

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Вінницький національний аграрний університет

ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

ПРОГРАМА

**навчальної дисципліни для здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр»
напряму підготовки 208 «Агроінженерія» в аграрних вищих навчальних
зкладах**

Вінниця 2016

Програму підготували: кандидат технічних наук, доцент Солона О.В., асистент Паламарчук В.І., асистент Дмитренко В.П.

Рецензенти: доктор технічних наук, професор Паламарчук І.П. (Вінницький національний аграрний університет); доктор технічних наук, професор Сивак І.О. (Вінницький національний технічний університет).

Рекомендовано до видання методичною комісією Вінницького національного аграрного університету, протокол

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“Теорія механізмів і машин”

Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність	208 «Агроінженерія»
Ступінь вищої освіти	“бакалавр”
Кількість кредитів	6
Кількість частин	4
Кількість блоків	8
Загальна кількість годин	120

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин:

Навчальні заняття	76
Лекції	32
Лабораторні заняття	44
Самостійна робота	104
Форма підсумкового контрольного заходу	екзамен

ВСТУП

“Теорія механізмів і машин” - навчальна дисципліна для підготовки здобувачів ступеня вищої освіти “бакалавр” спеціальності 208 «Агроінженерія».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є будова і класифікація механізмів, методи кінематичного і динамічного дослідження, методи проектування схем механізмів, які є загальними для механізмів і машин різного призначення.

Вивчення навчальної дисципліни “Теорія механізмів і машин” ґрунтується на знаннях здобувачів вищої освіти з таких навчальних дисциплін: “Вища математика”, “Фізика”, “Теоретична механіка”, “Нарисна геометрія та комп’ютерна графіка”, “Матеріалознавство і ТКМ”.

Отримані знання з навчальної дисципліни “Теорія механізмів і машин” є основою для вивчення навчальних дисциплін: “Деталі машин”, “Підйомно-транспортні машини”, “Трактори і автомобілі”, “Сільськогосподарські машини” та для розв’язування інженерних задач з проектування схем механізмів і машинних агрегатів.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни “Теорія механізмів і машин” є ознайомлення студентів з методами дослідження існуючих механізмів (аналіз механізмів), проектування механізмів за заданими властивостями (синтез механізмів) і теорією машин-автоматів. Навчальна дисципліна розглядає в першу чергу загальні питання дослідження та проектування механізмів незалежно від галузі застосування, розкриває загальні основи будови, кінематики та динаміки, які використовуються при вивченні конкретних механізмів і машин.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні знати:

- терміни, характерні для різних розділів теорії механізмів і машин;
- основні види механізмів та їх структурну класифікацію;

- методи кінематичного і динамічного аналізу та синтезу механізмів;
- динаміку машин і методи регулювання руху машин;

вміти:

- застосовувати основні положення теорії механізмів і машин у розрахунках і під час проектування сільськогосподарських машин та інших технічних об'єктів;
- правильно вибирати і розробляти алгоритми аналізу структурних і кінематичних схем з визначенням параметрів руху;
- проектувати і конструювати типові схеми машин;
- вибирати критерії якості роботи, формулювати задачі синтезу з урахуванням бажаних умов роботи;
- підбирати довідникову літературу, стандарти, а також прототипи конструкцій під час проектування.

ОРІЄНТОВНА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви	Обсяг годин для окремих видів навчальних занять та самостійної роботи			
	лекції	лабораторні	самостійна робота	Всього
1	2	3	4	5
Частина 1				
Блок 1. Структурний аналіз				
Тема 1. ТММ – наукова основа створення нових машин. Склад механізмів. Основні положення, визначення.	2		4	6
Тема 2. Класифікація кінематичних пар. Види механізмів. Структурні формули. Структурний аналіз та синтез. Зайві ступені вільності і умови зв'язку. Основний принцип утворення механізмів.	2	4	12	18
Всього за блоком 1	4	4	16	24
Блок 2. Кінематичний аналіз механізму				
Тема 3. Кінематичний аналіз механізмів. Методи дослідження руху механізмів методом планів швидкостей і прискорень	2	4	8	14
Тема 4. Задачі динамічного дослідження механізмів. Сили, що діють у машинах. Силовий розрахунок плоских механізмів без урахування сил тертя.	2	4	8	14
Тема 5. Силовий розрахунок механізмів. Визначення реакції в кінематичних парах 2-го класу. Важіль Жуковського.	2		16	18
Всього за блоком 2	6	8	32	46
Частина 2				
Блок 3. Нерівномірність руху машин і механізмів				
Тема 6. Тертя і знос у механізмах і машинах. Види тертя. Визначення ККД.	2	4		6
Тема 7. Нерівномірність руху машин і механізмів. Дослідження руху механізмів методом Віттенбауера. Момент інерції маховика.	2	4		6
Всього за блоком 3	4	8		12
Блок 4. Зрівноваження механізмів				
Тема 8. Зрівноваження механізмів. Задачі. Зрівноваження обертових мас.	4	8		12

