

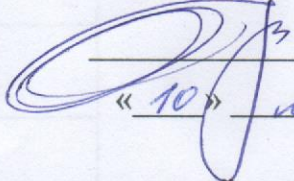
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР

Кафедра опору матеріалів

«Затверджую»

Голова НМР будівельного факультету

 Григорій ІВАНЧЕНКО
« 10 » липня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

ОК 17 Опір матеріалів

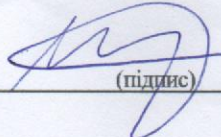
(шифр та назва освітньої компоненти)

шифр	назва спеціальності, освітньої програми
192	Будівництво та цивільна інженерія
	назва освітньої програми
	ОП «Технології будівельного інформаційного моделювання у промисловому та цивільному будівництві»

Мова викладання: українська

Розробник(и):

Левківський Д.В., к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)


(підпис)

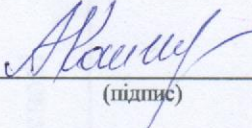
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри опору матеріалів

Протокол № 9 від "26" червня 2024 року

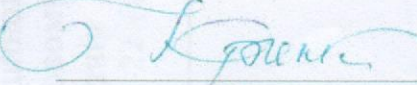
Завідувач кафедри


(підпис)

Олександр КОШЕВИЙ
(прізвище та ініціали)

Схвалено гарантом освітньої програми «Технології будівельного інформаційного моделювання у промисловому та цивільному будівництві»:

Гарант ОП


(підпис)

Віталіна ЮРЧЕНКО

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності
протокол № 14 від 2 липня 2024 року

ВИТЯГ З РОБОЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ

шифр	Назва спеціальності, освітньої програми	Форма навчання: очна										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження заступником декана факультету		
		Кредитів на сем.	Обсяг годин						СРС	Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Разом	аудиторних			КП		КР	РГР				кнр	
					Л	Лр	Пз									
192	Будівництво та цивільна інженерія ОП «Технології будівельного інформаційного моделювання у промисловому та цивільному будівництві» ТВІМПЦБ-22 (вступ на основі ПЗСО)	6	180	80	36	8	36	100			4		екз	3		

Анотація. Мета та завдання освітньої компоненти

Мета освітньої компоненти "Опір матеріалів" – надати здобувачам вищої освіти теоретичні і практичні навички аналізу напружено-деформованого стану елементів конструкції, опрацювати базові методи розрахунку конструктивних елементів на міцність, жорсткість та стійкість.

Завдання освітньої компоненти – сформувати у здобувачів інженерне мислення, привити теоретичні і практичні навички аналізу напружено-деформованого стану елементів конструкції, закласти основу для наступних фахових інженерних дисциплін.

Освітня компонента «Опір матеріалів» викладається на базі знань з фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка».

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен **знати:** основні напружено деформовані стани конструкції, теоретичні основи розрахунку та проектування елементів конструкцій;

вміти:

- виконувати перехід від реального тіла до розрахункової схеми;
- визначати тип напружено-деформованого стану за зовнішнім навантаженням;
- знаходити внутрішні зусилля в елементах конструкцій, будувати епюри;
- розраховувати допустиме та граничне навантаження для конструкції;
- визначати переміщення заданих перерізів різними способами;
- виконувати оцінку міцності та жорсткості при простих навантаженнях
- проводити розрахунок напружено-деформованого стану в точці.

Електронне навчально-методичне забезпечення дисципліни розміщено на Освітньому сайті КНУБА за посиланням <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=2036>.

**Компетентності здобувачів освітньої програми, що формуються
в результаті засвоєння освітньої компоненти**

Код	Зміст компетентності
Інтегральна компетентність	
ІК	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі будівництва та цивільної інженерії.
Загальні компетентності	
ЗК02	Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.
Спеціальні компетентності	
СК01	Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії.
СК03	Здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди та інженерні мережі, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

**Програмні результати навчання здобувачів освітньої програми, що
формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти**

Код	Програмні результати навчання
РН01	Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.
РН02	Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.
РН09	Проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1.

Розтяг та стиск стержнів.

Геометричні характеристики поперечних перерізів.

Лекції

Лекція 1. Предмет опору матеріалів. Мета, задачі, основні поняття і гіпотези опору матеріалів. Поняття про напружено-деформований стан. Прості напружені стани. Визначення стержня як розрахункової моделі. Основні припущення та гіпотези для стержневих тіл.

Лекція 2. Геометричні характеристики поперечних перерізів. Площа перерізу. Статичні моменти площі. Моменти інерції перерізу. Залежності між моментами інерції в різних системах координат.

Лекція 3. Головні осі та головні моменти інерції перерізу. Моменти опору перерізу. Радіуси інерції та еліпс інерції. Порядок визначення геометричних характеристик складних поперечних перерізів. Приклади розрахунку.

