

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

Кафедра Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем

(№ 202)

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи



(підпис)

В. І. Назін

(ініціали та прізвище)

« 30 » 06 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Теоретичні основи інженерного аналізу

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерний інжиніринг»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробник:Нарижний О.Г., доцент кафедри теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем, к.т.н., доцент



Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 202 - теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем

Протокол № 11 від "30" 06 2021 р.

Завідувач кафедри 202 д.т.н., проф...



О.О. Баранов

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 7,0	Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і назва)	Обов’язкова
	Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» (шифр і назва)	
Модулів – 2	Освітня програма «Комп’ютерний інжиніринг»	Навчальний рік: 2021/2022
Змістових модулів – 2		Семестр
Індивідуальне завдання « <u>Обчислення напруги та переміщень у балці 3-ма методами</u> » (назва)		
Загальна кількість годин – 72/ 210 (кількість годин аудиторних занять ¹ / загальна кількість годин)		1-й
		Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи студента – 8,6	Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>	32 год.
		Практичні, семінарські
		40 год.
		Лабораторні
		0 год.
		Самостійна робота
		138 год.
		Вид контролю: іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
(72/138)

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: надати необхідні додаткові знання в галузі сучасних методів розробки і проектування сучасних машин і механізмів з використанням інтегрованих комп'ютерних технологій, що дозволяє більш ефективно проводити проектувальні розрахунки та створювати конструкції з високими споживчими характеристиками.

Завдання: вивчення основи методу скінчених елементів і застосування його для розв'язання задач механіки деформованого твердого тіла; алгоритми розв'язання задач розрахунку і проектування елементів силових конструкцій при різних видах навантажень..

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основи методу скінчених елементів і застосування його для розв'язання задач механіки деформованого твердого тіла;
- основні принципи побудови пакетів прикладних програм для розв'язання задач механіки деформованого твердого тіла і проектування;
- алгоритми розв'язання задач розрахунку і проектування елементів силових конструкцій при різних видах навантажень.

вміти:

- моделювати навантаження моделі та її закріплення при різних типах навантажень, у тому числі для декількох розрахункових випадків;
- визначати напружено-деформований стан моделі при статичних, теплових та інших навантаженнях;
- проводити статичний, частотний, тепловий аналіз моделі та розрахунок її на стійкість;

Результати навчання:

ПРН1 - Знання і розуміння засад фундаментальних математичних методів моделювання та оптимізації.

ПРН2 - Знання з механіки і машинобудування та спроможність окреслювати перспективи їхнього розвитку.

ПРН4 - Вміння ставити та розв'язувати завдання, застосовуючи передові інженерні методи розрахунку (CAE).

ПРН5 - Вміння системно аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи.

ПРН7 - Навички експериментування та аналізування результатів.

ПРН10 - Вміння поєднувати теорію та практику для розв'язування інженерного завдання.

ПРН11 - Фахові майстерність і навички.

ПРН15 - Вміння розробляти машини та устаткування галузевого машинобудування на базі систем автоматизованого проектування (CAD).

ПРН20 - Навички розв'язування завдань з підвищення якості продукції.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Методи визначення напружень у конструкціях

Тема 1. Основні поняття теорії пружності. Теорія напруги.

Тема 2. Теорія деформацій. Рівняння неперервності.

Тема 3. Синтез рівнянь теорії пружності: основні закони механіки твердого тіла, що деформується, методи рішення рівнянь теорії пружності.

Тема 4. Чисельні методи рішення задач теорії пружності. Скінчено-різницевий метод рішення задач механіки твердого тіла.

Тема 5. Основні принципи механіки твердого тіла, що деформується: дійсна робота внутрішніх зусиль в тілі (потенційна енергія), варіаційний принцип Лагранжа (принцип повної енергії).

Змістовний модуль 2. Визначення напружень у конструкціях методом скінченних елементів

Тема 6. Методи розв'язання варіаційних задач: прямі методи розв'язання варіаційних задач, методи Рітца, Рітца -Тимошенко.

Тема 7. Основні поняття і концепція МСЕ. Постановка плоскої задачі теорії пружності.

Тема 8. Скінчено-елементне формулювання плоскої задачі теорії пружності: доведення СЛАУ МСЕ.

Тема 9. Трикутний лінійний кінцевий елемент. Основні співвідношення. Формування матриці жорсткості елемента. Формування векторів вузлових сил елемента. Формування і рішення глобальної системи скінчено-елементних рівнянь.

