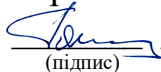


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Г.О. Горбенко
(ініціали та прізвище)

« 01 » вересня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ТЕПЛОМАСООБМІН (КУРСОВИЙ ПРОЕКТ)

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Енергетичний менеджмент»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

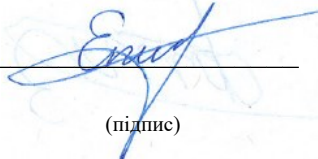
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Тепломасообмін (курсний проект)
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю: 144 «Теплоенергетика»
(код та найменування спеціальності)
Освітньою програмою: «Енергетичний менеджмент»
(назва спеціалізації)

« 30 » серпня 2021 р. 17 с.

Розробник: Спіфанов К. С. доцент каф. аерокосмічної
теплотехніки (205), к. т. н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та 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 П.Г. Гакал
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (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 – 2	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр та найменування) Спеціальність: <u>144 «Теплоенергетика »</u> (код та найменування) Освітня програма: <u>«Енергетичний менеджмент»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Цикл професійної підготовки
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 1		2021/2022
<u>Індивідуальне завдання: курсовий проект «Розрахунок теплового потоку через орєбрену трубу»</u>		Семестр
Загальна кількість годин – 24* / 60		6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1,5 самостійної роботи студента – 2,25		Лекції*
		Не передбачено
		Практичні, семінарські*
		24 години
		Лабораторні*
		Не передбачено
		Самостійна робота
	36 годин	
	Вид контролю	
	Диференційний залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 0,67.

*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 навиків для розрахунків температурного стану елементів енергетичного обладнання.

Завдання: практична реалізація знань та навичок в питаннях розрахунків температурного стану та можливості перенесення теплоти в теплоенергетичних пристроях.

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

- здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетичної галузі, що передбачає застосування певних теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі;
- здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін;
- здатність продемонструвати практичні інженерні навички при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання;
- здатність продемонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних в теплоенергетичній галузі;
- здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі;
- здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі;
- здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів;
- здатність демонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі;
- здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми,

включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання;

- здатність продемонструвати розуміння необхідності дотримання професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі;
- здатність демонструвати розуміння проблем якості в теплоенергетичній галузі;
- здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетичній галузі;
- здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде здатен:

- знання і розуміння математики, фізики, хімії, газодинаміки, тепло - та масообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми;
- здатність розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосування адекватної методології проектування.

Міждисциплінарні зв'язки: тепломасообмін.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Вступ.

Аналіз похідних даних. Визначення алгоритму розрахунків.

Тема 2. Визначення теплофізичних властивостей речовин.

Визначення теплофізичних властивостей речовин та їх апроксимація.

Тема 3. Розрахунки теплопередачі через оребрення.

Розрахунок теплового потоку через теплову трубу.

Тема 4. Залежність теплового потоку від швидкості руху води.

Аналіз залежності теплового потоку через циліндричну трубу від швидкості руху води. Виконання розрахунків зі збільшеною у 2 та 4 рази швидкістю руху води.

Тема 5. Залежність теплового потоку від висоти ребер.

Аналіз залежності теплового потоку від висоти ребер h . Виконання розрахунків зі збільшеною у 2 рази та зі зменшеною у 2 рази висотою ребер.

Тема 6. Залежність теплового потоку від швидкості руху повітря.

Аналіз залежності теплового потоку від швидкості руху повітря. Виконання розрахунків зі збільшеною у 2 та зменшеною у 2 рази швидкістю руху повітря.

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
Семестр 6					
Модуль 1					
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Вступ.	5	0	2		3
Тема 2. Визначення теплофізичних властивостей речовин.	10	0	4		6
Тема 3. Розрахунки теплопередачі через ребрення.	15	0	6		9
Тема 4. Залежність теплового потоку від швидкості руху води.	10	0	4		6
Тема 5. Залежність теплового потоку від висоти ребер.	10	0	4		6
Тема 6. Залежність теплового потоку від швидкості руху повітря.	10	0	4		6
Разом	60	0	24	0	36
Разом за 6-й семестр	60	0	24	0	36
Разом за дисципліною	60	0	24	0	36

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ.	2
2	Визначення теплофізичних властивостей речовин.	4

3	Розрахунки теплопередачі через ребрення.	6
4	Залежність теплового потоку від швидкості руху води.	4
5	Залежність теплового потоку від висоти ребер.	4
6	Залежність теплового потоку від швидкості руху повітря.	4
	Разом	24

6. Теми практичних занять (навчальним планом не передбачені)

7. Теми лабораторних занять (навчальним планом не передбачені)

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ.	3
2	Визначення теплофізичних властивостей речовин.	6
3	Розрахунки теплопередачі через ребрення.	9
4	Залежність теплового потоку від швидкості руху води.	6
5	Залежність теплового потоку від висоти ребер.	6
6	Залежність теплового потоку від швидкості руху повітря.	6
	Разом	36

9. Індивідуальні завдання

В якості індивідуального завдання передбачено виконання курсового проекту.

