

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА  
ПРОГРАМА**

навчальної дисципліни  
«Термодинаміка та теплопередача»  
обов'язкових компонент  
освітньої програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів**

**Харків 2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 23.09.2022 р. № 9

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Протокол від 19.09.2022 р. № 2

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 26.09.2022 р. № 9

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 14.09.2022 р. № 3

**Розробники:**

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки  
Яніцький А.А.

**Рецензенти:**

1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.
2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС,  
к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифри та назви галузі знань, код та назва напрямку підготовки, спеціальності, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів ECTS – 4,0 Загальна кількість годин – 120 Кількість тем – 11	<u>27 Транспорт;</u> (шифр галузі) (назва галузі знань) <u>272 Авіаційний транспорт;</u> (код напрямку (назва напрямку підготовки або спеціальності) <u>бакалавр</u> (назва)	Навчальний курс <u>2</u> (номер) Семестр <u>3</u> (номер) Види контролю: <u>залік</u> (екзамен, залік)	
Розподіл навчальної дисципліни за видами занять:			
Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Лекції	- <u>0</u> (години)	Лекції	- <u>6</u> (години)
Семінарські заняття	- <u>0</u> (години)	Семінарські заняття	- <u>0</u> (години)
Практичні заняття	- <u>0</u> (години)	Практичні заняття	- <u>4</u> (години)
Лабораторні заняття	- <u>0</u> (години)	Лабораторні заняття	- <u>6</u> (години)
Самостійна робота	- <u>0</u> (години)	Самостійна робота	- <u>104</u> (години)
Індивідуальні завдання:		Індивідуальні завдання:	
Курсова робота	- <u>-</u> (кількість, № семестру)	Курсова робота	- <u>-</u> (кількість, № семестру)
Реферати	- <u>-</u> (кількість, № семестру)	Реферати	- <u>-</u> (кількість, № семестру)

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – вивчення основних властивостей газів, теоретичних основ термодинаміки, термодинамічних процесів ідеальних та реальних газів як закритих, так і проточних систем, властивостей реальних робочих тіл, ідеальних циклів авіаційних двигунів, першого і другого законів термодинаміки, термохімії процесів згорання, основних рівнянь газової динаміки, прискорень і гальмування газового потоку, процесів теплообміну: теплопровідності, конвекції і теплового випромінювання, законів теплообміну для розуміння роботи теплових машин і апаратів, правил їх експлуатації, положень розрахунку основних параметрів компресорів, циклів двигунів внутрішнього згорання, газотурбінних та паросилових установок і холодильних машин.

**Завдання:** оволодіння методів визначення:

- основних властивостей газів, теоретичних основ термодинаміки і термодинамічних процесів;
- термохімічних процесів згорання, основних рівнянь газової динаміки;
- процесів теплообміну: теплопровідності, конвекції і теплового випромінювання;

– положень розрахунку основних параметрів компресорів, циклів двигунів внутрішнього згорання, газотурбінних та паросилових установок і холодильних машин;

– методів зміни інтенсивності теплопередачі.

**Міждисциплінарні зв'язки:** Дисципліна тісно пов'язана з іншими дисциплінами навчального плану, а саме: «Основи аеродинаміки», «Авіаційна наземна техніка», «Теорія і конструкція теплових двигунів» та інші.

**Очікувані результати навчання:** у результаті вивчення навчальної дисципліни курсанти (студенти) повинні:

**знати:**

- основні фізико-механічні властивості і параметри рідини і газу;
- основні закони термодинаміки;
- термодинамічні закономірності енергомеханічних перетворень енергії;
- закономірності термодинамічних циклів теплових машин;
- поведінку робочих тіл термодинамічних процесів в залежності від зміни параметрів;
- протікання процесів теплообміну: теплопровідності, конвекції і теплового випромінювання.

**вміти:**

- використовувати основні закони термодинаміки для визначення параметрів течії в різних умовах;
- виконувати розрахунки основних параметрів компресорів, циклів двигунів внутрішнього згорання, газотурбінних та паросилових установок і холодильних машин;
- проводити аналіз процесів теплообміну: теплопровідності, конвекції і теплового випромінювання;
- робити аналіз зміни параметрів робочого тіла теплових машин.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин / 4 кредити ECTS.