Всього за блоком 4	4	8		12
Частина 3				
Блок 5. Геометричні параметри зубчастих коліс				
Тема 9. Зубчаті передачі в сільгосптехніці. Синтез зубчастих механізмів. Сили діючі в зубчастих передачах. Геометричні параметри зубчастих коліс.	2	4	8	14
Тема 10. Основна теорема зачеплення. Наслідки. Евольвента, рівняння, властивості. Геометричні параметри зачеплення. Виготовлення зубчастих коліс. Підрізання зубців.	2	4	16	22
Всього за блоком 5	4	8	24	36
Блок 6. Диференціальні і планетарні механізми				
Тема 11. Розрахунок передаточних відношень планетарних та диференційних механізмів. Формула Вілліса.	2	4	8	14
Тема 12. Особливості косо зубих циліндричних, конічних і черв'ячних передач. Нові види зубчастих зачеплень	2			2
Всього за блоком 6	4	4	8	16
Частина 4				
Блок 7. Синтез кулачкового механізму				
Тема 13. Синтез кулачкового механізму. Типи кулачкових механізмів. Закони руху штовхача. Кут тиску і передачі.	2	4	8	14
Тема 14. Визначення основних параметрів із умови обмеження кута тиску. Особливості синтезу кулачкових механізмів коромислових та з плоским штовхачем. Радіус ролика.	2		16	18
Всього за блоком 7	4	4	24	32
Блок 8. Основні теорії машин і автоматів				
Тема 15. Основні теорії машин і автоматів. Основні поняття. Автомати для сільського господарства.	2			2
Всього за блоком 8	2			2
Всього годин за навчальну дисципліну	32	44	104	180

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Частина 1

Блок 1. Структурний аналіз

Тема 1. ТММ – наукова основа створення нових машин. Склад механізмів. Основні положення, визначення.

Основні проблеми ТММ. Роль навчальної дисципліни у формуванні професійних навичок інженера-механіка агропромислового виробництва. Роль українських та іноземних учених у розвитку теорії механізмів і машин. Література, яку використовують під час вивчення навчальної дисципліни.

Тема 2. Класифікація механізмів та кінематичних пар. Види механізмів. Структурні формули. Структурний аналіз та синтез. Надлишкові в'язі. Основний принцип утворення механізмів.

Кінематична пара. Класифікація кінематичних пар за числом ступенів вільності та умов зв'язку. Кінематичні ланцюги та їх класифікація. Кінематичні з'єднання.

Структурні формули кінематичних ланцюгів. Зайві ступені вільності і умови зв'язку. Структура механізмів із незамкнутими кінематичними ланцюгами. Проектування раціональних механізмів. Заміна вищих пар нижчими. Гупи Ассура.

Блок 2. Кінематичний аналіз механізму

Тема 3 Кінематичний аналіз механізмів. Методи кінематичного дослідження механізмів. Аналітичне дослідження кінематичних механізмів.

Задачі та методи кінематичного дослідження механізмів. Побудова положень ланок механізму і траєкторій окремих точок. Дослідження кінематики плоских механізмів методом планів. Побудова планів швидкостей та прискорень механізмів другого класу. Визначення кутових швидкостей і кутових прискорень ланок механізму. Кінематичні діаграми.

Графічне диференціювання та інтегрування (метод дотичних, хорд). Поняття про геометричні і кінематичні характеристики механізмів. Методи векторних контурів і перетворення координат. Скалярні добутки та похідні базисних ортів. Механізми II-го класу з одною структурною групою. Алгоритми кінематичного розрахунку механізмів II-го класу. Побудова кінематичних діаграм аналітичним методом на ЕОМ. Дослідження універсального шарніра та карданної передачі.

Тема 4 Динамічне дослідження механізмів. Сили інерції. Умови статичної визначеності кінематичної ланки.

Задачі динамічного дослідження. Механічні характеристики робочих машин і двигунів. Сили, які діють на ланки механізмів, та їх характеристики. Сили та моменти інерції ланок плоских механізмів. Умова статичної визначеності плоского кінематичного ланцюга. Послідовність дослідження.

Тема 5. Силовий розрахунок механізмів. Визначення реакції в кінематичних парах 2-го класу. Важіль Жуковського.

Силовий аналіз механізмів II-го класу графоаналітичним методом. Визначення реакцій в кінематичних парах. План сил. Кінетостатика ведучої ланки механізму. Зрівноважувальні сила та момент. Важіль Жуковського. Аналітичний силовий розрахунок механізмів II-го класу.

