


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

Кафедра

Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник проектної групи



(підпис)

П. Г. Гакал

(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

14 «Електрична інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

144 «Теплоенергетика»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма:

«Енергетичний менеджмент»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти

другий (магістерський)

(рівень освіти)

Харків 2019 рік

Робоча програма

Моделювання та розрахунок процесів в енергетичних системах
(назва дисципліни)

для студентів за
спеціальністю:

144 «Теплоенергетика»

(код та найменування спеціальності)

Освітньою
програмою:

«Енергетичний менеджмент»

(назва освітньої програми)

« 5 »

червня.

2019 р.

9

с.

Розробник:

Гакал П. Г. зав. каф. аерокосмічної
теплотехніки (205) д. 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 № 9 від « 21 » червня 2019 р.

Завідувач кафедри

д.т.н., професор

(наукова ступінь
та вчене звання)



(підпис)

П.Г. Гакал

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки (спеціальність, спеціалізація), рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 5,5	<p>Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр та найменування)</p> <p>Спеціальність: <u>144 «Теплоенергетика»</u> (код та найменування)</p> <p>Освітня програма: <u>«Енергетичний менеджмент»</u> (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u></p>	Цикл професійної підготовки
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2019/2020
Індивідуальне завдання: - не передбачено		Семестр
Загальна кількість годин – 48/117		2-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 7,3		Лекції *
		32 годин
		Практичні, семінарські
		16 годин
	Лабораторні	
	0 годин	
	Самостійна робота	
	117 години	
	Вид контролю	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить – $48/117=0.41$.

1) Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни.

Мета навчання: придбання знань, вмінь і навичок, що дозволять виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, досліджувати проблеми з використанням математичних методів моделювання процесів в двофазному середовищі, розробляти, застосовувати та удосконалювати математичні моделі для аналізу теплогідролічних процесів в енергетичних системах.

Завдання: У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

Знати: базові знання стосовно моделювання теплогідролічних процесів в енергетичних системах з двофазним середовищем.

Вміти:

- формулювати змістовні моделі процесів в двофазному середовищі;
- розробляти математичні моделі за бази змістовних моделей;
- використовувати числові методи для реалізації математичних моделей процесів в двофазному середовищі.

Програмні результати навчання. У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- продемонструвати знання математичних моделей для опису теплогідравлічних процесів в двофазному середовищі;
- продемонструвати знання методів розрахунку теплогідравлічних процесів в двофазному середовищі;
- здатність розробляти та реалізовувати математичні моделі процесів в двофазному середовищі стосовно енергетичних систем; аналізувати результати моделювання.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Двофазні потоки.

Змістовний модуль 1. Рівняння механіки гетерогенного середовища.

Тема 1. Вступ. Предмет і метод дисципліни та її значення для формування фахівців зі спеціальностей «Енергетичний менеджмент».

Цілі вивчення дисципліни. Приклади застосування двофазних середовищ. Терміни та визначення.

Тема 2. Режимы течії.

Класифікація режимів течії. Карти режимів течії для горизонтальної течії, вертикальної підйомної та вертикальної опускної течії. Фазові перетворення та рівновага фаз.

Тема 3. Рівняння механіки суцільного гетерогенного середовища

Рівняння збереження для складових гетерогенного середовища. Дифузійне наближення для гомогенних сумішей.

Тема 4. Математичний опис гетерогенних сумішей.

Особливості математичного опису гетерогенних сумішей. Міжфазний обмін імпульсом і енергією. Термодинамічні рівняння стану фаз. Схема силової взаємодії та спільного деформування фаз. Робота внутрішніх сил. Система рівнянь руху багатофазної суміші в'язких стислих фаз з загальним тиском.

Змістовний модуль 2. Емпіричні методи розрахунку втрат тиску.

Тема 5. Корелюючі параметри.

Параметр двофазності. Параметр Локарта-Мартінееллі. Параметр Барокші. Парметр Чізхольма і Сазерленда.

Тема 6. Модель гомогенної течія.

Коефіцієнт тертя для гомогенної течії. Місцеві втрати тиску. Співвідношення для істинного об'ємного паровмісту.

Тема 7. Модель роздільної течія.

Модель роздільних циліндрів. Співвідношення Локкарта-Мартінееллі.

Тема 8. Модель змішаної течії.

Кореляція Барокші. Співвідношення Чізхолма і Сазерленда. Співвідношення для істинного об'ємного паровмісту.