<b>Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:</b>		
<b>Інтегральна компетентність</b>		Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі транспорту або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів вивчення елементів транспортної системи і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	ЗК-7	Базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загально професійних дисциплін
<b>Фахові компетентності (ФК)</b>	ФК-2	Здатність застосовувати базові знання про призначення та принципи роботи функціональних систем повітряних суден і авіадвигунів
<b>Програмні результати навчання (ПРН)</b>	ПРН-2	Вміння використовувати базові знання про призначення та принципи роботи функціональних систем повітряних суден і авіадвигунів у професійній діяльності

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. Основні закони і процеси термодинаміки. Цикли теплових двигунів**

##### **Тема 1. Термодинамічна система і її стан**

Основні поняття і визначення. Параметри стану системи і рівняння стану. Рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану реальних газів. Термодинамічний процес. Рівноважні, нерівноважні і квазірівноважні термодинамічні процеси. Теплоємність і фактори на неї впливають: види теплоємності, теплоємність газів. Газові суміші.

##### **Тема 2. Перший закон термодинаміки. Термодинамічні процеси в газах**

Внутрішня енергія системи. Перший закон термодинаміки. Робота і теплота. Ентальпія. Завдання і методи дослідження термодинамічних процесів. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропні процеси. Аналіз політропних процесів.

##### **Тема 3. Другий закон термодинаміки**

Оборотні та необоротні процеси. Кругові процеси (цикли). Формулювання другого закону термодинаміки. Термічний ККД циклу теплової машини. Цикл Карно і теореми Карно. Наведена теплота і нерівність Клазіуса. Ентропія і її властивості. Властивості ентропії в оборотних процесах. Особливості зміни ентропії в необоротних процесах. Ентропія ізольованої системи. Ентропія ідеального газу.  $T,s$ -координати. Зображення основних оборотних термодинамічних процесів з ідеальним газом в  $T,s$ -координатах. Цикл Карно в  $T,s$ -координатах.  $i,s$ -координати.

##### **Тема 4. Ідеальні цикли теплових двигунів**

Термодинамічний метод дослідження циклів теплових двигунів. Цикл газотурбінних двигунів – цикл Брайтона. Цикли газотурбінних двигунів із ступінчастим підведенням теплоти. Цикл Брайтона з регенерацією теплоти. Цикли поршневих двигунів. Цикл Отто. Цикл Дизеля.

#### **Розділ 2. Термодинаміка газових потоків**

##### **Тема 5. Основні рівняння термодинаміки газового потоку**

Основні допущення. Рівняння нерозривності. Рівняння збереження енергії. Узагальнене рівняння Бернуллі. Параметри адіабатно загальмованого потоку. Рівняння збереження енергії в параметрах загальмованого потоку. Критичні параметри потоку. Наведена швидкість. Газодинамічні функції.

## **Тема 6. Розгін і гальмування газового потоку**

Зміна повної температури і повного тиску в газовому потоці. Особливості розгону і гальмування газового потоку при різних впливах. Закономірності зміни параметрів ідеального газу при енергоізоляції течії в каналі. Форма каналу, необхідна для розгону або гальмування газового потоку. Ідеальна течія газу в соплах. Основні поняття і визначення. Можливі режими роботи сопла. Ідеальне протягом газу в соплі, що звужується. Режими роботи звуженого сопла. Вплив  $\pi_{с,расп}$  на рух газу в звужується соплі. Витрата газу через сопло. Ідеальна течія газу в соплі Лавалю.

## **Розділ 3. Основні види теплообміну, теплообмінні апарати**

### **Тема 7. Види теплообміну. Теплопровідність**

Види переносу теплоти. Температурне поле. Тепловий потік. Закон Фур'є. Диференціальне рівняння теплопровідності. Теплопровідність плоскої стінки. Теплопровідність циліндричної стінки. Контактний тепловий опір.

### **Тема 8. Конвективний теплообмін**

Фізична картина процесу конвективного теплообміну: прикордонний шар; фактори, що впливають на інтенсивність тепловіддачі. Формула Ньютона. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Основи теорії подібності конвективного теплообміну: основні поняття і визначення теорії подібності фізичних процесів; перша теорема подібності, критерії подібності; друга теорема подібності, рівняння подібності; виділення головних визначальних критеріїв подібності, явище автомодельності; моделювання фізичних явищ. Тепловіддача при обтіканні плоскої пластини. Конвективний теплообмін при вимушеній течії в каналах. Особливості теплообміну при русі газу з великою швидкістю.

