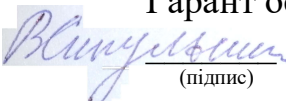


Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 В.Т. Сікульський  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«01» вересня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕРМОДИНАМІКА І ТЕПЛООБМІН**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної  
техніки»  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2021 рік**

Робоча програма «Термодинаміка і теплообмін»

(назва дисципліни)

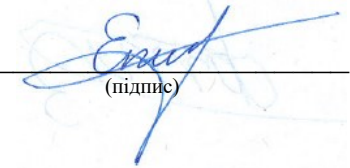
для студентів за спеціальністю 13 «Механічна інженерія»

освітньою програмою «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»

«30» серпня 2021 р., – 15 с.

Розробник: Єпіфанов К.С., канд. техн. наук, доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

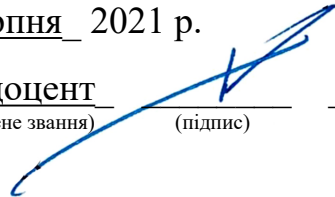
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри Д.Т.Н., доцент

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

П.Г. Гакал

(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3,5	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань</b> <b>13 «Механічна інженерія»</b> (шифр і найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b> <b>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</b> (код і найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Освітня програма</b> <b>«Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»</b> (найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 3		2021/2022
Індивідуальне завдання: розрахункова робота		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 40*/105		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи студента – 4,06		<b>Лекції*</b>
		24 годин
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		16 годин
		<b>Лабораторні*</b>
	Не передбачено	
	<b>Самостійна робота</b>	
65 годин		
<b>Вид контролю</b>		
модульний контроль, залік		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 40/ 65.

\* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** придбання знань, умінь і навичок, що дозволять розробляти спрощені змістові та математичні моделі процесів термодинаміки і теплообміну в аерокосмічних об'єктах.

**Завдання:** практична реалізація можливостей термодинамічного аналізу та оптимізації процесів перетворення видів енергії, витрачення максимально можливої ефективності енергоустановок і основних джерел втрат працездатності, розрахунки температурного стану найпростіших геометричних аналогів елементів об'єктів аерокосмічної техніки.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- здатність працювати у команді;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність здійснювати розрахунки елементів авіаційної техніки на міцність;
- здатність проектувати, конструювати та здійснювати випробування об'єктів авіаційної техніки, її обладнання, систем та підсистем;
- здатність обирати методи розрахунків, проектування та виробництва з урахуванням особливостей різних видів авіаційної техніки.

### **Програмні результати навчання:**

- вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з професійних питань;
- пояснювати свої рішення і підгрунття їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі;
- володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної техніки;
- обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної техніки;
- розуміти та обґрунтовувати послідовність проектування, конструювання, виробництва, випробування та сертифікації елементів та систем авіаційної техніки;
- розуміти особливості розрахунків, проектування та виробництва різних видів авіаційної техніки та обґрунтовано обирати методи їх реалізації.

**Міждисциплінарні зв'язки:** фізика, вища математика, хімія.

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

#### **Модуль 1. Термодинаміка.**

##### **Змістовний модуль 1. «Основи термодинаміки».**

**Тема 1.** Термодинамічна система та її характеристики.

Поняття термодинамічної системи, різновиди ТДС. Довколишнє середовище. Термодинамічний процес. Термічні та калоричні параметри. Структура рівнянь стану. Формули кількостей теплоти і деформаційної роботи. Робоче тіло і види його термодинамічних аналогів. Ідеальний газ. Суміш ідеальних газів. Волога пара.

**Тема 2.** Фундаментальні закони термодинаміки.

Сутність і формулювання першого закону. Основне рівняння термодинаміки. Аналітичний запис першого закону для потоку. Механічна форма запису. Види механічних робіт, співвідношення між ними. Сутність і формулювання другого закону, його аналітичний вираз. Генерація ентропії. Вплив нерівноважності на перебіг процесу. Об'єднаний вираз першого і другого законів. Третій закон термодинаміки. Калоричні властивості суміші ідеальних газів.