Частина 2

Блок 3. Кінетостатика важільних механізмів

Тема 6 . Тертя в машинах і механізмах. ККД. Тертя в кінематичних парах. Тертя в гнучких ланках.

Природа сил тертя. Класифікація сил тертя. Тертя ковзання і кочення. Тертя в поступальній кінематичній парі. Кут тертя. Тертя в обертальній кінематичній парі. Рідинне тертя ковзання. Тертя у вищій кінематичній парі.

Тема 7 Динамічна модель механізму. Зведення сил і моментів інерції. Нерівномірність ходу машини. Дослідження руху механізмів методом Віттенбауера. Момент інерції маховика.

Динамічна модель механізму. Зведення сил і мас. Динаміка важільних механізмів з електроприводом. Робота зведеного моменту сил опору та тяжіння. Дослідження руху машинного агрегату за допомогою рівняння кінетичної енергії. Визначення коефіцієнта нерівномірності руху для заданих параметрів машинного агрегату. Механічний коефіцієнт корисної дії. Визначення моменту інерції маховика за методом Вітгенбауера. Регулятори швидкості.

Блок 4. Зрівноваження механізмів

Тема 8 Зрівноваження механізмів. Умови зрівноваження. Статичне балансування. Динамічне балансування.

Динаміка поршневих двигунів. Робота зведеного моменту сил. Вплив маховика на коефіцієнт нерівномірності руху поршневих двигунів. Визначення моменту інерції маховика за методом Є.М. Гут'яра. Кутова швидкість кривошипа поршневих двигунів. Кутове прискорення кривошипа. Вібрації і коливання в машинах і механізмах. Задача про зрівноваження механізмів. Визначення положення центра мас плоского механізму. Метод замінування мас. Зрівноваження механізмів на фундаменті. Зрівноваження обертових мас. Балансування роторів.

Частина 3

Блок 5. Геометричні параметри зубчастих коліс

Тема 9. Зубчасті передачі в сільгосптехніці. Види зубчастих механізмів. Геометричні параметри зубчастих коліс.

Основні характеристики передач. Фрикційні передачі, варіатори. Зубчасті передачі. Геометричні параметри зубчастого колеса.

Тема 10. Основна теорема зачеплення. Евольвента, рівняння, її властивості. Виготовлення зубчастих коліс. Підрізання зубців. Особливості косозубих циліндричних, конічних і черв'ячних передач.

Основні елементи зубчастого колеса. Модуль зубчастого колеса. Основна теорема теорії плоского зачеплення. Евольвента кола та її

властивості. Рівняння евольвенти. Основні властивості евольвентного зачеплення. Поняття про рейкове зачеплення. Методи виготовлення зубчастих коліс. Вихідний контур зубчастої рейки. Основні розміри зубчастого колеса. Циліндрична евольвентна зовнішня зубчаста передача. Поняття про нульові, додатні та від'ємні зубчасті колеса та передачі. Підрізання та загострення зубців. Коефіцієнт перекриття. Ковзання профілів зубців. Підбір чисел зубців планетарних передач. Вибір коефіцієнтів зміщення.

Блок 6. Диференціальні і планетарні механізми

Тема 11 Кінематика багатоланкових зубчастих механізмів. Планетарні та диференціальні механізми. Формула Вілліса.

Просторові зубчасті передачі. Багатоланкові зубчасті механізми з рухомими осями коліс (планетарні, диференціальні). Формула Вілліса. Аналітичний і графічний методи визначення передаточних відношень. Картина лінійних швидкостей точок коліс. План кутових швидкостей коліс. Розрахунки кутових швидкостей коліс та їх перевірка.

Тема 12 Особливості косозубих циліндричних, конічних і черв'ячних передач. Нові види зубчастих зачеплень

Розрахунки основних параметрів зачеплень. Особливості внутрішнього, косозубого, черв'ячного та конічного зачеплень. Загальні відомості про нові види зубчастих зачеплень.

Частина 4

Блок 7. Синтез кулачкового механізму

Тема 13. Синтез кулачкових механізмів. Типи кулачків. Передача сил та кулачкових механізмів. Закони руху штовхача. Кут тиску.

Етапи синтезу механізмів. Вхідні та вихідні параметри синтезу. Види кулачкових механізмів, сфера їх застосування. Метод обернення руху. Замикання ланок кулачкового механізму. Фазові кути повороту і кути

профілю кулачка. Вибір закону руху штовхача. Кути тиску і передачі руху.

Тема 14 . Визначення основних параметрів із умови обмеження кута тиску. Особливості синтезу кулачкових механізмів коромислових та з плоским штовхачем. Радіус ролика.

Кулачкові механізми з роликівим штовхачем. Синтез кулачкового механізму з роликівим коромислом. Кулачковий механізм з тарілчастим штовхачем. Еквівалентні (замінювальні) механізми.

