

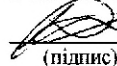
Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра №105 «Інформаційних технологій проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2



(підпис)

Д. М. Крицький

(ініціали та прізвище)

«31» _____ 08 _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«СПЕЦІАЛЬНИЙ МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інформаційні технології проектування»,

(найменування спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробник: Наріжний О.Г. , доцент кафедри 105 «Інформаційні технології проектування» к.т.н., доцент _____

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

(підпис)

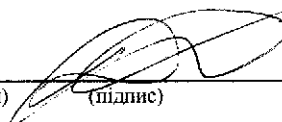
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №105 «Інформаційних технологій проектування»

(назва кафедри)

Протокол № 1 _____ від « 31 » _____ 08 _____ 2021 р.

Завідувач кафедри 105 , к.т.н., доцент _____

(наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

Д.М.Крицький

(ініціали та прізвище)

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показ- ників	Галузь знань, спеціаль- ність, освітня програма, рі- вень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів— 5,5	Галузь знань 12 «Інформаційні тех- нології» (шифр та найменування) Спеціальність 122 «Комп’ютерні науки» (код та найменування) Освітня програма «Інформаційні техноло- гії проектування», (найменування) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Цикл професійної підго- товки
Кількість модулів 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів 2		2021/ 2022
Індивідуальне за- вдання (назва)		Семестр
Загальна кількість годин — —48/165		3_-й
		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної фо- рми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 10,3		_24__ годин
		Практичні, семінарські¹⁾
		24__ годин
		Лабораторні ¹⁾
		__ годин
		Самостійна робота
		117 години
		Вид контролю
		іспит

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: — 48/165.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок щодо математичних моделей і методів прийняття доцільних рішень, формалізації та розв'язанні операційних та оптимізаційних задач, характерних для процесу створення об'єктів нової техніки.

Завдання: вивчення принципів та прийомів математичного моделювання операцій, основ теорії оптимізації, особливостей поставлення і методів розв'язання задач оптимізації, можливостей і характеристик програмних засобів для практичної реалізації таких задач.

Міждисциплінарні зв'язки: автоматизація проектування та технологічної підготовки виробництва об'єктів аерокосмічної техніки, дипломне проектування.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3 – Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7 – Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК10 – Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності спеціальності (ФК):

ФК 1 – Здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, інтерпретування отриманих результатів.

ФК 3 – Здатність до побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення та аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

ФК 4 – Здатність опанувати сучасні технології математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти обчислювальні моделі та алгоритми чисельного розв'язання задач математичного моделювання з урахуванням похибок наближеного чисельного розв'язання професійних задач.

ФК 5 – Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні рішення, будувати моделі оптимального вибору управління з урахуванням змін параметрів економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.

ФК 6 – Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язанні системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики.

ФК 7 – Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання, реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити експерименти за програмою моделювання з обробкою й аналізом результатів.

ФК 10 – Здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника.

ФК 11 – Здатність до інтелектуального багатовимірного аналізу даних та їхньої оперативної аналітичної обробки з візуалізацією результатів аналізу в процесі розв'язання прикладних задач в галузі комп'ютерних наук.

ФК 12 – Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

Програмні результати навчання:

ПРН 1 – Здатність формулювати та вирішувати дослідницьке завдання, для його вирішення збирати, оброблювати та систематизувати інформацію та формулювати висновки;

ПРН 2 – Здатність демонструвати знання систем хмарних обчислень, архітектури та стандартів комунікаційних засобів розподілених обчислень, концепцій паралельної обробки інформації та є здатним до використання отриманих знань у вирішенні практичних завдань;

ПРН 3 – Обізнаність в основах архітектурних рішень та електронних елементів сучасних комп'ютерних систем та застосовувати їх для моделювання;

ПРН 5 – Здатність до використання алгоритмів при проектуванні та подальшій експлуатації систем;

ПРН 6 – Здатність демонструвати знання з віртуалізації систем, протоколів захисту інформації та бути здатним до використання отриманих знань у вирішенні практичних завдань;