### **Тема 9. Теплообмін випромінюванням**

Основні поняття і закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між плоскими стінками і в замкнутій порожнині. Вплив екранів на теплообмін випромінюванням. Особливості випромінювання газів і полум'я.

### **Тема 10. Передача теплоти через стінки. Методи теплового захисту**

Передача теплоти через плоску стінку. Передача теплоти через циліндричну стінку. Теплова ізоляція. Передача теплоти через ребро і реберну стінку. Методи теплового захисту. Конвективне охолодження. Загороджувальне охолодження. Проникаюче (пористе) охолодження. Теплозахисні покриття.

## **Тема 11. Теплообмінні апарати**

Основні типи теплообмінних апаратів та їх застосування. Теплопередача в рекуперативних теплообмінниках. Зміна температури теплоносіїв в теплообміннику. Визначення величини площі робочої поверхні теплообмінника. Визначення середнього температурного напору. Визначення середніх температур теплоносіїв.

### **4. Структура навчальної дисципліни**

#### **4.1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання) Не передбачено**

#### **4.1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)**

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Тема 1. Термодинамічна система і її стан.	10	0	0	0	0	10	Усне опитування
Тема 2. Перший закон термодинаміки. Термодинамічні процеси в газах.	10	0	0	0	0	10	Усне опитування
Тема 3. Другий закон термодинаміки.	10	0	0	0	0	10	Усне опитування
Тема 4. Ідеальні цикли теплових двигунів.	10	0	0	0	0	10	Усне опитування
Тема 5. Основні рівняння термодинаміки газового потоку.	12	2	0	0	0	10	Усне опитування
Тема 6. Розгін і гальмування газового потоку.	10	0	0	0	0	10	Усне опитування
Тема 7. Види теплообміну. Теплопровідність.	12	0	0	0	2	10	Усне опитування
Тема 8. Конвективний теплообмін.	12	2	0	0	0	10	Усне опитування
Тема 9. Теплообмін	10	0	0	0	0	10	Усне

випромінюванням.							опитування
<b>Тема 10.</b> Передача теплоти через стінки. Методи теплового захисту.	10	0	0	2	2	6	Усне опитування
<b>Тема 11.</b> Теплообмінні апарати.	14	2	0	2	2	8	Усне опитування
<b>Всього за семестр:</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>104</b>	залік

#### 4.1.3. Питання, що виносяться на самостійне оцінювання

Завдання, що виносяться на самостійну роботу (курсанта)		Література:
Тема 1. Термодинамічна система і її стан.		1 (С. 3–11)
—	Газові суміші	
Тема 2. Перший закон термодинаміки. Термодинамічні процеси в газах		1 (С. 12–22)
—	Політропні процеси Аналіз політропних процесів	
Тема 3. Другий закон термодинаміки		1 (С. 23–43)
—	Цикл Карно в $T,s$ -координатах $i,s$ -координати	
Тема 4. Ідеальні цикли теплових двигунів		1 (С. 72–82)
—	Цикли поршневих двигунів. Цикл Отто. Цикл Дизеля.	
Тема 5. Основні рівняння термодинаміки газового потоку		1 (С. 44–56)
—	Газодинамічні функції	
Тема 6. Розгін і гальмування газового потоку		1 (С. 57–71)
—	Вплив $\pi_{с.расп}$ на перебіг газу в звужується соплі. Витрата газу через сопло. Ідеальне протягом газу в соплі Лавалю.	
Тема 7. Види теплообміну. Теплопровідність		2 (С. 3–11)
—	Теплопровідність циліндричної стінки. Контактний тепловий опір.	
Тема 8. Конвективний теплообмін		2 (С. 12–34)
—	Тепловіддача при обтіканні плоскої пластини. Конвективний теплообмін при вимушеній течії в каналах. Особливості теплообміну при русі газу з великою швидкістю.	
Тема 9. Теплообмін випромінюванням		2 (С. 35–46)
—	Особливості випромінювання газів і полум'я.	
Тема 10. Передача теплоти через стінки. Методи теплового захисту		2 (С. 47–63)
—	Конвективне охолодження. Загороджувальне охолодження. Проникаюче (пористе) охолодження. Теплозахисні покриття.	
Тема 11. Теплообмінні апарати		2 (С. 64–70)
—	Визначення величини площі робочої поверхні теплообмінника. Визначення середнього температурного напору. Визначення середніх температур теплоносіїв.	

