



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Теоретичні основи теплотехніки»

Галузь знань 13 – механічна інженерія

Спеціальність 132 – матеріалознавство

Рівень вищої освіти – перший бакалаврський

Шифр дисципліни ОПП.09

Статус дисципліни: обов'язкова (дисципліна професійної та практичної підготовки)


Факультет – інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра - трибології, автомобілів та матеріалознавства

Форма навчання	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
			Європейські кредити	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота студента				
					Всього	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
Д	2	4	5.0	150	54	18	36	–	–	96	–	–	+	–
З	3	6	5.0	150	4	2	2	–	–	146	–	–	+	–

Д – денна форма навчання; З – заочна форма навчання.

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів

Програма складена  доц. Владислав СВИДЕРСЬКИЙ

Схвалено на засіданні кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол № 6 від «9» лютого 2023р.

Зав. кафедрою трибології, автомобілів та матеріалознавства 

проф. Олександр ДИХА

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою (методичною) радою факультету

Протокол № 8 від «22» лютого 2023р.

/ Голова Вченої (методичної) ради 

проф. Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Теоретичні основи теплотехніки» є однією з нормативних дисциплін підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство», освітньо-професійної програми «Відновлення та технічний сервіс автомобілів».

Відповідно до стандарту вищої освіти із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

**компетентності:** здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем, застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань, виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів;

**програмні результати навчання:** використовувати у професійній діяльності експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів, знати та застосовувати у професійній діяльності принципи проектування нових матеріалів, знати і використовувати методи фізичного і математичного моделювання при створенні нових та удосконаленні існуючих матеріалів, технологій їх виготовлення.

**Пререквізити** – математика, фізика, технологія конструкційних матеріалів.

**Кореквізити** – автомобільні двигуни, технічний сервіс автомобілів та проектування автопідприємств, технічна експлуатація автомобілів.

**Мета дисципліни:** формування теоретичних та практичних навичок із управління технологічними процесами з використанням теплоенергетичного устаткування.

**Предмет дисципліни.** Основні поняття, визначення і закони технічної термодинаміки і тепломасообміну.

**Завдання дисципліни.** Основне завдання вивчення курсу "Теоретичні основи теплотехніки" – дати необхідну теплотехнічну підготовку майбутньому інженеру-механіку.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати:**

фізичну суть теплових явищ і процесів, які вивчаються, формулювання законів термодинаміки, визначення основних термодинамічних параметрів стану і процесів, методи розрахунків теплоти і роботи, теплопередачі, визначення і розмірності основних термодинамічних величин.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **вміти:**

вести розрахунки теплоти, роботи, теплоємності, коефіцієнтів теплопровідності, температуропровідності, теплопередачі, вибрати матеріал для теплової ізоляції, зображати термодинамічні процеси в  $p-v$   $T-s$ ,  $h-s$  діаграмах, вести розрахунки за допомогою  $h-s$  діаграми водяної пари і  $h-d$  вологого повітря, записувати загальні математичні вирази термодинамічних процесів і теплопередачі для конкретних процесів і умов, змінювати геометричні образи циклів і схем теплових машин, визначати фізичну суть і розмірність термодинамічних параметрів і констант, записувати загальні математичні вирази термодинамічних процесів і теплопередачі для конкретних процесів і умов, вміти виконувати розрахунки сушарок, двигунів внутрішнього згорання, теплообмінників, компресорних установок.

**Бути здатним:** вибрати певну методику та виконати теплові розрахунки теплотехнічного обладнання вбудованого в технологічний процес.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: вести розрахунки теплоти, роботи, теплоємності, коефіцієнтів теплопровідності і теплопередачі, вибрати матеріал для теплової ізоляції, зображати термодинамічні процеси в  $p-v$   $T-s$ ,  $h-s$  – діаграмах, вести розрахунки за допомогою  $h-s$  – діаграми водяної пари і  $h-d$  – вологого повітря, записувати загальні математичні вирази термодинамічних процесів і теплопередачі для конкретних процесів і умов, змінювати геометричні образи циклів і схем теплових машин, визначати фізичну суть і розмірність термодинамічних параметрів, вміти виконувати розрахунки сушарок, двигунів внутрішнього згорання, теплообмінників, компресорних установок.

