

Завідувач кафедри

Александр Кошевий / Олександр КОШЕВИЙ /

«25» травня 2023 р.

Розробник силабуса

Марина Лазарева / Марина ЛАЗАРЕВА /



СИЛАБУС з опору матеріалів

(назва освітньої компоненти (дисципліни))

1) Шифр за освітньою програмою: 131
2) Навчальний рік: 2023-2024
3) Освітній рівень: бакалавр
4) Форма навчання: денна
5) Галузь знань: МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ
6) Спеціальність, назва освітньої програми: Прикладна механіка, Інженерія логістичних систем
8) Статус освітньої компоненти: обов'язкова
9) Семестр: 3, 4
11) Контактні дані викладача: Доцент, к. т. н. Марина ЛАЗАРЕВА, lazareva.mv@knuba.edu.ua (044) 241-54-21, https://www.knuba.edu.ua/faculties/bf/kafedri-bf/kafedra-oporu-materialiv/vikladackij-sklad-4/lazareva-marina-viktorivna-2/ (зазначається посада, вчений ступінь, ПІБ викладача, корпоративна адреса електронної пошти, телефон, посилання на сторінку викладача на сайті КНУБА)
12) Мова викладання: українська
13) Пререквізити: вища математика, теоретична механіка, фізика.
14) Мета курсу: засвоєння навичок для інженерних розрахунків елементів механізмів на міцність, жорсткість, стійкість та економічність

15) Результати навчання:

№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на програмні компетентності
1.	РН1. Вибрати та застосувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи;	Обговорення під час занять, розрахункова робота	Лекції Практичні та лабораторні заняття Консультації	ІК ЗК1 ЗК2 ЗК4 ЗК13 ФК1 ФК2 ФК5
2.	РН3. Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин;	Обговорення під час занять, розрахункова робота	Лекції Практичні та лабораторні заняття Консультації	ІК ЗК2 ЗК13 ФК1 ФК2 ФК5
3.	РН4. Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження;	Обговорення під час занять, розрахункова робота	Лекції Практичні та лабораторні заняття Консультації	ІК ЗК2 ЗК13 ФК1 ФК2 ФК5
4.	РН7. Застосувати нормативні та довідникові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;	Обговорення під час занять, розрахункова робота	Лекції Практичні та лабораторні заняття Консультації	ІК ЗК2 ЗК13

Сума годин:	300
Загальна кількість кредитів ECTS	10
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:	5,0

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

Лекції:

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

Тема 2. Геометричні характеристики поперечних перерізів. Площа перерізу. Статичні моменти площі. Моменти інерції перерізу. Геометричні характеристики простих фігур.

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

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

Тема 4. Визначення стержня як розрахункової моделі. Основні припущення та гіпотези. Зовнішні та внутрішні сили. Метод перерізів. Визначення внутрішніх зусиль в стержневих системах.

Тема 5. Розтяг та стиск стержнів. Побудова епюр внутрішніх зусиль, визначення напружень та переміщень, підбір перерізів. Врахування власної ваги при розтягу (стиску). Статично невизначені системи, що працюють на розтяг (стиск). Умова сумісності деформацій.

Тема 6. Механічні властивості матеріалів. Експериментальні методи дослідження матеріальних характеристик. Зв'язок між напруженнями і деформаціями, закон Гука. Модуль Юнга та модуль зсуву. Граничні напруження.

Тема 7. Плоске згинання. Згинальні моменти, поперечні сили. Застосування методу перерізів та побудова епюр внутрішніх зусиль. Рівняння рівноваги. Правила побудови епюр.

Тема 8. Чистий згин. Напружено-деформований стан при плоскому згині. Виведення формули нормальних напружень. Дотичні напруження при плоскому згині. Виведення формули Журавського. Перевірка міцності балки.

Тема 9. Диференціальне рівняння зігнутої осі стержня. Прогин та кут повороту поперечного перерізу. Метод початкових параметрів. Перевірка жорсткості балки, що працює на згин.

Тема 10. Основні теореми деформування пружних систем. Визначення переміщень за допомогою методу Максвелла-Мора.

Тема 11. Просторовий напружений стан. Закон парності дотичних напружень. Тензор напружень, напруження на похилій площадці. Головні напруження та головні площадки.

Тема 12. Класичні теорії міцності. Граничний напружений стан, умова міцності, допустимі напруження. Критерії міцності.

