

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра механіки



Затверджено
На засіданні кафедри механіки
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 9 від 10.06 2021 р.)

В.о. завідувача кафедри Андрейків О. Є.

Силабус з навчальної дисципліни
“Опір матеріалів”,
що викладається в межах ОПП “Математичне моделювання та
комп’ютерна механіка”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 113 – Прикладна математика

Назва дисципліни	Опір матеріалів
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет механіко-математичний Кафедра механіки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 – Математика та статистика 113 – Прикладна математика
Викладачі дисципліни	Станкевич Володимир Зенонович, доцент
Контактна інформація викладачів	stan_volodja@yahoo.com; https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/ ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 148. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі онлайн-консультації через платформу ZOOM. Для погодження часу онлайн-консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити.
Сторінка курсу	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/strength-of-materials-program-mathematical-modeling-and-computer-mechanics
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Опір матеріалів” є нормативною дисципліною зі спеціальності 113 – Прикладна математика для освітньої програми “Математичне моделювання та комп’ютерна механіка”, яка викладається в 5-му та 6-му семестрах в обсязі 8-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Опір матеріалів є фундаментальною загальнонауковою дисципліною, яка базується на висновках теоретичної механіки й використовує відповідний математичний апарат, розглядає питання пружного деформування, міцності, жорсткості та стійкості конструктивних елементів машин і споруд. Вивчення опору матеріалів дає знання для розуміння механічних явищ та поведінки типових елементів машин, споруд та іншої техніки, які необхідно враховувати у практиці проектування та експлуатації, а також для самостійного вирішення нових технологічних і конструкторських завдань. Ця дисципліна розвиває у студентів навички по математичному моделюванню (вибір розрахункових схем) реальних об’єктів з відповідним вибором розрахункових формул для оцінки їх міцності та жорсткості для забезпечення надійності роботи конструктивних елементів.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення дисципліни “Опір матеріалів” є: освоєння студентами теоретичних і практичних основ розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість стрижневих елементів конструкцій; застосування обчислювальної техніки для аналізу напружено-деформованого стану пружних тіл.
Література для вивчення дисципліни	<i>Базова література</i> 1. Писаренко Г.С. Опір матеріалів /Г.С. Писаренко, О.Я. Квітка, Е.С. Уманський. – К. : Вища школа, 2004. – 635 с. 2. Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності / За ред. проф. Піскунова В.Г. У 2ч. 5 кн. – К. : Вища школа, 1994.

	<p>3. Гурняк Л.І. Опір матеріалів / Л.І. Гурняк, Ю.В. Гуцуляк, Т.В. Юзьків – Львів : “Новий світ-2000”, 2005. – 364 с.</p> <p>4. Швабюк В.І. Опір матеріалів / В. І. Швабюк. – К. : Знання, 2016. – 407 с.</p> <p>5. Лебедев А.О. Механіка матеріалів для інженерів: навч. посіб. / А.О. Лебедев, М.І. Бобир, В.П. Ламашевський. – К. : НТУУ “КПІ”, 2006. – 288 с.</p> <p style="text-align: center;"><i>Додаткова література</i></p> <p>6. Посацький С.Л. "Опір матеріалів". Вид-во ЛДУ, 1973.</p> <p>7. Ольховий І.М., Стасюк Б.М., Станкевич В.З. Короткий курс опору матеріалів. Вид-во НУ "ЛП", 2004 р.</p> <p>8. Андрейків О.Є., Штаюра С.Т. Експериментальна механіка матеріалів. Ч. 1 – Львів: В-во ЛНУ, 2003.</p> <p>9. Афанасьев А.М., Марьин В.А. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов. – М., 1975.</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 240 годин. Аудиторних занять: 160 год., з них 80 год. лекцій та 80 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 80 год.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p><u>Знати:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – основні гіпотези та закони опору матеріалів як частини механіки деформованого твердого тіла; – основні фізико-механічні властивості матеріалів та їх поведінку в різноманітних умовах експлуатації; – методи розрахунку елементів конструкцій та споруд на міцність, жорсткість та стійкість; – порядок розрахунку статично визначуваних та невизначуваних стрижневих систем; – методику експериментального визначення констант матеріалу та його основних механічних характеристик; <p><u>Вміти:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – вибирати математичну модель (розрахункову схему) реального об'єкта; – вибирати раціональні форми елементів конструкцій та необхідні матеріали; – вибирати та застосовувати найбільш оптимальні методи розрахунку; – проводити аналітичний розрахунок на міцність та жорсткість стрижневих елементів конструкцій при простих видах деформацій (розтягу, стиску, кручення, згину) та їх сумісній дії; – проводити розрахунок на стійкість та визначати критичні параметри стрижневих систем.
Ключові слова	Нормальні і дотичні напруження, розрахункова схема, стійкість стрижнів, допустимі напруження, кручення, згин, розтяг, метод сил, статично-невизначувані стрижневі системи, рівняння сумісності деформацій, теорії міцності, внутрішні силові фактори, інтеграл Мора.
Формат курсу	Очний, дистанційний Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.

