

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР

Кафедра опору матеріалів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан будівельного факультету

_____ / Г.М. Іванченко /

« ____ » _____ 2018 року

НАВЧАЛЬНА РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

"Загальноосвітні".

"Опір матеріалів"

(назва навчальної дисципліни)

шифр	назва спеціальності
192	Будівництво та цивільна інженерія
	назва спеціалізації
192.01	Промислове та цивільне будівництво (скорочений курс)

Розробник(и):

Кошевий О.П., к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Левківський Д.В., к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Григор'єва Л.О., к.ф.-м.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри опору матеріалів

протокол № __ від " __ " _____ 20 року

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Кошевий О.П.).

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією спеціалізації

(НМКС): "Промислове та цивільне будівництво"

Протокол № ____ від " __ " _____ 20 року

Голова НМКС _____

(підпис)

(Носенко В.С.).

(прізвище та ініціали)

ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2018-2020 рр.

шифр	Бакалавр ОПП	Форма навчання: денна (скорочена)									Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження	
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Обсяг годин					Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Разом	аудиторних			КП	КР	РГ				р
					Л	Лр	Пз							
			у тому числі											
192.01	Промислове та цивільне будівництво	3.5	105	54	24	8	22			3		3	1	
192.01	Промислове та цивільне будівництво	5	150	54	24	8	22			3		Е	2	
192.01	Промислове та цивільне будівництво	2	60	30	16		14			1		3	5	

шифр	Бакалавр ОПП	Форма навчання: заочна(скорочена)									Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження	
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Обсяг годин					Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Разом	аудиторних			КП	КР	РГ				р
					Л	Лр	Пз							
			у тому числі											
192.01	Промислове та цивільне будівництво	5	150	34	14	8	12			3		3	5	
192.01	Промислове та цивільне будівництво	6	180	42	18	8	16			3		Е	6	
192.01	Промислове та цивільне будівництво	2	60	18	10		8			1		3	7	

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни "Опір матеріалів" – дати студентам теоретичні і практичні знання методів розрахунку елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість.

Завдання дисципліни – розуміння студентами природи і сутності процесів, що виникають в тілах при навантаженні.

Компетенції студентів, що формуються в результаті засвоєння дисципліни

Код	Зміст	Результати навчання
Спеціальні (фахові) компетентності. Загально-професійні		
КС01	Здатність до розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук.	<i>Знати:</i> основні теоретичні положення інженерних методів розрахунку;
		<i>Вміти:</i> визначати розрахункову схему елементів конструкцій; визначати внутрішні зусилля в стержнях.
КС08	Здатність визначати та оцінювати навантаження та напружено-деформований стан ґрунтових основ та несучих конструкцій будівель (споруд), у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.	<i>Знати:</i> основи розрахунку елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість; основи експериментальних досліджень міцності матеріалів.
		<i>Вміти:</i> підбирати форму та розміри поперечних перерізів елементів конструкцій; перевіряти міцність, жорсткість та стійкість елементів конструкцій; користуватися довідковою та методичною літературою; аналізувати одержані результати.

Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

Геометричні характеристики поперечних перерізів.

Лекція 1. Призначення опору матеріалів. Мета, задачі, основні поняття і об'єкти вивчення опору матеріалів. Поняття про напружено-деформований стан.

Лекція 2. Геометричні характеристики поперечних перерізів. Площа перерізу. Статичні моменти площі. Моменти інерції перерізу.

Лекція 3. Залежності між моментами інерції в різних системах координат.

Лекція 4. Головні осі та головні моменти інерції перерізу. Моменти опору перерізу. Радіуси інерції та еліпс інерції.

Змістовний модуль 2.

Повний розрахунок стержнів при розтягу (стиску).

Лекція 5. Визначення стержня як розрахункової моделі. Основні припущення та гіпотези. Зовнішні та внутрішні сили. Метод перерізів.

Лекція 6. Розтяг та стиск прямого бруса. Побудова епюр внутрішніх зусиль, визначення напружень при розтягу (стиску), підбір перерізів.

