

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра механіки



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету

В'ячеслав БРАТІШКО

“23” 05 2024 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри механіки

Протокол № 8 від «7» травня 2024 р.

Завідувач кафедри

Володимир БУЛГАКОВ

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Агроінженерія»

Гарант ОП

Ігор СІВАК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ»

Галузь знань 20 – «Аграрні науки і продовольство»

Спеціальність 208 – «Агроінженерія»

Освітня програма «Агроінженерія»

Факультет “Механіко-технологічний”

Розробники: професор кафедри механіки, д.т.н., професор М. Чаусов
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2024 р.

Опис навчальної дисципліни Механіка матеріалів і конструкцій

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>208 «Агроінженерія»</i>	
Освітня програма	<i>«Агроінженерія»</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	<i>екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	
Семестр	3	
Лекційні заняття	30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття		год.
Лабораторні заняття	45 год.	год.
Самостійна робота	75 год.	год.
Індивідуальні завдання		год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год.	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета – вивчення студентами методів інженерних розрахунків деталей машин, елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість в умовах дії статичних і динамічних навантажень із врахуванням зміни температури і процесів, пов'язаних з тривалістю експлуатації конструкції при однаковій надійності, довговічності та економічності.

Завдання – оволодіння студентами навиками проведення експериментальних досліджень та практичних розрахунків елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість в умовах дії статичних і динамічних навантажень із врахуванням зміни температури і процесів, пов'язаних з тривалістю навантаження.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні гіпотези та принципи, що покладені в основу розрахунків на міцність, жорсткість і стійкість деталей машини та елементів конструкцій;

- методи визначення внутрішніх силових факторів в статично визначених і статично не визначених пружних системах;
- залежності для визначення напружень і переміщень при різних видах простих і складних деформацій;
- теорії міцності, їх призначення та причини виникнення;
- 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.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі агропромислового виробництва, що передбачає застосування певних знань та вмінь, технологічних методів та прийомів і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК6. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.

ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК2. Здатність використовувати основи механіки твердого тіла і рідини; матеріалознавства і міцності матеріалів для опанування будови, та теорії сільськогосподарської техніки.

СК3. Здатність використовувати основи механіки твердого тіла і рідини; матеріалознавства і міцності матеріалів для опанування будови, та теорії сільськогосподарської техніки.

Програмні результати навчання:

ПРН 1. Володіти гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями; формулювати ідеї, концепції з метою використання у професійній діяльності.

ПРН 7. Розв'язувати складні інженерно-технічні задачі, пов'язані з функціонуванням сільськогосподарської техніки та технологічними

процесами виробництва, зберігання, обробки та транспортування сільськогосподарської продукції

ПРН8. Оцінювати та аргументувати значимість отриманих результатів випробувань сільськогосподарської техніки.

ПРН 12. Вибирати машини і обладнання та режими їх роботи у механізованих технологічних процесах рослинництва, тваринництва, первинної обробки сільськогосподарської продукції. Проектувати технологічні процеси та обґрунтовувати комплекси машин для механізованого виробництва сільськогосподарської продукції. Розробляти операційні карти для виконання механізованих технологічних процесів

ПРН13. Описувати будову та пояснювати принцип дії сільськогосподарської техніки. Вибирати робочі органи машин відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей сільськогосподарських матеріалів.

ПРН 15. Визначати показники якості технологічних процесів, машин та обладнання і вибирати методи їх визначення згідно з нормативною документацією

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми здобуття вищої освіти;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
Змістовий модуль 1. Загальні принципи і підходи у визначенні внутрішніх силових факторів і механічних напружень.														
Тема 1. Вступ. Основні положення дисципліни. Гіпотези і припущення при ідеалізації реальних в опорі матеріалів. Розрахункові схеми навантажень. Розмірність сил та їх класифікація. Поняття про деформацію. Пружність та пластичність матеріалів. Види простих деформацій, Переміщення. Основні конструктивні елементи в опорі матеріалів при інженерних розрахунках. Реальна конструкція та її розрахункова схема.	1	11	2		4		5							
Тема 2. Метод перерізів при визначенні внутрішніх силових	2	9	2		2		5							