## 5. Індивідуальні завдання

### 5.1.1. Теми рефератів



**(не передбачено)**

### **5.1.2. Теми курсових робіт (не передбачено)**

### **5.1.3. Теми наукових робіт (не передбачено)**

## **6. Методи навчання**

З метою забезпечення кращого засвоєння поточного матеріалу передбачається під час проведення лекції максимально тісно пов'язувати цей матеріал з реальним життям, наповнювати його конкретним змістом, відображати в ньому всі активні зміни, які відбуваються в авіаційному транспорті.

Для збільшення інтересу здобувачів до процесу навчання і підвищення їх уваги передбачається провести дискусії за певними темами. При аналізі найбільш гострих та проблематичних питань планується застосовувати метод «мозкового штурму».

При проведенні практичних занять за всіма темами передбачено організовувати бесіди по окремих питаннях теми, що розглядається на занятті, порівнювати теоретичний матеріал з реальними подіями, що відбуваються у світі та Україні.

Під час самостійної роботи курсанти готують реферати, також передбачається, що курсанти після виконання їх готувлять доповідь для публічного обговорення в аудиторії та проведення дискусії або для участі у студентських наукових конференціях.

Систематично надаються аудиторні і онлайн консультації за питаннями з навчальної дисципліни.

## **7. Перелік питань та завдань, що виносяться на підсумковий контроль**

1. Основні поняття і визначення. Параметри стану системи і рівняння стану.
2. Рівняння стану ідеального газу.
3. Рівняння стану реальних газів.
4. Термодинамічний процес. Рівноважні, нерівноважні й квазірівноважні термодинамічні процеси.
5. Теплоємність газів. Види теплоємності.
6. Теплоємність газів.
7. Газові суміші.
8. Теплоємність суміші газів.

9. Внутрішня енергія системи.
10. Перший закон термодинаміки.
11. Робота і теплота.
12. Ентальпія.
13. Методика дослідження термодинамічних процесів: ізохорний процес.
14. Методика дослідження термодинамічних процесів: ізобарний процес.
15. Методика дослідження термодинамічних процесів: ізотермічний процес.
16. Методика дослідження термодинамічних процесів: адіабатний процес.
17. Методика дослідження термодинамічних процесів: політропні процеси.
18. Аналіз політропних процесів.
19. Оборотні й необоротні процеси
20. Колові процеси (цикли).
21. Формулювання другого закону термодинаміки.
22. Термічний ККД циклу теплової машини.
23. Цикл Карно й теореми Карно.
24. Наведена теплота і нерівність Клазюса
25. Ентропія. Властивості ентропії в оборотних процесах.
26. Ентропія ізольованої системи.
27. Ентропія ідеального газу.
28.  $T, s$  – координати.
29. Зображення основних оборотних термодинамічних процесів з ідеальним газом в  $T, s$  – координатах: ізотермічний процес.
30. Зображення основних оборотних термодинамічних процесів з ідеальним газом в  $T, s$  – координатах: адіабатний процес.
31. Зображення основних оборотних термодинамічних процесів з ідеальним газом в  $T, s$  – координатах: ізохорний процес.
32. Зображення основних оборотних термодинамічних процесів з ідеальним газом в  $T, s$  – координатах: ізобарний процес.
33. Зображення основних оборотних термодинамічних процесів з ідеальним газом в  $T, s$  – координатах: політропні процеси.
34. Цикл Карно в  $T, s$  – координатах.
35.  $i, s$  – координати.
36. Термодинамічний метод дослідження циклів теплових двигунів. Графічний метод порівняння циклів в  $T, s$  – координатах. Метод порівняння циклів шляхом порівняння середніх температур підведення і відведення теплоти в циклі.
37. Цикл газотурбінних двигунів – цикл Брайтона.
38. Цикли газотурбінних двигунів із ступінчастим підведенням теплоти.
39. Цикл Брайтона з регенерацією теплоти.
40. Цикл поршневих двигунів – цикл Отто.
41. Цикл поршневих двигунів – цикл Дизеля.
42. Основні рівняння термодинаміки газового потоку: рівняння нерозривності.
43. Основні рівняння термодинаміки газового потоку: рівняння збереження

енергії.