Блок 8. Основні теорії машин і автоматів

Тема 15. Основи теорії машин-автоматів. Основні поняття. Автомати для сільського господарства.

ТММ як теоретична основа сучасної техніки. Теорія механізмів і машин як наукова база для розробки нових механізмів і машин. Приклади механізмів сучасної техніки. Машини-роботи, маніпулятори.

ОРІЄНТОВНІ ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Блок 1. Структурний аналіз

1.1 Складання кінематичних схем та структурний аналіз механізмів.

Блок 2. Кінематичний аналіз механізму

2.1 Кінематичне дослідження важільних механізмів.

Блок 3. Кінетостатика важільних механізмів

3.1 Експериментальне визначення моменту інерції ланки.

3.2 Статичне зрівноважування обертових мас.

3.3 Визначення ККД і коефіцієнта тертя гвинтової пари.

Блок 4. Зрівноваження механізмів

4.1 Динамічне балансування ротора з відомим розташуванням незрівноважених мас.

4.2 Динамічне балансування ротора при невідомому розташуванні незрівноважених мас.

Блок 5. Геометричні параметри зубчастих коліс

5.1 Визначення основних геометричних параметрів евольвентних циліндричних прямозубих коліс.

5.2 Моделювання процесу виготовлення зубчастих коліс методом обкочування.

Блок 6. Диференціальні і планетарні механізми

6.1 Кінематичний аналіз зубчастих механізмів.

Блок 7. Синтез кулачкового механізму

7.1 Дослідження кінематики та синтез кулачкового механізму.

Блок 8. Основні теорії машин і автоматів

САМОСТІЙНА РОБОТА

Зміст самостійної роботи визначається робочою програмою навчальної дисципліни.

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

З метою закріплення теоретичного матеріалу й отримання практичних навичок з формування та розв'язування завдань щодо проектування механізмів машинних агрегатів студенти виконують курсовий проект.

Під час проектування студенти мають набувати навичок і вміння порівнювати отримані розв'язки задач за різними чинниками, оцінювати машину загалом та окремі її деталі, в кінцевому результаті вибирати оптимальний варіант. Цей процес зручно проводити за допомогою комп'ютерної техніки для прорахунку декількох варіантів схем, розмірів тощо.

Основними завданнями проектування є закріплення, розширення та поглиблення знань матеріалу з теорії механізмів і машин. У першу чергу це стосується питань кінематики і динаміки механізмів, конструктивних особливостей зубчастих коліс тощо. Крім того, під час курсового проектування студенти мають використовувати знання з навчальних дисциплін “Вища математика”, “Теоретична механіка” та ін.

ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Опитування, захист теми, тестування, перевірка конспектів, модульна контрольна робота, іспит (контрольне тестування).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Солоня О.В., Вірник М.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. – Вінниця: ПП Балюк І.Б., 2012. – 224 с.
2. О. В. Солоня .Теорія механізмів і машин. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / Солоня О.В., Любин В.С. – Вінниця: ПП Балюк І.Б., 2014. – 138 с.
3. О. В. Солоня. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник / Солоня О.В., Вірник М.М. – Вінниця: ПП Балюк І.Б., 2012. – 224 с.
4. Артоболовський І.І. Теория механизмов и машин.-М.:Наука, 1988. – 640с
5. Кореняко О.С. Теорія механізмів і машин.- К.: Вища шк., 1987.-206с.
6. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин/А.С. Кореняко, Л.И. Кременштейн-К.: Высш. Шк.,1970-332с.
7. Кіницький, Я.Т. Теорія механізмів і машин: Підручник / Я.Т. Кіницький; Ред. М.К. Афанасьєва. - К.: Наук. думка, 2002. - 659 с.
8. Кіницький Я.Т. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посібник./ Я.Т.Кіницький. – Львів: Афіша, 2002. – 456 с.
9. П.С. Берник., М.М. Вірник, І.Г. Липовий, О.В. Солоня. Теорія механізмів і машин. Лабораторний практикум. – Вінниця: ВДАУ, 2005. – 99 с.
10. Солоня О.В., Липовий І.Г. Теорія механізмів і машин. Методика викладання курсового проекту для студентів факультету механізації сільського господарства (денна і заочна форма навчання). – Вінниця: РВВ ВДАУ, 2008, – 52 с.

11. Солоня О.В. Теорія механізмів і машин: Методичні вказівки і завдання на курсовий проект для студентів факультету механізації сільського господарства. – Вінниця: ВДАУ, 2008. – 48 с.

12. М.М. Вірник. Силовий розрахунок важільних механізмів: Методичні вказівки до курсового проектування з теорії механізмів і машин для студентів факультету механізації сільського господарства / Вірник М.М., Солоня О.В. – Вінниця: ВДАУ, 2010. – 27 с.