



Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інженерно-будівельний інститут
Кафедра будівельної механіки

СИЛАБУС освітнього компонента

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 «Інформаційні технології у промисловому та цивільному будівництві»	
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,
pavel9baldoock@gmail.com

Яременко Олена Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри будівельної механіки,
asp_yarema@ukr.net

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 курс).

1. Програмні результати навчання

Диференційовані результати навчання:

знати:

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

розуміти:

- принцип роботи сучасних програмних комплексів, які використовують метод скінченних елементів.

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
1.1	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		10
1.2	Ідея і область застосування методу скінченних елементів. Основні поняття; основні етапи практичної реалізації; скінченні елементи; побудова сітки скінченних елементів.	2	2		10
1.3	Граничні умови; точність результатів; стійкість рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь.	2	2		10
1.4	Довільне розташування СЕ на площині;	6	2		10

	перетворення переміщень; матриця жорсткості скінченного елемента; напруги; довільне розташування СЕ в просторі.				
1.5	Дискретні та безперервні системи; розрахунок гідравлічної мережі; розрахунок електричної мережі; тепло переносу.	4	2		10
1.6	Апроксимація шуканої функції за допомогою функцій форми.	2	2		10
1.7	Лінійний плоский трикутний елемент; квадратичний трикутний елемент; лінійний чотирикутний елемент; квадратичний чотирикутний елемент; перетворення навантаження.	2	2		10
1.8	Матриця жорсткості довільного скінченного елемента	4	2		10
	Всього	24	16		80

Лабораторні заняття – навчальним планом не передбачені.

Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання щодо отримання заліку за освітнім компонентом складає 60 балів та 100 балів відповідно і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

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

З дисципліни передбачено виконання розрахунково-графічної роботи.

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 ωA . Модуль пружності E матеріалу усіх стержнів однаковий. Конструкція навантажена силою F .

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.

1. Склад завдання. Плоска стержнева рамна конструкція знаходиться в рівновазі під дією зосередженої сили F 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 $[k]_e$?

- a) 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 І: 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 ІІ: 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

5. Каплун А.Б. та др. ANSYS в руках інженера. Практическое руководство. - М.: Едиториал УРСС, 2003. - 272с.
6. Городецький А.С., Барабаш М.С., Сидоров В. Н.. Комп'ютерне моделювання в завданнях будівельної механіки : Навчань. посібник. -М.: Видавництво АСВ, 2016. - 338с.
7. [Електронний учебник] Будівельна механіка. В.А.Баженов, О.В.Шишов <http://knuba-help.kiev.ua/load/30-1-0-271>