

Кафедра будівельної механіки та гідравліки (БМГ)

<https://kart.edu.ua/department/kafedra-bmg>

СИЛАБУС



ОПІР МАТЕРІАЛІВ

I, II семестри 2022-2023 навчального року

135-ЗС-Д21, 106-УКЗ-Д21

Рівень вищої освіти: перший (бакалавр)
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань: 27 Транспорт
Спеціальність: [273 Залізничний транспорт](#)
Освітня програма: [Залізничні споруди та колійне господарство](#)

Команда викладачів:

Лектор: к.т.н., доцент [Люб'як Олексій Вікторович](#)

Контакти: lobiak_bmg@kart.edu.ua

Години прийому та консультацій: 13.00-14.00 вівторок - п'ятниця

Викладач: к.т.н., ст. викл. Петренко Дмитро Григорович

Години прийому та консультацій: 13.00-14.00 понеділок - середа

Веб-сторінки курсу:

Веб сторінка курсу: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=7769>

Додаткові інформаційні матеріали: <https://kart.edu.ua/department/kafedra-bmg>

Чому ви маєте обрати цей курс?

Опір матеріалів – практично перша фахова навчальна дисципліна загальної підготовки бакалаврів, з якою стикається студент. Це наука про міцність, жорсткість та стійкість елементів та деталей конструкцій, яка ставить завдання розробити прості, зручні для практичного застосування методи розрахунків типових елементів конструкцій, що найчастіше зустрічаються.

Опір матеріалів відноситься до фундаментальних дисциплін загальноінженерної підготовки фахівців із технічною освітою. Без фундаментального знання опору матеріалів немислимо створення різноманітних цивільних і промислових споруд, машин і механізмів, мостів, ліній електропередач, кораблів, літаків та ін.

При створенні сучасних машин, будівництві залізничних колій, споруд і т.п. інженер проходить шлях від задуму нової конструкції до виготовлення робочих креслень і потім до виробництва виробів. Відомо, що успіх будь-якого інженерного проекту багато в чому залежить від того, наскільки професійно на ранніх етапах проектування буде виконана робота по забезпеченню міцності створюваного виробу. Тому при випуску робочих креслень всі відповідальні деталі конструкції ретельно «прораховуються» з метою забезпечити необхідну міцність при мінімально можливій вазі виробу.

Тепер стає зрозумілим призначення курсу: в ньому викладаються основи теорії і інженерні методи розрахунків. В подальшому при вивченні спеціальних дисциплін на випускаючих кафедрах ці методи будуть розвиватися стосовно завдань вашої спеціальності і ефективно використовуватися в курсових і дипломних проектах.

Для складних конструкцій активно використовуються спеціалізовані програмні комплекси (ANSYS, Ліра і інші), які дозволяють на основі створеної кінцево-елементної моделі виконати розрахунок не аналітично, а чисельно. Побудова моделі складної конструкції – процес досить тривалий і трудомісткий, тому МСЕ-розрахунки виконуються вже на заключних етапах проектування.

Разом з тим, професійна робота в сучасних програмах розрахунку конструкцій не мислима без базових знань опору матеріалів. Навички та вміння, отримані студентами при вивченні цього курсу, гарантують якісний рівень роботи в програмах чисельного аналізу.

Команда викладачів будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, при роботі в проблемних групах гуртка «[СТАЛЕБЕТОН](#)» і особисто – у робочий час.

Очікувані компетентності

Уміння вирішувати завдання опору матеріалів – це основа надбання професійних компетенцій. Набуті знання, вміння, навички дозволяють студенту виконувати поставлені перед ним професійні завдання з розрахунку споруд на зовнішні впливи. Курс має на меті сформулювати та розвинути наступні компетентності студентів:

- ЗК09. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства; усвідомлення цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідності його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

- ФК 03. Здатність проведення вимірного експерименту з визначення параметрів та характеристик об'єктів залізничного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів.

- ФК 10. Здатність застосовувати методи та засоби технічних вимірювань, технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи при технічному діагностуванні об'єктів залізничного транспорту, їх систем та елементів.

Очікувані результати навчання

- РН 14. Визначати параметри об'єктів залізничного транспорту, їх систем та елементів шляхом проведення вимірювального експерименту з оцінкою його результатів.

- РН 21. Знати методи та вміти використовувати засоби технічних вимірювань, технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи під час технічного діагностування об'єктів залізничного транспорту, їх систем та елементів.

