



МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Частина 1. Опір матеріалів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Заочна, змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2-й курс, 3 семестр (осінній)</i>
Обсяг дисципліни	<i>7 кредитів / 210 годин (лекції – 6 год.; практичні – 2 год.; лабораторні – 2 год.; самостійна робота – 200 год)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>згідно www.rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент, Грабовський Анатолій Павлович, (050) 948 44 06; ap48@ukr.net</i> Практичні / Семінарські: <i>к.т.н., доцент, Грабовський Анатолій Павлович, (050) 948 44 06; ap48@ukr.net</i> Лабораторні: <i>к.т.н., доцент, Грабовський Анатолій Павлович, (050) 948 44 06; ap48@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B41.html</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Науково-технічний розвиток суспільства потребує від спеціалістів постійного вдосконалення та покращання якості машин, конструкцій та споруд. Важливою умовою вирішення цього завдання є розв'язання питань пов'язаних з міцністю, жорсткістю та стійкістю елементів конструкцій, що є підґрунтям для їх надійної роботи.

«Механіка матеріалів і конструкцій» є навчальною дисципліною, в якій викладаються методи розв'язання зазначених задач. Це найбільш загальна дисципліна про міцність машин і споруд без якої неможлива повноцінна фахова підготовка інженера будь-якої спеціальності.

При вивченні кредитного модуля студенти опановують принципи аналізу напружено-деформованого стану тіла, освоюють інженерні методи розрахунків стержнів та стержневих систем на міцність і жорсткість при найпростіших видах їх навантажень, вивчають механічні властивості основних конструкційних матеріалів та оволодівають методами з їх визначення при статичному навантаженні.

При вивченні дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» студенти набувають ряд фахових компетенцій, що забезпечують їм відповідний рівень кваліфікації за обраною спеціальністю. А саме:

Фахові компетентності:

- ФК2: здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності;
- ФК5: здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

Програмні результати навчання:

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- РН3: вміти виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин;
- РН4: вміти оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.
- РН17 Знати і розуміти механізм формування напружень і деформацій при зварюванні, принципи і способи зменшення зварювальних напружень, деформацій та переміщень у зварних конструкціях, практично використовувати розрахункові та експериментальні методи визначення параметрів залишкового напружено-деформованого стану.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Курс “Механіка матеріалів і конструкцій” відноситься до загально інженерних дисциплін. Він ґрунтується у теоретичній частині на таких дисциплінах, як “Вища математика” та “Теоретична механіка”. Знання, здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни, використовуються в подальшому при вивченні таких курсів як “Деталі машин і основи конструювання”, “Механіка матеріалів і конструкцій. Курсова робота”, “Виробництво конструкцій. Курсовий проект” .

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні поняття, гіпотези та принципи

Тема 1. Завдання і предмет навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій». Основні моделі матеріалу, форми тіла, навантажень, опор.

Тема 2. Модель міцнісної надійності, основні етапи та принципи побудови: реальна конструкція та її розрахункова схема; основні гіпотези і принципи механіки матеріалів і конструкцій; внутрішні сили та методи їх визначення, епюри внутрішніх сил для стержнів, напруження, переміщення, деформації; оцінка міцнісної надійності деформованого тіла та поняття про запас міцності.

Розділ 2. Геометричні характеристики плоских перерізів

Тема 3. Площа, статичні моменти площ, моменти інерції. Визначення моментів інерції відносно паралельних осей та при повороті осей координат. Навчальні матеріали та ресурси.

Тема 4. Головні осі та головні моменти інерції, їх визначення. Моменти інерції простих та складних фігур.

Розділ 3. Розтягання і стискання стержнів. механічні характеристики матеріалів за чистого розтягу і стиску

Тема 5. Визначення напружень і деформацій за розтягу-стиску. Потенціальна енергія деформації стержня за розтягу-стиску.

Тема 6. Визначення основних механічних характеристик матеріалів при розтяганні і стисканні. Визначення допустимих напружень.

Розділ 4. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів за розтягання і стиск

Тема 7. Умови міцності і жорсткості стержнів за розтягання і стискання.

Тема 8. Розрахунки на міцність і жорсткість статично визначуваних стержнів.

Тема 9. Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначуваних стержнів.

Розділ 5. Основи теорії напруженого і деформованого стану

Тема 10. Напружений стан тіла в точці: тензор напружень; головні осі та головні напруження; види напруженого стану; октаедричні площадки та октаедричні напруження; найбільші дотичні напруження; плоский і лінійний напружений стан.

Тема 11. Деформований стан тіла в точці: взаємозв'язок між переміщеннями і деформаціями (рівняння Коші); тензор деформацій; об'ємна деформація.

Тема 12. Узагальнений закон Гука.

