



Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інженерно-будівельний інститут
Кафедра будівельної механіки

СИЛАБУС

освітньої компоненти - ВК

Навчальна дисципліна - Інженерні основи методу скінченних елементів

Освітній рівень	другий (магістерський)	
Програма навчання	вибіркова	
Галузь знань	19	Архітектура та будівництво
Спеціальність	192	Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма	ОПП Промислове та цивільне будівництво	
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS (120 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції, практичні заняття	
Індивідуальні та (або) групові завдання	Розрахунково-графічна робота	
Форми семестрового контролю	залік	

Викладачі:

Балдук Павло Георгійович, к.т.н., професор кафедри будівельної механіки,
baldook.p@ogasa.org.ua

В процесі вивчення даної дисципліни студенти **ЗНАЙОМЛЯТЬСЯ З ОСНОВАМИ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ЗДОБУВАЮТЬ НАВИЧКИ ВИКОРИСТАННЯ ЦЬОГО МЕТОДУ В ІНЖЕНЕРНІЙ ПРАКТИЦІ.**

Наприклад: Вміння вірно вибрати скінченний балочний елемент обумовлює здатність коректного розрахунку на міцність та жорсткість плоскої рами, яка знаходиться під дією нерухомого навантаження.

Передумовами для вивчення дисципліни є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами: Вища математика, Інформатика, Теоретична механіка, Чисельні методи рішення інженерних задач, Опір матеріалів, Будівельна механіка (базовий та спеціальний курси).

Диференційовані результати навчання:

знати:

класифікацію скінченних елементів;

- призначення та можливості основних скінченних елементів;
- основні принципи побудови сітки скінченних елементів;
- інтерполяційні поліноми та їх властивості.

володіти:

- методами визначення зусиль від нерухомих навантажень;
- методами розрахунку простих статично визначених ферм та трьох шарнірних систем;
- методами визначення переміщень стержневих систем.

вміти:

- будувати фізичну та математичну модель об'єкту;
- будувати скінченно-елементну модель об'єкту;
- задавати граничні умови;
- оцінювати точність результатів розрахунків МСЕ.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва тем	Кількість годин			
		лекції	практичні	лабораторні	самостійна
1	Основні положення методу скінченних елементів. Роль обчислювальних методів в розрахунках на міцність; основні етапи чисельного дослідження міцності конструкцій; побудова фізичної моделі. Побудова математичної моделі; метод дослідження математичної моделі і аналіз отриманих результатів.	2	2		8
2	Ідея і область застосування методу скінченних елементів. Основні поняття; основні етапи практичної реалізації.	2			8
3	Скінченні елементи; побудова сітки скінченних елементів	2			8
4	Граничні умови; точність результатів; стійкість рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь.	2	2		8
5	Довільне розташування СЕ на площині; перетворення переміщень.	2	2		8
6	Матриця жорсткості скінченного елемента; напруги; довільне розташування СЕ в просторі	2	2		10
7	Дискретні та безперервні системи; розрахунок гідравлічної мережі; розрахунок електричної мережі; тепло переносу.	2	2		8
8	Апроксимація шуканої функції за допомогою функцій форми.	2	2		8
9	Лінійний плоский трикутний елемент; квадратичний трикутний елемент. Лінійний чотирикутний елемент; квадратичний чотирикутний елемент; перетворення навантаження.	2	2		8

10	Матриця жорсткості довільного скінченного елемента	2	2		10
	Всього	20	16		84

Лабораторні заняття – навчальним планом не передбачені.

Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання щодо отримання «заліку» за навчальною дисципліною складає 60 балів і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання		Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Вид контролю	Кількість у семестрі		
Виконання РГР	1	25	45
Захист РГР	1	15	25
Контроль знань:			
- Поточний контроль знань (стандартизовані тести)	2	20	30
Разом		60	100

З дисципліни передбачено виконання розрахунково-графічної роботи.

Контрольна робота складається з двох задач:

Задача 1. Довільне положення скінченного елемента.

Склад завдання. Плоска стержнева конструкція складається з трьох стержнів. Стержень, який розташований проти кута α , має довжину L і площу поперечного перерізу A . Площі перерізів двох других стержнів дорівнюють $\omega \cdot A$. Модуль пружності E матеріалу усіх стержнів однаковий. Конструкція навантажена силою P .

Студенту потрібно визначити: переміщення вузлів; реакції опор; зусилля в стержнях конструкції; побудувати епюру подовжніх сил; виконати статичну перевірку рівноваги вузлів конструкції.

Задача 2. Розрахунок плоскої рамної конструкції.

І. Склад завдання. Плоска стержнева рамна конструкція знаходиться в рівновазі під дією зосередженої сили P і рівномірно розподіленим навантаженням, інтенсивністю q . Жорсткості горизонтально розташованих ділянок конструкції відрізняються від жорсткості усіх інших її ділянок.

Студенту потрібно визначити: переміщення вузлів; реакції опор; зусилля в стержнях рами; побудувати епюри внутрішніх сил; виконати статичну перевірку рівноваги рами.

Робота виконується у вигляді пояснювальної записки, що включає графічну частину (формат А-4).

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи [4].

Два рази за семестр проводяться експрес контроль знань – стандартизовані тести (до 20 тестових питань), наприклад:

1. Які величини пов'язує між собою матриця жорсткості елемента $[k]_e$?

а) внутрішні зусилля та переміщення;

- b) вузлові зусилля та переміщення;
 - c) вузлові зусилля та внутрішні зусилля.
2. Жорсткість лінійного пружного елемента k це:
- a) сила, яка викликає у ньому одиничне напруження;
 - b) сила, яка викликає в вузлі одиничне переміщення;
 - c) сила, яка потрібна для його деформування на одиницю довжини.

Підсумковий контроль знань проводиться для студентів, що не змогли з будь яких причин набрати необхідну кількість балів, або для студентів, що бажають збільшити вже набрану кількість балів. Підсумковий контроль знань здійснюється у вигляді усної бесіди з викладачем.

Інформаційне забезпечення

Основна література

1. Бажанова А.Ю., Лазарева Д.В., Сур'янінов М.Г. Інформаційні технології в проектуванні. Навчальний посібник. - Одеса: ОДАБА, 2018. - 290с.
2. Балдук П., Яременко О., Чучмай О. Комп'ютерні технології скінчено - елементного аналізу механічних та біомеханічних систем. Частина I: Методичні вказівки. - Одеса: ОДАБА, 2017. - 36с.
3. Балдук П., Яременко О., Столевич О.І. Комп'ютерні технології скінчено - елементного аналізу механічних та біомеханічних систем. Частина II: Методичні вказівки. - Одеса: ОДАБА, 2017. - 39с.
4. Балдук П., Яременко О., Чучмай О. Інженерні основи методу скінченних елементів.: Методичні вказівки. - Одеса: ОДАБА, 2019. - 40с.

Допоміжні джерела інформації

1. Каплун А.Б. та др. ANSYS в руках інженера. Практическое руководство. - М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
2. Барабаш М.С., Кір'язев П.М., Лапенко О.І., Ромашкіна М.А. Основи комп'ютерного моделювання: Навчань. посібник. - К. : НАУ, 2018, – 492 с.