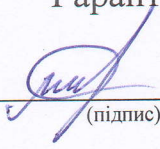


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра міцності літальних апаратів (№ 102)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис) Мірошніков В.Ю.
(ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗKOBA
HAВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Автоматизація інженерних досліджень
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

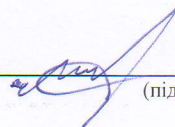
Освітня програма: Динаміка і міцність машин
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

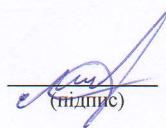
Харків 2023 рік

Розробник: Мірошніков В.Ю., професор, д.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри міцності літальних апаратів
(назва кафедри)
Протокол № 1 від « 23 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д. т. н., професор
(наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

В.Ю.Мірошніков
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p style="text-align: center;">Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> <small>(шифр і найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Спеціальність <u>131 Прикладна механіка</u> <small>(код і найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Освітня програма <u>Динаміка і міцність машин</u> <small>(найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2023/2024
Індивідуальне завдання:		Семестр
Загальна кількість годин – 144		1-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 8		Лекції*
		24
		Практичні, семінарські*
		16
		Лабораторні*
	-	
Самостійна робота		
104		
Вид контролю		
іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 40/104.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: вивчити структуру, алгоритми та процедури рішення задач механіки в пакеті NASTRAN/PATRAN, що реалізує метод скінчених елементів.

Завдання: набути навиків роботи з програмним комплексом NASTRAN/PATRAN, навчитися вміло застосовувати різні розрахункові схеми, вивчити теоретичні основи лінійних та нелінійних аналізів.

Компетентності, які набуваються: Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; Здатність приймати обґрунтовані рішення; Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; Базові знання в області системних досліджень і вміння застосовувати їх під час управління проектами, здійснення моделювання систем, прийняття рішень, розробки методів; здатність до проектної діяльності в професійній сфері.

Очікувані результати навчання: Здатність до математичного та логічного мислення, знання основних понять, ідей і методів фундаментальних наук та вміння їх використовувати під час розв'язання конкретних завдань; Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі.

Пререквізити – в даній дисципліні продовжується вивчення міцності конструкцій, будівельної механіки, опору матеріалів, матеріалознавства та аеродинаміки.

Кореквізити – використовуються при написанні дипломного проекту.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Засоби моделювання елементів конструкцій у програмному комплексі NASTRAN/PATRAN

Тема 1. Вступ. Предмет вивчення, мета та задачі дисципліни «Автоматизація інженерних досліджень»

Предмет вивчення і задачі дисципліни „ Автоматизація інженерних досліджень”. Застосування метода скінчених елементів в розрахунках складних авіаційних конструкцій.

Тема 2. Скінчені елементи та їх властивості

Топологія 0D, 1D, 2D та 3D скінчених елементів у програмі PATRAN. Властивості 0D, 1D, 2D та 3D скінчених елементів. Особливості використання спеціальних 0D, 1D скінчених елементів для моделювання фізичних властивостей моделі конструкції. Мета та засоби перевірки скінчених елементів у програмному комплексі NASTRAN/PATRAN.

Тема 3. Алгоритм створення моделі елементів авіаційних конструкцій

Розрахункові схеми авіаційних конструкцій, топологічна конгруентність геометрії. Створення скінчено-елементної моделі, її верифікація. Процедура статичного аналізу конструкції в пакеті NASTRAN/PATRAN. Навантаження та закріплення моделі, створення розрахункових випадків. Засоби подання результатів статичних розрахунків авіаційних конструкцій.

Модульний контроль

Змістовий модуль 2. Додаткові можливості пакету NASTRAN/PATRAN при аналізі міцності авіаційних конструкцій

Тема 1. Аналіз контактних задач за допомогою елементів Gap

Структура та властивості елементів Gap. Визначення жорсткісних характеристик моделі та елементів Gap. Алгоритм аналізу задач з використанням елементів Gap.

Тема 2. Моделювання лінійних динамічних процесів

Розрахунок власних форм та частот коливань конструкції. Моделювання вимушених коливань елементів конструкцій. Розрахунки амплітудно-частотних характеристик вузлів скінчених елементів. Методика створення графіків результатів розрахунків.

Тема 3. Додаткові можливості пакету NASTRAN/PATRAN при рішенні задач динаміки

Засоби завдання навантажень у вигляді таблиць. Використання мови Patran Command Language (PCL) з метою прикладання навантажень у вигляді функції. Задачі втрати стійкості конструкції. Випадкові процеси навантаження.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Засоби моделювання елементів конструкцій у програмному комплексі NASTRAN/PATRAN					
Тема 1. Вступ. Предмет вивчення, мета та задачі дисципліни «Автоматизація інженерних досліджень»	16	3	-	-	12
Тема 2. Скінчені елементи та їх властивості	29	6	-	2	20
Тема 3. Алгоритм створення моделі елементів авіаційних конструкцій	26	3	-	4	18
Модульний контроль	1	-	-	1	-
Разом за змістовним модулем 1	72	12	-	7	50

