



МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Частина 1. Просте навантаження

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>Автоматизовані та роботизовані механічні системи. Технології машинобудування.</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2-й курс, осінній</i>
Обсяг дисципліни	<i>195 годин / 6,5 кредитів (лекції – 54 год.; практичні – 36 год.; лабораторні – 18 год.; самостійна робота – 87 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>https://kpi.ua/#rozkladModal</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Заховайко Олександр Панасович, (067) 278 69 44; zakhov1911@gmail.com Практичні / Семінарські: к.т.н., ас. Бондарець Олександр Анатолійович, (067) 176 54 76; bondarets.o@gmail.com ; к.т.н., ас. Бабак Антон миколайович, (067) 437 40 50; sopromat_dpm@ukr.net . Лабораторні: к.т.н., ас. Бондарець Олександр Анатолійович, (067) 176 54 76; bondarets.o@gmail.com ; к.т.н., ас. Бабак Антон миколайович, (067) 437 40 50; sopromat_dpm@ukr.net .
Розміщення курсу	https://do.ipokpi.ua/course/view.php?id=2453 ; https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own ; http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/36-zakhovajko-oleksandr-panasovich.html .

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.

Даний курс складається з двох модулів.

При вивченні кредитного модуля 1 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:

- 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;
- 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:

- вміти виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин;
- вміти оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

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”, а в експериментальній частині – на дисциплінах “Фізика” і “Матеріалознавство”. Знання, здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни, використовуються в подальшому при вивченні таких курсів як “Деталі машин”, “Підйомно-транспортні машини”, спеціальних дисциплін як «Теорія пружності», «Теорія коливань», «Теорія пластичності» та ін. Зміст навчальної дисципліни

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: Навчальний посібник для студентів, які навчаються на технічних спеціальностях усіх форм навчання / А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, С.М. Шукаєв, та ін..– К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.– 191 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19241>
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. Бобира. – 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.: ІВК “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 окремих питань. На лекційних заняттях основна увага приділяється вивченню теоретичних основ дисципліни. Перед кожною лекцією надається інформація (за темами) на поточне навчальне заняття та рекомендації щодо їх вивчення. 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)
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.
Лекція 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 метод перерізів для їх визначення.
Лекція 3	Тема 2. Модель міцнісної надійності: основні етапи та принципи побудови (продовження). Найпростіші види навантаження стержня. Побудова епюр внутрішніх сил для стержнів.
Лекція 4	Тема 2. Модель міцнісної надійності: основні етапи та принципи побудови (продовження). Напруження. Інтегральні рівняння рівноваги для стержнів. Переміщення і деформації. Оцінка міцнісної надійності деформованого тіла. Запас міцності
Лекція 5	Тема 5. Визначення напружень і деформацій за розтягу-стиску. Потенціальна енергія деформації стержня за розтягу-стиску. Розв’язання інтегрального рівняння рівноваги для чистого розтягу-стиску стержня. Гіпотеза плоских перерізів для стержня за розтягу-стиску. Визначення потенціальної енергії деформації за розтягу-стиску. Тема 6. Визначення основних механічних характеристик матеріалів при розтяганні і стисканні. Визначення допустимих напружень. Діаграма розтягання в абсолютних і відносних координатах.
Лекція 6	Тема 6. Визначення основних механічних характеристик матеріалів при розтяганні і стисканні. Визначення допустимих напружень. (продовження). Визначення механічних характеристик матеріалу за діаграмою розтягання. Випробування на стискання. Визначення твердості поверхні. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів. Визначення допустимих напружень.
Лекція 7	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. Тема 8. Розрахунки на міцність і жорсткість статично визначуваних стержнів. Поняття про статичну визначність системи. Визначення напружень і деформацій в стержнях статично визначуваних систем. Методика виконання перевірних і проектувальних розрахунків.

	Тема 9. Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначуваних стержнів. Поняття про статичну невизначність системи та приклади можливих схем. Ступінь статичної невизначності. Визначення напружень і деформацій в стержнях статично невизначуваних систем.
Лекція 8	Тема 9. Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначуваних стержнів (продовження). Визначення напружень і деформацій в стержнях статично невизначуваних систем. Залежність величин зусиль від співвідношень жорсткостей елементів системи. Вплив неточності виготовлення елементів статично невизначної системи на величину зусиль, що в них виникають після складання та навантаження.
Лекція 9	Тема 9. Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначуваних стержнів (продовження). Температурні напруження в елементах статично невизначуваних систем. Тема 10. Напружений стан тіла в точці. Напружений стан в точці. Закон парності дотичних напружень..
Лекція 10	Тема 10. Напружений стан тіла в точці. (продовження). Визначення напружень в площадках загального положення. Тензор напружень. Головні осі та головні напруження. Види напруженого стану.
Лекція 11	Тема 10. Напружений стан тіла в точці. (продовження). Визначення величини і напрямку головних напружень. Визначення напружень на неголовних площадках. Октаедричні площадки та октаедричні напруження.
Лекція 12	Тема 10. Напружений стан тіла в точці. (продовження). Найбільші дотичні напруження. Плоский напружений стан: пряма задача плоского напруженого стану; обернена задача плоского напруженого стану.
Лекція 13	Тема 10. Напружений стан тіла в точці (продовження). Лінійний напружений стан. Тема 11. Деформований стан тіла в точці. Взаємозв'язок між переміщеннями і деформаціями (рівняння Коші). Головні осі та головні деформації. Література: [2], стор. 61-66; [3], стор. 104-108.
Лекція 14	Тема 11. Деформований стан тіла в точці (продовження). Тензор деформацій. Об'ємна деформація. Тема 12. Узагальнений закон Гука. Узагальнений закон Гука для головних і неголовних осей напружень і деформацій.
Лекція 15	Тема 12. Узагальнений закон Гука (продовження). Закон Гука для об'ємної деформації. Тема 13. Потенціальна енергія деформації в загальному випадку напруженого стану. Повна і питома потенціальна енергія деформації тіла в точці. Енергія зміни об'єму. Енергія зміни форми.
Лекція 16	Тема 14. Поняття про критерій міцності. Критеріальна оцінка міцнісної надійності. Граничні поверхні матеріалу та їх фізичний зміст.