ПРН 8 – Обізнаність у існуючих інформаційних технологіях для вирішення професійних задач фахівців у ІТ-галузі та здатність до їх обґрунтованого вибору, налаштування та подальшої експлуатації;

ПРН 9 – Здатність демонструвати знання з існуючих методологій та інструментальних засобів щодо моделювання, аналізу та оптимізації бізнес- процесів та здатність до їх обґрунтованого використання;

ПРН 10 – Обізнаність у принципах організації та технологіях в інноваційній діяльності та їх використання для вирішення завдань з впровадження інновацій;

ПРН 14 – Здатність навчати інших та самонавчатися за різними аспектами професійної діяльності з метою підвищення рівня професійних та загальних компетентностей.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Побудова варіаційних принципів

Тема 1. Вступ до дисципліни. Предмет дисципліни. Зв'язок з іншими учбовими та науковими дисциплінами.

Основні поняття: функціонал, варіаційний принцип. Формули інтегрування частками та Гріна.

Граничні умови. Множність припустимих функцій. Варіація функції, її похідних та функціоналу. Принцип стаціонарності функціоналу. Рівняння Ейлера-Лагранжа; випадок багатьох аргументів та вектор-функцій. Природний варіаційний принцип. Приклад.

Тема 2. Функціонали. Природні граничні умови. Приклади отримання рівнянь Ейлера.

Тема 3. Конструювання природних варіаційних функціоналів. Симетричний оператор. Позитивно визначений оператор. Приклади.

Тема 4. Варіаційний принцип симетричних операторів. Спеціальний функціонал. Доказ, що цей функціонал є природним для початкового диференційного рівняння. Доказ мінімальності функціонала в точці стаціонарності. Еквівалентний функціонал; його стаціонарність. Приклади.

Тема 5. Побудова спеціального функціоналу для двовірного рівняння теплопередачі. Побудова спеціального функціоналу для балки.

Змістовий модуль 2. Методи рішення варіаційних задач.

Тема 6. Наближене рішення диференціальних рівнянь за методом Рунге-Кутси. Апроксимація рішення у вигляді ряду. Побудова спеціального функціоналу. Умова стаціонарності (мінімальності) спеціального функціоналу; векторно-матричний вид умови. Симетрія матриці системи рівнянь. Приклади. Зв'язок з методом Гальоркіна.

Тема 7. Використання множників Лагранжа. Функціонал в просторі функцій загального виду. Умова стаціонарності функціоналу. Апроксимація рішення. Система рівнянь для визначення констант в апроксимації; векторно-матрична форма.

Фізичний сенс множників Лагранжа на прикладі двовірного рівняння Фур'є..

Спосіб перетворення варіаційних принципів за допомогою множників Лагранжа.

Тема 8. Приклади використання множників Лагранжа для рішення диференціальних рівнянь.

Тема 9. Загальні варіаційні принципи. Побудова узагальненого функціоналу без обмеження симетрії оператора. Умова його стаціонарності. Апроксимація рішення. Побудова системи рівнянь для визначення констант апроксимації.

Штрафні функції. Побудова функціоналу. Стаціонарність функціоналу. Приклади.

Тема 10. Метод найменших квадратів. Побудова функціоналу. Апроксимація. Власності функціоналу. Умова стаціонарності. Система рівнянь для визначення коефіцієнтів апроксимації. Приклади.

Тема 11. Використання скінчено-елементної апроксимації. Вид умови апроксимації в векторно-матричній формі. Визначення коефіцієнтів системи рівнянь. Приклад.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Побудова варіаційних принципів					
Тема 1. Вступ до дисципліни.	13	2		2	9
Тема 2. Функціонали	13	2		2	9
Тема 3. Конструювання природних варіаційних функціоналів	13	2			11
Тема 4. Варіаційний принцип симетричних операторів	15	2		2	11
Тема 5. Побудова спеціального функціоналу.	14	2		2	10
Тема 6. Наближене рішення диференціальних рівнянь за методом Релея-Рітца.	13	2		2	9
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовним модулем 1	83	14		10	59
Змістовний модуль 2. . Методи рішення варіаційних задач					
Тема 7. Використання множників Лагранжа.	14	2		2	10
Тема 8. Приклади використання множників Лагранжа	15	2		2	11
Тема 9. Загальні варіаційні принципи.	17	2		2	13
Тема 10. Метод найменших квадратів.	15	2		2	11
Тема 11. Використання скінченно-елементної апроксимації	19	2		4	13
Модульний контроль	2			2	
Разом за змістовним модулем 2	82	10		14	58
Усього годин	165	24		24	
Індивідуальне завдання		-	-	-	
Екзамен	2				
Усього годин	165	24		24	117

