

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра механіки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
конструювання та дизайну
Зиновій РУЖИЛО



“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри механіки
Протокол № 9 від 25 квітня 2023 р.

Завідувач кафедри
Володимир БУЛГАКОВ

”РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОНП «Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
Вячеслав ЛОВЕЙКІН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Теоретичні та експериментальні методи моделювання і
дослідження машинних агрегатів**

Спеціальність 133 “Галузеве
машинобудування”

Освітньо-наукова програма “Машини та обладнання сільськогосподарського
виробництва”

Факультет (ННІ) “Конструювання та дизайну”

Розробники: зав. кафедри механіки, д.т.н., професор В.Булгаков, професор
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

кафедри механіки, д.т.н., професор М. Чаусов

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Теоретичні та експериментальні методи моделювання і дослідження машинних агрегатів

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь	
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»
Освітня наукова програма	«Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота)	-
Форма контролю	Екзамен
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	
	денна форма навчання
Рік підготовки	2
Семестр	3
Лекційні заняття	10 год.
Практичні, семінарські заняття	-
Лабораторні заняття	20 год
Самостійна робота	90 год.
Індивідуальні завдання	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни: вивчення студентами сучасних методів моделювання і дослідження машинних агрегатів на стадії проектування, виготовлення та експлуатації. Процес розвитку техніки висуває перед фахівцями з міцності машин завдання щодо підвищення надійності та довговічності машин і конструкцій, які працюють у складних умовах експлуатації. Це потребує проведення все більшої кількості розрахунків. При цьому акцентується увага на правильному виборі матеріалу та його розрахункової моделі, а також на розрахунках реальних машинних агрегатів.

Завдання дисципліни: оволодіння студентами навичками моделювання і дослідження конструкційного матеріалу моделями твердого середовища, розв'язок яких дозволяє отримати числові значення розподілу полів переміщень, деформацій, напружень, температур та ін., що у свою чергу є

інформацію для оцінки міцності, жорсткості і довговічності елементів конструкцій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні та експериментальні методи моделювання машинних агрегатів» студент повинен **набути наступні компетентності:**

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні завдання і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають проведення дослідження та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформацію з різних джерел.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

ЗК10. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК1. Здатність ставити, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

СК2. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку. Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

СК3. Здатність створювати нову техніку і технології в галузі механічної інженерії.

СК6. Здатність до науково-педагогічної діяльності в закладах вищої, та фахової освіти.

СК7. Здатність виконувати науково-практичні та прикладні дослідження в машинобудівній галузі.

Програмні результати навчання

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування і, зокрема, сільськогосподарського машинобудування.

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН3. Знати і розуміти процеси галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи.

РН6. Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

3. Графік навчання

Розподіл навчального часу за темами по видам занять

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 побудови математичних моделей твердих середовищ														
Тема 1.1. Моделі лінійної теорії в'язко-пружних тіл	1	12	1		2		9							
Тема 1.2. Моделі пружно –пластичного середовища	2	12	1		2		9							
Тема 1.3. Моделі пружно-в'язко-пластичного середовища	3	12	1		2		9							
Тема 1.4. Моделі знеміцнюючихся середовищ	4	12	1		2		9							
Тема 1.5. Використання математичних моделей твердого середовища при розрахунках на міцність і жорсткість реальних елементів конструкцій	5	12	1		2		9							
Разом за змістовим модулем 1		60	5		10		45							
Змістовий модуль 2. Методика побудови математичних моделей сільськогосподарських машин і машинних агрегатів														
Тема 2.1. Основні типи сільськогосподарських машинних агрегатів і	6	12	1		2		9							