Огляд курсу

Цей курс, який вивчається протягом двох семестрів, дає студентам комплекс знань, умінь і навичок про методи розрахунку елементів будівель та споруд на міцність, стійкість і жорсткість при силових, температурних та інших впливах.

Курс складається з однієї лекції раз на тиждень, одного практичного заняття раз на тиждень та однієї лабораторної роботи один раз на два тижні. Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями.

Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії та розширювати кругозір знань при роботі в проблемних групах гуртка «[СТАЛЕБЕТОН](#)» студентського наукового товариства; відвідування будівельних виставок; екскурсії; участь у міждисциплінарному науковому квесті «[Пошук скарбів науки](#)»; семінарах і студентських конференціях.

Практичні заняття курсу передбачають виконання розрахункової роботи (проекту) з рішенням задач по курсу та перевіркою їх у середовищі програмного комплексу ЛІРА-САПР в комп'ютерному класі (групи від 5-и до 15 осіб) та презентацію власних проектів в кінці курсу. Виконання завдання супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

Лабораторні роботи курсу передбачають проведення дослідів для визначення фізико-механічних характеристик будівельних матеріалів.

Опір матеріалів / схема курсу

Поміркуй	Лекції	Виконай
	Запрошені лектори	
	Довідковий матеріал	
	Лабораторні роботи	
	Презентації	
	Екскурсії	
	Робота у наукових гуртках	
	Наукові семінари	
	Студентські конференції	
	Обговорення в аудиторії	
	Групові завдання	
	Індивідуальні консультації	
Екзамен		

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на [сайті Університету](#), включаючи навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання курсу)

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступної лекції. Під час обговорення ми запропонуємо вам критично поміркувати над тим, як розвивається будівельна галузь і залізничний транспорт в Україні та світі та як пристосувати сучасні технології розрахунку та проектування елементів конструкцій до потреб залізничного транспорту. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що ви думаєте!

Приклади питань для обговорення:

- 1) Які перспективи має в будівельній галузі України та світі застосування фібробетону в сталобетонних конструкціях?
- 2) Виробництво будівельних робіт по закріпленню ґрунтів як один з видів цілеспрямованого штучного перетворення будівельних властивостей ґрунтів за допомогою їх хімічної або фізико-хімічної обробки із застосуванням відповідних технологій.
- 3) Проблеми використання сучасних технологій чисельного аналізу та розрахунку при проектуванні залізничної колії або об'єктів інфраструктури транспорту.

Додаткові матеріали можна знайти у [Facebook](#), на сторінках студентів, аспірантів, докторантів та молодих вчених Українського державного університету залізничного транспорту, а також на спеціалізованих форумах та [YouTube-каналах](#).

Лекції, практичні та лабораторні заняття

Список основних лекцій, практичних та лабораторних занять курсу 1 семестру наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Тижд.	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема лабораторних, практичних семінарських занять
1	2	Лекц.№1. Мета та задачі опору матеріалів. Схеми елементів конструкцій. Основні типи опорних улаштувань. Зовнішні сили та їх класифікація. Поняття про розрахункову схему споруди. Гіпотези та припущення. Внутрішні сили у поперечних перерізах стержнів у загальному випадку дії навантаження.	2	ПР-1 Побудова епюр внутрішніх силових факторів.
2	2	Лекц.№2. Внутрішні зусилля при розтяганні та стисканні. Внутрішні зусилля при крученні. Внутрішні зусилля при згині стержнів з прямою віссю. Внутрішні зусилля в криволінійних стержнях. Епюри внутрішніх зусиль.	2	ПР-2 Побудова епюр внутрішніх силових факторів.
			2	ЛР-1 Випробування на розтягання сталі та інших матеріалів з визначенням основних механічних характеристик.
3	2	Лекц.№3. Напруження та деформації. Компоненти напружень. Складові деформації. Залежність між складовими напружень та складовими деформацій. Диференційні залежності між внутрішніми силами. Призначення геометричних характеристик. Статичні, осьові, полярні та відцентрові моменти інерції площі.	2	ПР-3 Побудова епюр внутрішніх силових факторів.
4	2	Лекц.№4.Зміна осьових та відцентрових моментів інерції при паралельному переносі та при повороті координатних осей. Головні осі та головні моменти інерції. Головні центральні осьові моменти інерції для прямокутника, трикутника, круга. Обчислення моментів інерції складних перерізів. Радіус інерції.	2	ПР-4 Побудова епюр внутрішніх силових факторів.
			2	ЛР-2 Визначення модуля пружності для сталі та інших матеріалів.
5	2	Лекц.№5. Напруження в перерізах, перпендикулярних до осі бруса. Напруження в перерізах похилих до осі бруса. Деформації при розтяганні та стисканні. Поздовжня деформація. Поперечна деформація. Визначення переміщень при розтяганні та стисканні. Розтягання бруса. Статично невизначні системи, які працюють на розтягання або стискання. Розрахунок статично невизначних систем на температурний вплив та неточність виготовлення.	2	ПР-5 Побудова епюр внутрішніх силових факторів. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів
6	2	Лекц.№6. Випробування матеріалів на розтягання та стискання. Діаграми розтягання пластичних та крихких матеріалів. Діаграми стискання різноманітних матеріалів. Вплив різноманітних факторів на механічні характеристики матеріалів (температури, швидкості деформації, технологічних факторів). Потенціальна енергія та робота, яка витрачається на розтягання стержня.	3	ПР-6 Визначення геометричних характеристик плоских перерізів.
			2	ЛР-3 Визначення коефіцієнта Пуассона для сталі та інших матеріалів.

