

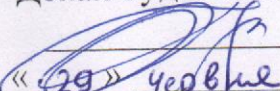
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР

Кафедра опору матеріалів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан будівельного факультету

 / Г.М. Іванченко /
« 29 » червня 2021 року

НАВЧАЛЬНА РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Вибірковий курс
" Інженерні задачі теорії пружності "
(назва навчальної дисципліни)

шифр	назва спеціальності
192	Будівництво та цивільна інженерія
	назва спеціалізації
192.01	Промислове та цивільне будівництво

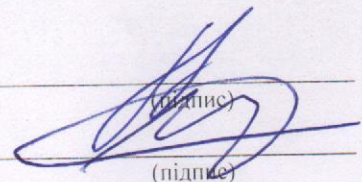
Розробник(и):

Григор'єва Л.О., к.ф.-м.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

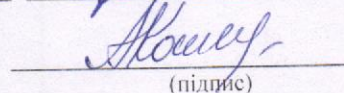
Левківський Д.В., к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)


(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри опору матеріалів
протокол № 7 від " 18 " червня 2021 року

Завідувач кафедри

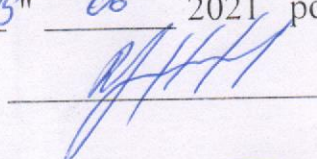

(підпис)

(Кошевий О.П.).
(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією спеціалізації
(НМКС): "Промислове та цивільне будівництво"

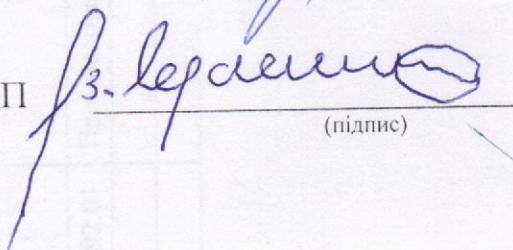
Протокол № 11 від " 25 " червня 2021 року

Голова НМКС


(підпис)

(Носенко В.С.).

Гарант ОПП


(підпис)

(Адаменко В.М.)
(прізвище та ініціали)

ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2020-2021 рр.[illegible]

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни " Інженерні задачі теорії пружності в ПК Ansys" – дати студентам теоретичні і практичні навички використання чисельних методів розрахунку елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість.

Завдання дисципліни – сформувати навички розрахунку елементів конструкцій в ПК ANSYS, порівняти отримані результати з аналітичними розв’язками тестових задач.

Компетенції студентів, що формуються в результаті засвоєння дисципліни

Фахові компетентності спеціальності (ФК)	ФК4. Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання задач спеціальності, а також до вибору технічних засобів для їх виконання; ФК5. Уміння аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення; ФК6. Використання відповідної термінології та форм вираження у професійній діяльності в галузі «архітектура та будівництво»; ФК9. Здатність до становлення і розвитку теоретичних знань та практичних навичок в галузі проектування новітніх технологій з врахуванням світових досягнень в галузі будівництва; ФК13. Демонструвати володіння достатніми науковими навичками в галузі архітектура і будівництва, щоб успішно проводити наукові дослідження під наглядом та за керівництва кваліфікованого наставника.
Фахові компетентності за спеціалізацією «Промислове і цивільне будівництво» (ФКС)	ФКС1.Здатність до проектування, обстеження і реконструкції архітектурно і технічно складних будівель та споруд промислового і цивільного призначення з використанням збірних і монолітних залізобетонних, металевих, кам'яних та дерев'яних конструкцій, в тому числі застосовуючи сучасні програмні комплекси. ФКС2.Знання та розуміння сучасних методів будівельної механіки та її застосування при розрахунку будівельних конструкцій із використанням систем автоматизованого проектування. ФКС7. Здатність самостійно визначати в області дослідження об'єкт та предмет дослідження, надавати структуру та послідовність виконання наукової роботи, визначати методи вирішення поставлених наукових задач. ФКС9. Здатність до самостійної обробки та розуміння наукових досліджень та результатів отриманих в даній галузі.

**Програмні результати навчання,
що формуються в ході вивчення дисципліни**

Загальні програмні результати навчання (ЗПР)	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. ЗПР4. Демонструвати здатність аналізувати ситуацію в обраному напрямі наукової та професійної діяльності, виявляти виникаючі проблеми та на базі отриманих знань формувати шляхи їх вирішення. ЗПР8. Використовувати світові та вітчизняні інноваційні розробки в архітектурно-будівельній галузі, а також безпосередньо в проектуванні та будівництві.
Спеціальні (фахові) програмні результати навчання за спеціалізацією «Промислове і цивільне будівництво» (СПР)	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 обґрунтовані проектні рішення. СПР8. Демонструвати вміння написання наукових статей з визначенням актуальності роботи. СПР9. Демонструвати вміння вести наукові обговорення в форматі наукових конференцій, семінарів тощо.

Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

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. Задання 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

Змістовий модуль 1

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, задання матеріальних 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, задання матеріальних 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, задання матеріальних 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.

Індивідуальні завдання 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. Проаналізувати 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. Проаналізувати 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. Проаналізувати 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. Проаналізувати 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. Проаналізувати отриманий напружено-деформований стан.

Методи контролю та оцінювання знань студентів

Розподіл балів для дисципліни з формою контролю залік

3 семестр (денна форма навчання), 4 семестр (заочна форма навчання).

Поточне оцінювання					Підсумковий залік	Сума балів
Номери задач						
1	2	3	4	5		
15	15	15	15	15	25	100

Підручники та навчальні посібники:

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. 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.
4. 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.
5. Опір матеріалів з основами теорії пружності й пластичності: Навч. посібник у 2 ч., 5 кн. / За ред. В.Г. Піскунова. – К.: Вища школа. – 1995.
6. 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
7. Шкелев Л.Т. Теория упругости: конспект лекций / Л.Т. Шкелев, А.Н. Станкевич. – К.: КНУСА, 2013. – 152 с.

Методичне забезпечення дисципліни:

8. Опір матеріалів. Аналіз просторового напруженого стану : Методичні рекомендації і завдання до виконання розрахунково-графічних робіт для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 0601 «Будівництво» // Уклад.: М. О. Шульга, Л. О. Григор'єва.–К.: КНУБА, 2009. – 40 с.
9. Кільцева пластина. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи/Уклад: М. О. Пеклов. – Київ : КНУБА 2003. – 64с.
10. Опір матеріалів. Плоска задача теорії пружності: Методичні рекомендації та завдання до виконання розрахунково-графічної роботи та індивідуальних завдань / Уклад.: Ю.А.Морсков, В.С.Єременко, О.П.Кошевий, А.М.Станкевич. - К.:КНУБА, 2003.-39с.