##### **Змістовний модуль 2. «Термодинамічні процеси в технічних системах».**

**Тема 3.** Термодинамічні процеси в елементах енергетичних установок і систем.

Математичні моделі ізопараметричних процесів. Політропний процес, його рівняння. Співвідношення для розрахунку характеристик політропного процесу. Окремі випадки політропного процесу, зображення їх на термодинамічних діаграмах. Термодинамічний аналіз рівноважної течії газу в каналах. Сопла і дифузори. Вибір найкращого варіанту термодинамічного процесу стиснення або розширення газу в каналах. Рівноважна течія газу зі звершенням технічної роботи. Робота стиснення газу в ідеальних компресорах об'ємного і динамічного типу. Багатоступеневі компресори. Вентилятори і насоси. Термодинамічний аналіз ідеальних детандерів. Урахування нерівноважності процесу. Ексергія та її застосування.

**Тема 4.** Термодинамічні цикли теплових машин.

Теплова машина; визначення її структури з використанням першого і другого законів термодинаміки. Прямий і обернений цикли, тепловий двигун і трансформатор теплоти. Цикл Карно та його ККД. Методи порівняння рівноважних циклів. Вплив нерівноважності на ефективність циклів.

#### **Модульний контроль 1**

#### **Модуль 2. Теплообмін.**

##### **Змістовний модуль 3. «Теплообмін».**

**Тема 5.** Основи теорії теплопровідності.

Основні поняття та закони переносу теплоти. Поняття теплопровідності. Поля температури і вектору густини теплового потоку. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови

однозначності. Стаціонарна теплопровідність пласкої однорідної стінки з рівномірним розподілом температури на поверхнях і незмінним значенням коефіцієнту теплопровідності. Термічний опір. Вплив кривизни стінки.

**Тема 6.** Конвективний теплообмін.

Поняття конвекції та конвективного теплообміну. Закон Н'ютона-Рихмана. Диференційне рівняння тепловіддачі. Методи визначення коефіцієнту тепловіддачі. Фактори, що впливають на інтенсивність конвективного теплообміну. Динамічний і тепловий межові шари. Ламінарний і турбулентний режими руху текучого середовища. Поняття фізичної подібності. Визначальні фактори процесу. Критерії подібності. Одержання їх з диференційних рівнянь. Фізичний і математичний зміст критеріїв. Число Нусельта. Рівняння подібності та їх структура. Визначальні параметри. Моделювання процесів конвективного теплообміну. Теплообмін при вимушеному русі однофазового робочого тіла (випадки поздовжнього обтікання пластини, течії в трубах, взаємодії пучків труб з потоком, що рухається поперек осі труб). Особливості теплообміну при русі газу з великою швидкістю.

**Тема 7.** Елементи теплообміну випромінюванням та при фазових перетвореннях.

Теплообмін з киплячою рідиною. Криза кипіння. Теплообмін у разі конденсації. Методи опису променевого теплообміну в інженерній практиці. Закон Стефана-Больцмана. Особливості теплового випромінювання газу. Променевий теплообмін між двома паралельними пласкими поверхнями. Теплообмін випромінюванням між газом і оболонкою.

## **Модульний контроль 2**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб.	с.р.	
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1 «Термодинаміка»</b>					
<b>Змістовий модуль 1 «Основи термодинаміки»</b>					
Тема 1. Основи термодинаміки.	14	2	4		8
Тема 2. Фундаментальні закони термодинаміки.	16	4	2		10
<b>Разом</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>18</b>
<b>Змістовий модуль 2 «Термодинамічні процеси в технічних системах»</b>					
Тема 3. Термодинамічні процеси в елементах енергетичних установок і систем.	14	2	2		10
Тема 4. Термодинамічні цикли теплових машин.	11	4			7
<b>Разом</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>17</b>
<b>Разом за модулем</b>	<b>55</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Модуль 2 «Теплообмін»</b>					
<b>Змістовий модуль 3 «Теплообмін»</b>					
Тема 5. Основи теорії теплопровідності.	14	4	2		8
Тема 6. Конвективний теплообмін.	20	4	4		12
Тема 7. Елементи теплообміну випромінюванням та при фазових перетвореннях.	16	4	2		10
<b>Разом</b>	<b>50</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Разом за модулем</b>	<b>50</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Разом за дисципліною</b>	<b>105</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>65</b>

#### 5. Теми семінарських занять (навчальним планом не передбачені)

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження ізотермічного стиску вуглекислого газу.	4
2	Енергобаланс у турбохолодильнику.	2
3	Аналіз процесу стиснення повітря в циліндрі поршневого двигуна.	2
4	Визначення коефіцієнтів теплопровідності порошкоподібних тіл методом кульового шару / Визначення коефіцієнтів теплопровідності твердих тіл методом безмежного плоского шару.	2
5	Експериментальне визначення коефіцієнтів теплопередачі при вільно-конвективному теплообміні: горизонтальний короткий циліндр.	2
6	Експериментальне вимірювання ступеня чорноти металевого зразка.	2
7	Експериментальне дослідження теплообміну при кипінні води на зануреної поверхні теплообміну в умовах вільної конвекції	2
	<b>Всього</b>	<b>16</b>

