

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

КАФЕДРА МЕХАНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету конструювання та дизайну

к.т.н., доц. **З. В. Ружи́ло**

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри механіки
протокол № 12 від 18 травня 2020 р.

завідувач кафедри, к.т.н., доц. **М. Г. Березовий**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Механіка матеріалів і конструкцій

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки)

факультет, відділення: факультет конструювання та дизайну

(факультет, відділення)

Розробники: Бондар М.М., доцент кафедри механіки, к.пед.н, доцент;

Пилипенко А.П., доцент кафедри механіки, к.т.н, доцент.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

КИЇВ-2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ»

Найменування показників	
Кількість кредитів	– 5
Модулів	– 4
Індивідуальне науково-дослідне завдання:	<u>модульні завдання</u> (назва)
Загальна кількість годин	– 195
Тижневих годин для денної форми навчання:	
аудиторних	– 4
самостійної роботи студента	– 2

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

Освітній ступінь: бакалавр

Характеристика навчальної дисципліни		
денна форма навчання		заочна форма навчання
Нормативна		
Рік підготовки:	– другий;	– другий;
Семестр:	– 3 і 4-й;	– 3 і 4-й;
Лекції:	– 60 год.;	– 2 год.
Практичні, семінарські:	– 60 год.	
Лабораторні:	—	
Самостійна робота:	– 45 год.	– 163 год.
Курсова робота:	– 30 год.	– 30 год.
Індивідуальні завдання:	—	
Вид контролю:	– 3-й семестр — залік; 4-й семестр — іспит	

Примітка:

співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:
для денної форми навчання – 0,66
для заочної форми навчання –

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: навчальна дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій» спрямована на вивчення студентами методів інженерних розрахунків деталей машин, елементів конструкції на міцність, жорсткість та стійкість в умовах дії статичних і динамічних навантажень із врахуванням зміни температури і процесів, пов'язаних з тривалістю експлуатації при одночасній надійності, довговічності та економічності.

Завдання: дисципліною передбачено виконання практичних занять, де студенти вивчають механічні властивості конструкційних матеріалів та розраховують оптимальні варіанти розрахункових схем елементів конструкцій; проводять розрахунки деталей машин, конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість в умовах статичних і динамічних навантажень; перевіряють основні розрахунки та поєднують їх в одне ціле всієї конструкції;

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» студент повинен

знати:

- основні гіпотези та принципи, що покладені в основу розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість деталей машин та елементів конструкцій;
- методи визначення внутрішніх силових факторів в статично визначених і статично невизначених пружних системах;
- залежності для визначення напружень і переміщень при різних видах простих і складних деформацій;
- теорії міцності, їх призначення та причини виникнення;
- методи інженерних розрахунків деталей машин та елементів конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість в умовах дії статичних та динамічних навантажень з врахуванням змінних температур;
- основи експериментальних методів визначення показників механічних властивостей конструкційних матеріалів та досліджень напружень і деформацій;

вміти:

- вибирати оптимальні варіанти розрахункових схем елементів конструкцій;
- вести розрахунки деталей машин, конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість в умовах статичних і динамічних навантажень з врахуванням зміни температур і тривалості експлуатації;
- поєднувати розрахунки в одне ціле всієї конструкції;
- вести вибір раціональних конструкційних матеріалів і економічних розмірів прокату.

3. Програма навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій»

Модуль 1.

- Тема 1.** Вступ. Предмет механіки матеріалів і конструкцій, його зміст, функції та завдання. Поняття про деформацію. Конструктивні елементи в механіці матеріалів і конструкцій.
- Тема 2.** Використання методу перерізів у складно навантаженому тілі.
- Тема 3.** Статичні моменти площі перерізу відносно осей. Осьові, полярний та відцентровий моменти інерції. Залежності між моментами інерції відносно паралельних і повернутих осей.
- Тема 4.** Визначення положення головних центральних осей інерції.
- Тема 5.** Деформація розтяг стиск. Залежності між напруженнями і деформаціями. Розрахунки на міцність. Допустимі напруження.
- Тема 6.** Міцність конструкції та властивості конструкційних матеріалів.
- Тема 7.** Діаграма розтягу низьковуглецевої сталі. Діаграми розтягу та стиску різних конструкційних матеріалів. Фізико-механічні властивості деревини.
- Тема 8.** Напруження і деформація. Побудова епюр внутрішніх зусиль для стержня. Розрахунки на міцність і жорсткість. Методи розрахунку. Особливості методів розрахунків елементів конструкцій.

