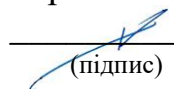


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Аерокосмічної теплотехніки» (№ 205)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

П. Г. Гакал
(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2021 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ 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: Інжиніринг та експлуатація теплоенергетичних систем
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

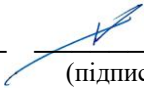
Харків – 2021 р.

Розробник: Гакал П. Г., д.т.н., доц.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

Протокол № 1 від «30» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)  (підпис) П.Г. Гакал
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач  (підпис) Д.О. Чечоткін
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Гакал Павло Григорович, д.т.н., доцент. З 2004 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- технічна термодинаміка;
- системи забезпечення теплового режиму;
- методи програмування на ЕОМ;

Напрями наукових досліджень: інженерний синтез теплоенергетичних систем для об'єктів аерокосмічної техніки.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 2 семестр.

Обсяг дисципліни:

4 кредити ЄКТС (120 годин), у тому числі аудиторних – 48 годин, самостійної роботи здобувачів – 72 години.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна.

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – гідрогазодинаміка.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – тепловий захист енергоустановок та літальних апаратів.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни.

Вивчення навчальної дисципліни «Моделювання та розрахунок процесів в енергетичних системах» полягає в формуванні системи знань, способів діяльності та творчих здібностей з математичних методів моделювання процесів в двофазному середовищі, створення та удосконалення математичних моделей теплогідравлічних процесів в енергетичних системах, а також засвоєння вмінь які б дозволяли на практиці реалізувати ці знання.

Завдання

Вивчити основні положення багатофазного середовища, теплогідравлічних процесів в багатофазному середовищі, вміти використовувати їх для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.
- Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.
- Здатність до моделювання процесів в багатофазному середовищі.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувачем будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

- Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові методи розв'язання складних задач теплоенергетики.
- Розробляти і досліджувати, математичні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.
- Застосовувати моделі теплогідравлічних процесів в багатофазному середовищі для вирішення інженерних задач.

4. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Багатофазні потоки.

Змістовний модуль 1. Основні поняття багатофазного середовища. Рівняння механіки багатофазного 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.

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

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-5 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 3. Рівняння механіки суцільного багатофазного середовища

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

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-5 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 4. Математичний опис багатофазного середовища.

Особливості математичного опису багатофазного середовища. 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.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6-8 години.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10-12 годин.*

- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

Змістовний модуль 2. Моделі теплогідравлічних процесів. Емпіричні методи розрахунку втрат тиску.

Тема 5. Корелюючи параметри.

Параметр двофазності. Параметр Локарта-Мартініеллі. Параметр Барокші. Параметр Чізхольма і Сазерленда.

- Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*
- Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-5 годин.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 6. Модель гомогенної течія.

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

- Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*
- Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-5 годин.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 7. Модель роздільної течія.

Модель роздільних циліндрів. Співвідношення Локкарта-Мартініеллі.

- Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*
- Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-5 годин.*
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Тема 8. Модель змішаної течії.

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

- Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2-5 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

5. Індивідуальні завдання

Не передбачені

6. Методи навчання

Навчання проводиться в аудиторній формі (лекції) та самостійно.

7. Методи контролю

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

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

Якісні критерії оцінювання

Для отримання позитивної оцінки студент повинен знати основні положення багатозфазного середовища, отримати знання, які дозволять розробляти математичні моделі теплогідролічних 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;
- реалізовувати математичні моделі процесів в двофазному середовищі при вирішенні інженерних задач.

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

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10.Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

- http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all+theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

- Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1222>

11.Рекомендована література

Базова

1. Основи теплогідравліки ядерних енергетичних установок. Навч. посібник [Елект. ресурс]/ І.М. Каденко, О.М. Харитонов, Р.В. Єрмоленко. – 420 с.
2. Путевые потери давления в двухфазном потоке [Текст]/ Г. А. Горбенко, П. Г. Гакал. – Учеб. пособие по лабораторной работе. – Харьков: Гос. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 22 с.
3. Нигматулин Р. И. Динамика многофазных сред [Текст]. Ч. I, II. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
4. Уоллис Г. Одномерные двухфазные течения (Пер. с англ.) [Текст]/ 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.