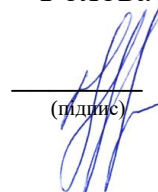


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Технології виробництва авіаційних двигунів» (№ 204)

Голова НМК

 С. М. Нижник
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 21 » серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ВИБІРКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Математичне моделювання технічних об'єктів АД та ЕУ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 13 Механічна інженерія; 14 Електрична інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність 131 Прикладна механіка; 133 Галузеве машинобудування;
134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка; 141 Електроенергетика, електротех-
ніка та електромеханіка; 142 Енергетичне машинобудування;
144 Теплоенергетика
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма усі за спеціальностями 131, 133, 134, 141, 142, 144
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Робоча програма Математичне моделювання технічних об'єктів двигунів та енергетичних установок

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 131, 133, 134, 141, 142, 144

освітньою програмою усі

«21» 08. 2024 р., – 10 с.

Розробник: Шорінов О. В., доцент каф. 204, к. т. н.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 204

«Технології виробництва авіаційних двигунів»

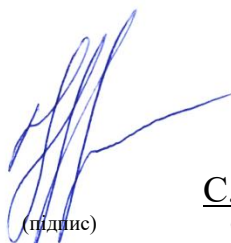
(назва кафедри)

Протокол № 4 від « 21 » 08. 2024 р.

В.о. завідувача кафедри

к.т.н., доцент

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

С. М. Нижник

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 13 Механічна інженерія 14 Електрична інженерія	(за вибором)	
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2024/ 2025	
Індивідуальне завдання : -	Спеціальність 131 Прикладна механіка; 133 Галузеве машинобудування; 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка; 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; 142 Енергетичне машинобудування; 144 Теплоенергетика	Семестр	
		4-й	
		Лекції	
		32 год.	
		Практичні	
Загальна кількість годин – 150	Освітня програма Усі за вищезазначеними спеціальностями	32 год.	
		Лабораторні	
		–	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5,3		Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)	Самостійна робота
			86 год.
		Вид контролю	
		іспит	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить для денної форми навчання – 64/86.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є: засвоєння основних положень математичного апарату інженера: множини, матриць, графів, застосування на практиці для проектування логістичних маршрутів, еклектичних, гідравлічних та механічних систем, компоновочних схем, систем керування на базі логічних елементів.

Завдання дисципліни полягає в вивченні розділів математики, що широко застосовуються в інженерній справі, а саме теорії множин, матриць, графів, математичної логіки та теорії кінцевих автоматів з метою застосування під час розробки електричних, механічних, пневматичних схем, розробки мережевих графіків, проектування машин і механізмів та їх систем керування.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Математичні методи обробки експериментальних даних

Тема 1. Поняття і визначення математичного моделювання.

Зміст, суть і завдання цієї дисципліни та її зв'язок з іншими дисциплінами. Поняття моделі. Визначення моделі. Поняття моделювання. Матеріальне і нематеріальне моделювання. Поняття математичної моделі та математичного моделювання. Загальна структура математичної моделі технічного об'єкта. Сучасні методи і засоби моделювання технічних систем.

Тема 2. Основні властивості математичних моделей.

Поняття системи та системного аналізу. Етапи (алгоритм) системного аналізу при постановці розв'язання технічних завдань. Основні властивості математичних моделей: повнота, точність, адекватність, економічність, робастність, продуктивність, наочність. Принципи синтезу математичних моделей. Методи моделювання складних систем.

Тема 3. Класифікація математичних моделей.

Класифікація математичних моделей за типом; за призначенням; за характером відображення параметрів системи; в залежності від виду застосовуваного математичного апарату; за видами моделювання; в залежності від характеру досліджуваних процесів. Моделювання в умовах невизначеності.

Тема 4. Основи регресійного аналізу.

Поняття і види побудови математичних моделей технічних систем за експериментальними даними. Поняття регресійного аналізу і функції регресії. Метод найменших квадратів при побудові функції регресії однієї змінної. Побудова функції парної лінійної регресії методом найменших квадратів. Матрична запис системи рівнянь парної лінійної регресії. Парна параболічна регресія. Оцінка точності моделі регресії. Множинна регресія.

Тема 5. Основи кореляційного аналізу.

Поняття кореляційного аналізу. Оцінка якості рівнянь регресії. Оцінка значущості коефіцієнта кореляції. Поняття і побудова довірчого інтервалу в кореляційному аналізі. Поняття нормального закону розподілу помилок в техніці. Множинна кореляція. Поняття дисперсійного аналізу.

Змістовий модуль 2. Множини, графи, геометричні моделі.

Тема 6. Основи теорії множин.

Поняття множини і позначення множин. Поняття підмножини і властивості підмножин. Операції над множинами: Об'єднання множин; перетин множин; різницю множин; пряме (декартова) твір множин. Універсальне множина. Доповнення множини. Розбиття множини. Характерні тотожності теорії множин. Поняття «відповідність», «відображення», «функція». Відношення і відображення в теорії множин.