Тижд.	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема лабораторних, практичних семінарських занять
7	2	Лекц.№7. Методи розрахунку елементів будівельних конструкцій: метод граничних станів; метод можливих напружень; метод руйнівних навантажень. Поняття про імовірний метод розрахунку на міцність. Умови міцності. Три типи задач. Плоский напружений стан та плоска деформація.	2	ПР-7 Розрахунок стержнів на розтягання та стискання.
8	2	Лекц.№8. Напруження у точці. Головні напруження. Положення головних площадок. Екстремальні дотичні напруження.	2	ПР-8 Розрахунок стержнів на розтягання та стискання.
			2	ЛР-4 Випробування сталі, чавуну та дерева на стискання з визначенням основних механічних характеристик.
Модульний контроль №1				
9	2	Лекц.№9. Вивчення напружень у трьох вимірах: головні напруження та положення головних площадок; екстремальні значення дотичних напружень; октаедричні напруження. Потенціальна енергія деформації при об'ємному напруженому стані. Приклад дослідження напруженого стану в точці.	2	ПР-9 Основи теорії напруженого стану. Гіпотези міцності та пластичності.
10	2	Лекц.№10. Теорія найбільших нормальних напружень. Теорія найбільших подовжень. Теорія максимальних дотичних напружень. Енергетична теорія міцності.	2	ПР-10 Основи теорії напруженого стану. Гіпотези міцності та пластичності
			2	ЛР-5 Випробування сталі на зріз і дерева на сколювання.
11	2	Лекц.№11. Теорія міцності Мора. Деякі інші підходи до оцінки міцності матеріалів. Чистий згин. Розповсюдження висновків чистого згину на поперечний згин. Виведення формули дотичних напружень.	2	ПР-11 Основи теорії напруженого стану. Гіпотези міцності та пластичності. Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині
12	2	Лекц.№12. Дотичні напруження для прямокутного перерізу. Дотичні напруження для кругового перерізу. Дотичні напруження для трикутного перерізу. Дотичні напруження для двотаврового перерізу.	2	ПР-12 Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині.
			2	ЛР-6 Визначення твердості різних матеріалів методом удавлювання.
13	2	Лекц.№13. Головні напруження при згині балок. Перевірка міцності балок при згині.	2	ПР-13 Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині.
14	2	Лекц.№14. Вигнута вісь прямого бруса. Диференційне рівняння вигнутої осі. Рішення диференційного рівняння методом	2	ПР-14 Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині

Тижд.	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема лабораторних, практичних семінарських занять
		безпосереднього інтегрування. Метод початкових параметрів.	2	ЛР-7 Дослідження деформацій та розподілу нормальних напружень двотаврової балки в зоні чистого згину.
15	2	Лекц.№15. Метод фіктивних навантажень. Метод Мора. Зсув, як окремий випадок згину. Розрахунок з'єднань, які працюють на зсув. Потенціальна енергія при згині.	2	ПР-15 Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині.
			1	ЛР-8 Дослідження деформацій та розподілу нормальних напружень в балці прямокутного перерізу при поперечному згині.
Модульний контроль №2				