### 3 Структура залікових кредитів дисципліни

Назва теми	Кількість годин					
	Денна форма			Заочна форма		
	Лекції	Лаб. роботи	СРС	Лекції	Лаб. роботи	СРС
Тема 1. Основні поняття і визначення технічної термодинаміки	2	4	11	2		16
Тема 2. Перший закон термодинаміки.	2	4	10			16
Тема 3. Другий закон термодинаміки.	2	4	11			16
Тема 4. Витікання і дроселювання газів і парів. Нагнітання газів і парів.	2	4	11			17
Тема 5. Теплопередача.	2	4	10		2	16
Тема 6. Диференціальне рівняння теплопровідності.	2	4	11			16
Тема 7. Конвективний теплообмін.	2	4	11			16
Тема 8. Теплова і гідромеханічна подібність процесів.	2	4	10			17
Тема 9. Теплове випромінювання.	2	4	11			16
Разом за четвертий семестр:	18	36	96	2	2	146

### 4 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### 4.1 Зміст лекційного курсу для студентів денної форми навчання

№ п/п	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	<b>Вступ.</b> Основні поняття і визначення технічної термодинаміки. Основні і калоричні параметри стану. Літ.: [1] с. 3-21, Літ.: [2] с. 5-26, Літ.: [3] с. 11-28, Літ.: [4] 73 с.	2
2	<b>Перший закон термодинаміки.</b> Енергія, теплота, робота. Формулювання і аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Теплоємність. Літ.: [1] с. 56-60, Літ.: [2] с. 27-72, Літ.: [3] с. 29-66.	2
3	<b>Другий закон термодинаміки.</b> Суть і формулювання другого закону термодинаміки. Прямий, зворотний, еквівалентний цикли Карно. Математичний вираз другого закону термодинаміки. Літ.: [1] с. 60-71, Літ.: [2] с. 75-106, Літ.: [3] с. 87-110	2
4	<b>Витікання, дроселювання та пагнітання газів і парів.</b> Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Витікання газів і парів. Дроселювання газів і парів. Літ.: [1] с. 85-98. Нагнітання газів і парів. Діаграма P-v робочого процесу в ідеальному компресорі. Індикаторна діаграма компресора. Основні характеристики компресора. Багатоступеневі компресори. Літ.: [1] с. 135-151, Літ.: [3] с. 249-283	2
5	<b>Теплопередача. Основні поняття.</b> Теплопровідність. Основні поняття і визначення. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Літ.: [1] с. 333-337, Літ.: [2] с. 110-130	2
6	<b>Диференціальне рівняння теплопровідності.</b> Умови однозначності. Передача теплоти теплопровідністю через плоску стінку при стаціонарному режимі і граничних умовах першого роду. Передача теплоти теплопровідністю через багатшарову плоску стінку при стаціонарному режимі і граничних умовах першого роду. Теплопередача через плоску стінку при стаціонарному режимі і граничних умовах третього роду. Літ.: [1] с. 337-347, Літ.: [2] с. 131-150	2
7	<b>Конвективний теплообмін. Основні поняття та визначення.</b> Фізичні властивості рідини. Теорія граничного шару Прандтля. Диференційні рівняння конвективного теплообміну. Літ.: [1] с. 395-408, Літ.: [2] с. 177-200	2
8	<b>Теплова і гідромеханічна подібність процесів.</b> Основні поняття теорії теплової подібності. Критерії подібності. Терми теплової подібності. Критеріальна обробка експериментальних спостережень. Літ.: [1] с. 403-425	2
9	<b>Теплове випромінювання.</b> Види променивих потоків. Закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням в системі тіл з плоскими паралельними поверхнями. Літ.: [1] с. 464-489, Літ.: [2] с. 201-217	2
	Разом за четвертий семестр:	18

