

Київський національний університет
будівництва і архітектури
Кафедра опору матеріалів
«Затверджую»

Шифр
Спеціальності
192

Назва спеціальності,
освітньої програми
Будівництво та
цивільна інженерія

Сторінка 1 з 4

Завідувач кафедри

Комісний О.М. *Ажениф*

«17» *серпня* 2021р.

Розробник силабуса

Левківський Д.В.

Григор'єва Л.О.



СИЛАБУС

Інженерні задачі теорії пружності

1) Шифр за освітньою програмою: 192
2) Навчальний рік: 2021-2022
3) Освітній рівень: магістр
4) Форма навчання: денна
5) Галузь знань: Архітектура та будівництво
6) Спеціальність, назва освітньої програми: Промислове і цивільне будівництво
8) Статус освітньої компоненти: вибіркові компоненти
9) Семестр: 10
11) Контактні дані викладача: доцент к.ф.-м.н. Григор'єва Людмила Олександрівна, grygorieva.lo@knuba.edu.ua , 097-304-34-32, http://www.knuba.edu.ua/?page_id=92502 доцент к.т.н. Левківський Дмитро Володимирович, Levkivskiy.dv@knuba.edu.ua , 096-756-21-33, http://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=2036 , http://sopromat-knuba.com .
12) Мова викладання: українська
13) Пререквізити: вища математика, опір матеріалів, будівельна механіка, чисельні методи
14) Мета курсу: навчитися робити постановку задач теорії пружності, засвоїти навички для інженерних розрахунків елементів конструкцій на міцність, жорсткість, стійкість та економічність за допомогою ПК Ansys, отримати навички аналізу та перевірки отриманих результатів.

15) Результати навчання:

№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання компетентності
1.	ЗПР1. Демонструвати вміння аналізувати ситуацію в обраному напрямі наукової або професійної діяльності, вміння виявляти проблеми та на базі отриманих знань формувати шляхи їх вирішення. ЗПР2. Демонструвати здатність розуміти як загальні фахові, так і професійно орієнтовані наукові публікації в обраній спеціалізації, відслідковувати новітні досягнення, взаємодіяти спілкуватись з колегами. ЗПР8. Використовувати світові та вітчизняні інноваційні розробки в архітектурно-будівельній галузі, а також безпосередньо в проектуванні та будівництві.	РГР, залік	очно	Фк4, ФК5, ФК6, ФК9, ФК13

2.	СПР1. Застосовувати основні принципи, теорії та методи будівельної механіки для розрахунку елементів будівель та споруд при дії навантажень та впливів різного характеру з урахуванням їх взаємодії, з використанням систем автоматизованого проектування. СПР2. Продемонструвати вміння розраховувати та конструювати залізобетонні (монолітні та збірні), кам'яні, металеві та дерев'яні конструкції та вузли їх з'єднання із використанням вимог нормативних документів, забезпечуючи надійні та економічно обгрунтовані проектні рішення. СПР8. Демонструвати вміння написання наукових статей з визначенням актуальності роботи. СПР9. Демонструвати вміння вести наукові обговорення в форматі наукових конференцій, семінарів тощо.			ФКС1, ФКС2, ФКС7, ФКС9
----	--	--	--	---------------------------

16) Структура курсу:

Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійні робота здобувача, год.	Форма підсумко- вого контролю
20	20		1 РГР	50	10 сем залік
Сума годин:				90	
Загальна кількість кредитів ECTS				3	
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:				1,3	

17) Зміст курсу: (окремо для кожної форми занять – Л/Пр/Лаб/ КР/СРС)

Лекції:

Лекція 1. Статичні співвідношення. Тензор напружень, напруження на похилій площадці. Головні напруження та головні площадки. Екстремальні дотичні напруження. Оцінка міцності за класичними теоріями та в ПК ANSYS.

Лекція 2. Геометричні співвідношення. Переміщення та деформації, види деформацій. Залежності між переміщеннями і деформаціями. Лінійні та кутові деформації. Тензор деформацій. Співвідношення Коші. Рівняння сумісності деформацій Сен-Венана. Аналіз деформацій в ПК ANSYS.