Модуль 2.

- Тема 9.** Деформації і напруження зсуву. Методи виконання розрахунків елементів конструкцій на зсув.
- Тема 10.** Основні поняття деформації кручення. Розрахунки елементів конструкцій на кручення.
- Тема 11.** Головні напруження при крученні. Особливості методів розрахунків елементів конструкцій на кручення.
- Тема 12.** Особливості деформацій та розрахунків на міцність пружин.
- Тема 13.** Основи інженерних розрахунків балок. Побудова епюр поперечних сил і згинаючих моментів на прикладі статично визначеної консольної балки. Побудова епюр поперечних сил і згинаючих моментів на прикладі статично визначеної двохопорної балки.
- Тема 14.** Нормальні напруження в перерізах балок. Дотичні напруження. Раціональні форми перерізів при розрахунках на міцність.
- Тема 15.** Розрахунки конструкцій балок. Інженерні методи визначення напружень балок.

Модуль 3.

- Тема 16.** Напруження в перерізах криволінійних брусів. Деформації криволінійних брусів.
- Тема 17.** Переміщення в балках. Диференціальне рівняння пружної лінії балки та його інтегрування. Обчислення сталих інтегрування з однією,

двома та більше ділянок балки. Міцність і жорсткість балок рівного опору.

- Тема 18.** Потенціальна енергія деформації при згині. Узагальнені сили і переміщення. Теорема Кастільяно.
- Тема 19.** Інтеграл Максвела-Мора та його обчислення за методом Верещагіна при визначенні переміщень в пружних системах.
- Тема 20.** Застосування метода Верещагіна. при обчисленні переміщень пружних систем. Визначення переміщень в плоских рамах.
- Тема 21.** Статично невизначені системи при згині. Розрахунки простих статично невизначених балок способом порівняння деформацій.
- Тема 22.** Теорема Кастільяно, інтеграл Максвела-Мора. Метод Верещагіна при розкритті статичної невизначеності пружних систем при згині.
- Тема 23.** Канонічні рівняння методу сил. Визначення коефіцієнтів канонічних рівнянь за допомогою інтеграла Максвела-Мора і метода Верещагіна. Контроль правильності розв'язку статично невизначених систем.

Модуль 4.

- Тема 24.** Складний опір. Основні випадки складного опору. Загальні принципи розрахунків елементів конструкцій при складному опорі. Одночасна дія згину з розтягом або стиском. Косий згин.
- Тема 25.** Поза центровий розтяг або стиск. Положення нейтральної осі перерізу. Ядро перерізу. Одночасна дія згину з крученням. Перевірка міцності та підбір перерізів валів.
- Тема 26.** Стійкість елементів конструкцій. Критичне і допустиме навантаження. Коефіцієнт запасу стійкості. Задача Ейлера для визначення критичної сили. Залежність критичної сили від способу закріплення стержня. Критичне напруження.
- Тема 27.** Межі застосування формули Ейлера. Втрата стійкості при напруженнях, що перевищують границю пропорційності матеріалу. Розрахунки стиснутих стержнів за коефіцієнтами зниження допустимих напружень.
- Тема 28.** Опір матеріалів дії повторно змінних напружень. Механізм втомлюваності матеріалів. Причинні виникнення повторно-змінних напружень. Характеристика циклів зміни напружень. Визначення межі витривалості. Розрахунки на міцність елементів конструкцій при повторно-змінних напруженнях.
- Тема 29.** Динамічна дія навантажень. Загальні принципи розв'язку задач з врахуванням динамічної дії навантажень. Врахування сил інерції. Напруження в стержні, що рухається в напрямку повздовжньої осі з прискоренням. Коефіцієнт динамічності.
- Тема 30.** Напруження при ударі. Розрахунки на міцність елементів конструкції при осьовій дії удару. Напруження при скручуючому ударі. Розрахунки на удар при згині. Вплив коливань на міцність елементів конструкції.