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

В курсовому проекті студенти обчислюють процес переносу теплоти через ребристу стінку.

Вхідні дані: геометрія стінки, фізичні характеристики її матеріалу. Треба визначити тепловий потік через поверхню труби Q ; провести аналіз залежності теплового потоку через циліндричну трубу від швидкості руху води, виконав розрахунки зі збільшеною у 2 та 4 рази швидкістю руху води; провести аналіз залежності теплового потоку від висоти ребер h , виконав розрахунки зі збільшеною у 2 рази та зі зменшеною у 2 рази висотою ребер; провести аналіз залежності теплового потоку від швидкості руху повітря, виконав розрахунки зі збільшеною у 2 та зменшеною у 2 рази швидкістю руху повітря.

10. Методи навчання

Навчання проводиться в аудиторній формі (семінарські заняття) та самостійно.

11. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час семінарських занять та контролю виконання курсового проекту, фінальний контроль – у вигляді прийому курсового проекту. Відсотки виконання роботи за тижнями наведені у наступній таблиці

№ з/п	Назви тем	%	% (разом з попередніми)	Тиждень контролю виконання
1	Вступ.	10	10	4
2	Визначення теплофізичних властивостей речовин.	10	20	6
3	Розрахунки теплопередачі через ребрення.	20	40	10
4	Залежність теплового потоку від швидкості руху води.	20	60	12
5	Залежність теплового потоку від висоти ребер.	20	80	14
6	Залежність теплового потоку від швидкості руху повітря.	20	100	16
	Разом	100	100	16

Формою підсумкового контролю є диференційний залік.

Критерії оцінювання:

- виконання розрахунково-пояснювальної записки до курсового проекту оцінюється у 0...60 балів. Після перевірки пояснювальної записки студент допускається до захисту роботи. Йому видаються два завдання - теоретичне питання та нескладна практична задача за дисципліною «Тепломасообмін»;
- відповідь на теоретичне питання за дисципліною «Тепломасообмін» оцінюється у 0...15 балів, у залежності від правильності і повноти відповіді;
- вирішення задачі на розрахунок теплообміну оцінюється у 0...25 балів. Повністю правильно вирішена задача оцінюється в 25 балів, правильно вирішене, але недбало оформлене завдання оцінюється в 20...24 балів,

завдання з математичними помилками оцінюється в 12-19 балів, помилково вирішена задача оцінюється в 0-11 балів.

d) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

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
Розрахунково-пояснювальна записка до курсового проекту	0...60	1	0...60
Теоретичне питання за дисципліною «Тепломасообмін»	0...15	1	0...15
Задача на розрахунок теплообміну	0...25	1	0...25
Всього			0...100

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні поняття і рівняння тепломасообміну;
- особливості і умови реалізації явищ теплообміну, допущення при їх математичній моделюванні;
- методи теплового захисту і інтенсифікації теплообміну;
- методи дії на ефективність теплообміну в різноманітних об'єктах;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- вміння розробляти змістовні і математичні моделі процесів теплообміну в елементах аерокосмічної техніки, теплотехнічних і теплоенергетичних пристроях;
- вміння визначити розподіл температур і теплового потоку в простих геометричних аналогах елементів об'єктів.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

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

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

Відмінно (90 - 100). Повно знати основній та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та розрахункову роботу. Мати здатність вирішувати будь-яку задачу 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. Контрольні питання

