

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 (іноземні студенти)

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)

Корбаков О.Ф.

(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	Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Обсяг годин					Кількість індивідуальних робіт							
			Всього	аудиторних											
				Разом	у тому числі										
					Л	Лр	Пз	КП	КР	РГ	р				
192.01	Промислове та цивільне будівництво	5	150	60	30	8	22			3		3	3		
192.01	Промислове та цивільне будівництво	6	180	72	36	8	28			3		Е	4		
192.01	Промислове та цивільне будівництво	2	60	30	16		14			1		3	5		

шифр	Бакалавр ОПП	Форма навчання:										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Обсяг годин					Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	аудиторних										
				Разом	у тому числі			КП	КР	РГ	р			
Л	Лр	Пз												
192.01	Промислове та цивільне будівництво	5	150	34	14	8	12			3		3	4	
192.01	Промислове та цивільне будівництво	6	180	42	18	8	16			3		Е	5	
192.01	Промислове та цивільне будівництво	2	60	18	10		8			1		Е	6	

## 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.

**Лекція 5.** Порядок визначення геометричних характеристик складних поперечних перерізів. Приклади розрахунку.

### **Змістовний модуль 2.**

#### **Повний розрахунок стержнів при розтягу (стиску).**

**Лекція 6.** Визначення стержня як розрахункової моделі. Основні припущення та гіпотези. Зовнішні та внутрішні сили. Метод перерізів.

**Лекція 7.** Розтяг та стиск прямого бруса. Побудова епюр внутрішніх зусиль, визначення напружень при розтягу (стиску), підбір перерізів.

**Лекція 8.** Механічні властивості матеріалів. Зв'язок між напруженнями і деформаціями, закон Гука. Міцність матеріалів.

**Лекція 9.** Концентрація напружень. Повзучість, релаксація, вплив температури. Втома матеріалів, запас міцності.

### **Змістовний модуль 3.**

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

**Лекція 10.** Побудова епюр внутрішніх зусиль. Згинальні моменти, поперечні сили. Застосування методу перерізів. Диференціальні залежності між внутрішніми зусиллями та зовнішніми навантаженнями.

**Лекція 11.** Правила побудови епюр. Побудова епюр у консольних та шарнірно-консольних балках. Побудова епюр у криволінійних стержнях, плоских та просторових рамах.

**Лекція 12.** Чистий згин. Напружено-деформований стан при плоскому згині. Виведення формули нормальних напружень.

**Лекція 13.** Дотичні напруження при плоскому згині. Виведення формули Журавського. Оцінка міцності, теорії міцності.

**Лекція 14.** Диференціальне рівняння зігнутої осі стержня. Метод початкових параметрів.

**Лекція 15.** Визначення переміщень в балках графоаналітичним методом. Формула Мора для визначення переміщень. Розрахунок на жорсткість.

## **Змістовний модуль 4.**

### **Складний опір.**

**Лекція 16.** Зріз і кручення. Визначення дотичних напружень. Розрахунок на міцність та жорсткість.

**Лекція 17.** Кручення тонкостінних стержнів замкнутого профілю. Формула Бредта.

**Лекція 18.** Косий згин: визначення положення нейтральної осі, напруження та переміщення. Підбір перерізу.

**Лекція 19.** Позацентровий стиск (розтяг): визначення положення нейтральної осі, ядро перерізу, напруження.

**Лекція 20.** Згин з крученням: визначення еквівалентних напружень за різними теоріями міцності. Підбір перерізу.

## **Змістовний модуль 5.**

### **Статично-невизначувані системи.**

**Лекція 21.** Поняття статичної невизначуваності. Ступінь статичної невизначуваності. Метод сил. Канонічні рівняння методу сил.

**Лекція 22.** Застосування методу сил для розрахунку статично-невизначуваних стержнів, що працюють на розтяг та кручення.

**Лекція 23.** Рівняння трьох моментів для нерозрізних балок.

**Лекція 24.** Побудова епюр внутрішніх зусиль в статично-невизначуваних системах. Визначення напружень та переміщень.

**Лекція 25.** Визначення зусиль в статично-невизначуваних системах від температурних навантажень та осідання опор.

## **Змістовний модуль 6.**

### **Стійкість стиснутих стержнів. Поздовжньо-поперечний згин стержня.**

**Лекція 26.** Стійка та нестійка пружна рівновага. Критична сила.

**Лекція 27.** 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 28.** Напружено-деформований стан стиснуто-зігнутого стержня. Загальні поняття. Диференціальне рівняння рівноваги.

**Лекція 29.** Приклад розв'язання диференціального рівняння рівноваги стиснуто-зігнутого стержня.

**Лекція 30.** Наближений метод розрахунку стиснуто-зігнутих стержнів.

**Лекція 31.** Розрахунок на ударні навантаження. Визначення коефіцієнта динамічності. Поздовжній та згинальний удар.

**Лекція 32.** Згин балки на пружній основі. Аналітичний розв'язок рівнянь балки на пружній основі.

**Лекція 33.** Побудова епюр внутрішніх зусиль та переміщень балки на пружній основі.

## **Змістовий модуль 7.**

### **Напружено-деформований стан пружного тіла**

**Лекція 34.** Об'ємний напружений стан. Тензор напружень, напруження на похилій площадці. Головні напруження та головні площадки. Екстремальні дотичні напруження.

**Лекція 35.** Рівняння рівноваги для внутрішніх точок пружного тіла та на його поверхні. Зв'язок між напруженнями і деформаціями, узагальнений закон Гука.

**Лекція 36.** Переміщення та деформації, види деформацій. Залежності між переміщеннями і деформаціями. Тензор деформацій.

## **Змістовий модуль 8.**

### **Основи теорії пружності.**

**Лекція 37.** Основні поняття теорії пружності. Вихідні гіпотези. Основи теорії напружень. Рівняння рівноваги.

**Лекція 38.** Геометричні співвідношення. Лінійні та кутові деформації. Співвідношення Коші. Рівняння сумісності деформацій Сен-Венана. Плоска задача теорії пружності в напруженнях.

**Лекція 39.** Метод скінченних різниць для розрахунку задач теорії пружності. Розрахунок балки-стілки.

## **Змістовий модуль 9.**

### **Теорія тонких пластин.**

**Лекція 40.** Класифікація пластин. Гіпотези тонких пластин. Переміщення та деформації в пластинах. Диференціальне рівняння серединної поверхні прямокутної пластини. Циліндрична жорсткість.

**Лекція 41.** 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 клепаних 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 валів на кручення зі згином. Повна перевірка міцності вала.

### **Практичне заняття 18.**

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

### **Практичне заняття 19.**

Розрахунок статично-невизначуваних стержнів методом сил.

### **Практичне заняття 20.**

Розрахунок нерозрізних балок за допомогою рівняння 3-х моментів.

### **Практичне заняття 21.**

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

### **Практичне заняття 23.**

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

### **Практичне заняття 24.**

Розрахунок на ударні навантаження.

### **Практичне заняття 25.**

Визначення зусиль та переміщень в балці на пружній основі методом початкових параметрів.



## **Змістовий модуль 7-9.**

### **Практичне заняття 26.**

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

### **Практичне заняття 27.**

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

### **Практичне заняття 28.**

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

### **Практичне заняття 29.**

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

### **Практичне заняття 30.**

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

### **Практичне заняття 31.**

Розрахунок кільцевої пластини на згинання.

### **Практичне заняття 32.**

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, внутрішній 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 лекций / 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.