4. Структура навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій»

Третій семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1.												
Тема 1.	6	2	2	–	–	2						
Тема 2.	6	2	2	–	–	2						
Тема 3.	6	2	2	–	–	2						
Тема 4.	6	2	2	–	–	2						
Тема 5.	6	2	2	–	–	2						
Тема 6.	7	2	2	–	–	2						
Тема 7.	7	2	2	–	–	2						
Тема 8.	7	2	2	–	–	2						
ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 1.	48	16	16	–	–	16						
Модуль 2.												
Тема 9.	6	2	2	–	–	2						
Тема 10.	7	2	2	–	–	2						
Тема 11.	7	2	2	–	–	2						
Тема 12.	7	2	2	–	–	2						
Тема 13.	6	2	2	–	–	2						
Тема 14.	6	2	2	–	–	2						
Тема 15.	6	2	2			2						
ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 2.	42	14	14	–	–	14						
За 3-й семестр всього:	90	30	30	–	–	30						

Четвертий семестр

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 3.												
Тема 16.	7	2	2	–	–	3						
Тема 17.	7	2	2	–	–	3						
Тема 18.	7	2	2	–	–	3						
Тема 19.	7	2	2	–	–	3						
Тема 20.	7	2	2	–	–	3						
Тема 21.	7	2	2	–	–	3						
Тема 22.	7	2	2	–	–	3						
Тема 23.	7	2	2	–	–	3						
ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 3.	56	16	16	–	–	24						
Модуль 4.												
Тема 24.	7	2	2	–	–	3						
Тема 25.	7	2	2	–	–	3						
Тема 26.	7	2	2	–	–	3						
Тема 27.	7	2	2	–	–	3						
Тема 28.	7	2	2	–	–	3						
Тема 29.	7	2	2	–	–	3						
Тема 30.	7	2	2			3						
ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 4.	49	14	14	–	–	21						
За 4-й семестр всього:	105	30	30	–	–	45						
За навчальний рік ВСЬОГО:	195	60	60	–	–	75						

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Визначення геометричних характеристик плоских перерізів.	12
2.	Розрахунок стержня на міцність.	10
3.	Розрахунки з'єднань на зріз. Умова міцності деталі конструкції.	10
4.	Розрахунок вала на міцність при крученні.	12
5.	Розрахунок двохопорної балки на згин.	12
6.	Визначення залежності між модулем пружності при зсуві та модулем пружності при розтягу.	10
7.	Визначення деформацій балки різними способами.	12
8.	Побудова епюр внутрішніх зусиль для один раз статично невизначеної рами.	10
	Разом	60