44. Узагальнене рівняння Бернуллі.
45. Окремі випадки узагальненого рівняння Бернуллі: компресор, турбіна.
46. Параметри адіабатно загальмованого потоку.
47. Спосіб вимірювання повної температури газового потоку. Способи вимірювання повного і статичного тиску газового потоку.
48. Рівняння збереження енергії в параметрах загальмованого потоку. Окремі випадки рівняння збереження енергії.
49. Критичні параметри потоку.
50. Приведена швидкість.
51. Газодинамічні функції.
52. Зміна повної температури і повного тиску у газовому потоці.
53. Особливості розгону і гальмування газового потоку при різних впливах.
54. Закономірності зміни параметрів ідеального газу при енергоізоляції течії в каналі.
55. Форма каналу, необхідна для розгону або гальмування газового потоку: сопло.
56. Форма каналу, необхідна для розгону або гальмування газового потоку: дифузор.
57. Ідеальна течія газу в соплах. Основні поняття і визначення. Можливі режими роботи сопла.
58. Швидкість витікання газу з сопла.
59. Ідеальна течія газу в соплі, що звужується: режими роботи сопла, що звужується.
60. Вплив  $\pi_{c-расп}$  на течію газу в соплі, що звужується. Витрати газу через сопло.
61. Ідеальна течія газу в соплі Лавалю: зміна параметрів газу уздовж сопла Лавалю, режим роботи сопла Лавалю.
62. Ідеальна течія газу в соплі Лавалю: вплив  $\overline{F_2}$  на течію в соплі Лавалю.
63. Ідеальна течія газу в соплі Лавалю: витрати газу через сопло Лавалю, вплив  $p_1^*$  на течію в соплі Лавалю.
64. Види переносу теплоти. Температурне поле. Тепловий потік.
65. Закон Фур'є. Диференціальне рівняння теплопровідності.
66. Теплопровідність плоскої стінки.
67. Теплопровідність циліндричної стінки. Контактний тепловий опір.
68. Фізична картина процесу конвективного теплообміну: прикордонний шар; фактори, що впливають на інтенсивність тепловіддачі.
69. Фізична картина процесу конвективного теплообміну: фактори, що впливають на інтенсивність тепловіддачі.
70. Формула Ньютона.
71. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну.
72. Основи теорії подібності конвективного теплообміну: основні поняття і визначення теорії подібності фізичних процесів.

73. Основи теорії подібності конвективного теплообміну: перша теорема подібності, критерії подібності.

74. Основи теорії подібності конвективного теплообміну: друга теорема подібності, рівняння подібності.

75. Основи теорії подібності конвективного теплообміну: виділення головних визначальних критеріїв подібності, явище автономності; моделювання фізичних явищ.

76. Тепловіддача при обтіканні плоскої пластини.

77. Особливості тепловіддачі при обтіканні криволінійних поверхонь.

78. Конвективний теплообмін при вимушеній течії в каналах.

79. Особливості теплообміну при русі газу з великою швидкістю: температура відновлення.

80. Особливості теплообміну при русі газу з великою швидкістю: густина теплового потоку; критеріальне рівняння.

81. Конвективний теплообмін при вільному русі теплоносія в необмеженому просторі.

82. Основні поняття теплового випромінювання.

83. Основні закони теплового випромінювання.

84. Теплообмін випромінюванням між плоскими стінками і в замкнутій порожнині.

85. Вплив екранів на теплообмін випромінюванням.

86. Особливості випромінювання газів і полум'я.

87. Передача теплоти через плоску стінку.

88. Передача теплоти через циліндричну стінку.

89. Теплова ізоляція.

90. Передача теплоти через ребро і реберну стінку.

91. Методи теплового захисту.

92. Конвективне охолодження.

93. Загороджувальне охолодження.

94. Проникаюче (пористе) охолодження.

95. Теплозахисні покриття.

96. Основні типи теплообмінних апаратів та їх застосування.

97. Теплопередача в рекуперативних теплообмінниках.

98. Зміна температури теплоносіїв в теплообміннику.

99. Визначення величини площі робочої поверхні теплообмінника.

100. Визначення середнього температурного напору. Визначення середніх температур теплоносіїв.

## **8. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання здобувачів**

Контрольні заходи оцінювання результатів навчання включають в себе поточний та підсумковий контроль.

