0-34	F

9. Засоби навчання

Лабораторне обладнання; графічні засоби (креслення, схеми, плакати); технічні засоби (кінофільми, відеозаписи); прилади (вимірювальні); відео- і звуковідтворююча, проекційна апаратура; комп'ютери та мережа; програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, розрахунків та створення комп'ютерної графіки); нормативні документи. Лекційні та практичні заняття проводяться на кафедрі технічної теплофізики і суднових паровиробних установок НУК, а лабораторні – в лабораторіях тепломасообміну та технічної термодинаміки.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка [Текст]: підручник / О. Ф. Буляндра. — 2-ге вид., випр. — Київ : Техніка, 2006. — 320 с. : іл. — Бібліогр.: с. 315.
2. Акмен Р.Г. Тепло- та масообмін: текст лекцій і задачі з коментарями до розв'язання для студентів спеціальностей 7.050601-01 «Теплоенергетика» і 7.050601-02 «Енергетичний менеджмент»/Р.Г.Акмен. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009.– 148 с.
3. Кузнецов В. Г., Кузнецов В. В. Збірник лабораторних робіт з курсу “Технічна термодинаміка”. – Миколаїв: НУК, 2012. – 106 с.
4. Єпіфанов О.А., Димо Б.В., Шевцов А.П. Збірник лабораторних робіт з курсу “Тепломасообмін”. – Миколаїв: НУК, 2007. – 56 с.

5. Б.В. Димо, В.В. Кузнецов, О.А. Єпіфанов. Теплофізичні основи суднової енергетики. Навчальний посібник. Рекомендовано Вченою Радою НУК. – Миколаїв, НУК, 2019. –120 с.

6. Димо Б.В. Практикум з тепломасообміну: Навчальний посібник.— Миколаїв: УДМТУ, 2003.— 136 с.

Допоміжна література

7. Вассерман О. А., Слинько О. Г. Технічна термодинаміка і теплообмін : підручник. – Одеса : Фенікс, 2019. – 496 с.

8. Ємець В. В., Тягній В. Г. Термодинаміка і теплообмін. Частина І. Основи термодинаміки : навч. посіб. – Харків : ХНУВС, 2023. – 128 с.

9. Ємець В. В. Термодинаміка і теплообмін. Частина ІІ. Основи теорії теплообміну : навч. посіб. – Харків : ХНУВС, 2023. – 98 с.

10. Збірник задач з технічної термодинаміки (термодинаміка закритих систем) [Текст] / О. Ф. Буляндра ; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : НУХТ, 2011. — 231 с.

11. Коновалова С.О. Теплотехніка та теплоенергетика : курс лекцій для студентів металургійних спеціальностей. Ч. 1. Теплотехніка/С.О.Коновалова, А.П.Авдєєнко. – Краматорськ: ДДМА, 2009. – 300 с.

12. Костюк О. П. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технічна термодинаміка». – Рівне: НУВГП, 2012 р. – 44 с.

13. Кущевська Н. Ф., Брускова Д.-М. Я., Малишев В. В. Теоретичні основи термодинаміки, теплообміну та теплопередачі. – К. : Університет "Україна", 2022. – 424 с.

14. Малишев В., Кретов В., Гладка Т. Технічна термодинаміка та теплопередача. – К. : Університет "Україна", 2015. – 258 с.

16. Обертюх Р. Р. Теоретичні основи теплотехніки : навч. посібник / Р. Р. Обертюх. - Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. - 165 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Steam tables calculator [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.steamtablesonline.com/steam97web.aspx?lang=ua>.

2. Розбірні пластинчасті теплообмінники [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://teploenergo.com.ua/catalog/razbornye-plastinchatye-teploobmenniki-dan/razbornye-plastinchatye-teploobmenniki-dan/#v-6>.

3. Пластинчастий теплообмінник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://teplo-polis.com.ua/ua/plastinchatij-teploobminnik/>

Розробник: _____

канд. техн. наук, доцент Олександр Єпіфанов

ДОДАТОК

**Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни
«Теоретичні основи теплотехніки»**

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» розглянуто на засіданні кафедри технічної теплофізики і суднових паровиробних установок
Протокол №__ від «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ Борис ДИМО

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Технології створення механічних систем» Новошицький Антон Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування.

Гарант освітньої програми _____ Антон НОВОШИЦЬКИЙ