Лекція 4. Визначення внутрішніх зусиль в стержні. Метод перерізів. Розтяг та стиск прямого брусу. Побудова епюр внутрішніх зусиль, визначення напружень при розтягу (стиску), підбір перерізів. Визначення переміщень, метод засічок.

Лекція 5. Механічні властивості матеріалів. Експеримент на розтяг сталевого зразка. Зв'язок між напруженнями і деформаціями, закон Гука. Закон Гука при зсуві. Нелінійні матеріали. Пластичні та крихкі матеріали. Міцність матеріалів.

Практичні заняття

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. Геометричних характеристик симетричних складених перерізів та перерізів з вирізами.

Практичне заняття 4. Розрахунок стержнів на стиск (розтяг). Закон Гука. Стержневі системи, що працюють на розтяг (стиск). Визначення зусиль в стержнях. Підбір перерізу. Визначення переміщень (метод засічок).

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.

Розрахунково-графічна робота №1.

Геометричні характеристики плоских перерізів та розтяг-стиск

Задача 1. Геометричні характеристики поперечного перерізу.

Задано схему та розміри поперечного перерізу, який складається з двох елементів. Потрібно визначити положення центру ваги, головні моменти інерції та моменти опору площі поперечного перерізу, побудувати еліпс інерції.

Задача 2. Розтяг-стиск.

Задано схему та розміри стержневої системи. Потрібно визначити зусилля в стержнях, підібрати поперечні перерізи, визначити переміщення заданої точки.

Змістовний модуль 2.

Прості напружені стани. Напружений стан в точці.

Лекції

Лекція 6. Напружений стан в точці. Тензор напружень, напруження на похилому майданчику. Головні напруження та головні осі. Лінійний, плоский та об'ємний напружений стан.

Лекція 7. Класичні теорії міцності. Матеріали та умови, що їм відповідають. Еквівалентні напруження за Мізесом. Їх представлення в обчислювальних комплексах.

Лекція 8. Сучасні теорії міцності та матеріали.

Лекція 9. Концентрація напружень. Повзучість. Втома матеріалів. Граничний стан. Розрахунок за першим граничним станом.

Лекція 10. Зсув, зріз, зминання. Розрахунок зварних, клепаних, болтових з'єднань.

Лекція 11. Кручення стержнів круглого поперечного перерізу. Визначення дотичних напружень. Розрахунок на міцність та жорсткість. Кручення стержнів некруглого поперечного перерізу.

Практичні заняття

Практичне заняття 5. Лінійний напружений стан. Визначення нормальних та дотичних напружень та лінійних та кутових деформацій.

Практичне заняття 6. Плоский напружений стан. Визначення нормальних та дотичних напружень та лінійних та кутових деформацій.

Практичне заняття 7. Просторовий напружений стан. Тензор напружень. Головні напруження та головні площадки.

Практичне заняття 8. Просторовий напружений стан. Напруження на похилій площадці.

Практичне заняття 9. Кручення стержнів круглого та не круглого поперечних перерізів. Зсув, зріз, зминання. Приклади розрахунку клепаных, болтових та зварних з'єднань.

Напружений стан в точці.

Розрахунково-графічна робота №2.

Задача 1. Напружено-деформований стан в точці.

Задача 1. Плоский напружений стан

За заданим $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ знайти головні напруження та кут α_0 положення головних площин. Знайти напруження на площинах під кутом α до головних осей. Побудувати кола Мора для отриманого напруженого стану та позначити на ньому напруження $\sigma_\alpha, \tau_\alpha$. Знайти відповідні деформації за допомогою узагальненого закону Гука.

Змістовий модуль 3.

Побудова епюр внутрішніх зусиль

Лекції

Лекція 12. Плоский згин. Згинальні моменти, поперечні сили. Застосування методу перерізів. Диференціальні залежності між внутрішніми зусиллями та зовнішніми навантаженнями.

Лекція 13. Правила побудови епюр. Побудова епюр у консольних та шарнірно-консольних балках. Побудова епюр у криволінійних стержнях, плоских та просторових рамах.

Лекція 14. Розрахунок гнучких ниток. Рівняння кривої провисання. Температурні навантаження.

Практичні заняття

Практичне заняття 10. Побудова епюр внутрішніх зусиль у консольних балках та балках на двох опорах.

Практичне заняття 11. Побудова епюр внутрішніх зусиль у шарнірно-консольних балках, балках з похилими опорами.

Практичне заняття 12. Побудова епюр внутрішніх зусиль в плоских рамах.

Практичне заняття 13. Побудова епюр внутрішніх зусиль в криволінійних стержнях.

Розрахунково-графічна робота №3. Побудова епюр внутрішніх зусиль.