Засобами оцінювання результатів навчання можуть бути екзамени (комплексні екзамени); тести; наскрізні проекти; командні проекти; аналітичні

звіти, реферати, есе; розрахункові та розрахунково-графічні роботи; презентації результатів виконаних завдань та досліджень; завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо; інші види індивідуальних та групових завдань.

**Поточний контроль.** До форм поточного контролю належить оцінювання:

- рівня знань під час семінарських, практичних, лабораторних занять;
- якості виконання самостійної роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення семінарських, практичних та лабораторних занять і має на меті перевірку набутих здобувачем вищої освіти (далі – здобувач) знань, умінь та інших компетентностей з навчальної дисципліни.

У ході поточного контролю проводиться систематичний вимір приросту знань, їх корекція. Результати поточного контролю заносяться викладачем до журналів обліку роботи академічної групи за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Оцінки за самостійну роботу виставляються в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Результати цієї роботи враховуються під час виставлення підсумкових оцінок.

При розрахунку успішності здобувачів враховуються такі види робіт: навчальні заняття (семінарські, практичні, лабораторні тощо); самостійна робота (виконання домашніх завдань, ведення конспектів першоджерел та робочих зошитів, виконання розрахункових завдань, підготовка рефератів, наукових робіт, публікацій, розроблення спеціальних технічних пристроїв і приладів, моделей, комп'ютерних програм, виступи на наукових конференціях, семінарах та інше); контрольні роботи (виконання тестів, контрольних робіт у формі, передбаченій в робочою програмою навчальної дисципліни). Вони оцінюються за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

***Здобувач, який отримав оцінку «незадовільно» за навчальні заняття або самостійну роботу, зобов'язаний перескласти її.***

Загальна кількість балів (оцінка), отримана здобувачем за семестр перед підсумковим контролем, розраховується як середньоарифметичне значення з оцінок за навчальні заняття та самостійну роботу, та для переводу до 100-бальної системи помножується на коефіцієнт **10**.

$$\text{Загальна кількість балів (перед підсумковим)} = \left( \left( \frac{\text{Результат навчальних занять за семестр} + \text{Результат самостійної роботи за семестр}}{2} \right) \cdot 10 \right)$$

*контролем)*

**Підсумковий контроль.** Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на певному ступені вищої освіти або на окремих його завершених етапах.

Для обліку результатів підсумкового контролю використовується поточно-накопичувальна інформація, яка реєструється в журналах обліку роботи академічної групи. Результати підсумкового контролю з дисциплін відображаються у відомостях обліку успішності, навчальних картках здобувачів, залікових книжках. **Присутність здобувачів на проведенні підсумкового контролю (заліку, екзамену) обов'язкова.** Якщо здобувач вищої освіти не з'явився на підсумковий контроль (залік, екзамен), то науково-педагогічний працівник ставить у відомість обліку успішності відмітку «не з'явився».

**Підсумковий контроль (екзамен, залік)** оцінюється за національною шкалою. Для переводу результатів, набраних на підсумковому контролі, з національної системи оцінювання в 100-бальну вводиться коефіцієнт **10**, таким чином максимальна кількість балів на підсумковому контролі (екзамені, заліку), які використовуються при розрахунку успішності здобувачів, становить **50**.

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру, та балів, набраних на підсумковому контролі (екзамені, заліку).

$$\begin{array}{l} \text{Підсумкові бали} \\ \text{навчальної дисципліни} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Загальна кількість балів (перед} \\ \text{підсумковим контролем)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Кількість балів за} \\ \text{підсумковим контролем} \end{array}$$

Здобувач вищої освіти, який під час складання підсумкового контролю (екзамен, залік) отримав незадовільну оцінку, складає його повторно. Повторне складання підсумкового екзамену чи заліку допускається не більше двох разів з кожної навчальної дисципліни: один раз – викладачеві, а другий – комісії, до складу якої входить керівник відповідної кафедри та 2-3 науково-педагогічних працівники.