Лекція 7. Механічні властивості матеріалів. Зв'язок між напруженнями і деформаціями, закон Гука. Міцність матеріалів.

Змістовний модуль 3.

Визначення напружень, переміщень при плоскому згині. Перевірка міцності та жорсткості.

Лекція 8. Побудова епюр внутрішніх зусиль. Згинальні моменти, поперечні сили. Застосування методу перерізів. Диференціальні залежності між внутрішніми зусиллями та зовнішніми навантаженнями.

Лекція 9. Правила побудови епюр. Побудова епюр у консольних та шарнірно-консольних балках. Побудова епюр у криволінійних стержнях, плоских та просторових рамах.

Лекція 10. Чистий згин. Напружено-деформований стан при плоскому згині. Виведення формули нормальних напружень.

Лекція 11. Дотичні напруження при плоскому згині. Виведення формули Журавського. Оцінка міцності, теорії міцності.

Лекція 12. Диференціальне рівняння зігнутої осі стержня. Метод початкових параметрів. Визначення переміщень в балках графоаналітичним методом. Формула Мора для визначення переміщень. Розрахунок на жорсткість.

Змістовний модуль 4.

Складний опір.

Лекція 13. Зріз і кручення. Визначення дотичних напружень. Розрахунок на міцність та жорсткість.

Лекція 14. Косий згин: визначення положення нейтральної осі, напруження та переміщення. Підбір перерізу.

Лекція 15. Позацентровий стиск (розтяг): визначення положення нейтральної осі, ядро перерізу, напруження.

Лекція 16. Згин з крученням: визначення еквівалентних напружень за різними теоріями міцності. Підбір перерізу.

Змістовний модуль 5.

Статично-невизначувані системи.

Лекція 17. Поняття статичної невизначуваності. Ступінь статичної невизначуваності. Метод сил. Канонічні рівняння методу сил.

Лекція 18. Рівняння трьох моментів для нерозрізних балок.

Лекція 19. Побудова епюр внутрішніх зусиль в статично-невизначуваних системах. Визначення напружень та переміщень.

Лекція 20. Визначення зусиль в статично-невизначуваних системах від температурних навантажень та осідання опор.

Змістовний модуль 6.

Стійкість стиснутих стержнів. Поздовжньо-поперечний згин стержня.

Лекція 21. Стійка та нестійка пружна рівновага. Критична сила.

Лекція 22. Формули Ейлера та Ясинського для визначення критичної сили. Вплив умов закріплення стержня на величину критичної сили. Розрахунок на стійкість за допомогою коефіцієнтів зменшення допустимого напруження.

Лекція 23. Напружено-деформований стан стиснуто-зігнутого стержня. Загальні поняття. Диференціальне рівняння рівноваги.

Лекція 24. Розрахунок на ударні навантаження. Визначення коефіцієнта динамічності. Поздовжній та згинальний удар.

Змістовний модуль 7.

Напружено-деформований стан пружного тіла

Лекція 25. Об'ємний напружений стан. Тензор напружень, напруження на похилій площадці. Головні напруження та головні площадки. Екстремальні дотичні напруження.

Лекція 26. Рівняння рівноваги для внутрішніх точок пружного тіла та на його поверхні. Зв'язок між напруженнями і деформаціями, узагальнений закон Гука.

Лекція 27. Переміщення та деформації, види деформацій. Залежності між переміщеннями і деформаціями. Тензор деформацій.

Змістовий модуль 8.
Основи теорії пружності.

Лекція 28. Основні поняття теорії пружності. Вихідні гіпотези. Основи теорії напружень. Рівняння рівноваги.

Лекція 29. Геометричні співвідношення. Лінійні та кутові деформації. Співвідношення Коші. Рівняння сумісності деформацій Сен-Венана. Плоска задача теорії пружності в напруженнях.

Лекція 30. Метод скінченних різниць для розрахунку задач теорії пружності. Розрахунок балки-стілки.

Змістовий модуль 9.
Теорія тонких пластин.

Лекція 31. Класифікація пластин. Гіпотези тонких пластин. Переміщення та деформації в пластинах. Диференціальне рівняння серединної поверхні прямокутної пластини. Циліндрична жорсткість.