1. Дайте визначення поняття «теплопередача».
2. Назвіть види теплопередачі.
3. Яке середовище називають однорідним?
4. В чому різниця між ізотропним та анізотропним середовищем?
5. Що таке «фаза» багатозфазного середовища?
6. Які існують методи дослідження теплопередачі?
7. Об'ясніть поняття «температурне поле».
8. Об'ясніть поняття «температурний градієнт».
9. Дайте визначення поняття «теплопровідність».
10. Які існують механізми теплопровідності в різних середовищах?
11. Дайте визначення поняття «тепловий потік» та «щільність теплового потоку».
12. Напишіть математичний вираз основного закону теплопровідності (закону Фур'є).
13. Якій фізичний зміст має коефіцієнт теплопровідності?
14. Отримайте диференціальне рівняння теплопровідності для ізотропного середовища.
15. Які існують окремі випадки диференціального рівняння теплопровідності?
16. Дайте класифікацію умов однозначності для процесів теплопровідності.
17. У чому полягає пряма і зворотна задачі теплопровідності?
18. Отримайте математичний вираз формули для розрахунків теплового потоку при переносі теплоти через пласку стінку при граничних умовах I роду.
19. Отримайте математичний вираз формули для розрахунків теплового потоку при переносі теплоти через пласку стінку при граничних умовах III роду.

20. Дайте визначення понять «термічний опір» і «теплова провідність шару стінки».
21. Отримайте математичний вираз формули для розрахунків теплового потоку при переносі теплоти через багатшарову пласку стінку.
22. Який механізм виникнення контактного термічного опору?
23. Як визначити тепловий потік через циліндричну стінку?
24. Об'ясніть, для чого застосовується поняття «критичний діаметр циліндричної стінки».
25. Як визначити тепловий потік через кульової стінку?
26. Як приблизно визначити тепловий потік теплопровідності у тілах неправильної форми?
27. Як оптимально покращити теплопередачу через стінку за допомогою ребрення?
28. Отримайте формулу для теплового потоку уздовж стрижня постійного поперечного перетину безкінечної довжини.
29. Отримайте формулу для теплового потоку уздовж стрижня постійного поперечного перетину кінечної довжини.
30. Дайте визначення поняття «критерій Біо».
31. Як визначити коефіцієнт ефективності ребрення?
32. Як визначити тепловий потік крізь ребрену пласку стінку?
33. Розкажіть порядок визначення теплового потоку при розрахунках теплопровідності круглого ребра постійної товщини.
34. Розкажіть порядок визначення теплового потоку при розрахунках теплопровідності прямого ребра змінного перетину.
35. Які існують особливості протікання нестационарних процесів?
36. Отримайте формулу для розрахунків охолодження необмеженої пластини.
37. Отримайте рішення задачі про охолодження плоскої пластини методом розділення змінних.
38. Отримайте формулу для розрахунків охолодження необмежено довгого циліндра.
39. Отримайте формулу для розрахунків охолодження шара.
40. Як отримати наближене рішення задачі охолодження (нагріву) простих тіл за допомогою номограм?
41. Що таке «Регулярний режим охолодження»?
42. Дайте математичний запис першої теореми Кондратьєва.
43. Яке застосування має друга теорема Кондратьєва?
44. Як застосувати метод регулярного режиму при вирішенні прикладних завдань?
45. Дайте визначення терміну «конвекція».
46. Що таке «конвективний теплообмін (тепловіддача)»?

47. Напишіть рівняння конвекції.
48. Напишіть рівняння тепловіддачі (рівняння Ньютона для тепловіддачі).
49. В чому полягає різниця між вільною та вимушеною конвекцією?
50. Дайте визначення коефіцієнтів динамічної та кінематичної в'язкості. Які вони мають одиниці виміру?
51. Дайте визначення терміну «коефіцієнт стиску тіла».
52. Дайте визначення коефіцієнту об'ємного розширення.
53. Напишіть систему диференціальних рівнянь конвективного теплообміну.
54. Які існують умови однозначності диференціальних рівнянь конвективного теплообміну?
55. Для яких середовищ виконується умова прилипання?
56. Дайте визначення критерію Кнудсена.
57. Напишіть рівняння тепловіддачі.
58. Що таке «гідродинамічний приграничний шар»?
59. Дайте визначення терміну «тепловий приграничний шар».
60. Напишіть диференціальні рівняння приграничного шару при ламінарному режиму течії.
61. Які особливості мають приграничні шари при вимушеній конвекції?
62. В чому полягає різниця між ламінарним і турбулентним режимами течії?
63. Які фізичні явища називаються подібними?
64. Отримайте запис диференціальних рівнянь конвекції в безрозмірному вигляді.
65. Які умови застосовності теорії подібності?
66. Які існують умови теплової подібності?
67. Отримайте рівняння подібності явищ конвекції.
68. Що таке «визначальні параметри» для конвекції?
69. Які існують критерії подібності для явищ конвективного теплопереносу, який їх фізичний сенс?
70. Як роблять моделювання процесів тепломасообміну?
71. Покажіть теплову та гідравлічну картину течії при вимушеному русі рідини уздовж плоскої поверхні з теплообміном.
72. Які спрощення можна зробити в математичній моделі основного потоку при обтіканні плоскої стінки?
73. Як визначити тепловіддачу при ламінарному і турбулентному прикордонних шарах при обтіканні плоскої стінки?
74. Які існують особливості теплообміну при великих швидкостях?
75. Як визначити тепловіддачу при вимушеному обмиванні одиночної кругової труби?
76. Які особливості має розрахунок тепловіддачу при вимушеному обмиванні пучків труб?
77. Що таке «шаховий пучок труб»?