Тема 13. Потенціальна енергія деформації в загальному випадку напруженого стану.

Розділ 6. Критерії міцності

Тема 14. Поняття про критерій міцності.

Тема 15. Теорії міцності.

Розділ 7. Розрахунки на міцність стержнів при зсуві (зрізі) та зминанні

Тема 16. Визначення напружень при зсуві (зрізі) стержня.

Тема 17. Практичні розрахунки на зріз і зминання.

Тема 18. Чистий зсув.

Розділ 8. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів при чистому крученні

Тема 19. Кручення круглого стержня.

Тема 20. Кручення стержнів некруглого перерізу та тонкостінного профілю.

Тема 21. Потенціальна енергія деформації стержня при крученні.

Тема 22. Розрахунок гвинтових циліндричних пружин з малим кроком.

Розділ 9. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів при плоскому згині

Тема 23. Напруження в прямому стержні при чистому згинанні.

Тема 24. Дотичні напруження в стержні при плоскому поперечному згинанні.

Тема 25. Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні.

Тема 26. Згинання тонкостінних профілів.

Тема 27. Розрахунки на жорсткість при згинанні: переміщення в стержнях при згинанні; диференціальне рівняння пружної лінії стержня; метод початкових параметрів.

Тема 28. Потенціальна енергія деформації стержня при згинанні.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Механіка матеріалів і конструкцій частина 1 просте навантаження [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / [А. Є. Бабенко, О. О. Боронко, С. М. Шукаєв та ін.] // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/57016/1/Navch_Posib_MMK_Chastyna_1_Proste_na_vantazhennia.pdf.
2. Писаренко Г.С. Опір матеріалів: підруч. / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с. *)
3. Заховайко О. П. Опір матеріалів: Розрахунки стержнів і стержневих систем при простих видах навантажень [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / О. П. Заховайко. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 274 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/14494>
4. 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.: іл. *)

Додаткова література

5. Збірник задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – 570 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1885>.
6. Заховайко О.П. Збірник конкурсних задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / О.П. Заховайко, В.А. Колодежний, С.І. Трубочев. – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – 320 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1007>.
7. Методичні вказівки до виконання курсової і розрахунково-графічної робіт з дисципліни «Опір матеріалів» (завдання і приклади розрахунків) для студентів технічних напрямів підготовки усіх форм навчання/ Уклад.: А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, Б.І. Ковальчук, С.М. Шукаєв, Г.Є. Візерська, О.П. Заховайко, С.І. Трубочев, В.А. Колодежний, А.М. Бабак. – К.: ІВК “Видавництво «Політехніка»”, 2010. – 108 с. <http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali-3/metodichni-vkazivki.html>
8. Приклади розв’язання типових задач з опору матеріалів: Метод. вказівки до викон. курс. роботи з дисц. “Опір матеріалів” для студ. техн. спец. Усіх форм навчання / Уклад.: Б.І. Ковальчук, С.М. Шукаєв, О.П. Заховайко, Д.Ю. Шпак. – К.: ІВЦ “Видавництво “Політехніка”, 2003. – Ч. І.- 68 с. <http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali-3/metodichni-vkazivki.html>.
9. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості: Підручник / М.С. Можаровський. – К.: Вища шк., 2002. – 308 с. *)

*) Вказана література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Курс складається з лекцій, практичних та лабораторних занять і самостійного вивчення студентами основних питань. На лекційних заняттях основна увага приділяється вивченню теоретичних основ дисципліни. Лабораторні роботи та практичні заняття направлені на поглиблення теоретичних знань.

Для успішного засвоєння курсу слід передбачити тісний взаємозв'язок всіх видів занять - лекційних, практичних та індивідуальних. Теоретичний матеріал, викладений на лекційних заняттях є основою для вирішення інженерних завдань, що виконуються на практичних і лабораторних заняттях та під час виконання індивідуальних самостійних завдань. Це дозволяє поглибити знання з кожної теми.