Лекція 3. Рівняння рівноваги для внутрішніх точок пружного тіла та на його поверхні. Фізичні співвідношення, узагальнений закон Гука. Постановка задач теорії пружності. Введення механічних характеристик матеріалу в ПК ANSYS.

Лекція 4. Плоска деформація, плоский напружений стан. Плоска задача теорії пружності в напруженнях та переміщеннях. Постановка граничних умов.

Лекція 5. Метод скінченних елементів для розрахунку задач теорії пружності. Типи скінченних елементів. Постановка граничних умов. Побудова розв'язку (Solution) в ПК ANSYS.

Лекція 6. Розрахунок пластини в плоскому напруженому стані (балка-стінка). Функція напружень Ері. Бігармонічне рівняння. Рамна аналогія. Розв'язок в скінченних різницях та за допомогою ПК ANSYS. Порівняння результатів.

Лекція 7. Згин пластин. Класифікація пластин. Гіпотези тонких пластин. Внутрішні зусилля при згині тонких пластин. Диференціальне рівняння згину прямокутної пластини. Циліндрична жорсткість. Граничні умови.

Лекція 8. Напружено-деформований стан круглої пластини. Залежність між внутрішніми зусиллями, деформаціями та переміщеннями. Диференціальне рівняння згину круглих пластин при осесиметричному навантаженні. Загальний розв'язок та визначення констант інтегрування.

Лекція 9. Кручення тонкостінних стержнів відкритого та закритого профілю. Теорія Власова. Секторіальні характеристики та бімомент. Приклади розрахунку.

Лекція 10. Стійкість стержнів та оболонок. Постановка задачі та загальний розв'язок для стержня. Постановка задачі для пластин та оболонок.

Практичні заняття

Практичне заняття 1. Тензор напружень. Визначення напружень на похилій площадці. Визначення головних напружень та головних напрямків для заданого напруженого стану.

Практичне заняття 2. Лінійні та кутові деформації. Визначення деформацій для заданого деформованого елемента. Побудова тензора деформацій.

Практичне заняття 3. Узагальнений закон Гука в прямій та оберненій формі. Визначення компонент тензора напружень по заданому тензору деформацій і навпаки.

Практичне заняття 4. Основні етапи розрахунку в ПК ANSYS. Інтерфейс програми. Моделювання, введення матеріальних (механічних) характеристик, способи побудови скінченно-елементної сітки. Mesh Tool. Робота з бібліотеками ПК ANSYS. Розрахункові формули ПК ANSYS. Процесор розв'язку Solution. Постпроцесорна обробка.

Практичне заняття 5. Розрахунок балки-стілки за допомогою ПК ANSYS. Побудова моделі, введення матеріальних (механічних) характеристик, граничних умов та розбиття. Розв'язання задачі. Порівняння отриманих результатів із розв'язком методом скінченних різниць.

Практичне заняття 6. Згин прямокутної пластини. Побудова моделі, задання матеріальних характеристик, граничних умов, скінченно-елементна сітка. Розв'язання задачі. Аналіз отриманих результатів.

Практичне заняття 7. Згин круглої пластини. Побудова моделі, введення матеріальних (механічних) характеристик та граничних умов. Розв'язання задачі. Аналіз отриманих результатів. Порівняння з аналітичним розв'язком.

Практичне заняття 8. Кручення стержнів відкритого та закритого профілю. Розрахунок в ПК ANSYS, аналіз отриманих результатів.

Практичне заняття 9. Стійкість прямокутної пластини. Аналітичний розв'язок задачі. Визначення критичних навантажень. Розв'язання задачі в ПК ANSYS. Аналіз форм втрати стійкості.

Практичне заняття 10. Стійкість циліндричної оболонки. Розв'язання задачі в ПК ANSYS. Аналіз форм втрати стійкості.

