



БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА МАШИН

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Динаміка і міцність машин
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС, 120 годин: лекції – 36 годин, практ. заняття – 36 год., самостійна робота – 48 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	ЗАЛІК/контрольні роботи за розділами, індивідуальні завдання
Розклад занять	Лекція - 1 раз на тиждень, практичне заняття – 1 раз на тиждень
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Пискунов Сергій Олегович e-mail: s.piskunov@kpi.ua , профіль: http://mmi-dmtt.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/212-%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%B2-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D0%B9-%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87.html Практичні: д.т.н., професор Пискунов Сергій Олегович
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо)

Програма навчальної дисципліни

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

Будівельна механіка машин є загальною дисципліною, яка розглядає математичні моделі та методи розрахунку типових елементів машин – масивних і тонких кілець під дією різним чином спрямованих навантажень, круглих (суцільних і кільцевих) та прямокутних пластин, оболонок із різною формою утворюючої – на міцність, жорсткість і стійкість. Ці конструктивні елементи використовуються у машинобудуванні, авіа- і суднобудуванні, енергетиці, будівництві та інших галузях техніки. Це находить відображення у певних профільних конкретизаціях цієї дисципліни – будівельна механіка літака, будівельна механіка суден та інших, які вивчаються у профільних технічних університетах. Класичні методи розрахунку типових елементів конструкцій машин становлять важливу основу для засвоєння базових понять і їх механічної поведінки. Використання низки спрошуючих гіпотез, які дозволяють мінімізувати кількість обчислень і отримати доволі точні результати розв’язання прикладних задач без використання потужних обчислювальних засобів.

Метою вивчення дисципліни є: вивчення теоретичних основ і практичних аспектів розрахунку масивних і тонких кілець під дією різним чином спрямованих навантажень, круглих

(суцільних і кільцевих) та прямокутних пластин, оболонок із різною формою утворюючої і розв'язання для них задач міцності, жорсткості та стійкості.

Предмет дисципліни – співвідношення для опису напруженого-деформованого стану, методи розв'язання задач про їх напруженого-деформований стан, якісні особливості механічної поведінки типових елементів конструкцій..

Програмні результати навчання:

знання :

- основних гіпотез, співвідношень і рівнянь для опису товстих та тонких кілець;
- основних гіпотез, співвідношень і рівнянь для опису дисків, що обертаються ;
- методик визначення напруженого стану пластин;
- методик визначення напруженого стану оболонок;
- основних закономірностей механічної поведінки типових елементів конструкцій .

уміння:

- формулювання розрахункових схем і постановки задачі про деформування типових елементів конструкцій;
- проведення визначення параметрів навантаження та (або) необхідних характерних розмірів елементів конструкцій із забезпеченням їх несучої здатності, в тому числі з умов стійкості;
- оцінювати достовірність результатів розрахунку.

досвід:

- використання положень і гіпотез механіки деформівного твердого тіла і методів математичного аналізу в інженерних розрахунках елементів конструкцій машин, приладів і апаратури на міцність;
- виконання проектувальних і перевірочних розрахунків кілець і дисків.
- виконання проектувальних і перевірочних розрахунків пластин і оболонок.

Перелічені результати навчання конкретизують і підсилють, зокрема, РН 1 «Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи», РН 3 «Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин», РН24 «Знання будівельної механіки машин, механіки стержневих пластинчастих і оболонкових систем» ОПП бакалавра «Динаміка і міцність машин».

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: курси (навчальні дисципліни): Вища математика, Теоретична механіка, Механіка матеріалів і конструкцій, Теорія пружності.

Постреквізити: вивчення дисципліни є корисним для вивчення дисциплін «Числові методи динаміки та міцності машин», «Теорія коливань стержневих і континуальних систем. Згинні коливання стрижнів і пластин», може бути використано для виконання диплому бакалавра зі спеціальністю 131 «Прикладна механіка» ОП «Динаміка і міцність машин».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Деформування замкнених кругових кілець

Тема 1. Кручення і згин кругового кільця..

Тема 2. Диференційне рівняння згинання кругового кільця.