Тема 7. Основи теорії графів.

Походження графів. Поняття графа. Орієнтовані, зважені, повні графи. Матричне подання графових моделей. Матриця суміжності. Матриця інцидентності. Матриця досяжності. Алгоритм побудови матриці досяжності в теорії графів. Поняття «ізоморфізму» графів. Приклад ізоморфних графів. Поняття маршруту, ланцюгу та циклу в теорії графів.

рії графів. Цикли Ейлера і Гамільтона. Поняття орієнтованого маршруту в теорії графів. Поняття «дерева» в теорії графів. Приклад побудови «дерева». Алгоритм визначення найкоротшого шляху в орієнтованому зваженому графі.

Тема 8. Основи геометричного моделювання.

Конструювання та геометричне моделювання. Системи геометричного моделювання. Точки і радіус-вектори. Криві. Подання кривих і робота з ними. Аналітичні криві. Криві, побудовані по набору точок. Інтерполяція та апроксимація кривих. Ермітова крива. Крива Безье. В-сплайн. Моделі поверхонь. Аналітичні поверхні. Поверхні видавлювання і обертання. Інші поверхні, отримані рухом кривої. Каркасне моделювання. Поверхня Безье. В-сплайнова поверхня. Моделювання тіл. Функції моделювання. Структури даних. Оператори Ейлера. Булеви оператори. Розрахунки об'ємних параметрів. Конічні перерізи.

Тема 9. Геометричні моделі в адитивних технологіях.

Поняття адитивних технологій. Термінологія і класифікація. Адитивні технології і швидке прототипування. Принцип побудови фізичного об'єкта (моделі) в адитивних технологіях. Основні способи отримання моделей. Лазерна стереолитографія. LOM – технологія. Селективне лазерне спікання. Технологія FDM. Використовувані матеріали. Обладнання для швидкого макетування. 3D – принтери. Технології та машини для вирощування металевих виробів. Адитивні технології та ливарне виробництво. Адитивні технології і реверс-інжиніринг. Перспективні розробки.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Математичні методи обробки експериментальних даних					
Тема 1. Поняття і визначення математичного моделювання.	10	2	2	–	6
Тема 2. Основні властивості математичних моделей.	11	2	2	–	7
Тема 3. Класифікація математичних моделей	14	4	4	–	6
Тема 4. Основи регресійного аналізу	20	4	4	–	12
Тема 5. Основи кореляційного аналізу	20	4	4	–	12
Разом за змістовим модулем 1	75	16	16	–	43
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Множини, графи, геометричні моделі.					
Тема 6. Основи теорії множин.	18	4	4	–	10
Тема 7. Основи теорії графів.	19	4	4	–	11

Тема 8. Основи геометричного моделювання	18	4	4	–	10
Тема 9. Геометричні моделі в адитивних технологіях	20	4	4	–	12
Разом за змістовим модулем 2	75	16	16	–	43
Усього годин	150	32	32	–	86

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Побудова структури математичної моделі технічного об'єкта (Тема 1).	2
2	Оцінка властивостей учбової математичної моделі (Тема 2).	2
3	Оцінка приналежності учбової математичної моделі будь якому класу (Тема 3).	2
4	Побудова функції парної лінійної та нелінійної регресії за експериментальними даними. Оцінка точності моделей регресії (Теми 4).	4
5	Оцінка статистичної значущості коефіцієнта та індексу кореляції; Побудова довірчого інтервалу для лінійного коефіцієнта парної кореляції (Тема 5).	4
6	Розв'язання логічних завдань за допомогою операцій теорії множин (Тема 6).	4
7	Визначення найкоротшого шляху в орієнтованому зваженому графі (Тема 7).	4
8	Побудова геометричної моделі складної кривої і поверхні (Тема 8).	4
9	Побудова геометричної моделі деталі для вирощування на 3D-принтері	6
Разом		32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Сучасні методи і засоби моделювання технічних систем (Тема 1)	8
2	Принципи синтезу математичних моделей. Методи моделювання складних систем (Тема 2).	8
3	Моделювання в умовах невизначеності (Тема 3).	10
4	Множинна регресія (Тема 4).	10
5	Множинна кореляція. Поняття дисперсійного аналізу (Тема 5).	10
6	Відношення і відображення в теорії множин (Тема 6).	10
7	Цикли Ейлера і Гамільтона в теорії графів (Тема 7).	10
8	Каркасне моделювання. Поверхня Безье. В-сплайнова поверхня (Тема 8).	10
9	Адитивні технології і реверс-інжиніринг (Тема 9).	10
Разом		86

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Методи навчання ґрунтуються на принципах студентоцентризму та індивідуально-особистісного підходу; реалізуються через навчання на основі досліджень, посилення творчої спрямованості у формі комбінації лекцій, практичних занять, самостійної роботи з використанням елементів дистанційного навчання.