## 7. Теми лабораторних занять (навчальним планом не передбачені)

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Основи термодинаміки.	8
2	Тема 2. Фундаментальні закони термодинаміки.	10
3	Тема 3. Термодинамічні процеси в елементах енергетичних установок і систем.	10
4	Тема 4. Термодинамічні цикли теплових машин.	7
5	Тема 5. Основи теорії теплопровідності.	8
6	Тема 6. Конвективний теплообмін.	12
7	Тема 7. Елементи теплообміну випромінюванням та при фазових перетвореннях.	10
	<b>Разом</b>	<b>65</b>

## 9. Індивідуальні завдання



В якості індивідуального завдання передбачено виконання розрахункової роботи.

Індивідуальне завдання має на меті закріпити відповідні теоретичні знання і одержати необхідні навички практичних розрахунків з дисципліни.

В розрахунковій роботі студенти обчислюють процес переносу теплоти через багатошарову стінку.

Вхідні дані: геометрія шарів стінки, їх фізичні характеристики. Треба визначити термічний опір стінки як функцію від температури.

## **10. Методи навчання**

Навчання проводиться в аудиторній формі (лекції, лабораторні заняття) та самостійно.

## **11. Методи контролю**

Поточний контроль здійснюється під час тестового модульного контролю та виконання розрахункової роботи, фінальний контроль – у вигляді заліку.

Критерії оцінювання:

- a) Виконана практична робота оцінюється максимум в 3 бали;
- b) Захист практичної роботи оцінюється максимум в 3 бали;
- c) Виконання завдання тесту модульного контролю оцінюється максимум в 20 балів. Модульний контроль являє собою тест з 20 питань. Правильна відповідь на кожне з них оцінюється в 1 бал;
- d) Виконання розрахункової роботи оцінюється максимум у 23 бали. Після перевірки пояснювальної записки студент допускається до захисту роботи. Йому видаються два завдання за темою роботи. Оцінка виставляється з урахуванням повноти і правильності рішення цих задач. Повністю і правильно виконане завдання розрахункової роботи без вирішених завдань оцінюється не вище 9 балів. Кожна із завдань дозволяє отримати додатково не більше 7 балів. Повністю правильно вирішена задача оцінюється в 7 балів, правильно вирішена, але недбало оформлена завдання оцінюється в 5-7 балів, завдання з математичними помилками оцінюється в 3-4 бали, помилково вирішена задача оцінюється в 0-2 бали;
- e) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів;
- f) Підсумковий тест (залік) являє собою письмову відповідь на два теоретичних питання з екзаменаційного білета по курсу лекцій. Час підготовки: дві години.

Формою підсумкового контролю є залік.

## **12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти**

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Модуль 1</b>			
Виконання практичних робіт	0...3	3	0...9
Захист практичних робіт	0...3	3	0...8
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<b>Модуль 2</b>			
Виконання практичних робіт	0...3	4	0...12
Захист практичних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист розрахункової роботи	0...23	1	0...23
<b>Усього за семестр</b>			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Обов'язковою умовою допуску до заліку є виконання і захист усіх практичних робіт, що передбачені у робочому плані дисципліни, а також виконання і захист розрахункової роботи.

Білет для заліку складається з двох теоретичних питань. Максимальна кількість балів за перше питання – 50 балів, за друге – 50 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- вихідні поняття і основні рівняння термодинаміки і теплообміну;

- головні особливості та умови реалізації термодинамічних процесів і явищ теплообміну, припущення під час їх математичного моделювання;
- методи оцінки ефективності термодинамічних процесів в енергетичних установках і системах об'єктів аерокосмічної техніки;
- методи теплового захисту та інтенсифікації теплообміну;
- принципи терморегулювання об'єктів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- вміння розробляти змістові та математичні моделі термодинамічних аналогів робочих процесів у об'єктах аерокосмічної техніки і процесів теплообміну в її елементах;
- вміння визначати максимально можливу ефективність енергоустановок і основні джерела втрат працездатності;
- вміння визначати розподіл температури і теплового потоку в найпростіших геометричних аналогах елементів об'єктів аерокосмічної техніки;
- вміння складати рівняння теплового балансу.