5. Теми семінарських занять

Семінарських занять немає.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Пошук функції, що відповідає умові стаціонарності функціоналу.	2
2	Побудова рівняння Ейлера для функціоналів (біля дошки).	2
3	Конструювання природних варіаційних принципів для диференційних рівнянь (біля дошки).	2
4	Наближене рішення диференційних рівнянь за методом Релея-Рітца.(4 год.)	4
5	Наближене рішення диференційних рівнянь за допомогою множників Лагранжа .(4 год.).	4
6	Наближене рішення диференційних рівнянь за допомогою штрафних функцій .(4 год.).	4
7	Наближене рішення диференційних рівнянь за допомогою методу найменших квадратів	2
8	Наближене рішення диференційних рівнянь за допомогою скінчено-елементної апроксимації.	4
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

Лабораторних занять немає.

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
Тема 1	Вступ до дисципліни.	9
Тема 2	Функціонали	9
Тема 3.	Конструювання природних варіаційних функціоналів	11
Тема 4.	Варіаційний принцип симетричних операторів	11
Тема 5.	Побудова спеціального функціоналу.	10
Тема 6.	Наближене рішення диференційних рівнянь за методом Релея-Рітца.	9
Тема 7.	Використання множників Лагранжа.	10
Тема 8.	Приклади використання множників Лагранжа	11
Тема 9.	Загальні варіаційні принципи.	13
Тема10.	Метод найменших квадратів.	11
Тема 11.	Використання скінчено- елементної апроксимації	13
	Разом	117

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальних занять немає.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, наведеними списку.

11. Методи контролю

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

12. Розподіл балів, які отримують студенти (іспит)

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
Робота на практичних заняттях	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Робота на практичних заняттях	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...27	1	0...27
Всього за семестр			0...100

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

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань та однієї практичної задачі. За кожне теоретичне питання максимальна кількість балів 25, за практичну задачу- 50 балів, загалом 100 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

1. Поняття «функціонал»;
2. Поняття «варіаційний принцип»;
3. Формули інтегрування частками та Гріна;
4. Граничні умови;
5. Множина припустимих функцій
6. Варіація функції, її похідних та функціоналу;
7. Принцип стаціонарності функціоналу;
8. Рівняння Ейлера- Лагранжа;
9. Природний варіаційний принцип;
10. Природні граничні умови;
11. Симетричний оператор;
12. Позитивно визначений оператор;
13. Побудова спеціального функціоналу для двовірного рівняння теплопередачі;
14. Побудова спеціального функціоналу для балки;
15. Побудова спеціального функціоналу за методом Ритца;

16. Умова стаціонарності (мінімальності) спеціального функціоналу за методом Ритца. Векторно- матричний вид умови. Симетрія матриці системи рівнянь;
17. Використання множників Лагранжа. Функціонал в просторі функцій загального виду. Умова стаціонарності функціоналу;
18. Апроксимація рішення за допомогою множників Лагранжа. Система рівнянь для визначення констант в апроксимації; векторно- матрична форма;
19. Фізичний сенс множників Лагранжа на прикладі двомірного рівняння Фур'є;
20. Спосіб перетворення варіаційних принципів за допомогою множників Лагранжа;
21. Загальні варіаційні принципи. Побудова узагальненого функціоналу без обмеження симетрії оператору. Умова його стаціонарності;
22. Апроксимація рішення для Загального варіаційного принципу. Побудова системи рівнянь для визначення констант апроксимації;
23. Штрафні функції. Побудова функціоналу. Стаціонарність функціоналу;
24. Використання скінчено- елементної апроксимації для вирішення варіаційних задач. Вид умови апроксимації в векторно- матричній формі. Визначення коефіцієнтів системи рівнянь.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