Лекція 32. Напружено-деформований стан пластин. Граничні умови. Залежність між внутрішніми зусиллями, деформаціями та переміщеннями в пластинах. Диференціальне рівняння згину круглих пластин при осесиметричному навантаженні.

Практичні заняття Змістовий модуль 1-3.

Практичне заняття 1.

Визначення геометричних характеристик простих фігур та прокатних профілів. Визначення центру ваги складеного перерізу.

Практичне заняття 2.

Визначення моментів інерції складеного перерізу. Визначення головних моментів інерції та моментів опору складеного перерізу. Побудова еліпса інерції.

Практичне заняття 3.

Вирішення практичних задач розрахунку геометричних характеристик перерізу.

Практичне заняття 4.

Розрахунок стержнів на стиск (розтяг). Закон Гука. Застосування методу перерізів.

Практичне заняття 5.

Побудова епюр внутрішніх зусиль при простому стиску (розтягу). Підбір перерізів.

Практичне заняття 6.

Побудова епюр внутрішніх зусиль у балках на двох опорах та консольних балках.

Практичне заняття 7.

Побудова епюр внутрішніх зусиль у шарнірно-консольних балках, плоских рамах.

Практичне заняття 8.

Побудова епюр внутрішніх зусиль у криволінійних стержнях, в балках з нерівномірно розподіленим навантаженням.

Практичне заняття 9.

Побудова епюр внутрішніх зусиль просторових рамах.

Практичне заняття 10.

Повний розрахунок прокатної балки. Визначення напружень при згині. Перевірка міцності.

Практичне заняття 11.

Повний розрахунок прокатної балки. Визначення переміщень методом початкових параметрів. Визначення переміщень методом Мора та графоаналітичним методом.

Змістовий модуль 4-6.

Практичне заняття 12.

Розрахунок болтових і клепаных з'єднань на зріз, зминання та відрив. Розрахунок зварних швів.

Практичне заняття 13.

Розрахунок валів на кручення, підбір перерізу, перевірка міцності та жорсткості.

Практичне заняття 14.

Розрахунок балок на косий згин.

Практичне заняття 15.

Розрахунок колон на позацентровий стиск.

Практичне заняття 16.

Розрахунок стержнів на згин з крученням.

Практичне заняття 17.

Розрахунок статично-невизначуваних стержнів при простому стиску (розтягу) та крученні.

Практичне заняття 18.

Розрахунок статично-невизначуваних стержнів методом сил.

Практичне заняття 19.

Розрахунок нерозрізних балок за допомогою рівняння 3-х моментів.

Практичне заняття 20.

Підбір перерізів стиснутих стержнів при розрахунку на стійкість методом послідовних наближень. Перевірка міцності. Визначення допустимої та критичної сили.

Практичне заняття 21.

Розрахунок стиснуто-зігнутих стержнів методом початкових параметрів. Наближений метод розрахунку стиснуто-зігнутих стержнів.

Практичне заняття 22.

Розрахунок на ударні навантаження.

Змістовий модуль 7-9.

Практичне заняття 23.

Напружено-деформований стан в точці. Тензор напружень. Визначення напружень по заданій площадці.

Практичне заняття 24.

Інваріанти тензора напружень. Визначення головних напружень та положення головних площадок.

Практичне заняття 25.

Розрахунок балки-стілки метод скінченних різниць, визначення функції напружень.

Практичне заняття 26.

Розрахунок балки-стілки методом скінченних різниць, побудова епюр нормальних та дотичних напружень.

Практичне заняття 27.

Розрахунок балки-стілки метод скінченних різниць, перевірка міцності балки-стілки.

Практичне заняття 28.

Розрахунок кільцевої пластини на згинання.

Практичне заняття 29.

Розрахунок прямокутної пластини на згинання.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота №1

Випробування сталевого зразка на розтяг. Визначення механічних характеристик сталі.

Лабораторна робота №2

Випробування чавунного зразка на стиск. Визначення механічних характеристик чавуну.