Список основних лекцій, практичних та лабораторних занять курсу 2 семестру наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Тижд	Кільк годин	Тема лекції	Кільк годин	Тема лабораторних, практичних семінарських занять
35	2	Лекц.№16. Поняття про зайві зв'язки. Степінь статичної невизначності. Властивості статично невизначних систем. Нерозрізна балка. Умови сумісності деформацій. Побудова та перевірка епюр M та Q .	2	ПР-16 Розрахунок нерозрізних балок
36	2	Лекц.№17. Приклад розрахунку нерозрізної балки.	2	ПР-17 Розрахунок нерозрізних балок
			2	ЛР-9 Визначення прогинів статично невизначної балки.
37	2	Лекц.№18. Балка на пружній основі. Моделі пружних основ та їх властивості. Умови контакту підшви балки та пружної основи. Приклади транспортних конструкцій, які контактують з пружним середовищем. Диференційне рівняння пружної лінії балки, яка лежить на пружній основі. Інтегрування цього рівняння з урахуванням граничних умов. Розрахунок балок кінцевої довжини. Розрахунок нескінченно довгих балок.	2	ПР-18 Розрахунок нерозрізних балок
38	2	Лекц.№19 Кручення стержнів з круглим поперечним перерізом. Напруження в поздовжніх та дотичних перерізах, які проходять через вісь стержня. Статично невизначні задачі при крученні. Потенціальна енергія при крученні круглого стержня. Розрахунок циліндричних пружин з малим кроком витка. Розрахунок на кручення круглих стержнів з урахуванням пластичних деформацій. Умови міцності і жорсткості. Приклад розрахунку.	2	ПР-19 Розрахунок нерозрізних балок. Розрахунок балки на пружній основі
			2	ЛР-10 Випробування на кручення круглого циліндричного стержня.
39	2	Лекц.№20. Загальні положення та передумови. Косий згин.	2	ПР-20 Розрахунок балки на пружній основі
40	2	Лекц.№21. Згин та кручення стержня круглого поперечного перерізу.	2	ПР-21 Розрахунок балки на пружній основі

Тижд	Кільк годин	Тема лекції	Кільк годин	Тема лабораторних, практичних семінарських занять
			2	ЛР-11 Випробування циліндричної пружини на стискання.
41	2	Лекц.№22. Позацентрове розтягання або стискання.	2	ЛР-22 Розрахунок на складний опір та стійкість
42	2	Лекц.№23. Стійкість стиснутих стержнів: поняття про стійкість та критичну силу; формула Ейлера для визначення величини критичної сили; формула Ейлера при різноманітних умовах закріплення кінців стержнів; межі застосування формули Ейлера.	2	ЛР-23 Розрахунок на складний опір та стійкість
			2	ЛР-12 Визначення прогинів при косому згині.
43	2	Лекц.№24. Практичний розрахунок стиснених стержнів; урахування впливу зсувів при визначенні критичної сили. Розрахунок позацентрово стиснутого гнучкого стержня. Поздовжньо-поперечний згин.	2	ЛР-24 Розрахунок на складний опір та стійкість
Модульний контроль №3				
44	2	Лекц.№25. Диференційне рівняння рівноваги. Умови на контурі. Умови сумісності. Функція напружень. Рішення диференційного рівняння плоскої задачі за допомогою цілих поліномів.	2	ЛР-25 Розрахунок на складний опір та стійкість
			3	ЛР-13 Дослідження розподілу напружень при позацентровому стисканні з одним ексцентриситетом, та з двома ексцентриситетами.
45	2	Лекц.№26. Згин консольної балки. Плоска задача в полярних координатах; загальні рівняння; складові деформації. Товста труба під дією рівномірного тиску.	2	ЛР-26 Розрахунок на складний опір та стійкість
46	2	Лекц.№27. Розтягання пластини з малим круглим отвором. Дія зосередженої сили, яка прикладається до прямолінійного кінця нескінченно великої пластини (напівплощини).	2	ЛР-27 Розрахунок на складний опір та стійкість
			2	ЛР-14 Дослідження деформацій і розподілів напружень при згині з крученням.
47	2	Лекц.№28. Загальні положення та поняття. Диференційне рівняння руху системи з одним ступенем свободи. Вільні коливання без урахування сил опору. Вільні коливання з урахуванням сил опору. Вимушені коливання під дією вібраційного навантаження.	2	ЛР-28 Розрахунок на складний опір та стійкість
48	2	Лекц.№29. Розрахунок на раптове навантаження. Розрахунок на дію короткочасного навантаження. Ударне навантаження. Динамічні характеристики будівельних матеріалів та конструкцій. Динамічна жорсткість. Явище втомленості.	2	ЛР-29 Дослідження об'ємного та плоского напружених станів
			2	ЛР-15 Дослідження явища втрати стійкості стиснутих стержнів.
49	2	Лекц.№30. Нові напрямки в розрахунках на міцність, жорсткість, стійкість, довговічність у зв'язку з застосуванням комп'ютера. Нові експериментальні методи дослідження напружень та деформацій. Проблема оптимального проектування конструкцій, зниження їх вартості, матеріалоемності при забезпеченні високого рівня надійності. Актуальні задачі розвитку механіки жорсткого деформованого тіла і досягнення у цій галузі вітчизняної та закордонної науки.	2	ЛР-30 Динамічна дія навантаження.
Модульний контроль №4				