Змістовий модуль 2. Додаткові можливості пакету NASTRAN/PATRAN при аналізі міцності авіаційних конструкцій					
Тема 1. Аналіз контактних задач за допомогою елементів <i>Gap</i>	25	3	-	3	18
Тема 2. Моделювання лінійних динамічних процесів	24	3	-	2	18
Тема 3. Додаткові можливості пакету NASTRAN/PATRAN при рішенні задач динаміки	28	6	-	3	18
Модульний контроль	1	-	-	1	-
Разом за змістовим модулем 2	78	12	-	9	54
Усього годин	150	24	-	16	104

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	-	-

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Скінчені елементи та їх властивості</i>	2
2	<i>Алгоритм створення моделі елементів авіаційних конструкцій</i>	4
3	<i>Аналіз контактних задач за допомогою елементів <i>Gap</i></i>	3
4	<i>Моделювання лінійних динамічних процесів</i>	2
5	<i>Додаткові можливості пакету NASTRAN/PATRAN при рішенні задач динаміки</i>	3
6	Модульний контроль	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	-	-

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Предмет вивчення, мета та задачі дисципліни «Автоматизація інженерних досліджень» (Тема 1)	12
2	Скінчені елементи та їх властивості (Тема 2)	20

3	Алгоритм створення моделі елементів авіаційних конструкцій (Тема 4)	18
4	Аналіз контактних задач за допомогою елементів Гау (Тема 5)	18
5	Моделювання лінійних динамічних процесів (Тема 7)	18
6	Додаткові можливості пакету NASTRAN/PATRAN при рішенні задач динаміки (Тема 8)	18
	Разом	104

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему: *Аналіз напруженого стану елерону літака методом скінчених елементів* (6 годин).

10. Методи навчання

Під час навчання реалізуються наступні методи: словесні (пояснення, розповідь, навчальна дискусія); наочні (демонстрування) та практичні (лабораторні та практичні роботи).

11. Методи контролю

Поточний контроль у формі усного опитування під час проведення практичних, лабораторних і семінарських занять з метою перевірки рівня підготовки студента до виконання конкретної роботи.

Підсумковий семестровий контроль у формі іспиту з метою оцінювання результатів навчання. Форма іспиту – письмова з виконанням тестового завдання в програмі NASTRAN/PATRAN.

Протягом семестру проводиться дві модульні контрольні роботи.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	5	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання РР	0...38	1	0...28
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань (30 балів за кожне) і одного практичного завдання (40 балів) (сума – 100 балів).

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати типи скінчених елементів, типи навантажень та граничних умов. Уміти виконувати елементарні геометричні моделювання та побудову найпростіших скінчено-елементних моделей, обчислювати міцність конструкції за умов лінійного статичного навантаження. Знати типи стандартних перерізів балочних скінчених елементів, вміти їх застосовувати. Вміти працювати зі стандартними результатами розрахунків лінійних статичних задач міцності.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі лабораторні та практичні роботи, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Уміти будувати геометрію та скінчено-елементні моделі складних конструкцій з урахуванням нелінійних фізичних та геометричних особливостей, використовувати вектори та площини, системи координат для додаткових побудов. Володіти технікою визначення міцності конструкції при нелінійному навантаженні. Розв'язувати задачі втрати стійкості, частотного навантаження. Працювати з нестандартними результатами розрахунків міцності конструкцій, будувати графіки.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

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. Ліцензійне програмне забезпечення MSC.PATRAN/NASTRAN на 150 робочих місць.
2. Каравацький А.Я. Метод скінчених елементів у задачах механіки суцільних середовищ [Текст]/ А.Я. Каравацький – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 387с.
НМКД розміщено за адресом: k102.khai.edu/library

14. Рекомендована література

Базова

1. MSC.PATRAN 2012.2 Release Guide (Файл документації)
2. Тимченко А. А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та системного проектування складних об'єктів: Підручник /за ред.. В.І.Бикова. 2-ге вид. К.: Либідь, 2003. 272 с
3. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості - Вища шк., 2002. – 308 с.
4. ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення. – [Чинний від 1994-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1994. 93 с. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=61937
5. Карпіловський В.С. Метод скінчених елементів і задачі теорії пружності. – Київ: «Софія А», 2022. – 275 с.

Допоміжна

1. Огляд FEA-пакетів [Електронний ресурс] <https://sapr.ru/article/6797>
2. Бенчмарки FEA-пакетів [Електронний ресурс] <http://www.nafems.com>
3. Аналіз чисельних методів [Електронний ресурс] http://stu.sernam.ru/book_dig_m.php?id=1
4. Гриценко І.А., Животовська К.А., Король В.М., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. Технологія виробництва деталей літальних апаратів, книга 1 – К.: Вищаосвіта, 2004.
5. Павленко І.В. Метод скінчених елементів в задачах опору матеріалів і лінійної теорії пружності: Навчальний посібник.– Суми: Вид-во СумДУ, 2006.–147с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри k102.khai.edu
2. <http://web.mscsoftware.com/patran>