Лабораторна робота №3

Випробування деревини на сколювання та стиск. Визначення механічних характеристик деревини.

Лабораторна робота №4

Експериментальне дослідження характеру роботи стержня в умовах чистого згину.

Лабораторна робота №5

Експериментальне дослідження характеру роботи стержня в умовах косого згину.

Лабораторна робота №6

Експериментальне дослідження характеру роботи статично-невизначуваної балки.

Лабораторна робота №7

Експериментальне дослідження поздовжнього згину стержня.

Лабораторна робота №8

Експериментальне дослідження позацентрово-розтягнутого стержня.

Індивідуальні завдання
Розрахунково-графічна робота №1.

Геометричні характеристики поперечного перерізу.

Задано: схема та розміри поперечного перерізу, який складається з трьох елементів.

Потрібно: визначити положення центру ваги, головні моменти інерції та моменти опору площі поперечного перерізу, побудувати еліпс інерції.

Розрахунково-графічна робота №2.

Побудова епюр внутрішніх зусиль.

Задано: розрахункові схеми стержнів, лінійні розміри та величини навантажень.

Потрібно: визначити величини та напрямки внутрішніх зусиль та побудувати епюри моментів, поперечних та поздовжніх сил.

Розрахунково-графічна робота №3.

Повний розрахунок балки.

Задано: розрахункова схема балки, лінійні розміри та величини навантажень, величини допустимих напружень.

Потрібно: підібрати поперечний переріз балки, виконати повну перевірку міцності балки; визначити переміщення та перевірити жорсткість балки.

Розрахунково-графічна робота №4.

Складний опір.

Задача 1. Розрахунок балки на косий згин.

Задано: розрахункова схема дерев'яної балки прямокутного поперечного перерізу, лінійні розміри та величини навантажень, прикладених в різних площинах, співвідношення довжин сторін для перерізу, величина допустимого напруження та допустиме значення відносного прогину.

Потрібно: підібрати розміри поперечного перерізу балки, побудувати епюру нормальних напружень в небезпечному перерізі, перевірити жорсткість балки.

Задача 2. Розрахунок колони на позацентровий стиск.

Задано: висота та поперечний переріз короткої кам'яної колони, об'ємна вага матеріалу колони, точка прикладення стискаючої сили, величини допустимих напружень на стиск і на розтяг.

Потрібно: визначити допустиму величину сили, побудувати епюри напружень для верхнього та нижнього перерізів колони.

Задача 3. Розрахунок стержнів на згин з крученням.

Задано: розрахункова схема та лінійні розміри ламаного стержня, розташованого в горизонтальній площині; величини діючих на стержень вертикальних навантажень, форма перерізу стержня, величина допустимого напруження та модуль пружності матеріалу.

Потрібно: підібрати розміри поперечного перерізу стержня, визначити вертикальний прогин заданої точки.

Розрахунково-графічна робота №5.

Розрахунок статично-невизначуваних стержневих систем.

Задача 1. Розрахунок нерозрізної балки.

Задано: розрахункова схема балки, лінійні розміри та величини навантажень, величина допустимого напруження.

Потрібно: побудувати дійсні епюри внутрішніх зусиль, підібрати переріз з прокатного двотавру, визначити переміщення заданої точки.

Задача 2. Розрахунок статично-невизначуваних стержнів на стиск (розтяг).

Задано: розрахункова схема стержня, лінійні розміри та величини навантажень, величина допустимого напруження.

Потрібно: побудувати дійсні епюри внутрішніх зусиль, підібрати переріз, визначити переміщення.

Задача 3. Розрахунок статично-невизначуваних стержнів на кручення.

Задано: розрахункова схема стержня, лінійні розміри та величини навантажень, величина допустимого напруження.

Потрібно: побудувати дійсні епюри внутрішніх зусиль, підібрати круглий переріз, визначити напруження та переміщення.

Розрахунково-графічна робота №6.

Стійкість стиснутих стержнів.

Задача 1. Підбір перерізу стиснутого стержня при розрахунку на стійкість.

Задано: розрахункова схема стержня та форма поперечного перерізу, довжина стержня та величина навантаження, матеріал стержня.