## 4.2 Зміст лабораторних занять

Таблиця 4.2 – Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ п/п	Теми лабораторних занять.	Кількість годин
1	Визначення теплофізичних характеристик охолоджуючих, склоомиваючих і електролітичних рідин автомобіля. Літ.: [1] с. 5-18; [2] с. 5-19; [3], с.11-23.	4
2	Визначення об'ємної ізобарної теплоємності повітря методом проточного калориметра. Літ.: [1] с. 3-21, Літ.: [2] с. 5-26, Літ.: [3] с. 11-28	4
3	Дослідження термодинамічних процесів водяної пари. Літ.: [1] с. 60-67, Літ.: [2] с. 75-106, Літ.: [3] с. 87-110, Літ.: [4] 73 с.	4
4	Дослідження термодинамічних процесів у вологому повітрі. Літ.: [1] с. 127-134, Літ.: [3] с. 209-248, Літ.: [5] 82 с.	4
5	Визначення основних характеристик компресора. Літ.: [1] с. 395-425; Літ.: [2] с. 177-200, Літ.: [6] 110 с.	4
6	Визначення параметрів, що характеризують роботу двигуна внутрішнього згорання і його теплового балансу. Літ.: [1] с. 337-355; [2] с. 121-150, Літ.: [3] с. 353-362.	4
7	Визначення теплопровідності матеріалу експрес методом. Літ.: [1] с. 333-340, Літ.: [2] с. 110-129.	4
8	Визначення коефіцієнта тепловіддачі від нагрітої горизонтальної циліндричної деталі до повітря за вільної конвекції. Літ.: [1] с. 402-413	4
9	Підсумкове заняття.	4
	Разом за четвертий семестр:	36

Таблиця 4.3 – Перелік лабораторних занять для студентів заочної форми навчання

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>Шостий семестр</i>		
1	Визначення теплопровідності матеріалу експрес методом. Літ.: [1] с. 333-340, Літ.: [2] с. 110-129;	2
	Всього	2

Таблиця 4.4 – Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

№ з/п	Тема лекційного заняття	Кількість годин
<i>Шостий семестр</i>		
1	Основні поняття і визначення технічної термодинаміки і теплопередачі. Літ.: [1] с. 3-21, с. 333-337, Літ.: [2] с. 5-26, с. 110-130, Літ.: [3] с. 11-28	2
	Всього	2

## 4.5 Зміст самостійної (індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів *денної* форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування або виконання контрольної роботи з теоретичного матеріалу, виконанні і захисту індивідуальних завдань.

### Орієнтовна тематика рефератів для СРС

Реферат на тему: "Розрахунок теплообмінного апарату" виконується студентом самостійно на протязі семестру. Вихідні дані для реферату вибрати з таблиці у модульному середовищі для навчання MOODLE згідно варіанта, що видається викладачем. Тепловий розрахунок теплообмінника виконати згідно приведеної послідовності. Для захисту виконаного реферату необхідно дати відповіді на контрольні питання.

На індивідуальну роботу студентам *заочної* форми навчання видається контрольна робота. Вимоги до її виконання, методичні вказівки і варіанти встановлюються методичними рекомендаціями щодо виконання контрольних



робіт, які кожний студент отримує на кафедрі. Контрольна робота у модульному середовищу для навчання MOODLE містить три теоретичні питання і чотири задачі.

Таблиця 4.5 – Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

Номер теми	Зміст самостійної роботи.	Кількість годин.	Література
Тема 1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛР1	11	Літ.: [1] с. 5-18; [2] с. 5-19; [3], с.11-23.
Тема 2	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛР2, захист ЛР1 і ЛР2	10	Літ.: [1] с. 3-21, Літ.: [2] с. 5-26, Літ.: [3] с. 11-28
Тема 3	Опрацювання лекційного матеріалу, засвоєння $h - s$ діаграми водяної пари, підготовка до виконання ЛР3.	11	Літ.: [1] с. 60-67, Літ.: [2] с. 75-106, Літ.: [3] с. 87-110, Літ.: [4] 73 с.
Тема 4	Опрацювання лекційного матеріалу, засвоєння $h - d$ діаграми вологого повітря, підготовка до виконання ЛР4 і захист ЛР3 і ЛР4. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.	11	Літ.: [1] с. 127-134, Літ.: [3] с. 209-248, Літ.: [5] 82 с.
Тема 5	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛР5, тестовий контроль або контрольна робота з розділу "Технічна термодинаміка" - $T1 \div T4$	10	Літ.: [1] с. 395-425; Літ.: [2] с. 177-200, Літ.: [6] 110 с.
Тема 6	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛР6 і захист ЛР5 і ЛР6	11	Літ.: [1] с. 337-355; [2] с. 121-150, Літ.: [3] с. 353-362.
Тема 7	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання і захист ЛР7	11	Літ.: [1] с. 333-340, Літ.: [2] с. 110-129.
Тема 8	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання і захист ЛР8	10	Літ.: [1] с. 402-413
Тема 9	Опрацювання лекційного матеріалу, тестовий контроль або контрольна робота з розділу "Теорія тепло і масообміну" - $T5 \div T9$ , захист індивідуальних завдань	11	Літ.: [1] с. 490-525, Літ.: [7] 142 с.
Разом за четвертий семестр:		96	