Якщо дисципліна вивчається протягом двох і більше семестрів з семестровим контролем у формі екзамену чи заліку, то результат вивчення дисципліни в поточному семестрі визначається як середньоарифметичне значення балів, набраних у поточному та попередньому семестрах.

$$\begin{array}{l} \text{Підсумкові бали} \\ \text{навчальної дисципліни} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Підсумкові бали за} \\ \text{поточний семестр} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Підсумкові бали за} \\ \text{попередній семестр} \end{array} : 2$$

У цьому розділі також повинні бути розроблені чіткі критерії оцінювання

здобувачів вищої освіти під час поточного контролю (робота на семінарських, практичних, лабораторних та інших аудиторних заняттях, самостійна робота, виконання індивідуальних творчих завдань) та підсумкового контролю. Кафедра визначає вимоги до здобувачів стосовно засвоєння змісту навчальної дисципліни, а саме: кількість оцінок, яку він повинен отримати під час аудиторної роботи, самостійної роботи. Наприклад:

Робота під час навчальних занять	Самостійна робота	Підсумковий контроль
Отримати не менше 4 позитивних оцінок	Підготувати реферат, підготувати конспект за темою самостійної роботи, виконати практичне завдання тощо	Отримати за підсумковий контроль не менше 30 балів

### 9. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90 – 100	Відмінно (“зараховано”)	A	„Відмінно” – теоретичний зміст курсу освоєний <b>цілком</b> , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, <b>всі</b> навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, <b>виконані</b> в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
82 – 89	Добре (“зараховано”)	B	„Дуже добре” – теоретичний зміст курсу освоєний <b>цілком</b> , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом <b>в основному</b> сформовані, <b>всі</b> навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, <b>виконані</b> , якість виконання <b>більшості</b> з них оцінено числом балів, близьким до <b>максимального</b> , робота з двома-трьома незначними помилками.
75 – 81		C	„Добре” – теоретичний зміст курсу освоєний <b>цілком</b> , практичні навички роботи з освоєним матеріалом <b>в основному</b> сформовані, <b>всі</b> навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, <b>виконані</b> , якість виконання <b>жодного</b> з них <b>не оцінено мінімальним</b> числом балів, деякі види завдань виконані з <b>помилками</b> , робота з декількома незначними помилками або з однією–двома значними помилками.
68 – 74	Задовільно (“зараховано”)	D	„Задовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний <b>неповністю</b> , але <b>прогалини не носять істотного</b> характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом <b>в основному</b> сформовані, <b>більшість</b> передбачених програмою навчання навчальних завдань <b>виконано</b> , <b>деякі</b> з виконаних завдань містять <b>помилки</b> , робота з трьома значними помилками.
60 – 67		E	„Достатньо” – теоретичний зміст курсу освоєний <b>частково</b> , <b>деякі</b> практичні навички роботи <b>не сформовані</b> , <b>частина</b> передбачених програмою навчання навчальних завдань <b>не виконана</b> , або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до <b>мінімального</b> , робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.
35–59	Незадовільно	FX	„Умовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний <b>частково</b> , необхідні практичні навички роботи <b>не сформовані</b> , <b>більшість</b>

	(„не зараховано”)		передбачених програм навчання, навчальних завдань <b>не виконано</b> , або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до <b>мінімального</b> ; при <b>додатковій самостійній</b> роботі над матеріалом курсу <b>можливе підвищення якості</b> виконання навчальних завдань ( <b>з можливістю повторного складання</b> ), робота, що потребує доробки
1–34		F	<b>„Безумовно незадовільно”</b> – теоретичний зміст курсу <b>не освоєно</b> , необхідні практичні навички роботи <b>не сформовані</b> , <b>всі виконані</b> навчальні завдання містять <b>грубі помилки</b> , <b>додаткова самостійна</b> робота над матеріалом курсу <b>не приведе</b> до значимого <b>підвищення якості</b> виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

## 9. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

### Основна:

1. Котовський В. Н. Технічна термодинаміка: тексти лекцій / В. Н. Котовський, 2015. - 88 с.
2. Котовський В. Н. Теплопередача: тексти лекцій / В. Н. Котовський, 2015. - 76 с.

### Допоміжна:

3. Базаров І. П. Термодинаміка: підручник / І. П. Базаров, 2010. - 384 с.
4. Баранов В. М. Термодинаміка і теплопередача: навчальний посібник; 2-е видання, перероблене / В. М. Базаров, А. Ю. Коньков, 2004. - 91 с.
5. Кудінов В. А. Технічна термодинаміка і теплопередача: підручник для академічного бакалаврату; 3-е изд., Испр. і доп. / В. А. Кудінов, Е. М. Карташов, Є. В. Стефанюк, 2016. - 442 с.

### Інформаційні ресурси в інтернеті:

6. <http://klk.univd.edu.ua/uk/dir/177/biblioteka>