<p>факторів в складно навантаженому тілі. Побудова епюр внутрішніх силових факторів для простих елементів конструкцій (стержні, вали, балки). Особливості методики побудови епюр внутрішніх силових факторів для плоских рам, криволінійних плоских брусів та просторових рамних систем. Диференціальні залежності між внутрішніми силовими факторами та навантаженнями в перерізах простих елементів конструкцій.</p>												
<p>Тема 3. Механічні властивості конструкційних матеріалів. Основні методи вивчення фізико-механічних властивостей конструкційних матеріалів. Діаграми розтягу і стиску різних конструкційних матеріалів. Напруження в перерізі. Складові повного напруження. Інтегральні зв'язки між внутрішніми силовими факторами і напруженнями. Залежності між напруженнями і деформаціями. Закон Гука. Модуль поздовжньої пружності (модуль Юнга). Розрахунки на міцність за допустимими напруженнями. Коефіцієнт запасу міцності.</p>	3	11	2	4	5							
<p>Тема 4. Розтяг і стиск. Напруження і деформації. Коефіцієнт поперечної деформації (коефіцієнт</p>	4	9	2	2	5							

<p>Пуассона). Поняття про концентрацію напружень. Номінальні напруження. Теоретичний та ефективний коефіцієнт концентрації напружень. Розрахунки на міцність і жорсткість. Напруження і деформації стержнів із врахуванням власної ваги. Поняття про стержні рівного опору розтягу або стиску. Ступінчаті стержні. Зсув. Потенціальна енергія деформації при чистому зсуві. Залежність між модулем подовжньої пружності, модулем зсуву і коефіцієнтом поперечної деформації. Практичні розрахунки на зсув. Розрахунки на міцність заклепкових, зварних, болтових і з'єднань із деревини. Поняття про контактні напруження</p>													
Разом за змістовим модулем 1	40	8		12		20							
Змістовий модуль 2. Розрахунки на міцність і жорсткість простих елементів конструкцій.													
<p>Тема 5. Геометричні характеристики плоских перерізів. Статичні моменти, площі перерізу відносно осей. Положення центру ваги перерізу. Осьові полярний і відцентровий моменти інерції і їх властивості. Залежності між моментами інерції відносно паралельних і повернутих осей. Визначення положення головних центральних осей інерції. Головні</p>	5	11	2		4		5						

центральні моменти інерції. Радіус інерції.													
Тема 6. Кручення. Залежність крутного моменту від потужності і числа обертів. Основні гіпотези деформації кручення. Напруження і деформації. Розрахунки валів круглого поперечного перерізу з умов міцності і жорсткості. Головні напруження при крученні. Раціональні форми і розміри поперечних перерізів валів.	6	9	2	2	5								
Тема 7. Згин. Нормальні напруження в перерізах балок. Формула Нав'є. Розрахунки на міцність. Дотичні напруження в перерізах балок. Головні напруження. Розрахунки балок на міцність за головними напруженнями. Раціональні форми перерізів при розрахунках на міцність	7	11	2	4	5								
Тема 8. 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.	8	9	2	2	5								
Разом за змістовим модулем 2		40	8	12	20								
Змістовий модуль 3. Визначення деформацій пружних статично визначених і статично невизначених систем при згині. Складний опір.													
Тема 9. Потенціальна енергія деформації при згині. Узагальнені сили і переміщення. Теорема Кастільяно. Інтеграл Максвела-Мора та його обчислення за методом Верещагіна	9	11	2	4	5								