Потрібно: підібрати розміри поперечного перерізу стержня, визначити критичну силу і коефіцієнт запасу.

Задача 2. Визначення допустимої сили для стиснутого стержня при розрахунку на стійкість.

Задано: розрахункова схема та довжина стержня, схема та розміри поперечного перерізу, матеріал стержня.

Потрібно: визначити допустиме навантаження на стержень, критичну силу і коефіцієнт запасу.

Задача 3. Розрахунок стиснуто-зігнутих стержнів.

Задано: розрахункова схема стержня, лінійні розміри та величини навантажень, форма поперечного перерізу, величина допустимого напруження.

Потрібно: визначити розміри поперечного перерізу без врахування та з врахуванням поздовжньої сили.

Розрахунково-графічна робота №7.

Задача 1. Напружений стан в точці.

Задано: компоненти тензора напружень і положення похилої площадки.

Потрібно: визначити головні напруження та положення головних площадок, екстремальні дотичні напруження та напруження по заданій похилій площадці.

Задача 2. Розрахунок балки-стілки

Задано: відомі розміри прямокутного диску (балки-стілки) з навантаженням, крок сітки, допустиме напруження.

Потрібно: використовуючи метод скінченних різниць (метод сіток) визначити значення функції напруження у вузлових точках, побудувати епюри нормальних та дотичних напружень. Визначити величину допустимого навантаження.

Задача 3. Розрахунок кільцевої пластини

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

Потрібно: використовуючи теорію тонких пластин та осьову симетрію визначити напружено-деформований стан пластини. Перевірити міцність пластини.

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
Змістовні модулі				
1	2	3		
30	30	30	10	100

Розподіл балів для дисципліни з формою контролю іспит

4 семестр (денна форма навчання), 5 семестр (заочна форма навчання).

Поточне оцінювання			Підсумковий іспит	Сума балів
Змістовні модулі				
4	5	6		
25	25	25	25	100

Розподіл балів для дисципліни з формою контролю іспит

5 семестр (денна форма навчання), 6 семестр (заочна форма навчання).

Поточне оцінювання			Підсумковий залік/іспит	Сума балів
Змістовні модулі				
7	8	9		
20	40	20	20	100

Навчальні підручники:

1. Опір матеріалів. Підручник / Г. С. Писаренко О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка — К.; Вища школа, 1993. — 655 с.
2. Справочник по сопротивлению материалов / С.П. Фесик. - К.: Будівельник, 1982.-367 с.
3. Опір матеріалів., Шкельов Л.Т., Станкевич А.М., Пошивач Д.В.“рекомендованого Міністерством освіти і науки України для студентів вищих навчальних закладів (2011р.).

Конспекти лекцій:

1. Опір матеріалів при статичних навантаженнях: Курс лекцій.- К.: КНУБА, 2002. - 140с.
2. Теория упругости: конспект лекцій / Л.Т. Шкелев, А.Н. Станкевич. – К.: КНУСА, 2013. – 152 с.

Методичне забезпечення дисципліни:

1. Опір матеріалів. Геометричні характеристики поперечного перерізу. Побудова епюр внутрішніх зусиль: Методичні рекомендації, завдання та приклади до виконання розрахунково-графічних робіт / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський – Київ : КНУБА, 2012. – 68с.
2. Опір матеріалів. Повний розрахунок прокатної балки. Складний опір: Методичні рекомендації, завдання та приклади до виконання розрахунково-графічних робіт / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський – Київ : КНУБА, 2013. – 52 с.
3. Опір матеріалів. Розрахунок статично-невизначуваних систем. Розрахунок стиснутих та стиснуто-зігнутих стержнів: Методичні рекомендації, завдання та приклади до виконання розрахунково-графічних робіт / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський – Київ : КНУБА, 2015. – 56 с.
4. Опір матеріалів: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, С. П. Кім. – Київ : КНУБА, 2010. – 51с.
5. 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.
6. Кільцева пластина. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи/Уклад: М. О. Пеклов. – Київ : КНУБА 2003. – 64с.
7. 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.