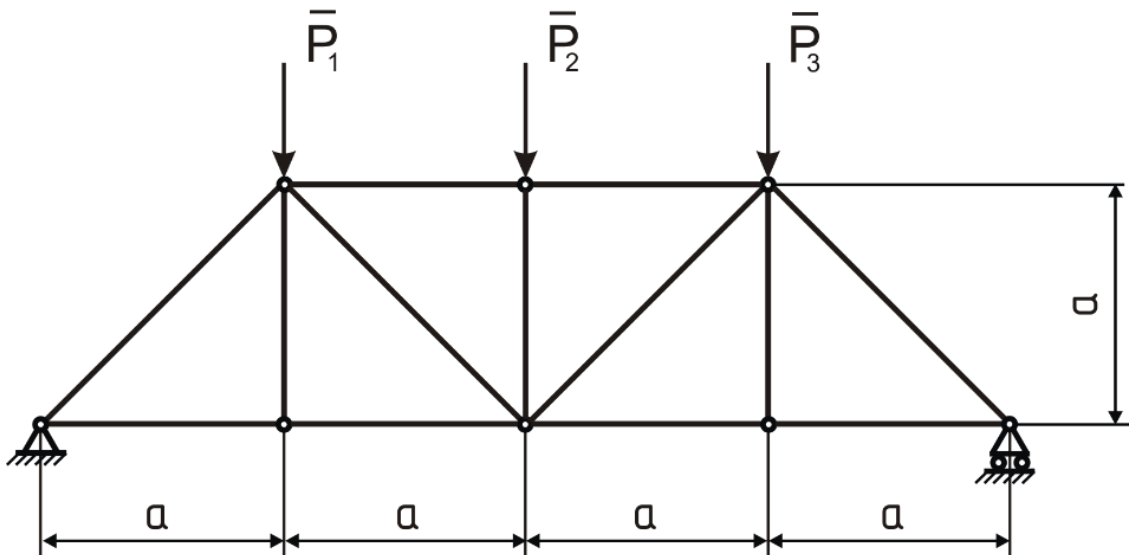
Орієнтовна тематика курсових проектів

№ з/п	Назва теми
1	Розрахунок плоских ферм
2	Розрахунок заклепочних вузлів плоских ферм
3	Розрахунок елементів конструкцій на міцність та жорсткість при простих видах деформацій

Приклад завдань з курсового проектування

Плоска ферма із геометричними розмірами, що визначає параметр a, m , навантажена зовнішніми силами $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \bar{P}_3, \bar{P}_4$.

1. Розрахувати зусилля у стержнях даної плоскої ферми методом вирізання вузлів і методом Ріттера.
2. Спроекувати заданий вузол ферми у двох варіантах: клепаному та зварному.



7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Визначення положення центра ваги складного перерізу.
2. Обчислення центральних осевих і відцентрового моментів інерції.
3. Обчислення кута, що визначає положення головних осей.
4. Визначення головних осей інерції.
5. Побудова епюри повздовжні сил.
6. Підбір з умови міцності круглого перерізу стержня.
7. Побудова епюри нормальних напружень.

8. Розрахунок дотичних напружень при зсуві.
9. Допустиме напруження на зріз для пластичних матеріалів.
10. Вибір матеріалу і допустимих напруг побудова епюр згинаючих і крутних моментів.
11. Побудова епюри дотичних напружень.
12. Перевірка міцності балки за третьою та четвертою теоріями міцності.
13. Розрахунок напруження і деформації кручення круглого циліндра.
14. Перевірка міцності балки на дотичні напруження і розрахунок балок на жорсткість.
15. Визначити напруження в перерізах та побудувати епюри нормальних напружень розтягу і згину.
16. Визначити реакції для статично невизначених балок.
17. Розрахунки на міцність при змінних напруженнях і концентрації напружень.
18. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів.
19. Розрахунок стержня на міцність.
20. Розрахунок балки на міцність за нормальними напруженнями.
21. Визначення деформацій балки різними способами.

8. Методи навчанням

Навчальний процес підготовки студентів із дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» передбачає застосування науково-педагогічними працівниками кафедри, широкого спектру методів навчання. При цьому перевага надається трьом групам методів це:

- організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності;
- мотивації навчально-пізнавальної діяльності;
- контролю і самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

Для розвитку у студентів творчого технічного мислення при оволодінні ними дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій», виникає необхідність розчленування кожної теми (проблеми) курсу на логічно завершені частини (блоки), потім їх подання в наочній графічній формі – укрупненому алгоритмі, який забезпечує зв'язки між цими окремими частинами (блоками). Такий дидактичний підхід буде розвивати в студентів системний діалектичний стиль мислення, тобто здатність охоплювати всі явища в цілому й одночасно виділяти елементи зв'язків між ними. Така форма подачі навчальної інформації забезпечує не тільки процес формування системного мислення, але й вчить методології цього процесу, розвиває уміння алгоритмічно записувати свою думку.

Реалізувати мету дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій», яка спрямована на вивчення студентами методів інженерних розрахунків можливо застосовуючи методи передачі й сприймання навчальної інформації:

1. Словесні (розповідь, бесіда, лекція);
2. Наочні (ілюстрація, демонстрація);
3. Практичні (досліди, вправи, навчально-продуктивна праця).

Логічні методи передачі і сприймання інформації:

1. Індуктивні;
2. Дедуктивні;
3. Аналітичні, синтетичні, аналітико-синтетичні.

Методи стимулювання самостійного мислення:

1. Репродуктивні;
2. Проблемно-пошукові;
3. Особистісно-розвивальні.