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. Методи визначення напружень у конструкціях					
Тема 1. Основні поняття теорії пружності. Теорія напруги.	18	2	4		12
Тема 2. Теорія деформацій. Рівняння неперервності	20	4	4		12
Тема 3. Синтез рівнянь теорії пружності: основні закони механіки твердого тіла, що деформується, методи рішення рівнянь теорії пружності.	18	2	2		14
Тема 4. Чисельні методи рішення задач теорії пружності. Скінчено-різницевий метод рішення задач механіки твердого тіла.	18	4	2		12
Тема 5. Основні принципи механіки твердого тіла, що деформується: дійсна робота внутрішніх зусиль в тілі (потенційна енергія), варіаційний принцип Лагранжа (принцип повної енергії).	20	4	2		14
Модульний контроль	2		2		
Разом за змістовним модулем 1	96	16	16		64
Змістовний модуль 2. Визначення напружень у конструкціях методом скінченних елементів					
Тема 6. Методи розв'язання варіаційних задач: прямі методи	20	4	4		12

розв'язання варіаційних задач, методи Рітца, Рітца-Тимошенко.					
Тема 7. Основні поняття і концепція МКЕ. Постановка плоскої задачі теорії пружності.	20	4	4		12
Тема 8. Скінчено-елементне формулювання плоскої задачі теорії пружності: доведення СЛАУ МСЕ.	26	4	8		14
Тема 9. Трикутний лінійний кінцевий елемент. Основні співвідношення. Формування матриці жорсткості елемента. Формування векторів вузлових сил елемента. Формування і рішення глобальної системи скінчено-елементних рівнянь.	24	4	6		14
Модульний контроль	2		2		
Разом за змістовним модулем 2	92	16	24		52
Індивідуальне завдання «Обчислення напруги та переміщень у балці 3-ма методами»	22	-	-	-	22
Усього годин	210	32	40		138

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення напруги у довільні точці пружного тіла	4
2	Визначення переміщень та деформацій у довільні точці пружного тіла	4
3	Синтез рівнянь теорії пружності: основні закони механіки твердого тіла, що деформується	2
4	Чисельні методи рішення задач теорії пружності	2
5	Обчислення дійсної роботи внутрішніх зусиль в тілі (потенційна енергія) в задачах механіки деформованого твердого тіла	2
6	Застосування елементів варіаційного обчислення в задачах механіки деформованого твердого тіла	2
7	Обчислення інтерполяційних функцій в області кінченого елемента	4
8	Формування матриці ансамблювання та граничних умов	4
9	Обчислення вузлових навантажень та формування глобального вектору навантажень	8

10	Формування та розв'язок СЛАР МСЕ	4
	Разом	36

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття теорії пружності. Теорія напруги.	12
2	Теорія деформацій. Рівняння неперервності	12
3	Синтез рівнянь теорії пружності	14
4	Розв'язання задач скінчено-різницеvim методом	12
5	Розв'язання задач за допомогою варіаційного принципу Лагранжа	14
6	Методи розв'язання варіаційних задач: прямі методи розв'язання варіаційних задач, методи Рітца, Рітца-Тимошенко.	12
7	Основні поняття і концепція МКЕ. Постановка плоскої задачі теорії пружності.	12
8	Скінчено-елементне формулювання плоскої задачі теорії пружності: доведення СЛАУ МСЕ	14
9	Трикутний лінійний кінцевий елемент. Основні співвідношення. Формування матриці жорсткості елемента. Формування векторів вузлових сил елемента. Формування і рішення глобальної системи скінчено-елементних рівнянь	14
	Виконання та захист домашнього завдання « <u>Обчислення напруги та переміщень у балці 3-ма методами</u> »	22
	Разом	138

9. Індивідуальні завдання

Виконання домашнього завдання «Обчислення напруги та переміщень у балці 3-ма методами»

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, конспектування.

11. Методи контролю

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

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
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0...2	7	0...14
Модульний контроль	0...13	1	0...13
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0...2	11	0...22
Модульний контроль	0...13	1	0...13
Виконання та захист індивідуального завдання	0...22	1	0...22
Всього за семестр			0...100

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

Білет для іспиту/заліку складається з двох теоретичних питань (максимальна кількість балів 30 за кожне питання) та практичного рішення задачі (максимальна кількість балів 40).

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь, необхідний для подальшого навчання та роботи за фахом. Справлятися з завданнями та відпрацювати всі практичні роботи, виконати домашнє завдання, та володіючий необхідними знаннями для усунення помилок, що виникли при його виконанні та здати модульне тестування.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, успішно захистити індивідуальне завдання, виконати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк, здати дві модульні роботи у вигляді тестів. Показати систематичний характер знань по дисципліні.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно», та правильно виконати всі практичні завдання. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Мати всебічне, систематичне та глибоке знання матеріалу та вміти вільно виконувати завдання, проявляти творчі здібності в розумінні, викладанні та використанні матеріалів дисципліни.

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. Меньшиков В.О. Динаміка механізмів: навч. посіб. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2016. 91 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Menshukov_Dunamika_Mehanizmov.pdf
2. Усік В.В. Курс теорії механізмів і машин: навч. посіб.- Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2019. 86 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/Knigi/Usik_Kurs_Teoriyi.pdf

14. Рекомендована література

Базова

1. Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В. Сучасні методи теорії пружності. Навчальний посібник. – Умань, 2015 – 108 с.

Допоміжна

1. Timoshenko S.P., Goodier J.N. Theory of elasticity- McGraw-Hill, N.Y., 1970.
2. Zienkkiewicz O.C. The finite element method in engineering science. McGraw-Hill,London, 1971.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k202.khai.edu/ru/>

Дистанційний курс: Теоретичні основи інженерного аналізу
<https://classroom.google.com/u/0/h>