	Тема 15. Теорії міцності. Класичні теорії міцності.
Лекція 17	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. Література: [1], стор. 198-200; [3], стор. 184-187.
Лекція 18	Тема 17. Практичні розрахунки на зріз і зминання (продовження). Розрахунки на міцність зварних з'єднань. Тема 18. Чистий зсув. Чистий зсув як окремий випадок плоского напруженого стану. Перевірка міцності та допустимі напруження за умов чистого зсуву. Визначення потенціальної енергії деформації при чистому зсуві.
Лекція 19	Тема 19. Кручення круглого стержня. Визначення напружень і деформацій. Умова міцності і жорсткості. Характер руйнування стержня при крученні.
Лекція 20	Тема 20. Кручення стержнів некруглого перерізу та тонкостінного профілю. Особливості розподілу дотичних напружень в некруглих перерізах стержня при крученні. Кручення стержня прямокутного перерізу. Кручення складних незамкнених профілів.
Лекція 21	Тема 20. Кручення стержнів некруглого перерізу та тонкостінного профілю (продовження). Кручення тонкостінних профілів: відкриті профілі; замкнені профілі.
Лекція 22	Тема 21. Потенціальна енергія деформації стержня при крученні. Визначення потенціальної енергії деформації при крученні. Тема 22. Розрахунок гвинтових циліндричних пружин з малим кроком. Визначення напружень у перерізі витка пружини. Деформація пружини. 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.
Лекція 23	Тема 24. Дотичні напруження в стержні при плоскому поперечному згинанні. Припущення щодо характеру розподілу дотичних напружень у перерізі. Формула Журавського. Тема 25. Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні. Аналіз напруженого стану стержня по висоті перерізу за плоского поперечного згинання. Умови міцності.
Лекція 24	Тема 25. Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні (продовження). Основна умова міцності. Повна перевірка стержнів на міцність при поперечному згинанні. Вибір раціональної форми перерізу стержня при згині.
Лекція 25	Тема 26. Згинання тонкостінних профілів. Дотичні напруження в тонкостінних профілях. Поняття про центр згинання.

Лекція 26	Тема 27. Розрахунки на жорсткість при згинанні. Переміщення в стержнях при згинанні. Диференціальне рівняння пружної лінії стержня.
Лекція 27	Тема 27. Розрахунки на жорсткість при згинанні (продовження). Визначення переміщень шляхом інтегрування диференціального рівняння пружної лінії стержня. Умови жорсткості стержнів при згинанні. Тема 28. Потенціальна енергія деформації стержня при згинанні. Визначення потенціальної енергії деформації при згині.

Практичні заняття

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
1	Визначення зусиль в стержнях при розтяганні-стисканні та крученні. Побудова епюр (тема 2).
2	Побудова епюр для балок при плоскому поперечному згині (тема 2).
3	Побудова епюр для плоских рам при поперечному згині (тема 2). Визначення центрів ваги та моментів інерції плоских симетричних перерізів (тема 3).
4	Визначення центрів ваги та моментів інерції плоских несиметричних перерізів (тема 3).
5	Розрахунки на міцність і жорсткість статично визначуваних стержнів і стержневих систем за розтягу стиску (тема 8).
6	Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначуваних стержнів і стержневих систем за розтягу стиску (тема 9).
7	Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначуваних стержнів і стержневих систем за розтягу стиску (тема 9). Розв'язання прямої задачі плоского напруженого стану (тема 10).
8	Розв'язання оберненої задачі плоского напруженого стану. Пряма і обернена задачі об'ємного напруженого стану (тема 10).
9	Визначення абсолютних і відносних деформацій твердого тіла (тема 11).
10	Розв'язання задач механіки з використанням узагальненого закону Гука (тема 12). Визначення потенціальної енергії деформації тіла в умовах лінійного, плоского і об'ємного напруженого стану (тема 13).
11	Проведення розрахунків на міцність з використанням класичних теорій міцності (тема 15).
12	Проведення розрахунків на зріз і зминання стержнів (тема 17).
13	Проведення розрахунків на міцність і жорсткість круглих стержнів при чистому крученні (тема 19).
14	Проведення розрахунків на міцність і жорсткість некруглих і тонкостінних стержнів при крученні (тема 20).
15	Розрахунки гвинтових пружин з малим кроком на міцність і жорсткість (тема 22).
16	Проведення розрахунків на міцність стержнів в умовах плоского поперечного згину (тема 25).
17	Проведення розрахунків на міцність стержнів в умовах плоского поперечного згину (тема 25).