методи формалізації їх технологічних рухів													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тема 2.2. Методика обрання принципу динаміки для дослідження руху сільськогосподарського машинного агрегату	7	12	1		2		9						
Тема 2.3. Розв'язання систем диференціальних рівнянь руху сільськогосподарського машинного агрегату і визначення раціональних параметрів динамічної системи	8	12	1		2		9						
Тема 2.4. Методика побудови математичної моделі машинного агрегату, який складається з колісного трактора і причіпної сільськогосподарської машини	9	12	1		2		9						
Тема 2.5. Методика побудови математичної моделі машинного агрегату, який складається з колісного трактора і фронтально навішеної сільськогосподарської машини	10	12	1		2		9						
Разом за змістовим модулем 2	60		5		10		45						
Усього годин	120		10		20		90						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.1.	Розрахунок на електронних моделях процесу деформування конструкційного матеріалу по моделі лінійно – пружного середовища	2
1.2.	Розрахунок на електронних моделях процесу деформування конструкційного матеріалу по моделі пружно – пластичного середовища	2
1.3.	Розрахунок на електронних моделях процесу деформування конструкційного матеріалу по моделі пружно - в'язко – пластичного середовища	2
1.4.	Розрахунок на електронних моделях процесу деформування конструкційного матеріалу по моделі знеміцнюючихся середовищ	2
1.5.	Використання математичних моделей твердого середовища при розрахунках на міцність і жорсткість оболонкових конструкцій	2
2.1.	Дослідження методів формалізації технологічних рухів сільськогосподарських машинних агрегатів	2
2.2.	Вивчення методики обрання принципів динаміки для дослідження руху сільськогосподарських машин	2
2.3.	Визначення раціональних параметрів сільськогосподарського машинного агрегату як динамічної системи за допомогою розв'язання диференціальних рівнянь	2
2.4.	Побудова математичної моделі машинного агрегату, який складається з колісного трактора і причіпної сільськогосподарської машини	2
2.5.	Побудова математичної моделі машинного агрегату, який складається з колісного трактора і фронтально навішеної сільськогосподарської машини	2

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Робота з начальними посібниками за темами лекцій	60
2	Підготовка до контрольних робіт	15
3	Оформлення і підготовка до здачі лабораторних робіт	15
	Разом	90

6. З разки контрольних питань, тестів для визначення засвоєння знань студентами

1. Наведіть перелік операцій, які необхідно здійснити для побудови математичної моделі функціонування сільськогосподарської машини або сільськогосподарського машинного агрегату?
2. Які вихідні рівняння можна застосовувати при побудові математичної моделі функціонування сільськогосподарської машини або сільськогосподарського машинного агрегату?
3. Напишіть вихідні рівняння Лагранжу 2-го роду, які можна використовувати при побудові математичних моделей та дайте аналіз її структури?
4. Рівняння Лагранжа з невизначеними множниками, їх аналіз та умови застосування при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин або сільськогосподарських машинних агрегатів?
5. За якими умовами визначають узагальнені координати складних динамічних систем, до яких відносяться сільськогосподарські машини при побудові їх математичних моделей?
6. Як визначити кінетичну енергію складної багатомасової системи при побудові математичних моделей сільськогосподарських машинних агрегатів?
7. Як визначити потенційну енергію складної багатомасової системи при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин?
8. Що таке дисипативна функція складної динамічної системи, до якої відносяться сільськогосподарські машини або сільськогосподарські машинні агрегати і дати формулу для її загального випадку?
9. Які перетворення необхідно провести для переведення диференціальних рівнянь функціонування сільськогосподарських машин складених за використанням вихідних рівнянь Лагранжу 2-го роду до загального виду при побудові математичних моделей?
10. За якою методикою здійснюються обчислення узагальнених сил при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин або сільськогосподарських машинних агрегатів?
11. Як враховуються рівняння голономних в'язей при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин або сільськогосподарських машинних агрегатів?
12. Як враховуються рівняння неголономних в'язей при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин або сільськогосподарських машинних агрегатів?
13. Які існують методи розв'язування отриманих систем диференціальних рівнянь руху сільськогосподарських машин або сільськогосподарських машинних агрегатів при побудові їх математичних моделей?
14. В яких випадках використовують теорему про зміну кількості руху механічної системи при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин або сільськогосподарських машинних агрегатів?

