

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра Теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

В.І. Назін

(ініціали та прізвище)

«30» червня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Сучасні методи моделювання проведення випробувань (CAE)

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерний інжиніринг»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2023 рік

Розробник: Нарижний О.Г., доцент кафедри теоретичної механіки,

машинознавства та роботомеханічних систем, к.т.н., доцент

Гнисько О.М., доцент кафедри теоретичної механіки,

машинознавства та роботомеханічних систем, к.т.н.



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем

(назва кафедри)

Протокол № 10 від «30» червня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

О.О. Баранов

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни денна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і назва)	Обов'язкова
	Спеціальність <u>133 «Галузеве машинобудування»</u> (код та найменування)	
Модулів – 1	Освітня програма: Комп'ютерний інжиніринг	Навчальний рік: 2023/2024
Змістових модулів – 2		Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		2-й
Загальна кількість годин - 180		Лекції
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5,0 самостійної роботи студента – 6,25		Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>
		Практичні, семінарські
		48 год.
		Лабораторні
		Самостійна робота
		100 год.
	Індивідуальні завдання:	год.
		Вид контролю: іспит

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – $(80/100)=0,8$.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчання: надання знань та навичок у моделюванні проведення випробувань технічних систем шляхом чисельного вирішення відповідних задач механіки суцільних середовищ (МСС) за допомогою спеціального програмного забезпечення на комп'ютері..

Задачами дисципліни є: вивчення загальних законів МСС, формулювання механіко-математичних моделей складних систем, вивчення методів розв'язання систем диференціальних рівнянь, вивчення пакетів програмного забезпечення для рішення задач МСС та вивчення напрямків аналізу отриманих результатів.

Загальні компетентності:

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК1. Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

СК2. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку.

СК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

Програмні результати навчання :

РН2) Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН4) Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН5) Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН6) Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

Пререквізити: вивчення курсу «Сучасні методи моделювання проведення випробувань (CAE)» базується на загальних знаннях з таких дисциплін як «Теоретичні основи інженерного аналізу».

Кореквізити: курс «Сучасні методи моделювання проведення випробувань» є базою для вивчення курсів «Інженерний аналіз конструкцій (CAE)» та для написання роботи магістра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Параметри механічного стану технічних систем. Загальні закони механіки суцільних середовищ.

Ортогональні системи координат та векторні базиси. Тензори. Ознаки тензорів. Перетворення тензорів. Властивості тензорів.

Тензори напруг. Тензори деформацій.

Закон збереження маси. Закон зміни енергії. Закон зміни кількості руху. Закон зміни моменту кількості руху (закон парності дотичних напруг).

Тема 2. Математичні моделі поведінки матеріалів (визначаючі рівняння).

Пружні моделі. Пластичні моделі. В'язкі моделі. Моделі , залежні від температури. Складні моделі. Модель Джонсона- Кука.

Рівняння стану.

Тема 3.Склад та структура механіко-математичної моделі технічної системи.

Контактні умови. Зчеплення. Ковзання. З необумовленими умовами контакту. З скінченною міцністю.

Склад механіко-математичної моделі технічної системи: граничні умови, початкові умови, загальні закони МСС, контактні умови, визначаючі рівняння.

Формулювання задачі моделювання. Характеристика математичної моделі.

Змістовний модуль 2.

Тема 4. Загальні методи чисельного рішення систем диференціальних рівнянь.

Метод виважених різниць - загальний метод чисельного розв'язку диференціальних рівнянь. Дискретизація. Рішення алгебраїчних систем рівнянь.

Звичайні лінійні та нелінійні диференціальні рівняння (ЗДР). Скінченно-елементна дискретизація. Алгоритм ансамблювання.

Рівняння в часткових похідних. Часткова дискретизація.

Рівняння з залежністю від часу. Явище чисельної нестійкості рішення. Критерій Куранта-Фридриха-Леві стійкості рішення.

Тема 5.Призначення, зміст та можливості пакета LS-DYNA.

Історична довідка. Структура пакету. Використані методи.

Препроцесори. Загальна характеристика.

Обчислювальне ядро. Способи керування обчислювальним процесом.

Постпроцесори. Загальна характеристика.

Електронні книги: керівництво користувача, теорія, навчальні матеріали.