Методи навчання, що використовуються у процесі лекційних занять:

- лекція;
- ілюстрація наочних матеріалів;
- пояснення.

Методи навчання, що використовуються під час практичних занять:

- традиційна бесіда;
- евристична бесіда;
- виконання вправ та завдань;
- вирішення розрахункових задач;
- робота з текстом підручника (конспектування, анотування, реферування, цитування тощо);
- самостійна робота.

Також проводяться індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю якості навчання

Поточний контроль знань студентів реалізується у формі опитувань, виступів на практичних заняттях, тестів.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

– з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів, виступу на практичних заняттях;

– з індивідуальних завдань – за допомогою перевірки виконаних завдань.

Фінальний контроль знань здійснюється у вигляді іспитів. Іспит проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти (іспит)

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти за елементами освітнього процесу (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сума балів
Змістовий модуль 1			
Складання модульного контролю	0...25	4	0...25
Робота на практичних заняттях	0...5	5	0...25
Змістовий модуль 2			
Складання модульного контролю	0...25	1	0...25
Виконання практичних занять	0...5	5	0...25
Усього 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 чотирьох питань (трьох теоретичних і одного практичних). За кожне питання студент може одержати максимальну кількість балів – 25.

12.2 Якісні критерії оцінювання знань, умінь та професійних навичок ікомпетенцій:

Задовільно (60-74). Оцінка виставляється студенту, відповідь якого базується на рівні репродуктивного мислення, коли студент не впевнений у відповідях, порушує послідовність викладання матеріалу, слабо пов'язує теорію з практикою.

Добре (75-89). Оцінка ставиться, якщо студент, вільно володіє логіко-понятійним апаратом курсу, може обґрунтувати основні його положення; відповідь студента базується на рівні самостійного мислення, коли він знає матеріал, правильно пов'язує теорію з практикою, але допускає незначні помилки.

Відмінно (90-100). Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Студент глибоко вивчив матеріал, викладає його логічно, послідовно, чітко. Задачі білету розв'язані та мають пояснення до кожного етапу розв'язання.

Студент вільно володіє понятійним апаратом, уміє логічно мислити, аналізувати нестандартні ситуації.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру:

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з таблицею наведеною в п. 12.1. Дано деякі пояснення до таблиці.

Робота на практичному занятті оцінюється так: 1 бал за виконану роботу не в повному обсязі та відсутності відповіді на питання по роботі; 2,5 бали за самостійно виконане завдання та без відповіді на теоретичне питання; 5 балів за самостійно виконане завдання з обґрунтованою відповіддю на теоретичне питання з доведенням основних положень.

Модульний контроль проводиться два рази на семестр на 8 і 16 тижнях на практичних заняттях. Білет для модульного контролю включає 4 питання (три теоретичних і одне практичне). За відповідь на одне теоретичне питання студент може отримати максимально 6 балів., за практичне – 7 балів. Критерії оцінювання у відсотковому відношенні відповідають якісним критеріям з п. 12.2.

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

14. Рекомендована література

Базова

1. Дубовой, В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування: Навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця: ВІТУ, 2012. – 308 с.
2. Бахрушин, В. Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник / В. Є. Бахрушин. – Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. – 224 с.
3. Гліненко, Л.К. Основи моделювання технічних систем: Навч. посібник/ Л.К.Гліненко, О.Г. Сухоносів. – Львів: Бескид Біт, – 2003. – 176 с.
4. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посібник/ І.В. Стеценко.– Черкаси: ЧДТУ, 2010.– 399 с

Допоміжна

5. Павленко, П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів: Навчальний посібник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2010. – 201 с.

15. Інформаційні ресурси

1. G.W. Ochlert. A First Course in Design and Analysis of Experiments, University of Minnesota, 2010, 679 p. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://users.stat.umn.edu/~gary/book/fcdae.pdf>

2. Analysis of Variance, HELM, Workbook 44, 2015, 62 p. [Электронный ресурс] – режим доступа до ресурсу: http://nucinkis-lab.cc.ic.ac.uk/HELM/HELM_Workbooks_41-45/WB44-all.pdf

3. D.M. Lane. Analysis of Variance, HyperStat Online Statistics Textbook, Rice University, 2013, pp. 517-598. [Электронный ресурс] – режим доступа до ресурсу: http://onlinestatbook.com/2/analysis_of_variance/anova.pdf

4. B.G. Tabachnick, L.S. Fidell. Experimental Designs using ANOVA, California State University, Northridge, 2020, 770 p. [Электронный ресурс] – режим доступа до ресурсу: http://www.researchgate.net/profile/Barbara-Tabachnick/publication/259465542_Experimental_Designs_Using_ANOVA/links/5e6bb05f92851c6ba70085db/Experimental-Designs-Using-A-NOVA.pdf