1. Вести пошук функції, що відповідає умові стаціонарності функціоналу;
2. Будувати рівняння Ейлера для функціоналів;
3. Конструювання природних варіаційних принципів для диференційних рівнянь;
4. Отримувати наближене рішення диференційних рівнянь за методом Релея- Рітца;
5. Отримувати наближене рішення диференційних рівнянь за допомогою множників Лагранжа;
6. Отримувати наближене рішення диференційних рівнянь за допомогою штрафних функцій;
7. Отримувати наближене рішення диференційних рівнянь за допомогою методу найменших квадратів;
8. Отримувати наближене рішення диференційних рівнянь за допомогою скінчено- елементної апроксимації.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Знати основні поняття та закони кінематики і динаміки маніпуляторів. Виконати та захистити домашнє завдання. Вміти самостійно формулювати однорідні матриці простих та складних перетворень, розраховувати елементи матриць за допомогою MathCAD. Вміти за допомогою викладача формулювати пряму та зворотну задачі кінематики та динаміки маніпулятору. Вміти формулювати задачу планування траєкторії.

Добре (75 - 89). Знати закони кінематики та динаміки маніпуляторів та їх теоретичне обґрунтування. Виконати та захистити домашнє завдання. Вміти самостійно формулювати та за допомогою викладача вирішувати прямі та зворотні задачі кінематики, динаміки та планування траєкторій, а також пояснювати результати, отримані в результаті вирішення задач.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний матеріал курсу. Виконати та відмінно захистити домашнє завдання. Вміти самостійно:

- розшукувати та усвідомлювати теоретичний матеріал з літературних джерел;
- формулювати та вирішувати задачі кінематики, динаміки та планування траєкторій маніпуляторів за допомогою MathCAD;
- аналізувати та пояснювати отримані результати рішення задач.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою
	Іспит
90 – 100	Відмінно
75 – 89	Добре
60 – 74	Задовільно
0 – 59	Незадовільно

13. Методичне забезпечення

1. Приклади використання методів, основні теоретичні положення та завдання для самостійного контролю у електронній формі та допоміжні матеріали надаються студентам на сервері кафедри.

14. Рекомендована література

Базова

1. Васильєва Л.В., Гончаров О.А., Коновалов В.А., Соловйова Н.А. Чисельні методи розв'язання інженерних задач у пакеті MathCAD.- Краматорськ: ДДМА, 2006.-108 с. ISBN 966-379-101-2.
2. Гончаров О.А., Васильєва Л.В., Юнда А.М. Чисельні методи розв'язання прикладних задач.- Суми: Сумський державний університет, 2020.- 142 с. ISBN 978-966-657-828-3.
3. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці.- Київ: Видавнича група ІРМ, 2006.-480 с. ISBN 966-552-155-1.

Допоміжна

1. Бенерджи П., Баттерфилд Р. Методы граничных элементов в прикладных науках . – М.: Мир, 1986.
2. Володин В.В. Автоматизация проектирования летательных аппаратов. - М., 1991.
3. Деклу Ж. Метод конечных элементов. М.: Мир, 1976.
4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975.
5. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. – М.: Мир, 1986.
6. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред. – М.:Мир, 1976.
7. Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач.– М.: Мир, 1972.
8. Сильвестер П., Феррари Р. Метод конечных элементов для радиоинженеров и инженеров-электриков. – М.: Мир, 1986.
9. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов. М. Мир, 1977. -

15. Інформаційні ресурси

1. Норенков И.П. Электронный учебный курс «Разработка САПР». http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Default/201_CAD_Design.cou
2. Сайт журнала “САПР и графика”. <http://www.sapr.ru>
3. Сайт журнала “CADmaster”. <http://www.cadmaster.ru>