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу)	Кількість ауд. годин
Лекція 1	Тема 1. Завдання і предмет навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій». Основні моделі матеріалу, форми тіла, навантажень, опор. Завдання курсу та його місце серед загальноінженерних дисциплін. Матеріал і його модель. Основні моделі форми тіл. Моделювання навантаження. Опори конструкцій та їх моделі. Тема 2. Модель міцнісної надійності: основні етапи та принципи побудови . Внутрішні сили та метод перерізів для їх визначення. Найпростіші види навантаження стержня. Побудова епюр внутрішніх сил для стержнів. Напруження. Переміщення і деформації. Оцінка міцнісної надійності деформованого тіла. Запас міцності. Література: основна – [1,2]; додаткова –[5,6,7].	2
Лекція 2	Тема 6. Визначення основних механічних характеристик матеріалів при розтяганні і стисканні. Визначення допустимих напружень. Діаграма розтягання в абсолютних і відносних координатах. Визначення механічних характеристик матеріалу за діаграмою розтягання. Тема 7. Умови міцності і жорсткості стержнів за розтягання і стискання. Умови міцності і жорсткості. Основні види розрахунків стержнів з використанням умов міцності і жорсткості. Література: основна – [1,2]; додаткова –[5,6,7].	2
Лекція 3	Тема 16. Визначення напружень при зсуві (зрізі) стержня. Зріз і зминання стержнів. Умови міцності на зріз і зминання. Тема 17. Практичні розрахунки на зріз і зминання. Розрахунки на міцність при зрізі. Розрахунки на міцність при зминанні. Тема 19. Кручення круглого стержня. Визначення напружень і деформацій. Умова міцності і жорсткості. Характер руйнування стержня при крученні. Тема 23. Напруження в прямому стержні при чистому згинанні. Розв’язання інтегрального рівняння рівноваги для чистого згину стержня. Гіпотеза плоских перерізів для стержня за чистого згину. Тема 25. Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні. Аналіз напруженого стану стержня по висоті перерізу за плоского поперечного згинання. Умови міцності. Тема 27. Розрахунки на жорсткість при згинанні. Переміщення в стержнях при згинанні. Диференціальне рівняння пружної лінії стержня. Література: основна – [1,2,3]; додаткова –[5,6,7,9].	2
	Загалом	6

Практичні заняття

Основними завданнями практичних занять є закріплення теоретичних положень освітнього компоненту, формування умінь та отримання досвіду з вирішення типових задач діяльності. Практичні заняття охоплюють основні теми лекційного матеріалу і розглядають питання практичного застосування отриманих знань. Їх тематика представлена в таблиці.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань	Кількість ауд. годин
1	Визначення зусиль в стержнях при розтяганні-стисканні та крученні. Побудова епюр. Побудова епюр для балок при плоскому поперечному згині (тема 2) Література: основна – [1-4]; додаткова –[5,7].	2
	Загалом	2

Лабораторні заняття

Основним завданням циклу лабораторних занять є практична перевірка і закріплення знань, отриманих на лекційних і практичних заняттях.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Визначення механічних характеристик при розтягуванні. Діаграма розтягування. Визначення модуля пружності при розтягуванні (тема 6). Література: основна – [2].	2
	Загалом	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (200 год.) передбачає підготовку до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, та оформлення протоколів лабораторних робіт, розв'язання задач, заданих на практичних заняттях в якості домашніх завдань, підготовку до модульних контрольних робіт, а також підготовку до екзамену.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Тема 1. Завдання і предмет навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій». Основні моделі матеріалу, форми тіла, навантажень, опор. Історія механіки деформованого твердого тіла як науки. Фізична, фізико-інженерна та інженерна моделі матеріалу. Література: [1], стор. 11; [2], стор. 11-14; [2], стор. 12-13; [3], стор. 9-10. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми</i>	6
2	Тема 2. Модель міцнісної надійності: основні етапи та принципи побудови: реальна конструкція та її розрахункова схема; основні гіпотези і принципи механіки матеріалів і конструкцій; внутрішні сили та методи їх визначення, епюри внутрішніх сил для стержнів, напруження, переміщення, деформації; оцінка міцнісної надійності деформованого тіла та поняття про запас міцності.	26

	Принципи побудови розрахункових схем реальних об'єктів: механічних передач, валів і осей тощо. Відпрацювання методики побудови епюр внутрішніх сил для розтягу-стиску і кручення стержня, для двоопорних шарнірно опертих та жорстко защемлених консольних балок і рам при згині. Література: [1], стор. 38-66; [2], стор. 9-29; [3], стор. 11-17, 45-65; [7], стор. 5-6, 32-33, 41-42, 45-47, 52-54, 57-59. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	
3	Тема 3. Площа, статичні моменти площ, моменти інерції. Визначення моментів інерції відносно паралельних осей та при повороті осей координат. Література: [1], стор. 17-27; [2], стор. 231-236; [3], стор. 18-30; [6], стор. 5-15, 22-26; [7], стор. 47-50, 59-62. <i>Передбачається самостійне вивчення теоретичного матеріалу за даною теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	14
4	Тема 4. Головні осі та головні моменти інерції, їх визначення. Моменти інерції простих та складних фігур. Література: [1], стор. 27-36; [2], стор. 237-244; [3], стор. 30-41; [6], стор. 15-29; [7], стор. 47-50, 59-62. <i>Передбачається самостійне вивчення теоретичного матеріалу за даною теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	8
5	Тема 5. Визначення напружень і деформацій за розтягу-стиску. Потенціальна енергія деформації стержня за розтягу-стиску. Література: [1], стор. 83-86; [2], стор. 141-150; [3], стор. 132-139. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	16
6	Тема 6. Визначення основних механічних характеристик матеріалів при розтяганні і стисканні. Визначення допустимих напружень. Діаграми розтягу і стиску для різних типів конструкційних матеріалів. Повзучість і релаксація матеріалу. Література: [1], стор. 96-98, 106-112; [2], стор. 87-92; [3], стор. 147-153. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до виконання лабораторних робіт №1, 2 і 3 та їх захисту.</i>	8