Задача 1. Побудова епюр внутрішніх зусиль

Задано п'ять розрахункових схем стержнів, схема плоскої рами і криволінійного стержня. Потрібно визначити величини та напрямки внутрішніх зусиль та побудувати епюри моментів, поперечних та поздовжніх сил.

Змістовий модуль 4.

Плоский згин. Визначення напружень та переміщень. Перевірка міцності та жорсткості

Лекції

Лекція 15. Чистий згин. Напружено-деформований стан при плоскому згині. Виведення формули нормальних напружень. Поперечний згин. Дотичні напруження при плоскому згині. Виведення формули Журавського. Оцінка міцності.

Лекція 16. Диференціальне рівняння зігнутої осі стержня. Метод початкових параметрів. Перевірка жорсткості.

Лекція 17. Загальні теореми деформування пружних систем. Узагальнені сили та переміщення. Теорема Клапейрона. Робота зовнішніх та внутрішніх сил. Принцип можливих переміщень. Теореми Бетті та Максвелла.

Лекція 18. Метод Максвела-Мора визначення переміщень. Інтеграли Мора. Визначення переміщень при температурних навантаженнях.

Практичні заняття

Практичне заняття 14-15. Розрахунок балки на згин. Визначення напружень при згині. Перевірка міцності.

Практичне заняття 16-17. Визначення переміщень методом початкових параметрів. Перевірка жорсткості балки. Визначення переміщень в стержневих системах методом Максвела-Мора.

Практичне заняття 18. Оптимізація форми поперечного перерізу при плоскому згині.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота №4. Експериментальне дослідження характеру роботи стержня в умовах чистого згину.

Розрахунково-графічна робота №4.

Розрахунок балки на згин

Задача 1 Розрахунок балки на згин

Задано розрахункову схему балки, лінійні розміри та величини навантажень, величини допустимих напружень. Потрібно підібрати поперечний переріз балки, виконати повну перевірку міцності балки; побудувати епюри переміщень та перевірити жорсткість балки.

Методи контролю та оцінювання знань студентів

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю (іспит, захист РГР тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

Розподіл балів, які отримують здобувачі за освітній компонент (екзамен)

Модульний контроль				РГР1	РГР2	РГР3	РГР4	Екзамен	Сума балів
ЗМ 1	ЗМ 2	ЗМ 3	ЗМ 4						
5	5	5	5	15	15	15	15	20	100

Шкала оцінювання балів за модульний контроль

Оцінка	Бали
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Шкала оцінювання балів за розрахунково-графічні роботи

Оцінка	Бали
A	15
B	13
C	12
D	10
E	9

Шкала оцінювання балів за підсумковий тест (екзамен)

Оцінка	Бали
A	20
B	18

C	16
D	14
E	12

Загальна шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка	Бали
A	90-100
B	82-89
C	74-81
D	64-73
E	60-63

Політика щодо академічної доброчесності

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

Політика щодо відвідування

Здобувач, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату факультету документ, який засвідчує ці причини.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування, наукова та науково-практична конференція (круглий стіл) тощо) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу.

Пропущені заняття відпрацьовуються шляхом перегляду відеозаписів лекцій та представлення викладачу власного конспекту лекцій.

Методи контролю

Основні форми участі Здобувачів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, опонування до виступу, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел; письмові завдання (тестові, індивідуальні роботи у формі рефератів); та інші письмові роботи, оформлені відповідно до вимог. Кожна тема курсу, що винесена на лекційні та практичні заняття, відпрацьовується Здобувачами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на лекційних заняттях, активність впродовж семестру, відвідування/відпрацювання усіх аудиторних занять, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни.

При оцінюванні рівня знань Здобувача аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;
- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;
- ступінь сформованості вміння поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;

- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;

- досвід творчої діяльності: вміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;

- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, вміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).

Тестове опитування може проводитись за одним або кількома змістовими модулями. В останньому випадку бали, які нараховуються Здобувачу за відповіді на тестові питання, зараховуються як модульний контроль.

Рекомендована література наведена у цій робочій програмі, а в електронному вигляді вона розміщена на Освітньому сайті КНУБА, на сторінці кафедри.

Текст індивідуального завдання подається викладачу не пізніше, ніж за 2 тижні до початку залікової сесії. Викладач має право вимагати від Здобувача доопрацювання індивідуального завдання, якщо воно не відповідає встановленим вимогам.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності Здобувачів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою для допуску до підсумкової форми контролю. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

Підсумковий контроль здійснюється під час проведення залікової сесії з урахуванням підсумків поточного та модульного контролю. Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою кредитів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.