Умовні скорочення: ЛР1 – лабораторна робота №1; T1 – номер теми навчальної дисципліни.

## 5 ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції з використанням методів проблемного навчання і візуалізації та лабораторні заняття з допомогою практикумів мають за мету формування теоретичних та практичних навичок із управління технологічними процесами з використанням теплоенергетичного устаткування; самостійна робота у вигляді індивідуальних завдань, рефератів мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з теплових конструкторських розрахунків теплообмінників.

Необхідні інструменти, обладнання: креслярське приладдя; прилади для дослідження теплоємності, теплопровідності, коефіцієнта лінійного теплового розширення; компресор; двигун внутрішнього згорання.

## 6 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт; тестовий контроль або контрольна робота теоретичного матеріалу з теми; представлення та захист рефератів.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати поточного контролю. Здобувач, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу отримує залік.

## 7 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ У СЕМЕСТРІ

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про

контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною чотирибальною шкалою і виставляється в електронному журналі обліку успішності. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих студентом *позитивно*, з урахуванням коефіцієнта вагомості і розраховується в автоматизованому режимі за відповідною програмою. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Для успішного виконання лабораторної роботи здобувачі вищої освіти напередодні занять зобов'язані детально вивчити зміст роботи і за підручниками та навчальними посібниками добре засвоїти ті розділи теоретичного курсу, які відповідають тематиці лабораторної роботи. Перед її виконанням необхідно ознайомитись з методикою проведення досліду, обладнанням та вимірювальною апаратурою, засвоїти правила техніки безпеки.

Кожний здобувач вищої освіти за час лабораторних занять повинен набути досвіду виконання операцій на всіх робочих місцях, практично освоїти прийоми користування приладами, порядок їх перевірки і тарування, техніку проведення вимірювань, методику обробки результатів та оформлення звітів (протоколів) досліджень. Тому, перед виконанням лабораторної роботи, здобувачі оформляють і представляють викладачу схеми лабораторних установок, таблиці протоколів досліджень, та короткі пояснення по змісту виконуваної ними роботи. Окрім того, викладач проводить контрольне опитування в обсязі змісту роботи, з метою визначення базової підготовленості кожного студента до проведення досліджень.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми, якість оформлення протоколу і графічної частини, вміння здобувача обґрунтувати прийняті конструктивні рішення, своєчасний захист роботи. Знання теоретичного матеріалу з теми роботи перевіряється контрольною роботою: студент отримує карточку, що містить п'ять питань. На підготування відповіді надається 25 хвилин. Критерії оцінювання правильності відповідей: вірна відповідь на п'ять питань – оцінка «відмінно», за правильною відповіді на чотири питання – оцінка «добре» і за вірної відповіді на три питання – оцінка «задовільно», якщо ж одна або дві правильних відповідей – оцінка «незадовільно».

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо здобувач вищої освіти захистив її на наступному після виконання роботи занятті. За несвоечасний захист виставляється оцінка три бали.

Пропущене з поважної причини лабораторне заняття здобувач повинен відпрацювати в лабораторії кафедри в установленій викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням або письмовою контрольною роботою. Виконання реферату завершується його представленням у терміни, встановлені графіком самостійної роботи. Для захисту виконаного реферату необхідно дати відповіді на питання під час співбесіди з викладачем.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за інституційною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Здобувач у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає, логічний виклад відповіді державною мовою (в усній або у письмовій формі). Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві-три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре	Здобувач виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом і фаховою термінологією, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних завдань; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь здобувача будується на основі самостійного мислення. Здобувач у відповіді допустив дві-три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно	Здобувач виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією. Як правило, відповідь здобувача будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Здобувач виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекидає їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати теоретичні знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється здобувачу, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

Таким чином, кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою. Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середньозважена з усіх видів робіт. Вагові коефіцієнти наведені в таблицях 7.1, 7.2.