РГР(тематика, зміст):

Розрахунково-графічна робота №1.

Задача 1. Розрахунок балки-стілки

Задано: відомі розміри прямокутної пластини (балки-стілки), навантаженням, матеріал.

Потрібно: побудувати геометричну модель тіла, скінченно-елементну модель, задати умови закріплення та навантаження, виконати розрахунок. Дослідити отриманий напружено-деформований стан.

Задача 2. Згин прямокутної пластини

Задано: розміри прямокутної пластини, умови закріплення, навантаження, модуль пружності, коефіцієнт Пуассона.

Потрібно: побудувати геометричну модель тіла, скінченно-елементну модель, задати умови закріплення та навантаження, виконати розрахунок. Дослідити отриманий напружено-деформований стан.

Задача 3. Розрахунок кільцевої пластини

Задано: схема кільцевої пластини, внутрішні та зовнішні радіуси, умови закріплення, модуль пружності, коефіцієнт Пуассона. Пластина навантажена вісесиметричним зовнішнім навантаженням.

Потрібно: побудувати геометричну модель тіла, скінченно-елементну модель, задати умови закріплення та навантаження, виконати розрахунок. Дослідити отриманий напружено-деформований стан. Порівняти з аналітичним розв'язком.

Задача 4. Кручення тонкостінних стержнів.

Задано: Розміри стержня, поперечний переріз, задане навантаження.

Потрібно: побудувати геометричну модель тіла, скінченно-елементну модель, задати умови закріплення та навантаження, виконати розрахунок. Дослідити отриманий напружено-деформований стан. Порівняти з аналітичним розв'язком.

Задача 5. Стійкість пластин та оболонок.

Задано: розміри прямокутної пластини або циліндричної оболонки, навантаження, матеріал.

Потрібно: побудувати геометричну модель тіла, скінченно-елементну модель, задати умови закріплення та навантаження, виконати розрахунок. Дослідити отриманий напружено-деформований стан.

18) Основна література:

1. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости: пер. с англ. / Под ред. Г. С. Шапиро. – М.: Наука, 1979. – 560 с.
2. Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1982. – 264 с.
3. Опір матеріалів з основами теорії пружності й пластичності: Навч. посібник у 2 ч., 5 кн. / За ред. В.Г. Піскунова. – К.: Вища школа. – 1995.
4. Григор'єва Л.О., Левківський Д.В., Кошевий О.П. Опір матеріалів з основами теорії пружності: курс лекцій. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2021. – 270 с. ISBN 978-617-520-044-5
5. Шкелев Л.Т. Теория упругости: конспект лекций / Л.Т. Шкелев, А.Н. Станкевич. – К.: КНУСА, 2013. – 152 с.

19) Додаткові джерела:

1. Дашченко А.Ф., Лазарева Д.В., Сурьянинов Н.Г. ANSYS в задачах инженерной механики: монография / Под ред. Н.Г. Сурьянинова.- Харьков: «Бурун и Ко», 2011.- 504 с. ISBN 978-966-8391-17-0.
2. Лазарева Д.В., Сорока М.М., Шиляев О.С. Прийоми роботи з ПК ANSYS при розв'язанні задач механіки: монографія / Під ред. М.Г. Сур'янінова.- Одеса: ОДАБА, 2020.- 432 с. ISBN 978-617-7900-08-4.
3. Hibbeler, R.C. Mechanics of materials / R.C. Hibbeler. Tenth edition. –NJ: Pearson, 2015. – 900 p.– ISBN 9780134319650

20) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):

Поточне оцінювання						Підсумковий контроль	Сума
№ задачі	1	2	3	4	5		
10 семестр	15	15	15	15	15	25	100

21) Умови допуску до підсумкового контролю: здано і захищено всі задачі

22) Політика щодо академічної доброчесності: з метою закріплення навиків інженерних обчислень РГР виконуються самостійно та підлягають захисту (у вигляді тесту або контрольної роботи).

23) Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу дисципліни:

<http://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=2036>, <http://sopromat-knuba.com/>