при визначенні переміщень в пружних системах. Застосування методу Верещагіна. при обчисленні переміщень пружних систем. Визначення переміщень в плоских рамах.													
Тема 10. Статично невизначені системи при згині. Розрахунки простих статично невизначених балок способом порівняння деформацій. Теорема Кастільяно, інтеграл Максвела-Мора. Метод Верещагіна при розкритті статичної невизначеності пружних систем при згині Канонічні рівняння методу сил. Визначення коефіцієнтів канонічних рівнянь за допомогою інтеграла Максвела-Мора і методу Верещагіна. Контроль правильності розв'язку статично невизначених систем.	10	9	2	2	5								
Тема 11. Складний опір. Основні випадки складного опору. Загальні принципи розрахунків елементів конструкцій при складному опорі. Одночасна дія згину з розтягом або стиском. Косий згин. Поза центровий розтяг або стиск. Положення нейтральної осі перерізу. Ядро перерізу. Одночасна дія згину з крученням. Перевірка міцності та підбір перерізів валів.	11	11	2	4	5								
Разом за змістовим модулем 3	31	6	10	15									
Змістовий модуль 4. Динамічна дія навантажень.													
Тема 12. Опір матеріалів дії повторно змінних напружень. Механізм	12	9	2	2	5								

втомлюваності матеріалів. Причинні виникнення повторно-змінних напружень. Характеристика циклів зміни напружень. Визначення межі витривалості. Розрахунки на міцність елементів конструкцій при повторно-змінних напруженнях.													
Тема 13. 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.	13	11	2	4	5								
Тема 14. Напруження в стержні, що обертається навколо шарнірно закріпленого кінця зі сталим прискоренням. Коефіцієнт динамічності. Напруження в брусі, що рухається прямолінійно в напрямку, перпендикулярному до повздовжньої осі із сталим прискоренням. Коефіцієнт динамічності.	14	9	2	2	5								
Тема 15. Напруження в кільці, що обертається із сталим прискоренням. Коефіцієнт динамічності. 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	15	10	2	3	5								

елементів конструкції.													
Разом за змістовим модулем 4	39	8	11	20									
Усього годин	150	30	45	75									

3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова епюр нормальних сил для стержнів. Побудова епюр крутних моментів для валів. Побудова епюр згинальних моментів і поперечних сил для балок.	2
2	Випробування на розтяг низько вуглецевої сталі на розтяг. Визначення модуля поздовжньої пружності (модуля Юнга) для сталі.	2
3	Розрахунки на міцність і жорсткість при розтягу і стиску. Врахування концентрації напружень. Розв'язування задач.	2
4	Випробування чавуну і деревини на стиск вздовж волокон.	2
5	Розрахунки на міцність жорсткість стержнів з врахуванням власної ваги. Ступінчаті стержні. Розв'язування задач. Розрахунки на міцність і жорсткість стержневих статично не визначених систем. Врахування зміни температури. Розв'язування задач.	2
6	Визначення напружень по похилих площинах. Положення головних площин.	2
7	Розрахунки на міцність тонкостінних осесиметричних посудин. Рівняння Лапласа.	2
8	Розрахунки заклепкових, зварних, шпонкових з'єднань, та з'єднань з деревини. Розрахунки клейових з'єднань.	2
9	Випробування сталі, чавуну на зсув та деревини на зріз поперек волокон та сколювання.	2
10	Розрахунки геометричних характеристик симетричних плоских перерізів.	2
11	Розрахунки геометричних характеристик несиметричних плоских перерізів.	2
12	Розрахунки валів круглого поперечного перерізу з умов міцності і жорсткості. Розв'язування задач.	2
13	Випробування сталі на кручення. Побудова діаграми кручення. Визначення модуля зсуву.	2
14	Підбір перерізів балок. Перевірка міцності балок за нормальними і дотичними напруженнями. Розв'язування задач.	2