7	Тема 7. Умови міцності і жорсткості стержнів за розтягання і стискання. Література: [1], стор. 87-88; [3], стор. 156-157. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	4
8	Тема 8. Розрахунки на міцність і жорсткість статично визначуваних стержнів. Урахування власної ваги при розрахунках стержнів на розтягання-стискання. Стержні рівного опору розтягання-стисканню.*) Література: [1] 123-127; [2], стор. 145 - 146. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	6
9	Тема 9. Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначуваних стержнів. Відпрацювання методики розкриття статичної невизначеності при розрахунках стержнів на розтягання-стискання, в тому числі з урахуванням температурних та монтажних зусиль. Література: [1], стор. 135-140; [2], стор. 150-153, 166-174; [3], стор. 168-171; [7], стор. 12-20. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	16
10	Тема 10. Напружений стан тіла в точці: тензор напружень; головні осі та головні напруження; види напруженого стану; октаедричні площадки та октаедричні напруження; найбільші дотичні напруження; плоский і лінійний напружений стан. Графо-аналітичні методи аналізу напруженого стану: пряма і обернена задачі плоского напруженого стану. Круги напружень для об'ємного напруженого стану. *) Література: [1], стор. 161-167, 172-174. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	18
11	Тема 11. Деформований стан тіла в точці: взаємозв'язок між переміщеннями і деформаціями (рівняння Коші); тензор деформацій; об'ємна деформація. Відпрацювання методики визначення напружень і деформацій в точці тілі. Література: [2], стор. 57 – 59, 63-67; [3], стор. 101-110; [7], стор. 26-28. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	10

12	Тема 12. Узагальнений закон Гука. Відпрацювання методики розв'язання задач аналізу напружено-деформованого стану тіла, матеріал якого підлягає закону Гука. Література: [2], стор. 107–115; [3], стор. 111-119; [7], стор. 26-28. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	6
13	Тема 13. Потенціальна енергія деформації в загальному випадку напруженого стану. Література: [1], стор. 177-179; [2], стор. 305-311; [3], стор. 120-124. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	4
14	Тема 14. Поняття про критерій міцності. Література: [1], стор. 180-181; [3], стор. 173-174. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	4
15	Тема 15. Теорії міцності. Нові теорії міцності. *) Література: [1], стор. 188-192; [7], стор. 26-28. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	6
16	Тема 16. Визначення напружень при зсуві (зрізі) стержня. Література: [1], стор. 193-194; [3], стор. 183-186. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач, підготовка до виконання лабораторної роботи №4 та її захисту.</i>	4
17	Тема 17. Практичні розрахунки на зріз і зминання. Відпрацювання методики розрахунків на зріз і зминання стержнів і зварних швів. Література: [1], стор. 198-205; [3], стор. 184-189; [7], стор. 29-30. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	4
18	Тема 18. Чистий зсув. Література: [1], стор. 194-197; [3], стор. 189-192. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	4

19	Тема 19. Кручення круглого стержня. Література: [1], стор. 206-216; [2], стор. 182-187; [3], стор. 194-201. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач, підготовка до виконання лабораторної роботи №5 та її захисту.</i>	4
20	Тема 20. Кручення стержнів некруглого перерізу та тонкостінного профілю. Визначення напружень і деформацій в прокатних профілях при крученні. *) Література: [1] стор. 224-226; [2], стор. 216-217; [3], стор. 208-210. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	3
21	Тема 21. Потенціальна енергія деформації стержня при крученні. Література: [3], стор. 214. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i>	1
22	Тема 22. Розрахунок гвинтових циліндричних пружин з малим кроком. Розрахунки статично визначних і невизначних пружинних систем. Література: [1] стор. 232-233; [3], стор. 217-218; [7], стор. 38-40. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач, підготовка до виконання лабораторної роботи №6 та її захисту.</i>	4
23	Тема 23. Напруження в прямому стержні при чистому згинанні. Література: [1], стор. 237-243; [2], стор. 220-228; [3], стор. 220-225. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач, підготовка до виконання та захисту лабораторної роботи №7.</i>	6
24	Тема 24. Дотичні напруження в стержні при плоскому поперечному згинанні. Вивід формули Журавського для дотичних напружень при поперечному згині та розв'язання задач з їх визначення. Література: [1] стор. 243-246; [2], стор. 247-254; [3], стор. 226-229. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	4