**Таблиця 7.1 – Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота		Самостійна робота	Підсумковий контроль
Захист лабораторних робіт	Тестовий контроль або контрольна робота	Реферат	Залік
0,6	0,3	0,1	–

**Таблиця 7.2 – Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота	Самостійна робота	Підсумковий контроль
Захист лабораторних робіт	Захист контрольної роботи	Залік
0,5	0,5	–

#### Оцінювання тестових завдань та тематичної контрольної роботи

Тематичний тест для кожного здобувача складається з двадцяти п'яти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25.

Оцінювання здійснюється за **чотирибальною** шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Сума балів за тестові завдання	1–13	14–17	18–22	23–25
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 25 хвилин. Правильні відповіді здобувач записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Тематична письмова контрольна робота складається з п'яти питань. Оцінювання здійснюється за **чотирибальною** шкалою: повна вичерпна відповідь на п'ять питань – оцінка «відмінно», повна відповідь на чотири питання – оцінка «добре», повна відповідь на три питання – оцінка «задовільно», відповідь на одне або два питання – оцінка «незадовільно».

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці 7.3.

Залік виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав здобувач з дисципліни, знаходиться у межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній здобувачем кількості балів відповідно до таблиці 7.3.

**Таблиця 7.3 – Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

Оцінка ЄКТС	Бали	Вітчизняна оцінка	
A	4,75 – 5,00	5	ВІДМІННО – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25 – 4,74	4	ДОБРЕ – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75 – 4,24	4	ДОБРЕ – в загальному правильна відповідь з двома-трьма суттєвими помилками
D	3,25 – 3,74	3	ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією



E	3,00 – 3,24	3	ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00 – 2,74	2	НЕЗАДОВІЛЬНО – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00 – 1,99	2	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

## 8 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ ФОРМ НАВЧАННЯ

- Сформулюйте фізичну суть основних параметрів стану:  $P, v, T$
- Сформулюйте фізичну суть калоричних параметрів стану:  $U, H, S$ .
- Енергія, теплота, робота. Аналітичне визначення і графічне зображення теплоти і роботи.
- Зміст і формулювання першого закону термодинаміки.
- Математичні вирази першого закону термодинаміки.
- Сформулюйте фізичну суть теплоємності.
- Знаючи середні теплоємності від  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ , як розрахувати середню теплоємність в інтервалі температур  $t_1$ - $t_2$ . Яка з теплоємностей від  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $t_1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , від  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $t_2\text{ }^{\circ}\text{C}$  буде мати найбільше чисельне значення і чому? Проілюструйте це на графіку.
- Політронний процес і його часткові випадки. Методика дослідження термодинамічних процесів.
- Водяна пара має такі параметри: ступінь сухості 0,95; тиск  $P=0,3$  МПа знайдіть інші параметри водяної пари ( $h, s, t, v$ .)
- Водяна пара на першому ступені ізотермічно ( $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) стискається від  $P_1 = 0,1$  МПа до  $P_2 = 0,3$  МПа, а на другому ступені – адіабатно стискається до  $P_3 = 3$  МПа. За допомогою  $h$ - $s$ -діаграми знайдіть параметри  $h_1, s_1, s_2, s_3$  й кількість теплоти, що бере участь у двоступеневому процесі стиснення.
- Вологе повітря з параметрами  $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi = 20\%$  при  $P = 745$  мм. рт. ст. охолодимо до температури  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . За допомогою  $h$ - $d$ -діаграми вологого повітря, знайдіть кількість конденсату і відведеної теплоти.
- Перший закон термодинаміки для потоку газу.
- Дроселювання пари і газів.
- Зміст другого закону термодинаміки і його формулювання.
- Математичні вирази другого закону термодинаміки.
- Сформулюйте основні випадки теплообміну і їх суть.
- Дайте визначення температурного поля.
- Сформулюйте закон Фур'є.
- Як зміниться хід температурної кривої при передачі теплоти теплопровідністю крізь тришарову плоску стінку, якщо середній шар замінити неметалічним матеріалом.
- Наведіть формулу для визначення температурного напору при теплопередачі від гарячої рідини до холодної крізь тришарову плоску стінку
- Сформулюйте фізичну суть і визначте одиницю коефіцієнта теплопровідності.
- Запишіть рівняння Ньютона - Ріхмана.
- Запишіть рівняння теплопередачі крізь одношарову плоску стінку.
- Які фактори впливають на конвективний теплообмін ?
- Чому для визначення коефіцієнта тепловіддачі застосовують теорію подібності ?
- Дайте визначення критеріального рівняння .
- Як знайти константи критеріального рівняння  $Nu = C Re^n Pr^m$  ?



