

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

Кафедра аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

М.А. Шевцова

(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 та виробництво композиційних
конструкцій»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Термодинаміка і теплообмін»

(назва дисципліни)

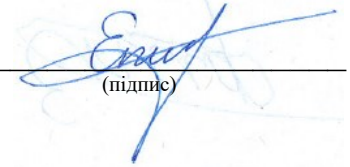
для студентів за спеціальністю 13 «Механічна інженерія»

освітньою програмою «Проектування та виробництво композиційних конструкцій»

«30» серпня 2021 р., – 15 с.

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

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



(підпис)

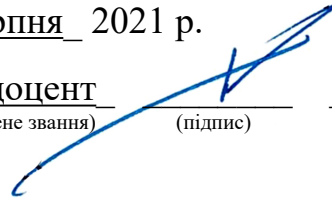
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

(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	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</u> (код і найменування) Освітня програма <u>«Проектування та виробництво композиційних конструкцій»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов’язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2021/2022
Індивідуальне завдання: розрахункова робота		Семестр
Загальна кількість годин – 40*/90		4-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи студента – 3,125		24 годин
		Практичні, семінарські*
		16 годин
		Лабораторні*
	Не передбачено	
	Самостійна робота	
	50 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 40/ 50.

* 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, витрачання 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 до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- використання математичного апарату під час вирішення завдань в області проектування виробництва та ремонту конструкцій;
- здатність опису взаємодії тіл між собою, а також з газовим і гідравлічним середовищем на підставі базових знань в основних розділах фізики, механіки, електростатики, електродинаміки, оптики, аерогідродинаміки.

Програмні результати навчання:

- здатність до математичного та логічного мислення, знання основних понять, ідей і методів фундаментальної математики та вміння їх використовувати під час розв'язання конкретних завдань.

Міждисциплінарні зв'язки: фізика, будівельна механіка, технології конструкційних матеріалів, технології виробництва виробів з композитів.

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 зверненням 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. Диференційне 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 плоскими 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
Модуль 1 «Термодинаміка»					
Змістовий модуль 1 «Основи термодинаміки»					
Тема 1. Основи термодинаміки.	12	2	4		6
Тема 2. Фундаментальні закони термодинаміки.	14	4	2		8
Разом	26	6	6	0	14
Змістовий модуль 2 «Термодинамічні процеси в технічних системах»					
Тема 3. Термодинамічні процеси в елементах енергетичних установок і систем.	12	2	2		8
Тема 4. Термодинамічні цикли теплових машин.	8	4			4
Разом	20	6	2	0	12
Разом за модулем	46	12	8	0	26
Модуль 2 «Теплообмін»					
Змістовий модуль 3 «Теплообмін»					
Тема 5. Основи теорії теплопровідності.	12	4	2		6
Тема 6. Конвективний теплообмін.	18	4	4		10
Тема 7. Елементи теплообміну випромінюванням та при фазових перетвореннях.	14	4	2		8
Разом	44	12	8	0	24
Разом за модулем	44	12	8	0	24
Разом за дисципліною	90	24	16	0	50

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
	Всього	16

7. Теми лабораторних занять (навчальним планом не передбачені)

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Основи термодинаміки.	6
2	Тема 2. Фундаментальні закони термодинаміки.	8
3	Тема 3. Термодинамічні процеси в елементах енергетичних установок і систем.	8
4	Тема 4. Термодинамічні цикли теплових машин.	4
5	Тема 5. Основи теорії теплопровідності.	6
6	Тема 6. Конвективний теплообмін.	10
7	Тема 7. Елементи теплообміну випромінюванням та при фазових перетвореннях.	8
	Разом	50

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
Модуль 1			
Виконання практичних робіт	0...3	3	0...9
Захист практичних робіт	0...3	3	0...8
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Модуль 2			
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
Усього за семестр			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/lektsiini-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] (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] (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] (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/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., Щукін 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 втузов .-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 тепломассообмена: 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 тепломассообмена: учебное пособие для вузов .-М.:Машиностроение,1987 .-320 с.

16. Лыков А.В. Тепломассообмен: 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>