25	Тема 25. Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні. Відпрацювання методики розрахунків на міцність при плоскому поперечному згинанні. Література: [1] стор. 247-261; [3], стор. 235-243; [7], стор. 41-62. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання задач для самостійного виконання задач.</i>	8
26	Тема 26. Згинання тонкостінних профілів. Література: [1], стор. 308-314; [2], стор. 253-255; [3], стор. 243-251. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, підготовка до виконання лабораторної роботи №8 та її захисту.</i>	1
27	Тема 27. Розрахунки на жорсткість при згинанні: переміщення в стержнях при згинанні; диференціальне рівняння пружної лінії стержня; метод початкових параметрів. Метод початкових параметрів. *) Література: [1] стор. 276-290; [2], стор. 288-294; [3], стор. 256-270. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання задач для самостійного виконання задач.</i>	4
28	Тема 28. Потенціальна енергія деформації стержня при згинанні. Література: [3], стор. 269-270. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять. Підготовка до залікового заняття №9 з лабораторних робіт та модульної контрольної роботи.</i>	1
	Загалом	200

*) Додатковий матеріал, рекомендований для самостійного вивчення в рамках означених тем.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Викладання освітнього компоненту базується на загально прийнятих нормах та за традиційними правилами, які спонукають студентів бути зацікавленими в отриманні знань з дисциплін, що визначають їх професійні компетенцію та придатність.

Правила відвідування занять

При проведенні занять в дистанційному режимі, зокрема в мережі ZOOM, студент свою присутність має засвідчити, ввімкнувши мікрофон і камеру на вимогу викладача. Порядок, умови захисту та оформленням відповідних текстових та графічних матеріалів, якості рішень і терміни їх виконання оцінюються балами, що відображене в рейтинговій системі оцінювання (PCO).

Правила поведінки на заняттях

Правила поведінки на заняттях регламентуються етичними нормами: всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку КПІ ім. Ігоря Сікорського, загальноприйнятих моральних принципів, підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності, дбайливо ставитися до університетського майна. Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Студенти на заняття мають з'являтися

своєчасно, без запізнень.

На лекційних заняттях студенти повинні мати конспекти або бланки лекцій, попередньо отриманих від викладача. Студенти мають право задавати питання щодо роз'яснення незрозумілих положень, попередньо запитавши дозволу.

На практичні заняття студенти з'являються підготовленими з теорії за тими темами, що будуть розглядатися, та мати при собі необхідні засоби для виконання завдань (калькулятори, смартфони для виходу в інтернет тощо). Всі студенти мають проявляти активність в обговоренні питань, винесених для розгляду, пред'являти для перевірки домашні завдання на вимогу викладача

На лабораторні заняття студенти з'являються підготовленими до лабораторних робіт та ознайомленими з правилами техніки безпеки при їх виконанні. При собі вони повинні мати бланки протоколів. Під час проведення робіт всі студенти мають брати активну участь у їх виконанні, проводити необхідні записи та розрахунки, які, після виконання, затверджуються викладачем.

Правила захисту лабораторних робіт

До захисту лабораторних робіт допускаються студенти, що відпрацювали їх на заняттях та мають правильно оформлені і затверджені викладачем протоколи. Захист проходить у формі колоквіуму, (Перелік запитань наведений у пункті 9 Додаток Б) за результатами якого викладач проводить бальне оцінювання і робить висновок щодо зарахування чи не зарахування лабораторної роботи.

Правила захисту індивідуальних завдань.

Індивідуальні завдання у вигляді задач після їх виконання здаються викладачу на перевірку. Після підтвердження правильності розв'язку проводиться співбесіда з теоретичних питань (Перелік запитань наведений у пункті 9 Додаток Б) даного силабусу. за темою завдання та методики розв'язання задачі. За результатами співбесіди викладач проводить бальне оцінювання і робить висновок щодо зарахування чи не зарахування виконаного завдання.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Ці правила відображені в рейтинговій системі оцінювання (див. п. 8)

Політика дедлайнів та перескладань

На початку семестру викладач інформує студентів щодо контрольних заходів та термінів їх проведення. Оголошуються графіки виконання індивідуальних завдань, інших видів робіт, та встановлюються граничні терміни їх виконання та здачі. Також оговорюються умови та терміни перескладань в разі негативного результату попередньої спроби.

Політика дедлайнів та перескладань визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, відображена в РСО результатів навчання. Детальніше: <https://osvita.kpi.ua/node/32>. В умовах воєнного стану дедлайни не враховуються, а штрафні бали не призначаються.