Тема 6.Приклад моделювання випробування.

Опис технічної системи пристрою для захисту при перевертанні трактора. Вимоги стандарту.

Розробка моделі за допомогою препроцесора.

Виконання моделювання за допомогою обчислювального ядра..

Аналіз моделювання за допомогою постпроцесора.

Огляд курсу.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Параметри механічного стану технічних систем. Загальні закони механіки суцільних середовищ		4	2			10
Тема 2. Математичні моделі поведінки матеріалів		8	2			24
Тема 3. Структура механіко-математичної моделі технічної системи.		4	2			16
Модульний контроль			2			
Разом		16	8			50
Змістовий модуль 2.						
Тема 4. Загальні методи чисельного рішення систем диференціальних рівнянь.		10	20			20
Тема 5. Призначення, зміст та можливості пакета LS-DYNA		4	12			20
Тема 6. Приклад моделювання випробування		2	6			10
Модульний контроль			2			
Разом		16	40			50
Усього годин		32	48			100

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення характеристик механічного стану матеріалу	2
2	Чисельні рішення диференціальних рівнянь	20
3	Підготовка вхідного набору даних за допомогою препроцесора	10
4	Керування обчислювальним процесом	2
5	Аналіз результатів моделювання за допомогою постпроцесора	8
6	Підготовка звітної інформації про моделювання	2
Разом		44

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення параметрів механічного стану технічних систем. Загальні закони механіки суцільних середовищ	10
2	Математичні моделі поведінки матеріалів. Рівняння стану	24
3	Структура механіко-математичної моделі технічної системи.	16
4	Загальні методи чисельного рішення систем диференціальних рівнянь.	20
5	Призначення, зміст та можливості пакета LS-DYNA	20
6	Приклад моделювання випробування	10
	Разом	100

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, конспектування.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

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...1	8		0...8
Виконання та захист практичних робіт	0...2	4		0...8
Модульний контроль	0...18	1		0...18
	Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8		0...8
Виконання та захист практичних робіт	0...2	20		0...40
Модульний контроль	0...18	1		0...18
Всього за семестр				0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту/заліку. При складанні семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з двох теоретичних питань (максимальна кількість балів 30 за кожне питання) та практичного рішення задачі (максимальна кількість балів 40).

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь, необхідний для подальшого навчання та роботи за фахом. Справлятися з завданнями та відпрацювати всі практичні роботи, виконати домашнє завдання, та володіючий необхідними знаннями для усунення помилок, що виникли при його виконанні та здати модульне тестування.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, успішно захистити індивідуальне завдання, виконати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк, здати дві модульні роботи у вигляді тестів. Показати систематичний характер знань по дисципліні.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно», та правильно виконати всі практичні завдання. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Мати всебічне, систематичне та глибоке знання матеріалу та вміти вільно виконувати завдання, проявляти творчі здібності в розумінні, викладанні та використанні матеріалів дисципліни.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсовому проекту (роботи), практики	для заліку
90 - 100	A	відмінно	зараховано
83 - 89	B	добре	
75 – 82	C		
68 -74	D		
60 – 67	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
1 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	

13. Методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Планування та проведення випробувань" для магістрів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. В. Ф. Несвіт. - Харків, 2019. - 14 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Будак В.Д.Механіка суцільних середовищ [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч.закл. / В. Д. Будак, Я. О. Жук; Миколаїв. нац. ун-т ім. В. О. Сухомлинського, Ін-т механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України. - Миколаїв: Іліон, 2011. - 160 с.
2. Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В. Сучасні методи теорії пружності. Навчальний посібник. – Умань, 2015 – 108 с.
3. Загорулько А.В. Чисельні методи у механіці.- Суми: СумДУ. 2008.- 186 с.

4. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів [Текст]: навч. посіб. / А. Я. Карвацький — К. : НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. — 392 с
5. Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т. І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.

Допоміжна література

1. Основи наукових досліджень: навч. посіб. / за заг. ред. Т. В. Гончарук. – Тернопіль, 2014. – 272 с.
2. Білуха М.Т. Основи наукових досліджень: Підручник для студ. екон. спец. вузів. – К.: Вища школа, 1997, – 271 с.

15. Інформаційні ресурси

<https://classroom.google.com/u/0/h>