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні роботи та правильно виконати розрахункову роботу. Знати базові закони термодинаміки і теплообміну та вміти робити елементарні розрахунки термодинамічних процесів і теплових задач.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, Відпрацювати та захистити всі практичні роботи та розрахункову роботу. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем. Мати задовільні знання законів термодинаміки і теплообміну та вміти вирішувати типові задачі термодинаміки і теплообміну.

**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи та розрахункову роботу. Мати здатність вирішувати будь-яку задачу термодинаміки і теплообміну.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Робоча програма обов'язкової навчальної дисципліни «Термодинаміка і тепломасообмін» для освітніх програм «Динаміка і міцність машин», «Літаки і вертольоти», «Випробування і сертифікація літальних апаратів», «Аеродинаміка літальних апаратів», «Автомобілі та автомобільне господарство», «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіаційних двигунів» [<http://k205.khai.edu/uk/site/lektsiinii-kurs.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
2. Термодинаміка. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплообмін».  
[[http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage\\_111/files/termodinamika\\_konspekt\\_ukr.pdf](http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage_111/files/termodinamika_konspekt_ukr.pdf)] (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
3. Термодинаміка. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплообмін».  
[[http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage\\_111/files/termodinamika\\_konspekt.pdf](http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage_111/files/termodinamika_konspekt.pdf)] (рос.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
4. Костиков О.Н. Термодинамика и теплообмен. Конспект лекций. Х.: ХАИ, 2007. - 180 с. [<http://k205.khai.edu/uk/library/termodinamika-i-teploobmen---konspekt-lektsii.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
5. Костиков А.О. Теоретические основы аэрокосмической техники. Основы теплопередачи в объектах аэрокосмической техники. / Блинков В.Н., Горбенко Г.А., Костиков А.О. - Конспект лекций. Х.: ХАИ, 2006. - 128 с. [<http://k205.khai.edu/ru/library/osnovi-teploperedachi-v-obektakh-akt.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
6. Техническая термодинамика. Уч. пособие по лабор. практикуму /Беспятов М.А. и др. Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1990 – 80 с.  
[<http://k205.khai.edu/uk/library/tekhnicheskaya-termodinamika.html>] - (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
7. В.Н. Кулешов. Теплопередача. Учебное пособие по лабораторному практикуму. – Харьков. ХАИ, 1989. - 104 с.  
[<http://k205.khai.edu/ru/library/teploperedacha-2.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
8. Кулешов В.П. Лабораторные работы по курсу "Теплопередача". Х.: ХАИ, 2007. [<http://k205.khai.edu/ru/library/laboratornie-raboti-po-kursu-teploperedacha.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
9. Костиков О.Н., Петухов И.И. Термодинамика и теплообмен. Лабораторный практикум. Х.: ХАИ, 2008. - 64 с.

- [<http://k205.khai.edu/ru/library/termodinamika-i-teploobmen-laboratornii-praktikum.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
10. Амброжевич М.В., Костиков А.О., Петухов И.И. Термодинамика и теплообмен. Учебное пособие по выполнению расчетных работ. Х.: ХАИ, 2008. - 79 с. [<http://k205.khai.edu/uk/library/termodinamika-i-teploobmen-uchebnoe-posobie-po-vip.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
  11. Горбенко Г.А., Костиков О.Н., Селиванов В.Г. Первичный термодинамический анализ рабочих процессов в энергетических установках и системах летательных аппаратов. - Учебное пособие. - Х.: ХАИ, 1995. - 66 с. [<http://k205.khai.edu/uk/library/pervichnii-termodinamicheskii-analiz-rabochikh-pro.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
  12. Амброжевич М.В. Сборник задач по технической термодинамике / М.В. Амброжевич, К.С. Епифанов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», – 2010. – 90 с. [<http://k205.khai.edu/ru/library/sbornik-zadach-po-tekhnicheskoi-termodinamike.html>] – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
  13. Приклад виконання розрахункової роботи за навчальною дисципліною «Термодинаміка і теплообмін». [[http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage\\_107/files/tmo\\_priklad\\_vikonannya\\_rozrahunkovoi\\_roboti.pdf](http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage_107/files/tmo_priklad_vikonannya_rozrahunkovoi_roboti.pdf)] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
  14. Посібник до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплообмін». [<http://k205.khai.edu/uk/site/samostiina-robota.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
  15. Питання до модулів та заліку з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплообмін». [<http://k205.khai.edu/uk/site/moduli-ta-zalik.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
  16. Література з навчальної дисципліни «Термодинаміка і теплообмін». [[http://k205.khai.edu/uk/site/termodinamika\\_u.html](http://k205.khai.edu/uk/site/termodinamika_u.html)  
[http://k205.khai.edu/uk/site/teploobmen\\_u.html](http://k205.khai.edu/uk/site/teploobmen_u.html)] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
  17. Галерея навчальних відео з дисципліни «Термодинаміка і теплообмін». [<http://k205.khai.edu/uk/site/termodinamika.html>  
<http://k205.khai.edu/ru/site/teploobmen.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.