Тема 3. Визначення напруженого стану тонких кілець методом сил.

Розділ 2. Розрахунок дисків, що обертаються

Тема 1. Навантаження та деформований стан диска, що обертається..

Тема 2. Диференційне рівняння та визначення зусиль диска, що обертається.

Розділ 3. Деформування і напружений стан пластин

Тема 1. Симетричний згин круглих пластин.

Тема 2. Симетричний згин круглих пластин східчасто - змінної товщини.

Тема 3. Диференційне рівняння поперечного згину прямокутних пластин і його розв'язок

Тема 4. Стійкість прямокутних пластин

Розділ 4. Деформування і напружений стан оболонок.

Тема 1. Безмоментна теорія оболонок.

Тема 2. Згин та стійкість оболонок

Тема 3. Моментна теорія оболонок

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна

1. Пискунов С.О., Онищенко Є.Є., Трубачев С.І. Будівельна механіка машин. Основи розрахунків на міцність і жорсткість. [Текст]: Навчальний посібник посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Динаміка і міцність машин» спеціальності 131 Прикладна механіка» / С.О.Пискунов, Є.Є.Онищенко, С.І. Трубачев. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. – 117 с..
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47793>
2. Чемерис О.М., Колодежний В.А., Трубачев С.І. Будівельна механіка машин. [Текст]: Навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Динаміка і міцність машин» / О.М. Чемерис, В.А. Колодежний, С.І. Трубачев. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 258 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/18961>
3. Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності: У 2 ч., 5 кн. – Ч.І, кн.3 Опір двовимірних і тривимірних тіл: Підручник / В.Г.Піскунов, В.С.Сіпетов, В.Д.Шевченко, Ю.М.Федоренко; За ред..В.Г.Піскунова. – К.: Вища школа, 1995. – 271 с.

Додаткова

1. Опір матеріалів: Підручник / Г. С. Писаренко О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка. – К. Вища школа, 1993. - 655 с.
2. Основи теорії пластин та оболонок з елементами магнітопружності : підручник / Я. М. Григоренко, Л. В. Мольченко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2009. –403 с.

Навчальні посібники і методичні вказівки

1. Чемерис О.М. Будівельна механіка машин [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.090501 «Прикладна механіка». Розділ II: «Пластиинки і оболонки» / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. М. Чемерис – Електронні текстові дані (1 файл: 2,29 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 52 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/5290>
2. Будівельна механіка [Електронний ресурс] : методичні вказівки до проведення практичних занять студентів напряму підготовки 6.090501 «Прикладна механіка». Розділ II:

«Пластинки і оболонки» / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. М. Чемерис – Електронні текстові дані (1 файл: 2,55 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 52 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/5287>

3. Будівельна механіка машин [Електронний ресурс] : методичні вказівки до проведення домашніх контрольних робіт для студентів напряму підготовки 6.090501 «Прикладна механіка» / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. М. Чемерис. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,64 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 35 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/6485>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	CPC
Розділ 1. Деформування замкнених кругових кілець					
Тема 1. Кручення і згин кругового кільця. Співвідношення між деформаціями і переміщеннями, напруженнями і внутрішніми зусиллями	4	2	2	–	–
Тема 2. Диференційне рівняння згинання кругового кільця Визначення внутрішніх зусиль і переміщень при згині круглих кілець	6	2	2	–	2
Тема 3. Визначення напруженого стану тонких кілець методом сил.	12	4	4	–	4
Контрольна робота 1 і індивідуальне завдання 1	8	–	2	–	6
Разом за розділом 1	30	8	10	–	12
Розділ 2. Деформування дисків, що обертаються					
Тема 1 Навантаження та деформований стан диска, що обертається	6	2	2	–	2
Тема 2. Диференційне рівняння та визначення зусиль диска, що обертається	8	4	2	–	2
Разом за розділом 2	14	6	4	–	4
Розділ 3. Деформування і напруженій стан пластин					
Тема 1 Симетричний згин круглих пластин	14	6	4	–	4
Тема 2. Симетричний згин круглих пластин східчасто - змінної товщини	16	4	4	–	8
Тема 3. Диференційне рівняння поперечного згину прямокутних пластин і його розв'язок	14	6	4	–	4
Тема 4. Стійкість прямокутних пластин»	6	2	2	–	2
Контрольна робота 2 і індивідуальні завдання 2	4	–	2	–	2
Разом за розділом 3	54	18	16	–	24