15	Повна перевірка міцності балок. Розв'язування задач. Рішення задач перевірки міцності і жорсткості криволінійних брусів.	2
16	Інтегрування диференціальних рівнянь пружної лінії балки.	2
17	Особливості використання теореми Кастільяно при визначенні переміщень пружних систем при згині.	2
18	Розкриття статичної невизначеності пружних систем з використанням теореми Кастіл'яно, інтеграла Максвелла-Мора, метода Верещагіна..	2
19	Розкриття статичної невизначеності пружних систем з використанням канонічних рівнянь метода сил. Визначення моменту заземлення однопрольотної статично невизначеної балки.	2
20	Розрахунки на міцність елементів конструкцій на одночасну дію згину з крученням. Розрахунки на міцність поздовжньо стиснутих стержнів великої гнучкості.	2
21	Дослідження деформації просторового ламаного бруса.	2
22	Визначення коефіцієнта динамічності для кільця, що обертається із сталим прискоренням. Визначення напружень в елементах конструкцій при осьовій дії удару і при скручуючому ударі. Розрахунки на удар при згині. Зміна механічних властивостей матеріалу при ударі.	2
23	Дослідження деформацій при косому згині.	1

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Робота з начальними посібниками по темам лекцій	20
2	Підготовка до контрольних робіт	20
3	Оформлення і підготовка до здачі лабораторних робіт	25
4	Оформлення самостійних робіт	10

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних та самостійних робіт;

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, співбесіда);
- практичний метод (лабораторні, заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні);

- самостійна робота (виконання завдань);

7. Методи оцінювання:

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист лабораторних та самостійних робіт.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

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

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2028>
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Механіка матеріалів і конструкцій [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов, А. П. Пилипенко ; За ред. М. Г. Чаусова. - К. : Прінтеко, 2022. - 284 с.
2. Механіка матеріалів і конструкцій [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов, В. М. Швайко, А. П. Пилипенко ; Національний університет біоресурсів і природокористування України). - 2-ге вид. перероблене і доповнене. - К. : ПП "Мастер Принт" , 2020. - 340 с.
3. Механіка матеріалів [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов [та ін.]. - перше перевидання. - К. : Центр учбової літ-ри, 2019. - 594 с

4. Механіка матеріалів і конструкцій [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов, В. М. Швайко, А. П. Пилипенко ; Національний університет біоресурсів і природокористування України). - К. : ПП "Мастер Принт" , 2019. - 329 с.
5. Механіка матеріалів [Текст] : навчальний посібник / М. Г. Чаусов [та ін.]. - К. : ВД "Авіцена", 2018. - 560 с.
6. Механіка матеріалів і конструкцій [Текст] : навч. посіб. для підгот. бакалав. у вищ. аграр. закладах II-IV рівнів акред. з напрям. "Механізація та електрифікація с.-г." та "Інженерна механіка" (спеціальність "Машини та обладнання с.-г." / І.А. Цурпал. - К. : Вища освіта, 2005. - 367 с.
7. Опір матеріалів [Текст] : підручник для студ. механ. спец. вузів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Є.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. - 2-ге вид., доповн. і перероб. - К. : Вища школа, 2004. - 655 с.
8. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч. I, II: Підручник/ Г.М.Калетнік, М.Г.Чаусов, В.М.Швайко, В.М.Пришляк, А.П.Пилипенко, М.М.Бондар. За ред.. Г.М.Калетніка, М.Г.Чаусова. – К.: «Хай-Тек Прес», 2011. – 616 с.
9. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість [Текст] : підручник для ВНЗ III-IV рівнів акредитації. Ч. III / Г. М. Калетнік [та ін.] ; За ред. Г. М. Калетніка, М. Г. Чаусова ; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. - К. : Хай-Тек Прес, 2013. - 528 с.
10. <http://archive.nbuu.gov.ua/portal/natural/metkon/index.html>
11. <http://www.info-build.com.ua/normativ/detail.php?ID=45334>
12. http://jeybud.com.ua/index.php?item=articles&d_id=3&sub=5106
13. http://www.urdisc.com.ua/rl/info/glava_0.pdf
14. <http://msd.com.ua/metalevi-konstrukcii/>
15. <http://www.atlasward-ua.com/>
16. <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=788>
17. <http://www.splav-kharkov.com/main.php>
18. http://s-metall.com.ua/spravochnik_stalej.html