78. У яких умовах теплообміну який пучок труб є кращим?
79. Як визначити тепловіддачу при вимушеному перебігу рідини в каналах при ламінарному режимі течії?
80. Як визначити тепловіддачу при вимушеному перебігу рідини в каналах при турбулентному режимі течії?
81. Як визначити тепловіддачу при вимушеному перебігу рідини в каналах при перехідному режимі течії?
82. Які особливості розрахунків тепловіддачі у шорстких трубах?
83. Як інтенсифікувати тепловіддачу в каналах за допомогою дискретної турбулізації потоку?
84. Як визначити поправку при розрахунку тепловіддачі в зігнутих трубах?
85. Які особливості має тепловіддачу в полях масових сил?
86. Як розрахувати тепловіддачу при вільній конвекції?
87. Як розрахувати тепловіддачу при вільному русі рідин в необмеженому об'ємі?
88. Як розрахувати тепловіддачу при вільному русі рідин в прошарках?
89. Дайте визначення терміну «кипіння».
90. Які є умови виникнення кипіння?
91. Які є режими кипіння у великому об'ємі?
92. Опишіть механізм процесу кипіння. Що може слугувати центрами пароутворення?
93. Як режимні чинники впливають на процес кипіння?
94. Дайте визначення поняттю «перегрів рідини» при кипінні.
95. Накресліть криву кипіння у великому об'ємі та визначить на неї основні режими кипіння.
96. Які існують кризи кипіння у великому об'ємі?
97. Які особливості має тепловіддачу при кипінні в трубах?
98. Які ви знаєте карти режимів течії парорідинної суміші в трубах?
99. Дайте визначення терміну «масовий витратний паровміст».
100. Дайте визначення терміну «об'ємний витратний паровміст».
101. Як пов'язані між собою масовий витратний паровміст і об'ємний витратний паровміст?
102. Дайте визначення терміну «справжній витратний паровміст».
103. Дайте визначення терміну «наведена швидкість пару».
104. Дайте визначення терміну «швидкість ковзання».
105. Як визначити коефіцієнт тепловіддачі при кипінні у трубі?
106. Дайте визначення терміну «конденсація».
107. У яких умовах починається конденсація?
108. В чому різниця між плівковою і краплинною конденсаціями. У яких умовах який режим конденсації реалізується?

109. Отримайте формулу для розрахунку тепловіддачі при конденсації на вертикальній поверхні при ламінарній течії плівки конденсату.
110. Які є режимні параметри при конденсації?
111. Запишіть система рівнянь і умов однозначності при конденсації.
112. Дайте визначення поняття «теплове випромінювання».
113. Дайте визначення поняття «потік випромінювання».
114. Дайте визначення поняття «щільність потоку випромінювання».
115. Дайте визначення поняття «інтегральне випромінювання».
116. Дайте визначення поняття «монохроматичне випромінювання».
117. Які існують види променистих потоків?
118. Дайте визначення поняття «Коефіцієнт відбиття».
119. Дайте визначення поняття «Коефіцієнт поглинання».
120. Дайте визначення поняття «Коефіцієнт прозорості».
121. Як визначити власне випромінювання тіла?
122. Як визначити результуюче випромінювання тіла?
123. Дайте математичне визначення закону Планка для теплового випромінювання.
124. Дайте математичне визначення закону Стефана-Больцмана для теплового випромінювання.
125. Що таке ступінь чорноти тіла?
126. Що таке абсолютно чорне тіло?
127. Чи може залежати монохроматичний ступінь чорноти тіла від довжини хвилі випромінювання?
128. Дайте математичне визначення закону Вина для теплового випромінювання.
129. Дайте математичне визначення закону Кірхгофа для теплового випромінювання.
130. Як визначити кутову щільність випромінювання?
131. Що таке «яскравість випромінювання»?
132. Дайте математичне визначення закону Ламберта для теплового випромінювання.
133. Яке теплове випромінювання називається ізотропним?
134. Яке теплове випромінювання називається ідеально дифузним?
135. Як пов'язані істинна та радіаційна температура тіла?
136. Як пов'язані істинна та кольорова температура тіла?
137. Як пов'язані істинна та яркісна температура тіла?
138. Як визначити теплообмін випромінюванням між двома плоскими необмеженими стінками?
139. Що таке «наведена ступінь чорноти» системи двох тіл?
140. Як визначити теплообмін випромінюванням між тілами з нерівними поверхнями?