Розділ 4. Деформування і напруженій стан оболонок					
№ з/п	Теми лекційних занять				Кількість годин
1	Кручення і згин кругового кільця. Співвідношення між деформаціями і переміщеннями, напруженнями і внутрішніми зусиллями	2	4	–	8
2	Диференційне рівняння згинання кругового кільця Визначення внутрішніх зусиль і переміщень при згині круглих кілець	2	2	–	2
3	Визначення напруженого стану тонких кілець методом сил при завантаженні в площині кільця..	2	9	–	12
4	Визначення напруженого стану тонких кілець методом сил при завантаженні перпендикулярно площині кільця...	2	1	–	2
5	Визначення переміщень і деформацій диска, що обертається	2	36	–	48
6	Розрахунок на міцність дисків, що обертаються	2	36	–	48
7	Симетричний згин круглих пластин. Співвідношення між переміщеннями і деформаціями, напруженнями і внутрішніми зусиллями	2	36	–	48
8	Диференційне рівняння симетричного згину круглих пластин і його розв'язок. Границі умови	2	36	–	48
9	Розв'язок диференційного рівняння для круглих кільцевих пластин. Розрахунок на міцність	2	36	–	48
10	Метод початкових параметрів для круглих пластин	2	36	–	48
11	Симетричний згин круглих пластин східчасто - змінної товщини. Метод «двох розрахунків».	2	36	–	48
12	Прямокутні пластини. Співвідношення між переміщеннями і деформаціями, напруженнями і внутрішніми зусиллями	2	36	–	48
13	Диференційне рівняння поперечного згину прямокутних пластин. Границі умови Циліндричний і чистий згин прямокутних пластин.	2	36	–	48
14	Методи інтегрування рівняння згину прямокутних пластин. Розв'язок в подвійних і одиничних тригонометричних рядах.	2	36	–	48
15	Стійкість прямокутних пластин при різних умовах навантаження	2	36	–	48
16	Безмоментна теорія оболонок. Умови існування безмоментного стану. Основні рівняння. Вісесиметричне навантажені оболонки обертання	2	36	–	48
17	. Розрахунок резервуарів. Особливості напруженого стану в області сполучення оболонок різної конфігурації. Згин та стійкість оболонок	2	36	–	48
18	. Моментна теорія оболонок. Напівмоментна теорія оболонок	2	36	–	48
17	Напівмоментна теорія оболонок	2	36	–	48
18	Підсумкова лекція. Семестрова робота	2	36	–	48

№ з/п	Теми практичних занять	Кількість годин
1	Визначення деформацій, переміщень і напружень при крученні кругового кільця	2
2	Визначення внутрішніх зусиль і переміщень при згині круглих кілець	2
3	Визначення напруженого стану тонких кілець методом початкових параметрів при завантаженні в площині кільця..	2
4	Визначення напруженого стану тонких кілець методом початкових параметрів при завантаженні перпендикулярно площині кільця...	2
5	Контрольна робота «Кручення і згин кругового кільця.»	2
6	Визначення переміщень і деформацій диска, що обертається	
7	Розрахунок на міцність дисків, що обертаються	
8	Визначення напруженено-деформованого стану круглих пластин	2
9	Визначення напруженено-деформованого стану кільцевих пластин	
11	Симетричний згин круглих пластин східчасто - змінної товщини. Метод «двох розрахунків».	2
12	Симетричний згин круглих пластин східчасто - змінної товщини. Метод «двох розрахунків».	2
13	Тематична контрольна робота « Деформування круглих пластин»	2
14	Розв'язок диференціального рівняння згину прямокутних пластин у подвійних тригонометричних рядах. Збіжність результатів. .	2
15	Розрахунок прямокутних пластин на стійкість.	2
16	Безмоментна теорія оболонок. Розрахунок сферичних оболонок, циліндричних і конічних оболонок	2
17	Розрахунок оболонок на згин та стійкість	2
18	Розрахунок оболонок за моментною теорією п.1 п.2	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента складається зі:

- підготовки до аудиторних занять – повторення викладеного на попередньому занятті матеріалу;
- підготовка до теоретичної складової контрольних робіт за розділами;
- самостійне розв'язання індивідуальних завдань розрахунково-графічної роботи за тематикою розділів і їх оформлення.