27. Сформулюйте механізм передачі теплоти випромінюванням.
28. Сформулюйте основні закони випромінювання: Планка, Стефаа-Больцмана, Ламберта.
29. Дайте визначення ефективного і результуючого випромінювання.
30. З якою метою використовують теплові екрани ?
31. Зобразіть температурну криву при теплопередачі від гарячої рідини до холодної крізь двошарову плоску стінку якщо  $\alpha_1 > \alpha_2$ . Як зміниться хід цієї кривої, якщо  $\alpha_1 < \alpha_2$  ?
32. Зобразіть графік розподілу температур в тришаровій плоскій стінці для випадку  $\lambda > \lambda_2 = \lambda_3$  і поясніть який існує зв'язок між падінням температур в окремих шарах і їх коефіцієнтами теплопровідності.
33. Зобразіть температурну криву теплопередачі від гарячого газу до холодної рідини крізь двошарову плоску стінку.
34. Як зміниться коефіцієнт теплопередачі цієї стінки, якщо товщина другого шару збільшиться в 1,5 рази, а теплопровідність зменшиться в 2 рази.
35. Основи розрахунку теплообмінних апаратів.
36. Індикаторна діаграма компресора і його основні характеристики.

## 9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Константінов С. М. Теоретичні основи теплотехніки: підручник для студ. нетеплотехн. спец. ВНЗ / С. М. Константінов, С. М. Панов; Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т».- К.: Золоті ворота, 2012. - 591 с.
2. Свідерський В. П. Термодинаміка і теплові процеси зварювання: навчальний посібник / В. П., Свідерський, В. С. Яремчук. – Хмельницький: ХНУ, 2014. - 375 с.
3. Яремчук В. С. Теоретичні основи теплотехніки : навч. посіб. У 2 ч. Ч. 1. Технічна термодинаміка / В. С. Яремчук, В. П. Свідерський . – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 511с.
4. Термодинамічні властивості і процеси водяної пари : методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів інженерно-технічних та технологічних спеціальностей / укл. Г. О. Сіренко, В. С. Яремчук, В. П. Свідерський. – Хмельницький : ХНУ, 2016, - 73 с.
5. Термодинамічні властивості і процеси вологого повітря : методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів інженерно-технічних та технологічних спеціальностей / укл. Г. О. Сіренко, В. С. Яремчук, В. П. Свідерський. – Хмельницький : ХНУ, 2017, - 82 с.
6. Термодинамічний аналіз компресорних процесів у прикладах та задачах : методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів спеціальностей : «Автомобільний транспорт», «Матеріалознавство (Відновлення і технічний сервіс автомобілів)» та «Професійна освіта (Транспорт)» / укл. В. П. Свідерський, В. С. Яремчук. – ХНУ, 2019. – 110 с.
7. Теоретичні основи теплотехніки. Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінників: метод. вказівки до розрахункової роботи для студентів інженерно-технічних спеціальностей / укл., В. С. Яремчук, В. П. Свідерський – ХНУ, 2019. – 142 с.

### Додаткова література

1. Мороз І. О. Основи термодинаміки : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І. О. Мороз. – Суми : МакДен, 2011. – 351 с.
2. Пеньков В. І. Технічна термодинаміка : навч. посібник / В. І. Пеньков. – Рівне : НУВГП, 2010. – 209 с.

## 10 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

### Електронний університет:

1. Модульне середовище. Режим доступу : <https://msn.khnu.km.ua/>
2. Модульний курс для дистанційної форми навчання.  
Режим доступу : <https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=162>
3. Електронна бібліотека університету. Режим доступу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/page\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php).
4. Репозитарій ХНУ. Режим доступу : <https://library.khmn.edu.ua/#>.