15. В яких випадках використовують теорему про зміну кінетичної енергії механічної системи при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин або сільськогосподарських машинних агрегатів?

16. Як застосовувати теорію удару при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин або їх робочих органів?

Екзаменаційне питання
1. Одноланкові моделі в'язкого середовища.
2. Як застосовувати теорію удару при побудові математичних моделей сільськогосподарських машин або їх робочих органів?

Тестові завдання різних типів

Питання 1.

У яких матеріалах відхилення від закону Гука особливо помітні?
<i>(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)</i>

Питання 2.

Які моделі називаються ідеальними?
<i>(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)</i>

Питання 3.

За якою формулою визначається відносна об'ємна деформація?
<i>(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)</i>

Питання 4.

Як називаються дві основні теорії пластичності?
<i>(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)</i>

Питання 5.

Під пружністю матеріалу розуміють
1. Його здатність повністю відновлювати початковий об'єм
2. Його здатність повністю відновлювати початкову форму
3. Його здатність повністю відновлювати початкові об'єм і форму
4. Його здатність отримувати залишкові деформації
5. Його здатність до релаксації
<i>(у бланку відповідей впишіть номер вірної відповіді)</i>

7. Методи навчання

Навчальний процес підготовки студентів із дисципліни «Теоретичні та експериментальні методи моделювання машинних агрегатів» 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 «Теоретичні та експериментальні методи моделювання машинних агрегатів», 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 «Теоретичні методи моделювання і дослідження машинних агрегатів», 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).

8. 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 «Динаміка і міцність машин» 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.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. згідно протоколу № 7).

Таблиця 1.

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): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

10. Навчально-методичне забезпечення

Основна

1. Булгаков В.М., Головач В.І., Ружило З.В., Ігнат'єв Є.І., Адамчук О.В., Троханяк О.М. Теорія і технічні засоби для збирання гички буряків цукрових. Київ: Аграрна наука, 2021, 212 с.
2. Настенко Є.А., Павлов В.А., Городецька О.К., Корнієнко Г.А. Методи моделювання складних систем і процесів. Навчальний посібник. – К.: Ел. мережн. вид. НТТУ КПП ім. І. Сікорського, 2022. – 143 с.
3. Стрижало В.О., Бородій М.В. Експериментальні методи в механіці деформованого твердого тіла. Навчальний посібник. – К.: Ел. мережн. вид. НТТУ КПП ім. І. Сікорського, 2022. – 306 с.

Допоміжна

1. Барановський В.М., Пулька Ч.В., Окіпний І.Б та ін. Наукові дослідження і теорія експерименту. Метод. вказівки. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2022. – 83 с.
2. В.М. Булгаков, В.В. Адамчук, І.В. Головач, В.Т. Надикто, Є.І. Ігнат'єв. Експериментальні дослідження двовалового очисника головок коренеплодів. – Вісник аграрної науки, 2022, №7. – С. 53-61.
3. Z. Ruzhylo, V. Bulgakov, O. Trokhaniak, I. Holovach. Justification of the improved technological process and development of the construction of the cleaner of root tubers from impurities. International scientific journal «Mechanization in agriculture & conserving of the resources». Year LXVIII ISSUE 3 / 2022. pp. 91-93.

11. Рекомендовані джерела інформації

1. <http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/metkon/index.html>
2. <http://www.info-build.com.ua/normativ/detail.php?ID=45334>
3. http://jeybud.com.ua/index.php?item=articles&d_id=3&sub=5106
4. http://www.urdisc.com.ua/rl/info/glava_0.pdf
5. <http://msd.com.ua/metalevi-konstrukcii/>
6. <http://www.atlasward-ua.com/>
7. <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=4254>