1. Розрахунок тонких кілець (побудова виразів внутрішніх зусиль для випадків завантаженні в площині і перпендикулярно площині кільця, побудова епюр внутрішніх зусиль, перевірка міцності і жорсткості).
2. Розрахунок кільцевої пластини ступінчасто-zmінної товщини (метод «двох розрахунків» : обчислення параметрів напруженено-деформованого стану на межах ділянок пластини, побудова епюр параметрів напруженено-деформованого стану, визначення припустимого

навантаження і перевірка міцності та жорсткості, побудова епюр параметрів напруженодеформованого стану вздовж в характерних перерізах пластини,).

3. Розрахунок оболонки за комбінованої форми за безмоментною теорією (складання і розв'язання рівнянь безмоментної теорії оболонок для двох фрагментів оболонки, визначення розподілення напружень і побудова епюр).

Самостійна робота виконується протягом семестру в межах часу, відведеного на самостійну роботу по темі.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

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 індивідуальних завдань.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентам практичних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Своєчасне виконання розрахункової роботи (за кожне завдання)	+ 2 бали	Порушення термінів виконання практичної роботи (за кожне завдання)	0 балів

Пропущені контрольні заходи

Пропущені контрольні заходи мають бути виконані в узгоджений з викладачем час.

Академічна добросердість

Політика та принципи академічної добросердісті визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Навчання іноземною мовою

Навчальна дисципліна «Будівельна механіка машин» не передбачає її вивчення англійською мовою.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Будівельна механіка машин» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім осіб з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

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

Протягом семестру виконуються такі види контролю успішності студентів:

- **Поточний контроль.** Включає оцінювання виконання завдань з індивідуальних завдань і тематичних контрольних робіт
- **Календарний контроль.** Проводиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- **Семестровий контроль.** Залік.

Індивідуальні завдання (розрахунково-графічна робота)

1. Розрахунок тонкого кільця .
2. Розрахунок кільцевої пластини ступінчасто-змінної товщини
3. Розрахунок оболонки комбінованої форми.

Критерії оцінювання індивідуальних завдань:

- задача виконана правильно 24 бали;
- хід розв'язання правильний,
незначні помилки у результатах, оформленні звіту 18 балів;
- хід розв'язання правильний, суттєві помилки в обчисленнях 12 балів;
- помилки в методиці розв'язання задачі 6 балів;
- відсутність розв'язання задачі 0 балів

Виправлення помилок по результатам перевірки індивідуальних завдань + 1-6 балів

Заохочувальні бали за своєчасність виконання індивідуального завдання + 2 бали

Тематична контрольна робота 1. «Розрахунок тонких кілець ».

Теоретичні питання: Основні теоретичні положення розрахунку тонких кілець

Тематична контрольна робота 2. «Розрахунок прямокутних пластин».

Теоретичні питання: Основні теоретичні положення розрахунку прямокутних пластин

Тематична контрольна робота 3. «Деформування оболонок».

