

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

Кафедра міцності літальних апаратів (№ 102)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи

 П.О. Фомичов  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«01» 09 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Застосування ЕОМ в задачах механіки**

(назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: 131 Прикладна механіка  
134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка  
(код та найменування спеціальності)

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

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

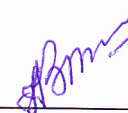
**Харків 2020 рік**

Робоча програма Застосування ЕОМ в задачах механіки  
(назва дисципліни)  
для студентів за спеціальністю 131 Прикладна механіка; 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

за освітніми програмами: Динаміка та міцність машин; Випробування та сертифікація літальних апаратів

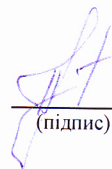
« 31 » серпня 2020 р., – 10 с.

Розробник: доцент, к. т. н. А. В. Заруцький  
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри міцності літальних апаратів  
(назва кафедри)  
Протокол № 1 від « 31 » серпня 2020 р.

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

  
(підпис)

П. О. Фомічов  
(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 3	<p><b><u>Галузь знань</u></b> 13 Механічна інженерія</p> <p><b><u>Спеціальність</u></b> 131 Прикладна механіка 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</p> <p><b><u>Освітня програма</u></b> Динаміка та міцність машин; Випробування та сертифікація літальних апаратів</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Вибіркова
Кількість модулів – 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2020/2021
Індивідуальне завдання		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 90 32/58		5-й
		<b>Лекції*</b>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2  самостійної роботи студента – 3,6		16 години
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		- годин
		<b>Лабораторні*</b>
	16 години	
	<b>Самостійна робота</b>	
58 години		
<b>Вид контролю</b>	модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 32/58.

\*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 аналізу міцності, проектування та оптимізації елементів конструкцій ракетно-космічної техніки в системі MSC. Patran/Nastran.

**Завдання:** курсу полягають у отриманні навиків використання програмного продукту MSC. Patran/Nastran при розрахунках на міцність елементів конструкцій ракетно-космічної техніки.

**Результати навчання:** в результаті засвоєння курсу «Застосування ЕОМ в задачах механіки» студенти повинні:

**знати:**

- основні положення методу скінчених елементів;
- послідовність розв'язання типових задач механіки за допомогою системи MSC. Patran/Nastran;
- основні типи скінчених елементів та їх властивості;
- методи та засоби моделювання об'єкта, що розглядаються;
- основні типи розрахунків в системі MSC. Patran/Nastran;

**вміти:**

- будувати геометричні та скінчено-елементні моделі елементів конструкцій;
- проводити розрахунки статичної та динамічної міцності;
- аналізувати отримані результати та робити висновки;

**мати уявлення:**

- про можливості застосування програмних комплексів на етапі проектування літального апарату;

**Міждисциплінарні зв'язки:** вивчення даної дисципліни передбачає, що студенти вже володіють необхідними знаннями і вміннями з механіки матеріалів та конструкцій, будівельної механіки, комп'ютерних технологій в проектуванні.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1.

#### Змістовий модуль 1

**Тема 1. Вступ. Предмет вивчення, мета та задачі дисципліни «Застосування ЕОМ в задачах механіки».**

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Ознайомлення з методом скінчених елементів.

## **Тема 2. Інтерфейс системи MSC. Patran/Nastran.**

Інтерфейс робочого вікна. Строчка меню. Типові елементи форм. Вибір графічних об'єктів.

## **Тема 3. Розробка геометричних моделей в системі MSC. Patran/Nastran.**

Інструменти для побудови геометричних примітивів. Імпорт геометричних об'єктів.

## **Тема 4. Розробка скінчено-елементних моделей в системі MSC. Patran/Nastran.**

Основні типи скінчених елементів та їх властивості. Способи побудови скінчено елементної сітки. Вплив розміру елемента на кінцевий результат.

### **Модульний контроль**

## **Змістовий модуль 2.**

## **Тема 5. Підготовка моделі до розрахунку в системі MSC. Patran/Nastran.**

Типи розрахунків в системі MSC. Patran/Nastran. Основні властивості та налаштування при запуску на розрахунок моделі. Навантаження та граничні умови.

## **Тема 6. Аналіз результатів розрахунків. Способи їх представлення.**

Інструменти для виводу результатів та їх аналіз. Способи імпорту результатів розрахунків.

## **Тема 7. Особливості розрахунку конструкцій за допомогою плоских елементів (1D та 2D).**

Особливості вибору розрахункові схеми, типу скінчених елементів. Послідовність розв'язання задачі розрахунку конструкцій за допомогою елементів типу 1D та 2D.

## **Тема 8. Особливості розрахунку конструкцій за допомогою об'ємних елементів (3D).**

Особливості вибору розрахункові схеми, типу скінчених елементів. Послідовність розв'язання задачі розрахунку конструкцій за допомогою елементів типу 3D.

