

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

Кафедра міцності літальних апаратів (№ 102)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Сікульський В.Т.
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Автоматизація інженерних досліджень
(назва навчальної дисципліни)

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

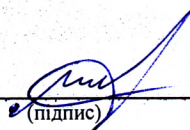
Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Випробування та сертифікація літальних апаратів
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

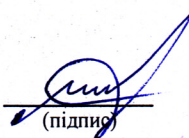
Розробник: Мірошніков В. Ю., зав. кафедрою, д.т.н., доц.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Міцності літальних апаратів
(назва кафедри)

Протокол № 2 від « 30 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доц.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Мірошніков В.Ю.
(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 – 5	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Випробування та сертифікація літальних апаратів</u> (найменування) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів –		2021/2022
Індивідуальне завдання:		Семестр
Загальна кількість годин –150		1-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 8		16
		Практичні, семінарські*
		-
		Лабораторні*
		16
		Самостійна робота
		118
		Вид контролю
		іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 32/118.

*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 підгрунтя 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	2	-	-	14
Тема 2. Скінчені елементи та їх властивості	29	4	-	2	23
Тема 3. Алгоритм створення моделі елементів авіаційних конструкцій	26	2	-	4	20
Модульний контроль	1	-	-	1	-
Разом за змістовним модулем 1	72	8	-	7	57
Змістовний модуль 2. Додаткові можливості пакету NASTRAN/PATRAN при аналізі міцності авіаційних конструкцій					

Тема 1. Аналіз контактних задач за допомогою елементів <i>Gap</i>	25	2	-	3	20
Тема 2. Моделювання лінійних динамічних процесів	24	2	-	2	20
Тема 3. Додаткові можливості пакету <i>NASTRAN/PATRAN</i> при рішенні задач динаміки	28	4	-	3	21
Модульний контроль	1	-	-	1	-
Разом за змістовим модулем 2	78	8	-	9	61
Усього годин	150	16	-	16	118

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	-	-

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	-	-

7. Теми лабораторних 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 <i>NASTRAN/PATRAN</i> при рішенні задач динаміки</i>	3
6	Модульний контроль	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Предмет вивчення, мета та задачі дисципліни «Автоматизація інженерних досліджень» (Тема 1)	14
2	Скінчені елементи та їх властивості (Тема 2)	23
3	Алгоритм створення моделі елементів авіаційних конструкцій (Тема 4)	20

4	Аналіз контактних задач за допомогою елементів Gap (Тема 5)	20
5	Моделювання лінійних динамічних процесів (Тема 7)	20
6	Додаткові можливості пакету NASTRAN/PATRAN при рішенні задач динаміки (Тема 8)	21
	Разом	118

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			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	2	0...8
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	9	0...9
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	5	0...20
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Виконання РР	0...26	1	0...26

Усього за семестр	0...100
-------------------	---------

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач 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. Львов М.П. Использование промышленных пакетов в расчетах прочности, устойчивости и колебаний: учеб. пособие / М.П. Львов, В.Б. Минтюк. - Х.: Нац. аэрокосмический ун-т "ХАИ", 2007. - 35 с.
НМКД розміщено за адресом: k102.khai.edu/library

14. Рекомендована література

Базова

1. MSC.PATRAN 2012.2 Release Guide (Файл документації)
2. Зенкевич, О.К. Метод конечных элементов в технике [Текст] / О.К. Зенкевич. – М.: Мир, 1980. – 420 с.
3. Жилкин, В.А. Азбука инженерных расчетов в MSC PATRAN-NASTRAN-MARC [Текст] / В.А. Жилкин. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2013. – 572 с.
4. Рычков, С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran [Текст] / С.П. Рычков. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 783 с.
5. Каравацький А.Я. Метод скінчених елементів у задачах механіки суцільних середовищ [Текст] / А.Я. Каравацький – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 387с.

Допоміжна

1. Молчанов, И.Н. Основы метода конечных элементов [Текст] / И.Н. Молчанов, Л.Д. Николенко. – К.: Наукова думка, 1989. – 270 с.
2. Джонсон, К. Механика контактного взаимодействия [Текст] / К. Джонсон. – М.: Мир, 1989. – 510 с.
3. Тимошенко, С.П. Устойчивость упругих систем [Текст] / С.П. Тимошенко. – М.: Гостехиздат, 1955. – 92 с.
4. Тимошенко, С.П. Колебания в инженерном деле [Текст] / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
5. Композиционные материалы: справочник [Текст] / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; под общ. Ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 590 с.
6. Шимкович, Д.Г. FEMAP & NASTRAN. Инженерный анализ методом конечных элементов [Текст] / Д.Г. Шимкович. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 701 с.

15. Інформаційні ресурси

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