Теоретичні питання: Основні теоретичні положення розрахунку оболонок

Критерії оцінювання тематичних контрольних робіт (теоретичні питання):

- 80 % і більше правильних відповідей на питання 5 бали;
- від 65 % до 79 % правильних відповідей на питання 3 бал;
- від 33% до 59 % правильних відповідей на питання 1 бал;
- менше 33 % правильних відповідей на питання 0 балів;

Інші критерії

Активність на лекційних і практичних заняттях - 5 балів

- | | |
|------------|---------|
| 90-100% | 5 балів |
| 70-90% | 4 бали |
| 50-70% | 2 бали |
| Менше 50 % | 0 балів |

Обчислення сумарного рейтингу (Rc=100)

$$Rc = 72 + 20 + 8 = 100 \text{ балів:}$$

Індивідуальні завдання	3 x 24 балів = 72 бали
Тематичні контрольні роботи	3 x 5 балів = 15 балів
Заохочувальні бали за своєчасність виконання індивідуального завдання	4 x 2 бали = 8 балів
Активність на лекційних і практичних заняттях	5 балів
Разом	100 балів

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання всіх індивідуальних завдань і контрольних робіт, а також сумарний рейтинг не менший 60% від Rc, тобто **60 балів**.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його сумарна рейтингова оцінка (**R = Rc**) переводиться згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95 – 100	A	зараховано
85 – 94	B	
75 – 84	C	
65 – 74	D	
60 - 64	E	
< 60	Fx	не зараховано
< 30 балів або не виконані інші умови допуску до заліку	F	не допущений

Студенти, які отримали оцінку <F, до складання екзамену не допускаються і повинні підвищити свій рейтинг шляхом додаткового виконання контрольних робіт, співбесіди з індивідуальних завдань протягом додаткової сесії.

Результати контрольних заходів оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі

Умови допуску до семестрового контролю:

1. Виконання в повному складі контрольних робіт;
2. Відвідування 50% лекційних занять та 80% практичних занять.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Співвідношення між деформаціями і переміщеннями круглого кільця,
2. Співвідношення між напруженнями і внутрішніми зусиллями круглого кільця
3. Спеціальні функції для розрахунку тонкого кільця
4. Алгоритм визначення внутрішніх зусиль тонкого кільця
5. Співвідношення між деформаціями і переміщеннями диска, що обертається
6. Розрахунок на міцність дисків, що обертаються
7. Співвідношення між переміщеннями і деформаціями круглих пластин.
8. Співвідношення між переміщеннями і внутрішніми зусиллями.
9. Внутрішні зусилля в круглій пластині: розподілення по товщині, зв'язок із напруженнями.
10. Розрахунок на міцність круглих пластин.
11. Розв'язок диференційного рівняння вісесиметричного згину круглих пластин.
12. Границі умови для вісесиметричного згину круглих пластин
13. Розв'язок диференційного рівняння вісесиметричного згину кільцевих пластин
14. Метод початкових параметрів для круглих пластин.
15. «Метод двох розрахунків» для круглих пластин східчасто - змінної товщини
16. Урахування ребер жорсткості пластин східчасто - змінної товщини
17. Співвідношення між переміщеннями і деформаціями прямокутних пластин.
18. Співвідношення між деформаціями і напруженнями у центральної прямокутній пластині
19. Внутрішні зусилля в прямокутній пластині: розподілення по товщині, зв'язок із напруженнями.
20. Циліндричний згин прямокутних пластин
21. Диференційне рівняння і граничні умови поперечного згину прямокутних пластин
22. Розв'язання рівняння згину прямокутних пластин у подвійних тригонометричних рядах
23. Стійкість прямокутних пластин. Диференційне рівняння.
24. Визначення критичних навантажень при втраті стійкості прямокутних пластин.
25. Безмоментна теорія оболонок. Гіпотези, умови виникнення безмоментного напруженого стану.
26. Рівняння безмоментної теорії для вісесиметричного деформування оболонок
27. Особливості використання рівнянь безмоментної теорії для сферичної, циліндричної, конічної оболонок.
28. Безмоментна теорія. Циліндричний згин оболонок.
29. Моментна теорія вісесиметричних оболонок обертання. Побудова розв'язку для «довгих» і «коротких» оболонок
30. Напівмоментна теорія вісесиметричних оболонок обертання

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено : зав.кафедрою ДММ і ОМ, д.т.н., професор Пискунов С.О.

Ухвалено кафедрою ДММ та ОМ (протокол № 5 від 16 грудня 2021 р.)

Погоджено Методичною комісією НН MMI (протокол № 5 від 17 грудня 2021 р.)