#### 14. Рекомендована література

##### Базова

1. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. - Київ: Техніка, 2001. — 320 с. [<https://www.twirpx.com/file/142336/>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
2. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец.: гриф МОН України / О. Ф. Буляндра . - 2-ге вид., випр. - К. - Техніка, 2006. - 320 с.

[<http://www1.nas.gov.ua/publications/books/catalog/2006/Pages/326.aspx>]  
(рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.

3. Погорелов А.І. Тепломасообмін (Основи теорії і розрахунку) Навчальний посібник. 2-ге видання. - Львів: "Новий світ-2000", 2004. - 144 с. [<https://www.twirpx.com/file/355715/>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
4. Приходько М.А. Термодинаміка та теплопередача. Навчальний посібник. / Приходько М.А., Герасімов Г.Г. - Рівне: НУВГП, 2008. - 250 с. [<http://er3.nuwm.edu.ua/1847/1/078%20zah.pdf>] (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
5. Теплотехніка: основи термодинаміки, терія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві. / Миронов О.С., Брижа М.Р., Бойко В.Б., Золотовська О.В. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. – 424 с. [<http://base.dnsgb.com.ua/files/book/teplotehnika.pdf>] (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.

#### **Допоміжна**

1. Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача. М.: Высшая школа, 1991 – 480 с.
2. Алабовский А.Н., Недужий И.А. Техническая термодинамика и теплопередача. К.: Выща шк., 1990 – 255 с.
3. Техническая термодинамика / Под ред. В.И. Крутова. М.: Высшая школа, 1991 – 384 с.
4. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. М.: Энергия, 1981 – 418 с.
5. М.В. Амброжевич, А.О. Костиков, И.И. Петухов. Термодинамика и теплообмен. Учебное пособие по выполнению расчётных работ нормативной дисциплины бакалаврата «Авиация и космонавтика». Х.: ХАИ, 2008.
6. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. М.: Энергия, 1985 – 416 с.
7. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике. Под ред. В.К. Кошкина.- М.: Машиностроение, 1991.
8. Михеев М.А. Основы теплопередачи:учеб. для вузов .-М.; Л.:Госэнергоиздат,1949 .-396 с.
9. Кирпичев М. В., Михеев М.А., Эйгенсон Л.С. Теплопередача:учебник для вузов .-М.; Л.:Госэнергоиздат,1940 .-292 с.
10. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача:учеб. пособие для вузов/под ред. В.С. Силецкого .-М.:Высшая школа,1969 .-560 с.
11. Недужий И.А., Алабовский А.Н. Техническая термодинамика и теплопередача:учеб. пособ. для вузов .-К.:Вища школа,1978 .-224 с.
12. Шорин С.Н. Теплопередача:учеб. пособие для вузов .-М.:Высшая школа,1964 .-489 с.
13. Юдаев Б.Н. Теплопередача:учеб. для вузов .-2-е изд., перераб. и доп.- М.:Высшая школа,1981 .-319 с.

14. Исаев С.И., Кожин И.А., Кофанов В.И., Леонтьев А.И., Миронов Б.М. Теория теплообмена: учеб. для вузов/под ред. А.И. Леонтьева .-М.:Высшая школа,1979 .-495 с.

15. Котляр Я.М., Совершенный В.Д., Стриженов Д.С. Методы и задачи теплообмена: учебное пособие для вузов .-М.:Машиностроение,1987 .-320 с.

16. Лыков А.В. Теплообмен: справ.-2-е изд., перераб. и доп.- М.:Энергия,1978 .-480 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Бібліотека НАКУ «ХАІ».

2. Методичний кабінет кафедри.

3. Мережа Internet.

4. Сайт кафедри. <https://khaikaf205.wixsite.com/main>

5. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1231>