Теми	<p>1. Предмет, основні завдання, гіпотези, об'єкти дослідження в опорі матеріалів.</p> <p>2. Розтягування-стискування прямолінійних стрижнів. Розрахунок статично невизначуваних стрижневих систем методом допустимих напружень та методом руйнівних навантажень.</p> <p>3. Скручування валів круглого і некруглого перерізів. Розрахунок на міцність і жорсткість валів під час скручування.</p> <p>4. Геометричні характеристики плоских перерізів.</p> <p>5. Основи теорії напруженого та деформованого стану в точці тіла. Поняття про тензор напружень. Види напружених станів. Узагальнений та об'ємний закони Гука.</p> <p>6. Прямий згин балок. Повна перевірка міцності балки. Розрахунок балок на жорсткість.</p> <p>7. Поздовжній згин прямого стрижня. Практичний розрахунок стиснутих стрижнів на стійкість.</p> <p>8. Косий згин балки. Позацентрове розтягування (стискування) бруса великої жорсткості. Сумісний згин зі скручуванням брусів круглого та прямокутного поперечних перерізів.</p> <p>9. Рами та ферми, криволінійні стрижневі системи. Статично визначувані і невизначувані стрижневі системи. Поняття узагальнених сил. Дійсні і можливі переміщення.</p> <p>10. Інтеграл Мора визначення переміщень у стрижневих системах. Метод сил розкриття статичної невизначуваності стрижневих систем. Канонічні рівняння методу сил.</p> <p>11. Багатопробонні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів.</p> <p>12. Розрахунок тонкостінних резервуарів.</p> <p>13. Ударні навантаження. Розрахунок стрижневих систем на міцність і жорсткість під поздовжнім, крутним та поперечним ударами.</p> <p>14. Циклічні навантаження. Параметри циклу напружень. Практичні розрахунки на втомну міцність.</p> <p>15. Розрахунки стрижневих елементів конструкцій за межею пружності матеріалу.</p>
Підсумковий контроль, форма	Іспит у кінці курсу
Пререквізити	<p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретичної механіки; - математичного аналізу; - диференціальних рівнянь <p>достатніх для сприйняття методів розрахунку елементів конструкцій.</p>
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p>Презентації, лекції</p> <p>Індивідуальні завдання</p> <p>Лабораторні роботи</p>
Необхідне обладнання	Комп'ютер, смартфон з доступом до Internet, лабораторне обладнання.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • індивідуальні завдання : 25% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 25;

<p>навчальної діяльності)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • опрацювання лекційного матеріалу : 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10; • виконання лабораторних робіт : 15% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 15; • екзамен: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають дві контрольні та лабораторні роботи.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до екзамену.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Вступ. Задачі опору матеріалів. Розрахункова схема. Гіпотези опору матеріалів. – Розтягування та стискування прямолінійних стрижнів. Повздовжня сила. Статично-визначувані та статично-невизначувані стрижневі системи. Розрахунки на міцність і жорсткість стрижневих систем під розтягуванням (стискуванням). – Скручування брусів круглого та некруглого перерізів. Крутний момент. Розрахунки на міцність і жорсткість при крученні. – Види напруженого стану в точці тіла (лінійний, плоский та просторовий). Закон Гука. – Теорії міцності. – Прямий згин балки. Згинальний момент та перерізувальна сила. Диференціальні залежності між ними. Побудова епюр внутрішніх зусиль при прямому згині балки. – Нормальні та дотичні напруження при згині балки. – Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Метод початкових параметрів. – Складний опір (косий згин балки, позацентрове розтягування-стискування бруса, сумісний згин зі скручуванням). – Рами та ферми. Статично невизначувані стрижневі системи.