Методи самостійної роботи:

1. Робота з навчально-науковою книгою, самостійна письмова робота, лабораторна робота;
2. Робота під керівництвом викладача, включаючи й роботу з лабораторним обладнанням;
3. Самостійна робота студентів (в інтернеті, з книгою, письмова, лабораторна, виконання індивідуальних завдань).

При проведенні лекцій лектор використовує презентації, деякі з них можна побачити на сторінці дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» в системі Moodle. Також для кращого засвоєння практичних навичок з плоского згину балки широко використовується програма „Beamtest”, написана на мові програмування Pascal.

9. Форми контролю

Форми проведення проміжної атестації засвоєння програмного матеріалу змістового модуля розробляється лектором дисципліни і затверджується кафедрою у вигляді:

- тестування;
- письмової контрольної роботи;
- розрахункової чи розрахунково-графічної роботи тощо.

Головною ціллю всіх форм контролю при викладанні дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» є перевірка виконання кінцевої мети навчання – сформованості багатокомпонентної структури технічного мислення й інженерних та навчально-пізнавальних умінь, тобто перевірки того, чи досягло технічне мислення, структуру якого формували, рівня готовності до виконання фахових завдань.

Розвивальні можливості контролю навчальних досягнень студентів найкраще реалізуються при використанні тестових завдань відкритої форми. Такі тести дозволяють перевірити, крім запам'ятовування певної суми знань з дисципліни, також здатність творчого оперування знаннями при відповіді на поставлені контрольні запитання.

Суттєво сприяє реалізації розвивальних можливостей контролю проведення поточного опитування студентів на практичних і лабораторних заняттях із використанням простих і нестандартних виробничих ситуацій.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання студента відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України», затверджено Вченою радою НУБіП України 27.12.2019 р. протокол №5.

https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/polozh_ekzameni_zaliki_2020_dlya_saytu.pdf

Співвідношення між рейтингом здобувача вищої освіти і національними оцінками

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$

Шкала оцінювання рейтингу студента (слухача) Третій семестр

Поточне тестування та самостійна робота в третьому семестрі															Підсумковий тест (залік)	Сума
Модуль I								Модуль II								
ЗМ 1				ЗМ 2				ЗМ 3				ЗМ 4				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	30	100
4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		

Четвертий семестр

Поточне тестування та самостійна робота в четвертому семестрі														Підсумковий тест (залік)	Сума	
Модуль III								Модуль IV								
ЗМ 5				ЗМ 6				ЗМ 7				ЗМ 8				
T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	30	100
4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		

11. Методичне забезпечення

1. Механіка матеріалів і конструкцій: методичні вказівки з підготовки та проведення лекційних, лабораторно-практичних занять / М.Г. Чаусов, А.Г. Куценко, М.М. Бондар. За ред. М.Г. Чаусова. — Ніжин: АСПЕКТ – Поліграф, 2016, — 132 с.
2. Цурпал І.А., Пастушенко С.І., Барабан М.П., Швайко В.М. Механіка матеріалів і конструкцій. Лабораторні роботи. — К.: Аграрна освіта, 2001. — 271с.

12. Рекомендована література

Базова

1. Механіка матеріалів: навчальний посібник / Чаусов М.Г., Пилипенко А.П., Куценко А.Г., Бондар М.М. – Ніжин. : ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2018. – 560 с.
2. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М. та ін: Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч. I, II: Підручник / За ред. Г.М. Калетніка, М.Г. Чаусова. — К.: «Хай-Тек Прес», 2011. 432 с.: іл.

Допоміжна

1. Цурпал І.А. Механіка матеріалів і конструкцій. – К., Аграрна освіта. 2004. - 328с.

13. Інформаційні ресурси

1. <http://www.nbu.gov.ua/>
2. <http://www.gntb.gov.ua/ua/>
3. <http://rs.gntb.gov.ua/cgi-bin/irbis>
4. <http://www.tib.uni-hannover.de/>
5. <http://www.bookshop.ua/a4981272/>
6. <http://www.twirpx.com/file/365116/>
7. <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/30.04.pdf>
8. <http://eprints.kname.edu.ua/21589.pdf>
9. http://www.mcppv.ho.com.ua/docs/texnichna_mexanika6.pdf