### **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
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1.</b>					
Тема 1. Вступ. Предмет вивчення, мета та задачі дисципліни «Застосування ЕОМ в задачах механіки».	10	2	-	-	8
Тема 2. Інтерфейс системи MSC. Patran/Nastran.	10	2	-	-	8
Тема 3. Розробка геометричних моделей в системі MSC. Patran/Nastran.	10	2	-	-	8
Тема 4. Розробка скінчено-елементних моделей в системі MSC. Patran/Nastran.	10	2	-	-	8
Модульний контроль	2	-	-	2	-
Разом за змістовним модулем 1	42	8	-	2	32
<b>Змістовний модуль 2.</b>					
Тема 5. Підготовка моделі до розрахунку в системі MSC. Patran/Nastran.	9	2	-	-	7
Тема 6. Аналіз результатів розрахунків. Способи їх представлення.	9	2	-	-	7
Тема 7. Особливості розрахунку конструкцій за допомогою плоских елементів (1D та 2D).	16	2	-	8	6
Тема 8. Особливості розрахунку конструкцій за допомогою об'ємних елементів (3D).	12	2	-	4	6
Модульний контроль	2	-	-	2	-
Разом за змістовним модулем 2	48	8	-	14	28
<b>Усього годин</b>	90	16	-	16	58

#### 5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	<b>Разом</b>	

## 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

## 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок міцності та жорсткості стержневої конструкції в системі MSC. Patran/Nastran	2
2	Розрахунок теоретичних коефіцієнтів концентрації напружень типових концентраторів (вільний отвір, галтель та інше) в системі MSC. Patran/Nastran	2
3	Розрахунок напружено-деформованого стану збірної конструкції за допомогою плоских скінчених елементів	4
4	Розрахунок напружено-деформованого стану елемента конструкції (кронштейн) за допомогою об'ємних елементів	4
5	Модульний контроль	4
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ. Предмет вивчення, мета та задачі дисципліни «Застосування ЕОМ в задачах механіки».	8
2	Тема 2. Інтерфейс системи MSC. Patran/Nastran.	8
3	Тема 3. Розробка геометричних моделей в системі MSC. Patran/Nastran.	8
4	Тема 4. Розробка скінчено-елементних моделей в системі MSC. Patran/Nastran.	8
5	Тема 5. Підготовка моделі до розрахунку в системі MSC. Patran/Nastran.	7
6	Тема 6. Аналіз результатів розрахунків. Способи їх представлення.	7
7	Тема 7. Особливості розрахунку конструкцій за допомогою плоских елементів (1D та 2D).	6
8	Тема 8. Особливості розрахунку конструкцій за допомогою об'ємних елементів (3D).	6
	<b>Разом</b>	<b>58</b>

## 9. Індивідуальні завдання

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами рекомендованої літератури.

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

## 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
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	-	-	-
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	8	0...40
Модульний контроль	0...32	1	0...32
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

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

Білет для іспиту/заліку складається з двох теоретичних питань та одної практичної задачі. Кожен теоретичне питання оцінюється в двадцять п'ять балів, а практична задача – в п'ятдесят балів.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні положення методу скінчених елементів;
- послідовність розв'язання типових задач механіки за допомогою системи MSC. Patran/Nastran;
- основні типи скінчених елементів та їх властивості;



- основні моделі матеріалів, що використовуються в системі MSC. Patran/Nastran;
- методи та засоби моделювання об'єкта, що розглядаються;
- основні типи розрахунків в системі MSC. Patran/Nastran;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- будувати геометричні моделі елементів конструкцій;
- будувати скінчено-елементні моделі об'єктів;
- проводити розрахунки статичної та динамічної міцності;
- аналізувати отримані результати та робити висновки;

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашнє завдання. Знати послідовність розв'язання задачі по визначенню напружено-деформованого стану елемента конструкції в системі MSC. Patran/Nastran.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум знань. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Знати: послідовність розв'язання задачі по визначенню напружено-деформованого стану елемента конструкції в системі MSC. Patran/Nastran; інструменти для побудови геометричних та скінчено елементних моделей; основні способи відображення результатів розрахунків.

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

### 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

<http://k102.khai.edu/>

### 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. Еременко, С.Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых тел [Текст] / С.Ю. Еременко. – Х.: Основа, 1991. – 272 с.
4. Жилкин, В.А. Азбука инженерных расчетов в MSC PATRAN-NASTRAN-MARC [Текст] / В.А. Жилкин. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2013. – 572 с.
5. Рычков, С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran [Текст] / С.П. Рычков. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 783 с.

### **Допоміжна**

1. Молчанов, И.Н. Основы метода конечных элементов [Текст] / И.Н. Молчанов, Л.Д. Николенко. – К.: Наукова думка, 1989. – 270 с.
2. Сегерлинд, Л. Применение метода конечных элементов [Текст] / Л. Сегерлинд. – М.: Мир, 1979. – 392 с.
3. Джонсон, К. Механика контактного взаимодействия [Текст] / К. Джонсон. – М.: Мир, 1989. – 510 с.
4. Тимошенко, С.П. Устойчивость упругих систем [Текст] / С.П. Тимошенко. – М.: Гостехиздат, 1955. – 92 с.
5. Тимошенко, С.П. Колебания в инженерном деле [Текст] / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
6. 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.
7. Шимкович, Д.Г. FEMAP & NASTRAN. Инженерный анализ методом конечных элементов [Текст] / Д.Г. Шимкович. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 701 с.

## **15. Інформаційні ресурси**

<http://web.mscsoftware.com/patran>