Політика щодо академічної доброчесності

В процесі вивчення дисципліни студенти виконують індивідуальні завдання, захищають лабораторні роботи, пишуть контрольні роботи та складають іспити. При цьому студенти і викладачі на взаємній основі керуються принципами академічної доброчесності докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім.

Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за

те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

Виявлення ознак плагіату у виконаних індивідуальних завданнях має наслідком заміну варіанту завдання, зниження балів у рейтингу.

стосовно неприпустимості плагіату, фальсифікації результатів роботи, корупційних проявів тощо.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Протягом семестру виконуються такі види контролю успішності студентів у вивченні дисципліни:

- **Поточний контроль.** Включає експрес-опитування за темою заняття.
- **Календарний контроль.** не проводиться.
- **Семестровий контроль.** Екзамен.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) роботу на практичних заняттях;
- 2) написання модульної контрольної роботи;
- 3) виконання та захист індивідуальних робіт
- 4) виконання та захист лабораторних робіт
- 5) письмова контрольна робота на екзамені.

8.1. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

8.2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – **11**. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях протягом семестру дорівнює $11 \text{ бали} \times 1 = \mathbf{11 \text{ балів}}$.

Критерії нарахування балів:

- активна творча робота – 11 балів;
- плідна робота – 5 балів;
- пасивна робота – 0 балів.

8.3. Модульна контрольна роботи

Ваговий бал – 10.

Критерії оцінювання контрольних робіт (максимальний бал):

- робота виконано правильно – 10 балів;
- хід розв'язання правильний, є помилки в обчисленнях – 7 – 9 балів;
- помилки в методиці розв'язання задачі – 1 – 6 балів;
- відсутність розв'язання задачі – 0 балів

8.4. Індивідуальні завдання (розрахунково-графічна робота)

Ваговий бал – **3**. Максимальна кількість балів за всі завдання дорівнює $3 \text{ бали} \times 9 = \mathbf{27 \text{ балів}}$. Кожному студенту надається персональний шифр, варіант розрахункової схеми і числові дані вибираються студентом відповідно до його шифру, що встановлюється викладачем. Шифр визначається двозначним числом, перша цифра якого вказує номер розрахункової схеми, друга - номер рядка або стовпця в таблиці з числовими даними до задачі. Теоретичні відомості, приклади оформлення і вимоги до задачі, з типовими переліком питань для самоконтролю наведені в [1].

Критерії оцінювання завдання:

- бездоганна виконана та захищена робота – 3 бали;
- захищена робота є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1,5 бал;
- Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

8.5. Лабораторні роботи

Ваговий бал – **6**. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $6 \text{ бали} \times 2 = \mathbf{12 \text{ балів}}$.

Критерії оцінювання лабораторних робіт:

- бездоганна робота та захищена робота – 6 балів;
- захищена робота є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3 бали;
- Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

8.6. Заохочувальні бали нараховуються за:

- участь у Всеукраїнській олімпіаді з дисципліни – +5 балів;
- призове місце на Всеукраїнській олімпіаді з дисципліни – +10 балів;
- участь у створенні та модернізації лабораторної бази та унаочнення кафедри, інші роботи з допомоги кафедри (за умови виконання навчальної програми з дисципліни) від +1 до +10 балів.

8.7. Штрафні бали нараховуються за:

- несвоєчасна здача лабораторної роботи – 0,5 бал;
- несвоєчасна здача індивідуального завдання – 1 бал.

8.8. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів складає:

$$R_C = 11 + 10 + 27 + 12 = 60 \text{ балів}.$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює (40 % від R):

$$R_C = 40 \text{ балів}.$$

8.9. Допуск до екзамену

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше 26 балів.

8.10. Критерії оцінювання відповідей на екзамені:

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання і одне практичне завдання. Перелік запитань наведений у пункті 9 даного силабусу. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 12 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 12-11 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 9-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 7-6 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахунково-графічна робота	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Додаток А

ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ

«МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ» (кредитний модуль І), ЩО

ВИНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН

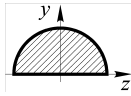
1. Основні гіпотези і принципи механіки матеріалів і конструкцій та приклади їх застосування.
2. Моделі матеріалів та сфери їх застосування.
3. Моделювання зовнішніх сил в задачах механіки матеріалів і конструкцій.
4. Поняття про розрахункову схему. Моделювання форми тіла та опору.
5. Внутрішні сили.
6. Методи визначення внутрішніх сил в деформованому тілі.
7. Найпростіші види навантаження стержня.
8. Диференціальні залежності між внутрішніми зусиллями при згині.
9. Поняття про напруження і деформацію.
10. Система інтегральних рівнянь рівноваги стержня.
11. Визначення центрів ваги симетричних та несиметричних перерізів.
12. Моменти інерції плоских перерізів. Методи їх визначення.
13. Визначення моментів інерції для паралельних осей.
14. Визначення моментів інерції при повороті осей.
15. Головні осі та головні моменти інерції.
16. Осьові та полярні моменти опору. Порядок їх визначення для довільних перерізів.
17. Визначення напружень та деформацій в стержні за чистого розтягу-стиску.
18. Умови міцності та жорсткості. Основні види розрахунків з їх застосуванням.
19. Діаграма розтягу. Основні механічні характеристики матеріалів при розтязі.
20. Випробування на стиск. Властивості різних матеріалів при стиску.
21. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів.
22. Допустимі напруження. Їх визначення в залежності від типу матеріалу.
23. Статично-визначувані та статично-невизначувані системи. Методи їх розв'язку.
24. Особливості статично-невизначуваних систем. Монтажні напруження.
25. Особливості статично-невизначуваних систем. Температурні напруження.
26. Напружений стан тіла в точці. Закон парності дотичних напружень.
27. Напруження на площадці загального положення. Тензор напружень.
28. Головні площадки та головні напруження.
29. Визначення головних напружень (обернена задача об'ємного напруженого стану). Інваріанти напруженого стану. Види напруженого стану.
30. Октаедричні площадки. Нормальні та дотичні напруження на октаедричній площадці.
31. Пряма та обернена задачі плоского напруженого стану.
32. Деформації тіла в точці. Рівняння Коши.
33. Об'ємна деформація тіла в точці.
34. Узагальнений закон Гука для ізотропного тіла.
35. Закон Гука для об'ємної деформації.
36. Пружні сталі ізотропного матеріалу, їх взаємозв'язок та методи визначення.
37. Потенціальна енергія деформації тіла в точці.
38. Критерії міцності для крихких матеріалів та матеріалів, що по-різному опираються розтягання-стисканняю.
39. Критерії міцності для пластичних матеріалів.
40. Чистий зсув. Головні та допустимі напруження. Закон Гука при чистому зсуві.
41. Зріз та зминання стержнів. Умови міцності на зріз та зминання.
42. Розрахунок на міцність зварних швів.
43. Визначення напружень та деформацій при чистому крученні круглого стержня. Розрахунки на міцність та жорсткість круглих стержнів при крученні.
44. Особливості розподілу дотичних напружень у стержнях некруглого перерізу при крученні. Розрахунки на міцність та жорсткість при крученні стержнів прямокутного перерізу.
45. Кручення тонкостінних незамкнених профілів.
46. Кручення тонкостінних замкнених профілів.
47. Розрахунки на міцність і жорсткість циліндричних пружин з малим кроком.
48. Визначення нормальних напружень в стержнях при чистому згинанні.
49. Дотичні напруження в стержні при поперечному згині.
50. Аналіз напруженого стану стержня по висоті перерізу при поперечному згині. Основна умова міцності при згині.
51. Переміщення при згині. Диференціальне рівняння пружної лінії стержня.

Додаток Б

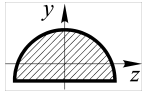
ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, З ДИСЦИПЛІНИ

«МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ» (кредитний модуль І)

1. Що називається полярним моментом інерції площі фігури?
2. Що називається відцентровим моментом інерції площі фігури?
3. Чому дорівнює момент інерції півкруга відносно діаметра, на який він опирається?

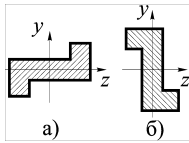


Чи відрізняються моменти інерції півкруга відносно вказаних осей.



Чи відрізняються моменти інерції півкруга відносно центральних осей. Якщо так, то відносно якої осі момент інерції більший?

6. Як пов'язані моменти інерції фігури відносно двох взаємно перпендикулярних координатних осей з полярним моментом інерції відносно початку координат?
7. Відносно якої сторони момент інерції прямокутного рівнобедреного трикутника більший: відносно катета чи гіпотенузи?



Який знак має відцентровий момент інерції перерізу відносно вказаних осей у двох випадках його розташування.