	Проведення розрахунків на міцність і жорсткість стержнів тонкостінного профілю при поперечному згині (теми 26, 27).
18	Модульна контрольна робота.

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 (тема 6)	2
2	Випробування матеріалів на стиск (тема 6)	2
3	Визначення модуля пружності при розтягуванні (тема 6)	2
4	Випробування матеріалів на зріз (тема 16)	2
5	Визначення модуля пружності при зсуві (тема 19)	2
6	Визначення характеристик пружності пружини (тема 22)	2
7	Дослідження напруженого стану балки в умовах чистого згину (тема 23)	2
8	Визначення положення центра згинання для тонкостінних профілів (тема 26)	2
9	Залікове заняття	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента 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.

№ 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>	2
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.	8

	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>	4
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>	2
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>	2
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>	2
7	Тема 7. Умови міцності і жорсткості стержнів за розтягання і стискання. Література: [1], стор. 87-88; [3], стор. 156-157.	1

	<i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	
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>	2
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>	5
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>	6
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>	3
12	Тема 12. Узагальнений закон Гука. Відпрацювання методики розв'язання задач аналізу напружено-деформованого стану тіла, матеріал якого підлягає закону Гука.	2

	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>	
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>	1
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>	1
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>	2
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>	1
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>	1
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>	1
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</i>	1

	рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач, підготовка до виконання лабораторної роботи №5 та її захисту.	
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>	0,75
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>	0,25
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>	1
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>	2
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>	1
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</i>	3

	заданих для самостійного виконання задач.	
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>	0,25
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 заданих для самостійного виконання задач.</i>	1,5
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>	0,25

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

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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.

Матеріали пропущених занять мають бути відпрацьованими самостійно. Відпрацювання лабораторних робіт здійснюється за графіком кафедри.

Правила поведінки на заняттях

Студенти на заняття мають з'являтися своєчасно, без запізнь.

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.

Дотримання дисципліни під час проведення занять обов'язкове. Воно передбачає не допущення сторонніх розмов, користування будь-якими гаджетами чи іншими пристроями з метою, не передбаченою потребою виконання поставлених викладачем завдань, категоричне недопущення порушень техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт.

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, 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 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.

Порушення дедлайнів карається зниженням балів у рейтингу (див. п. 8). Кількість перескладань обмежена, але не менша трьох, і встановлюється викладачем.

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

Виявлення ознак плагіату у виконаних індивідуальних завданнях має наслідком заміну варіанту завдання, зниження балів у рейтингу аж до подачі на відрахування з університету.

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.** Проводиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- **Семестровий контроль.** Екзамен.

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

- 1) роботу на практичних заняттях;
- 2) написання модульних контрольних робіт;
- 3) виконання та захист лабораторних робіт
- 4) письмова контрольна робота на екзамені.

8.1. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

8.1.1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – **1,66**. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях протягом семестру дорівнює $1,66 \text{ бали} \times 18 = \mathbf{30 \text{ балів}}$.

Критерії нарахування балів:

- активна творча робота – 1,66 бали;
- плідна робота – 1 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

8.1.2. Модульна контрольна роботи

Ваговий бал – 10.

Критерії оцінювання контрольних робіт (максимальний бал):

- робота виконано правильно – 10 бали;
- 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

8.1.3. Лабораторні роботи

Ваговий бал – **1,5**. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $2 \text{ бали} \times 8 = \mathbf{12 \text{ балів}}$.

Критерії оцінювання лабораторних робіт:

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

8.1.4. 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.

8.1.5. Штрафні бали нараховуються за:

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

8.2. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів складає:

$$R_C = 30 + 10 + 12 = 52 \text{ бали}.$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює (40 % від R):

$$R_E = R_C \frac{0,48}{1 - 0,48} = 48 \text{ балів}.$$

8.3. Атестації

Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 8 балів та виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації). Умовою позитивної другої атестації – отримання не менше 22 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) за умови зарахування розрахункової роботи.

8.4. Допуск до екзамену

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

8.5. 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 розрахункова робота	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ

«МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ» (кредитний модуль І), ЩО ВІНОСЯТЬСЯ 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 опор.
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-стисканню.
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.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри ДММ та ОМ, к.т.н., доцентом **Заховайком О.П.**

Ухвалено кафедрою ДММ та ОМ (протокол № ____ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № ____ від _____)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.