Умови допуску до підсумкового контролю

Умовою допуску до здачі іспиту є проходження модульного контролю за змістовими модулями 1, 2, 3, виконання розрахунково-графічних робіт та відвідування лекційних занять. З поважної причини (хвороба чи інші обставини непереборної сили) відвідування лекційних занять може бути замінено на виконання реферату за темою лекційного заняття для врахування балів у підсумковому контролі.

Здобувачу, який має підсумкову оцінку за дисципліну (після здачі іспиту) від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Здобувач, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Здобувач має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться Здобувачам до початку вивчення дисципліни.

Методичне забезпечення дисципліни

Підручники:

1. *Писаренко, Г. С.* та ін. Опір матеріалів: Підручник для студ. вищ. навч. закл. / За ред. Г.С. Писаренка. – 2-е вид., доп. і перероб. – Київ: Вища шк., 2004. – 655с.
2. *Шкельов Л.Т.* Опір матеріалів: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Л.Т. Шкельов, А.М. Станкевич, Д.В. Пошивач. К.:ЗАТ «Віпол», 2011. – 456с.
3. *Опір матеріалів з основами теорії пружності й пластичності: У 2 ч., 5 кн.* / За ред. В.Г. Піскунова. – Київ : Вища школа, 1995.

Навчальні посібники:

1. *О.П. Кошевий, Григор'єва Л.О., Д.В. Левківський.* Опір матеріалів в лекціях і задачах: навчальний посібник. Київ: КНУБА; –Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2019. – 340с. ISBN 978-617-7626-86-1
2. *Л.О. Григор'єва, Д.В. Левківський, О.П. Кошевий.* Опір матеріалів з основами теорії пружності: Курс лекцій. Київ: Видавництво Ліра-К, 2021. – 270 с. ISBN 978-617-520-044-5
3. *Збірник задач з опору матеріалів: навч. посіб.* / П.О. Іваненко, Л.О. Григор'єва, О.П. Кошевий та ін. За ред. П.О. Іваненка – Київ: Видавництво Ліра-К, 2021. – 400 с. ISBN 978-617-520-163-3

Методичні роботи:

1. ***Опір матеріалів.*** Змістовий модуль 1. Геометричні характеристики поперечних перерізів. Розтяг та стиск стержнів: методичні рекомендації для самостійної роботи та дистанційного навчання здобувачів вищої освіти. Уклад.: О.П. Кошевий, Л.О. Григор'єва, А.Г. Чубарев, І.Р. Дамнаті. – Київ.: КНУБА, 2024. – 32 с.
2. ***Опір матеріалів з основами теорії пружності.*** Змістовий модуль 2. Статично-невизначувані системи: методичні рекомендації для самостійної роботи та дистанційного навчання здобувачів вищої освіти спеціальності БЦІ. Уклад.: Л.О. Григор'єва, Д.В. Левківський, І.В. Жупаненко, М.О. Янсонс. – Київ.: КНУБА, 2024. – 23 с.
3. ***Опір матеріалів.*** Змістовий модуль 3. Плоский згин. Визначення напружень та переміщень. Перевірка міцності та жорсткості: методичні рекомендації для самостійної роботи та дистанційного навчання здобувачів вищої освіти. Уклад.: О.П. Кошевий, Л.О. Григор'єва, А.Г. Чубарев, І.Р. Дамнаті. – Київ.: КНУБА, 2024. – 32 с.
4. ***Опір матеріалів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.*** / Уклад. І.В.Жупаненко, О.П. Кошевий, О.О. Кошевий. – Київ.: КНУБА, 2023. – 60с.

Додаткові джерела:

1. Збірник задач з опору матеріалів: Навч. посіб. / М. І. Бобир, А. Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін.; за ред. М. І. Бобиря. – К.: Вища шк., 2008. –399 с.
2. Hibbeler, R.C. Mechanics of materials / R.C. Hibbeler. Tenth edition. –NJ: Pearson, 2015. – 900 p.– ISBN 9780134319650
3. Серія відеоуроків та лабораторних робіт з опору матеріалів на Youtube https://www.youtube.com/channel/UC4ptzya-AQGAFDj18iOB_rA ,
https://youtu.be/tibdfe_Q2s8

Інформаційні ресурси:

- <http://library.knuba.edu.ua/> - Бібліотека Київського національного університету будівництва та архітектури.
- <https://org2.knuba.edu.ua/> – Освітній сайт Київського національного університету будівництва та архітектури.
- <http://www.dnabb.org> – Державна наукова архітектурно-будівельна бібліотека ім. В.Г.Заболотного, м. Київ, Контрактова пл., 4
- <http://www.nbu.gov.ua> – Національна бібліотека України ім.Вернадського, м. Київ, пр. Голосіївський, 3
- <http://www.library.gov.ua> – Державна науково-технічна бібліотека України, м. Київ, вул. Антоновича, 180.