	Узагальнені сили і переміщення. Робота зовнішніх і внутрішніх сил. – Теорема взаємності робіт. Метод Мора. – Метод сил розкриття статичної невизначуваності стрижневих систем. – Стійкість стиснутих стрижнів. Задача Ейлера. – Розрахунок тонкостінних резервуарів
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
5-й семестр					
1	Тема 1. Вступ. Предмет, основні завдання, гіпотези, об'єкти дослідження в опорі матеріалів. Вибір розрахункової схеми реальних об'єктів. Зовнішні сили, їх класифікація. Внутрішні сили. Метод перерізів. Внутрішні силові фактори. Поняття про напруження та деформації. Види деформацій (розтягування-стискування, згин, скручування).	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
1	Тема 1. Побудова епюр внутрішніх зусиль під час розтягування (стискування) стрижнів.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
2	Тема 2. Розтягування-стискування прямолінійних стрижнів. Внутрішні сили та побудова їх епюр. Напруження та деформації. Закон Гука. Методи розрахунку на міцність.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
2	Тема 2. Визначення напружень в статично визначуваних стрижневих системах під дією розтягування (стискування) сил. Розрахунок на міцність та жорсткість.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
3	Тема 3. Експериментальне вивчення механічних властивостей матеріалів. Діаграма розтягу маловуглецевої сталі, умовна та дійсна діаграми напружень. Механічні характеристики міцності та пластичності матеріалу. Діаграми напружень при розтягуванні та стискуванні інших матеріалів. Пластичне і крихке руйнування. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
3	Тема 2. Розрахунки статично-невизначуваних стрижневих систем під час розтягування (стискування).	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень

4	Тема 4. Статично невизначувані задачі при розтягуванні (стискуванні). Розрахунок статично невизначуваних стрижневих систем методом допустимих напружень та методом руйнівних навантажень. Монтажні та температурні напруження.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
4	Тема 4. Комп'ютерна симуляція дослідження напружено-деформівного стану стрижневих конструкцій під розтягуванням (стискуванням).	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
5	Тема 5. Скручування валів круглого перерізу. Крутні моменти та їх епюри. Напруження та деформації валів. Розрахунок на міцність і жорсткість валів під час скручування.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
5	Тема 5. Розрахунок на міцність і жорсткість брусів круглого і некруглого перерізів під скручуванням.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
6	Тема 6. Скручування брусів некруглого перерізу. Статично-невизначувані задачі на скручування.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
6	Тема 6. Комп'ютерна симуляція дослідження напружено-деформівного стану валу під скручуванням.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
7	Тема 7. Геометричні характеристики плоских перерізів. Залежності між моментами інерції при паралельному переносі та повороті координатних осей. Головні осі та головні моменти інерції.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
7	Тема 7. Знаходження геометричних характеристик плоских перерізів.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
8	Тема 8. Основи теорії напруженого та деформованого стану в точці тіла. Поняття про тензор напружень. Напруження на нахилених площинках. Головні площинки та головні напруження.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
8	Тема 8. Дослідження напружено-деформівного стану в точці тіла за лінійного напруженого стану.	лаб.	[6–9]	2	–
9	Тема 9. Види напружених станів. Узагальнений та об'ємний закони Гука. Залежність між пружними константами ізотропного матеріалу. Потенціальна енергія пружної деформації тіла.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
9	Тема 9. Дослідження напружено-деформівного стану в точці тіла за плоского і об'ємного напружених станів.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
10	Тема 10. Критерії міцності для	лек.	[1–5]	2	1 тиждень

	простих навантажень, поняття еквівалентних напружень. Крихке та пластичне руйнування. Умови міцності за різними критеріями.				
10	Тема 10. Комп'ютерна симуляція дослідження напружено-деформівного стану в елементі конструкцій.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
11	Тема 11. Практичні розрахунки на зріз та зминання болтових і заклепувальних з'єднань.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
11	Тема 11. Розрахунки на зріз та зминання болтових і заклепувальних з'єднань.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
12	Тема 12. Прямий згин балок. Загальні поняття, типи балок та їх опор. Поперечні сили і згинальні моменти, їх епюри. Диференціальні залежності між згинальним моментом, поперечною силою та інтенсивністю розподіленого навантаження.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
12	Тема 12. Побудова епюр внутрішніх силових факторів при прямому згині балки.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
13	Тема 13. Нормальні напруження при чистому та поперечному згині балки. Розрахунок на міцність, умова міцності. Рациональна форма поперечного перерізу балки. Балки змінного поперечного перерізу.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
13	Тема 13. Комп'ютерна симуляція дослідження напружено-деформівного стану балки під згином.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
14	Тема 14. Дотичні напруження при поперечному згині. Формула Журавського. Головні напруження при згині. Траєкторії головних напружень. Повна перевірка міцності балки.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
14	Тема 14. Повна перевірка балок на міцність при прямому згині.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
15	Тема 15. Визначення переміщень при згині. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки та його інтегрування. Універсальне рівняння зігнутої осі балки. Метод початкових перерізів. Розрахунок балок на жорсткість.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
15	Тема 15. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Розрахунок балок на жорсткість.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
16	Тема 16. Балка на пружній основі.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
16	Тема 16. Розрахунок на міцність балок з крихких матеріалів.	лаб.	[6–9]		1 тиждень
16	Проведення іспиту				