Тема 13. Чистий зсув. Визначення напружень та деформацій. Умова міцності при зсуві. Розрахунок клепаних, болтових та зварних з'єднань на зріз, зім'яття і розрив.

Тема 14. Кручення валів. Розрахунок на міцність та жорсткість. Кручення стержнів не круглого поперечного перерізу. Кручення тонкостінних стержнів замкнутого профілю. Формула Бредта.

Тема 15. Складний опір. Метод суперпозицій. Згин з крученням: визначення еквівалентних напружень за різними теоріями міцності. Підбір перерізу.

Тема 16. Просторове згинання. Напруження та переміщення при просторовому згинанні. Нейтральна лінія та лінія переміщень. Підбір перерізу. Позацентровий стиск (розтяг): визначення положення нейтральної осі, ядро перерізу, перевірка міцності.

Тема 17. Статично невизначені стержневі системи. Ступінь статичної невизначеності. Метод сил. Канонічні рівняння методу сил.

Тема 18. Нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів.

Тема 19. Побудова епюр внутрішніх зусиль в статично-невизначуваних системах. Визначення напружень та переміщень. Контроль правильності розв'язку.

Тема 20. Розрахунок статично-невизначуваних систем при температурних навантаженнях та осіданні опор.

Тема 21. Стійка та нестійка пружна рівновага. Критична сила. Формула Ейлера для визначення критичних напружень.

Тема 22. Гнучкість стержня. Вплив умов закріплення стержня на величину критичної сили. Пружна та пружно-пластична втрата стійкості. Формула Тетмаєра (Ясинського). Розрахунок на стійкість за допомогою коефіцієнтів зменшення допустимого напруження.

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

Тема 24. Задача Ламе. Розрахунок товстостінного циліндра під дією зовнішнього та внутрішнього тиску.

Тема 25. Розрахунок на динамічні навантаження. Поздовжній та згинальний удар. Визначення коефіцієнта динамічності.

Практичні заняття

Заняття 1. Визначення геометричних характеристик простих фігур та прокатних профілів. Визначення центру ваги складеного перерізу.

Заняття 2. Визначення моментів інерції складеного перерізу. Визначення головних моментів інерції та моментів опору складеного перерізу. Побудова еліпса інерції. Вирішення практичних задач розрахунку геометричних характеристик перерізу.

Заняття 3. Розрахунок стержнів на стиск (розтяг). Визначення зусиль в стержнях. Визначення напружень та переміщень. Підбір перерізів.

Заняття 4. Побудова епюр внутрішніх зусиль у балках на двох опорах та консольних балках.

Заняття 5. Побудова епюр внутрішніх зусиль у шарнірно-консольних балках, балках з проміжним шарніром.

Заняття 6. Побудова епюр внутрішніх зусиль у плоских рамах, горизонтальних рамах під дією вертикального навантаження.

Заняття 7. Побудова епюр внутрішніх зусиль в стержневих системах. Геометричні характеристики перерізів. Контрольна робота.

Заняття 8. Повний розрахунок прокатної балки. Визначення напружень при згині. Перевірка міцності.

Заняття 9. Повний розрахунок прокатної балки. Визначення переміщень методом початкових параметрів. Визначення переміщень методом Мора та графоаналітичним методом.

Заняття 10. Розрахунок прокатної балки. Підбір перерізу. Визначення переміщень методом початкових параметрів. Контрольна робота.

Заняття 11. Розрахунок болтових і клепаних з'єднань на зріз, зминання та відрив. Розрахунок зварних

швів.

Заняття 12. Розрахунок валів на кручення, підбір перерізу, перевірка міцності та жорсткості.

Заняття 13. Розрахунок стержнів на згин з крученням. Розрахунок валів на кручення зі згином. Повна перевірка міцності вала.

Заняття 14. Розрахунок балок на косий згин. Розрахунок колон на позacentровий стиск.

Заняття 15. Складний опір. Контрольна робота.

Заняття 16. Розрахунок статично-невизначуваних стержневих систем. Розкриття статичної невизначеності методом сил.

Заняття 17-18. Розрахунок статично-невизначуваних стержневих систем. Побудова епюр внутрішніх зусиль. Кінематична перевірка. Визначення переміщень.

Заняття 19. Розтяг (стиск). Статично невизначені системи. Умова сумісності деформацій.

Заняття 20. Кручення. Статично невизначені системи.

Заняття 21-22. Розрахунок нерозрізних балок за допомогою рівняння 3-х моментів.