Правила оцінювання

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти за модуль, становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульний контроль). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає оцінку за семестр.

Формування оцінки за 100-бальною шкалою

Максимальна кількість балів	
Вид контролю	Сума балів
Поточний контроль: 1) індивідуальні завдання 2) практичні заняття	до 60
	до 40
	до 20
Модульний контроль	до 40

Примітки. До поточного контролю входять сумарні бали за виконання індивідуальних завдань, оцінювання результатів виконання практичних навчальних занять

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Екзамен:

Студент отримує підсумкову оцінку за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає підсумковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на екзамені.

Експерсії

Впродовж семестру заплановано 2 експерсії в вiдомi проєктнi органiзацiї: [«Проектно-вишуквальний iнститут залiзничного транспорту» Акцiонерного товариства «Українська залiзниця»](#) та [ТОВ "IНСТИТУТ ПРОЕКТУВАННЯ IНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ"](#);

- вiдвiдування проєктних компанiй (наприклад, [AVESTA](#))
- вiдвiдування будiвельної виставки KHARKIVBUILD&ENERGY;
- вiдвiдування об'єктiв будiвництва (наприклад, ТОВ «[НОВОБАВАРСЬКИЙ БЕТОН](#)»).

За результатами експерсiй студенту пропонується зробити коротку презентацiю (до 10 слайдiв), яка буде оцiнюватися додатковими балами ([за потреби](#)). **Максимальна сума становить 5 балiв за презентацiю.**

Кодекс академiчної доброчесностi

Кодекс академiчної доброчесностi Українського державного унiверситету залiзничного транспорту установлює загальнi етичнi принципи та правила поведiнки, якими мають керуватися студенти, аспiранти, викладачi, адмiнiстрацiя та спiвробiтники унiверситету (далi – учасники освiтнього процесу) пiд час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) дiяльностi, визначає полiтику i процедури забезпечення дотримання академiчної доброчесностi в унiверситетi. Порушення Кодексу академiчної доброчесностi Українського державного унiверситету залiзничного транспорту є серйозним порушенням, навiть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/06/kodex.pdf>.

Зокрема, дотримання Кодексу академiчної доброчесностi УкрДУЗТ означає, що вся робота на iспитах та залiках має виконуватися iндивiдуально. Пiд час виконання самостiйної роботи студенти можуть консультиватися з викладачами та з iншими студентами, але повиннi самостiйно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, умiннями та навичками. Посилання на всi ресурси та джерела (наприклад, у звiтах, самостiйних роботах чи презентацiях) повиннi бути чiтко визначенi та оформленi належним чином. У разi спiльної роботи з iншими студентами над виконанням iндивiдуальних завдань, ви повиннi зазначити ступiнь їх залученостi до роботи.

Iнтеграцiя студентiв iз обмеженими можливостями

Вища освiта є провiдним чинником пiдвищення соцiального статусу, досягнення духовної, матерiальної незалежностi i соцiалiзацiї молодi з обмеженими функцiональними можливостями й вiдображає стан розвитку демократичних процесiв i гуманiзацiї суспiльства.

Для iнтеграцiї студентiв iз обмеженими можливостями в освiтнiй процес Українського державного унiверситету залiзничного транспорту створена система дистанцiйного навчання на основi сучасних педагогiчних, iнформацiйних, телекомунiкацiйних технологiй.

Доступ до матерiалiв дистанцiйного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=7769>