6-й семестр					
17	Тема 17. Поздовжній згин прямого стрижня. Поняття про стійкі та нестійкі форми рівноваги, критичне навантаження. Формула Ейлера для визначення критичної сили прямого стрижня та межі її застосування.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
17	Тема 17. Розрахунок стиснутих стрижнів на стійкість.	лаб.	[6–9]	4	1 тиждень
18	Тема 18. Практичний розрахунок стиснутих стрижнів на стійкість. Вплив способів закріплення кінців стрижня на величину критичної сили. Втрата стійкості за межами дії закону Гука, формула Ясінського.	лек.	[1–5]	4	1 тиждень
18	Тема 18. Комп'ютерна симуляція повздовжнього згину стиснутих стрижнів.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
19	Тема 19. Косий згин балки. Просторовий та плоский косі згини. Розрахунки на міцність і жорсткість балок при косому згині.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
19	Тема 19. Розрахунки на міцність при косому згині балки.	лаб.	[6–9]	4	1 тиждень
20	Тема 20. Позацентрове розтягування (стискування) бруса великої жорсткості. Розрахунок бруса на міцність. Ядро перерізу.	лек.	[1–5]	4	1 тиждень
20	Тема 20. Розрахунки на міцність при розтягуванні (стискуванні) бруса.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
21	Тема 21. Сумісний згин зі скручуванням брусів круглого та прямокутного поперечних перерізів. Поняття еквівалентного моменту.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
21	Тема 21. Розрахунки на міцність брусів круглого та прямокутного перерізів при сумісному згині зі скручуванням.	лаб.	[6–9]	4	1 тиждень
22	Тема 22. Рами та ферми, криволінійні стрижневі системи. Статично визначувані і невизначувані стрижневі системи. Епюри внутрішніх зусиль.	лек.	[1–5]	4	1 тиждень
22	Тема 22. Побудова епюр внутрішніх зусиль для плоских і просторових статично-визначуваних рам.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
23	Тема 23. Поняття узагальнених сил. Дійсні і можливі переміщення. Робота зовнішніх і внутрішніх зусиль. Теорема взаємності робіт Бетті.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
23	Тема 23. Розрахунок на міцність плоских статично-визначуваних рам.	лаб.	[6–9]	4	1 тиждень

24	Тема 24. Інтеграл Мора визначення переміщень у стрижневих системах. Способи обчислення інтегралу Мора (Верещагіна, Сімпсона-Карнаухова).	лек.	[1–5]	4	1 тиждень
24	Тема 24. Визначення пружних переміщень у стрижневих системах за допомогою інтеграла Мора.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
25	Тема 25. Метод сил розкриття статичної невизначуваності стрижневих систем. Канонічні рівняння методу сил.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
25	Тема 25. Розрахунок статично-невизначуваних стрижневих систем методом сил.	лаб.	[6–9]	4	1 тиждень
26	Тема 26. Багатопробіжні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів.	лек.	[1–5]	4	1 тиждень
26	Тема 26. Комп'ютерна симуляція статично-невизначуваних стрижневих конструкцій.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
27	Тема 27. Розрахунок тонкостінних резервуарів.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
27	Тема 27. Комп'ютерна симуляція тонкостінних (пластинки, оболонки) елементів конструкцій.	лаб.	[6–9]	4	1 тиждень
28	Тема 28. Динамічні навантаження. Види динамічних навантажень. Поняття динамічних коефіцієнтів.	лек.	[1–5]	4	1 тиждень
28	Тема 28. Розрахунок стрижневих систем на міцність і жорсткість під поздовжніми та крутними ударними навантаженнями.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
29	Тема 29. Ударні навантаження. Розрахунок стрижневих систем на міцність і жорсткість під поздовжнім, крутним та поперечним ударами.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
29	Тема 29. Розрахунок стрижневих систем на міцність і жорсткість при поперечних ударних навантаженнях.	лаб.	[6–9]	4	1 тиждень
30	Тема 30. Циклічні навантаження. Параметри циклу напружень. Крива Велера. Поняття концентраторів напружень.	лек.	[1–5]	4	1 тиждень
30	Тема 30. Комп'ютерна симуляція циклічних навантажень елементів конструкцій.	лаб.	[6–9]	2	1 тиждень
31	Тема 31. Фактори, які впливають на коефіцієнт втомної міцності. Практичні розрахунки на втомну міцність.	лек.	[1–5]	2	1 тиждень
31	Тема 31. Розрахунок валу на втомну міцність.	лаб.	[6–9]	4	1 тиждень
32	Тема 32. Розрахунки стрижневих елементів конструкцій за межею пружності матеріалу.	лек.	[1–5]	4	1 тиждень
32	Проведення іспиту			2	1 тиждень
Разом:				160	–