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. Двофазні потоки.					
Змістовий модуль 1					
Рівняння механіки гетерогенного середовища.					
Вступ. Предмет і метод дисципліни та її значення для формування фахівців зі спеціальностей «Енергетичний менеджмент». Цілі вивчення дисципліни. Приклади застосування двофазних середовищ. Терміни та визначення.	7	2	0	0	5
Тема 2. Режимы течії. Класифікація режимів течії. Карти режимів течії для горизонтальної течії, вертикальної підйомної та вертикальної опускної течії. Фазові перетворення та рівновага фаз.	9	4	0	0	5
Тема 3. Рівняння механіки суцільного гетерогенного середовища. Рівняння збереження для складових гетерогенного середовища. Міжфазний тепло- масообмін. Дифузійне наближення для гомогенних сумішей.	36	6	0	0	30
Тема 4. Математичний опис гетерогенних сумішей. Особливості математичного опису гетерогенних сумішей. Міжфазний обмін імпульсом і енергією. Термодинамічні рівняння стану фаз. Схема силової взаємодії та спільного деформування фаз. Робота внутрішніх сил. Система рівнянь руху багатозфазної суміші в'язких стислих фаз з загальним тиском.	48	8	0	0	40
Модульний контроль	2		2		
Разом	102	20	2	0	80
Змістовий модуль 2					
«Емпіричні методи розрахунку втрат тиску»					
Тема 5. Корелюючи параметри. Параметр двофазності. Параметр Локкарта-Мартінееллі. Параметр Барокші. Парметр Чізхольма і Сазерленда.	9	2	2	0	5
Тема 6. Модель гомогенної течія. Коефіцієнт тертя для гомогенної течії. Місцеві втрати тиску.	17	4	3	0	10
Тема 7. Модель роздільної течія. Модель роздільних циліндрів. Співвідношення Локкарта-Мартінееллі.	16	3	3		10
Тема 8. Модель змішаної течії. Кореляція Барокші. Співвідношення Чізхолма і Сазерленда. Співвідношення для істинного об'ємного паровмісту.	19	3	4		12
Модульний контроль	2	0	2		

Разом	63	12	14	0	37
Разом з дисципліни	165	32	16	0	117

5. Теми семінарських занять (навчальним планом не передбачені)

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Предмет і метод дисципліни та її значення для формування фахівців зі спеціальностей «Енергетичний менеджмент». Цілі вивчення дисципліни. Приклади застосування двофазних середовищ. Терміни та визначення.	0
2.	Тема 2. Режимы течії. Класифікація режимів течії. Карти режимів течії для горизонтальної течії, вертикальної підйомної та вертикальної опускної течії. Фазові перетворення та рівновага фаз.	0
3.	Тема 3. Рівняння механіки суцільного гетерогенного середовища. Рівняння збереження для складових гетерогенного середовища. Міжфазний тепло-масообмін. Дифузійне наближення для гомогенних сумішей.	0
4.	Тема 4. Математичний опис гетерогенних сумішей. Особливості математичного опису гетерогенних сумішей. Міжфазний обмін імпульсом і енергією. Термодинамічні рівняння стану фаз. Схема силової взаємодії та спільного деформування фаз. Робота внутрішніх сил. Система рівнянь руху багатофазної суміші в'язких стислих фаз з загальним тиском.	0
5.	Тема 5. Корелюючи параметри. Параметр двофазності. Параметр Локарта-Мартінееллі. Параметр Барокші. Парметр Чізхольма і Сазерленда.	2
6.	Тема 6. Модель гомогенної течія. Коефіцієнт тертя для гомогенної течії. Місцеві втрати тиску.	3
7.	Тема 7. Модель роздільної течія. Модель роздільних циліндрів. Співвідношення Локкарта-Мартінееллі.	3
8.	Тема 8. Модель змішаної течії. Кореляція Барокші. Співвідношення Чізхольма і Сазерленда. Співвідношення для істинного об'ємного паровмісту.	4
	Разом	12

7. Теми лабораторних занять (навчальним планом не передбачені)

8. Самостійна робота:

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Предмет і метод дисципліни та її значення для формування фахівців зі спеціальностей «Енергетичний менеджмент». Цілі вивчення дисципліни. Приклади застосування двофазних середовищ. Терміни та визначення.	5
2.	Тема 2. Режимы течії. Класифікація режимів течії. Карти режимів течії для горизонтальної течії, вертикальної підйомної та вертикальної опускної течії. Фазові перетворення та рівновага фаз.	5
3.	Тема 3. Рівняння механіки суцільного гетерогенного середовища. Рівняння збереження для складових гетерогенного середовища. Міжфазний тепло-масообмін. Дифузійне наближення для гомогенних сумішей.	30
4.	Тема 4. Математичний опис гетерогенних сумішей. Особливості математичного опису гетерогенних сумішей. Міжфазний обмін імпульсом і енергією. Термодинамічні рівняння стану фаз. Схема силової взаємодії та спільного деформування фаз. Робота внутрішніх сил. Система рівнянь руху багатофазної	40

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	суміші в'язких стислих фаз з загальним тиском.	
5.	Тема 5. Корелюючи параметри. Параметр двофазності. Параметр Локарта-Мартінееллі. Параметр Барокші. Парметр Чізхольма і Сазерленда.	5
6.	Тема 6. Модель гомогенної течія. Коефіцієнт тертя для гомогенної течії. Місцеві втрати тиску.	10
7.	Тема 7. Модель роздільної течія. Модель роздільних циліндрів. Співвідношення Локкарта-Мартінееллі.	10
8.	Тема 8. Модель змішаної течії. Кореляція Барокші. Співвідношення Чізхольма і Сазерленда. Співвідношення для істинного об'ємного паровмісту.	12
	Разом	117

Сутністю самостійної роботи над матеріалом модулю є опрацювання лекційних тем за допомогою підручників та формулювання відповідей на запитання з цих тем, що задає викладач у поточному режимі. Цей розділ передбачає 117 години самостійної підготовки, з них на підготовку до занять 42 години, підготовка до поточного зрізу та участь в ньому – 75 годин.