141. Як розрахувати теплообмін випромінюванням між тілами при наявності екранів?
142. Які особливості має теплове випромінювання газів?
143. Як визначити інтенсивність випромінювання у поглинаючому середовищі?
144. Дайте визначення поняттю «коефіцієнт поглинання середовища».
145. Отримайте рівняння перенесення енергії в поглинаючому середовищі.
146. Як визначити оптичну товщину середовища?
147. Як визначити теплообмін випромінюванням між поверхнею і випромінюючим середовищем?

14. Методичне забезпечення

1. Робоча програма обов'язкової навчальної дисципліни «Тепломасообмін» для освітньої програми «Енергетичний менеджмент» [http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage_102/files/tmo_6_144_energetichniy_menedzhment_komp_yuterno_integrovani_tehnologii_proektuvannya_energetichnih_sistem_2020_2020_denna_1.pdf] – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
2. Розширений план лекцій з навчальної дисципліни «Тепломасообмін» [http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage_103/files/tmo_6_144_em_kitpes_2020_2020_denna_rozshireniy_plan_lekciy.pdf] – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Приклад виконання розрахункової роботи за навчальною дисципліною «Тепломасообмін».
[http://k205.khai.edu/uploads/editor/20/4356/sitepage_107/files/tmo_priklad_vikonannya_rozrahunkovoi_roboti.pdf] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
9. Розширений план лекцій за навчальною дисципліною «Тепломасообмін».
[<http://k205.khai.edu/uk/site/lektсионnii-kurs.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
10. Посібник до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Тепломасообмін». [<http://k205.khai.edu/uk/site/samostoyatel'naya-rabota.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
11. Питання до модулів та екзамену з навчальної дисципліни «Тепломасообмін». [<http://k205.khai.edu/uk/site/moduli-i-ekzameni.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
12. Література з навчальної дисципліни «Тепломасообмін». [http://k205.khai.edu/uk/site/teploobmen_u.html] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
13. Галерея навчальних відео з дисципліни «Тепломасообмін». [<http://k205.khai.edu/ru/site/teploobmen.html>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.

15. Рекомендована література

Базова

1. Константинов С.М. Теплообмін: Підручник. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка»: Інрес, 2005. – 304 с.
2. Василенко С. М. , Українець А. І., Олішевський В. В. Основи тепломасообміну: Підручник / За ред. акад. УАА Н І. С. Гулого. — К.: НУХТ , 2004. — 250 с.
3. Лабай В.Й. Тепломасообмін. Підручник для ВНЗ. - Львів: Тріада Плюс, 2004. - 260 с.

Допоміжна

1. В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. Теплопередача. М., Энергоиздат, 1981.
2. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике / Под ред. В.К. Кошкина. М., Машиностроение, 1975.
3. Н.М. Беляев. Основы теплопередачи. Киев, Высшая школа, 1989.
4. Теория тепломассообмена / Под ред. А.И. Леонтьева. М., Высшая школа, 1979.
5. Э.М. Карташев. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. М., Высшая школа, 1985.

6. Н.М, Беляев, А.А, Рядно. Методы нестационарной теплопроводности. М., Высшая школа, 1978.
7. Э.К. Калинин, Г.А. Дрейцер и др. Методы расчета сопряженных задач теплообмена. М., Машиностроение, 1983.
8. А.М. Кутепов, Л.С, Стерман, Н.Г. Стюшин. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. М., Высшая школа, 1986.
9. В.Н. Кулешов. Теплопередача. Учебное пособие по лабораторному практикуму. – Харьков. ХАИ, 1989.

16. Інформаційні ресурси

1. www.k205.khai.edu
2. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1226>