9. Чи зміниться полярний момент інерції перерізу при повороті системи координатних осей відносно її початку на певний кут.
10. Який напрямок повороту координатних осей відносно їх початку вважається додатним при визначенні моментів інерції?
11. Як обчислити радіус інерції фігури відносно певної осі?
12. Осьова сила у поперечних перерізах стержня. Покажіть залежності між осьовими силами і зовнішніми силами, діючими на стержень.
13. Зв'язок між внутрішніми силовими факторами і зовнішнім навантаженням. Де використовуються одержані диференційні залежності?
14. Поясніть використання умови міцності при розтягу-стиску для перевірного і проектного розрахунку на міцність.
15. Фізичні залежності між напруженнями і деформаціями.
16. Що називають границями пропорційності, пружності,?
17. Що називається коефіцієнтом запасу міцності?
18. Як формулюється умова міцності?
19. Як визначити переміщення довільного перерізу?
20. Як обчислити величину нормального напруження?
21. Які конструкції називаються статично невизначуваними?
22. Що означає термін «додаткові (зайві) зв'язки»?
23. Які рівняння називаються рівняннями сумісності деформацій?
24. За якою формулою визначається температурна деформація рівномірно нагрітого по довжині стержня (подовження стержня довжиною l , температура якого підвищилася на ΔT)?
25. Що необхідно зробити для розв'язання статично невизначуваної задачі на етапі синтезу?
26. Чи виникають у статично невизначуваних конструкціях при зміні температури їхніх елементів порівняно з температурою, при якій конструкції склалися, зусилля і напруження за відсутності зовнішніх сил? Те саме у статично визначуваних конструкціях?
27. Дайте визначення термінів повне, нормальне та дотичне напруження.
28. Сформулюйте закон парності дотичних напружень.
29. Дайте визначення термінів головні площадки і головні напруження.
30. В чому відмінність між лінійним, плоским та об'ємним напруженим станом?
31. Сформулюйте пряму і обернену задачі теорії напруженого стану.
32. Запишіть рівняння, які необхідні для визначення головних напружень і положення головних площадок в довільній точці тіла.
33. Як визначити нормальні і дотичні напруження в точці тіла, якщо відомі головні напруження?
34. Запишіть рівняння узагальненого закону Гука.
35. Запишіть умову міцності для умов складного напруженого стану у загальному випадку.
36. Що розуміють під теорією і критерієм міцності?
37. У чому сутність першої теорії міцності? Які недоліки має ця теорія?
38. У чому сутність другої теорії міцності? Які недоліки має ця теорія?
39. Які класичні критерії міцності використовують в розрахунках для крихких матеріалів?

40. Запишіть вираз еквівалентного напруження за критерієм найбільших дотичних напружень. Які недоліки має цей критерій?
41. У чому сутність енергетичного критерію Губера? Записати формулу для визначення еквівалентного напруження.
42. Які існують типи зварних з'єднань?
43. Який вид деформації стержня розглядають, здійснюючи розрахунок на міцність лобових і флангових швів?
44. Який вигляд має умова міцності зварного шва на зріз?
45. Як записується умова міцності клепок на зріз та на зминання?
46. Як визначається площа зминання у клепаному з'єднанні?
47. Яким чином визначається необхідне число клепок у з'єднанні?
48. Як обчислюються напруження у гвинтовій циліндричній пружині?
49. Запишіть вираз для обчислення деформації (осідання або видовження) гвинтової циліндричної пружини.
50. Які напруження виникають в різьбі?
51. До чого призводить ексцентричне навантаження болта?
52. Які умови міцності використовують при розрахунку болтових з'єднань?
53. Запишіть закон Гука для чистого зсуву?
54. Що називається модулем пружності другого роду?
55. Як виглядає залежність між модулем пружності при зсуві та модулем пружності при розтягу?
56. З якою метою будують епюру крутних моментів?
57. Як знайти небезпечний переріз стержня при згині?
58. Які критерії міцності застосовують при розрахунках на міцність, коли матеріал стержня – крихкий або пластичний?
59. Для яких матеріалів користуються критерієм Мора при перевірці їх на міцність?
60. Запишіть умови міцності для вала за третьою і четвертою теоріями міцності, коли відомі згинальні і крутні моменти в перерізі.
61. Запишіть диференційні залежності при згині.
62. Покажіть розподілення нормальних напружень у перерізах різної форми і визначте напруження у найбільш небезпечних точках перерізів.
63. Правило знаків при побудові епюри осьових, поперечних сил, згинаючих моментів.
64. Зв'язок між внутрішніми силовими факторами і зовнішнім навантаженням. Запишіть диференційні залежності при згині криволінійних стержнів.
65. Залежності між переміщеннями і деформаціями (формули Коші).
66. Поясніть методику визначення деформацій у точці при заданому полі переміщень.
67. На прикладі поясніть методику побудови епюр внутрішніх силових факторів для криволінійного стержня.
68. Покажіть алгоритм визначення внутрішніх силових факторів у шарнірно-стержневих конструкціях методом перерізів.
69. Як записується закон Гука при одновісному і складному напруженому стані?
70. Розрахунки на міцність при складному напруженому стані для крихких матеріалів. Обґрунтуйте використання теорій міцності.
71. Розрахунки на міцність при складному напруженому стані для пластичних матеріалів. Обґрунтуйте використання теорій міцності.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри ДММ та ОМ, к.т.н., Бабак А.М.

та асистентом, PhD, Мусієнко О.С.

Ухвалено кафедрою ДММ та ОМ (протокол №12 від 04.05.2023)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол №12/23 від 28.06.2023)