Заняття 23. Стійкість гнучких стержнів. Підбір перерізів стиснутих стержнів при розрахунку на стійкість методом послідовних наближень. Перевірка міцності.

Заняття 24. Стійкість гнучких стержнів. Визначення допустимої та критичної сили. Коефіцієнт запасу стійкості.

Заняття 25. Метод сил. Стійкість гнучких стержнів. Контрольна робота.

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 позacentрово-розтягнутого стержня.

РГР(тематика, зміст):

Розрахунково-графічна робота №1.

Задача 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.

Задача 2. Побудова епюр внутрішніх зусиль.

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

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

Розрахунково-графічна робота №2.

Повний розрахунок статично визначеної 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 №3.

Задача 1. Кручення круглих валів.

Задано: розрахункова схема та лінійні розміри круглого валу з передаточними дисками; потужності приєднаних двигунів, величина допустимого напруження та модуль пружності матеріалу.

Потрібно: побудувати епюру крутильних моментів, підібрати круглий та кільцевий поперечний переріз

валу, визначити кут закручення заданого перерізу.

Задача 2. Розрахунок вала на кручення зі згином.

Задано: розрахункова схема та лінійні розміри круглого вала з передаточними дисками; потужності приєднаних двигунів, кути приєднання шківної передачі, величина допустимого напруження та модуль пружності матеріалу.

Потрібно: побудувати епюри згинальних та крутильних моментів, підібрати круглий та кільцевий поперечний переріз вала, визначити переміщення заданого перерізу.

Задача 3. Розрахунок колони на позацентровий стиск.

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

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

Розрахунково-графічна робота №4.

Задача 1. Розрахунок статично-невизначуваних стержневих систем.

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

Потрібно: розкрити статичну невизначеність методом сил, побудувати епюри дійсних внутрішніх зусиль, провести кінематичну перевірку, підібрати переріз з прокатного двотавру, визначити переміщення заданої точки.

Задача 2. 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 методом послідовних наближень, визначити критичну силу і коефіцієнт запасу.

Задача 3. Визначення допустимої та критичної 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

18) Основна література:

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.

Навчальні посібники:

1. *О.П. Кошевий*, Григор'єва Л.О., Д.В. Левківський. Опір матеріалів в Темах 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.* Геометричні характеристики поперечного перерізу. Побудова епюр внутрішніх зусиль: методичні рекомендації / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський – Київ : КНУБА, 2012. – 68с.
2. *Опір матеріалів.* Геометричні характеристики плоских перерізів. Розтягування (стискування) стержнів. Побудова епюр внутрішніх зусиль в стержневих системах. Пряме плоске згинання балок: Методичні рекомендації, завдання та приклади / Уклад. Л. О. Григор'єва. – К.: КНУБА, 2015.-64 с.
3. *Опір матеріалів.* Повний розрахунок прокатної балки. Складний опір: Методичні рекомендації / А.М. Станкевич, І.В. Жупаненко, Д.В. Левківський. – К: КНУБА, 2013. – 52 с.
4. *Опір матеріалів.* Розрахунок статично-невизначуваних систем. Розрахунок стиснутих та стиснуто-зігнутих стержнів: Методичні рекомендації / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський. – Київ : КНУБА, 2015. – 56с
5. *Опір матеріалів.* Розрахунок вала на кручення та кручення зі згином: методичні рекомендації, завдання та приклади виконання розрахунково-графічних робіт / уклад.: О.П. Кошевий, О.М. Тробюк – Київ: КНУБА, 2014. – 28 с.
6. *Опір матеріалів:* методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / А. М. Станкевич, І. В.

Жупаненко, С. П. Кім. – Київ: КНУБА, 2010. – 51с.

7. 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. – Київ: КНУБА, 2009. – 40 с.

19) 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

Інформаційні ресурси:

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

20) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):

Поточне оцінювання			Підсумковий контроль	Сума
	ЗМ1	ЗМ2		
3 семестр	40	40	20	100
4 семестр	40	40	20	100

21) Умови допуску до підсумкового контролю: відвідування 75% аудиторних занять, здано і захищено всі РГР та лабораторні роботи

22) Політика щодо академічної доброчесності: з метою закріплення навиків інженерних обчислень РГР виконуються самостійно та підлягають захисту (у вигляді тесту або контрольної роботи). На екзамені дозволяється користуватися лише власними записами на окремому листку

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

<https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=199>