9. Індивідуальні завдання

Не передбачені

10. Методи навчання

Навчання проводиться в аудиторній формі (лекції) та самостійно.

11. Методи контролю

Контроль виконується у вигляді поточного семестрового контролю під час здачі змістовних модулів.

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	
Змістовний модуль 1				
Робота на лекціях	0...0.5	10	0	5
Модульний контроль	35...42	1	35	42
Змістовний модуль 2				
Робота на лекціях	0...0.5	6	0	3
Робота на практичних заняттях	0...1	6	0	6
Модульний контроль	25...44	1	25	44
Усього за семестр:			60	100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з 4 теоретичних, у відповідності до модуля, та двох практичних завдань. Максимальна сума балів за теоретичні запитання є 60, за практичні – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Для отримання позитивної оцінки студент повинен отримати знання, які дозволять розробляти математичні моделі теплогідрравлічних процесів в двофазному середовищі та застосовувати їх при вирішенні практичних інженерних задач.

Студент повинен вміти:

- формулювати змістовні моделі процесів в двофазному середовищі;
- розробляти математичні моделі за бази змістовних моделей;
- використовувати числові методи для реалізації математичних моделей процесів в двофазному середовищі.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Здати тестування.

Знати емпіричні методи розрахунку втрат тиску в двофазному середовищі. Знати рівняння законів збереження для двофазного середовища..

Уміти: застосовувати емпіричні методи для розрахунку втрат тиску у двофазному середовищі.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Знати моделі двофазного середовища.

Уміти: розробляти та застосовувати моделі двофазного середовища для вирішення інженерних задач.

Відмінно (90-100). Здати всі модулі з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати моделі двофазного середовища для вирішення інженерних задач.

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. Путевые потери давления в двухфазном потоке/ Г. А. Горбенко, П. Г. Гакал. – Учеб. пособие по лабораторной работе. – Харьков: Гос. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 22 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Нигматулин Р. И. Динамика многофазных сред. Ч. I, II. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
2. Уоллис Г. Одномерные двухфазные течения (Пер. с англ.)./ Под редакцией И. Аладьева. – М.: Мир, 1972, - 440 с.

Допоміжна

1. Теплопередача в двухфазном потоке/ Под ред. Д. Баттерворса и Г. Хьюитта: Пер. с англ. - М.: Энергия, 1987, -328с.

15. Інформаційні ресурси

www.k205.khai.edu

Питання з дисципліни Моделювання та розрахунок процесів в енергетичних системах

галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

спеціальність: 144 «Теплоенергетика»

Освітньо-професійна програма – Енергетичний менеджмент

1. Дайте класифікацію режимів течії.
2. Що таке карти режимів течії двофазного середовища?
3. Рівняння механіки суцільного гетерогенного середовища
4. Запишіть рівняння збереження для складових гетерогенного середовища.
5. Що таке дифузійне наближення для гомогенних сумішей?
6. Математичний опис гетерогенних сумішей.
7. Запишіть рівняння для міжфазного обміну імпульсом і енергією.
8. Охарактеризуйте схему силової взаємодії та спільного деформування фаз.
9. Що таке робота внутрішніх сил?
10. Запишіть систему рівнянь руху багатофазної суміші в'язких стислих фаз з загальним тиском.
11. Як розраховується втрата тиску в двофазному середовищі?
12. Що таке корелюючі параметри? Охарактеризуйте їх.
13. Що таке параметр двофазності?
14. Дайте визначення параметра Локарта-Мартінееллі, Барокші, Чізхольма і Сазерленда.
15. Охарактеризуйте модель гомогенної течія.
16. Як розраховується коефіцієнт тертя для гомогенної течії?
17. Як розраховують місцеві втрати тиску?
18. Запишіть співвідношення для істинного об'ємного паровмісту.
19. Охарактеризуйте модель роздільної течія.
20. Що таке модель роздільних циліндрів?
21. Запишіть співвідношення Локкарта-Мартінееллі.
22. Охарактеризуйте модель змішаної течії.
23. Охарактеризуйте кореляцію Барокші.
24. Наведіть співвідношення Чізхольма і Сазерленда.
25. Наведіть співвідношення для істинного об'ємного паровмісту.