

Додаток 2

до наказу від _____ 2021 р. № _____

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра конструювання машин і обладнання

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
/ Декан факультету конструювання та дизайну
(Ружи́ло З. В.)
“ _____ ” _____ 20__ р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри конструювання
машин і обладнання
Протокол № 11 від “ 17 ” 05 2021 р.
Завідувач кафедри
(Ловейкін В. С.)

”РОЗГЛЯНУТО ”
/ Гарант ОП «Галузеве машинобудування»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Гарант ОП
(Булгаков В. М.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розрахунок і конструювання роботів маніпуляторів

спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
освітня програма «Галузеве машинобудування» першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти
Факультет (НП) конструювання та дизайну
Розробники: асистент, Ph.D Сподоба Олександр Олексійович
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2021 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Розрахунок і конструювання роботів маніпуляторів (назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»	
Освітня програма	Робототехнічні системи та комплекси (РСК)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	330	
Кількість кредитів ECTS	11	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	«Розрахунок та проектування елементів робота (маніпулятора)»	
Форма контролю	Залік, іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4	-
Семестр	7; 8	-
Лекційні заняття	56 год.	-
Практичні, семінарські заняття	–	
Лабораторні заняття	56 год.	
Самостійна робота	218 год.	
Індивідуальні завдання	–	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета: студенти повинні навчитися застосовувати загальнонаукові положення про розрахунок та проектування механічних систем роботів та маніпуляторів, механізмів та обладнання в умовах монтажу, експлуатації, та агрегування робочих машин з гідравлічним приводом, пневматичним приводом, електроприводом і елементами конструкції автоматичного регулювання безперервних технологічних процесів сучасного сільськогосподарського виробництва.

Завдання: навчити студентів складати розрахункові схеми, визначати стійкість та міцність деталей, роботів і маніпуляторів, а також конструктивні форми і розміри елементів роботів і маніпуляторів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основи конструювання елементів роботів та маніпуляторів та їх приводів, мати навички розрахунку типової механічної, гідравлічної, пневматичної електромеханічної передачі. Він повинен вміти на підставі аналізу існуючих елементів та конструкцій спроектувати та розрахувати механічний, гідравлічний, пневматичний, електромеханічний приводи будь-якої машини з оптимальними параметрами за коефіцієнтом корисної дії, довговічності, ремонтоздатності тощо у відповідності до вимог ЄСКД.

вміти: застосовувати різні матеріали в різних умовах експлуатації деталей та механізмів роботів і маніпуляторів. При цьому він повинен використовувати основні критерії вибору відповідних матеріалів, конструктивних форм і визначення розмірів елементів роботів і маніпуляторів. Вміти вибирати стандартні вироби та використовувати їх у процесі вирішення інженерних задач.

Контроль знань та умінь проводиться у формі виконання лабораторних занять, захисту лабораторних, розрахунково-проектувальних і контрольних робіт та складання іспиту.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК): Здатність до абстрактного мислення. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК3. Здатність планувати та управляти часом. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). Здатність проведення досліджень на певному рівні. Здатність спілкуватися іноземною мовою. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. Здатність працювати в команді. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК): Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування. Здатність здійснювати комерційну та економічну діяльність у сфері галузевого машинобудування. Здатність розробляти плани і проекти у сфері галузевого машинобудування за невизначених умов, спрямовані на досягнення мети з урахуванням наявних обмежень, розв'язувати складні задачі і практичні проблеми підвищення якості продукції та її контролювання.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми навчання;

Змістовий модуль 1. Загальні положення поняття.

Тема лекційного заняття 1.

Вступ. Класифікація роботів і маніпуляторів.

Задачі сільськогосподарського виробництва в галузі механізації і автоматизації. Основні відомості і визначення: роботи, маніпулятори. Предмет вивчення. Особливості вивчення курсу "Розрахунок і конструювання роботів маніпуляторів". Порядок проходження курсу. Класифікація роботів і маніпуляторів. Критерії працездатності. Стандартні вироби роботів і маніпуляторів.

Тема лекційного заняття 2.

Конструктивне виконання роботів і маніпуляторів.

Конструктивне виконання, призначення, класифікація і основні характеристики :

- Напільних роботів і маніпуляторів з висувною системою рукояті;
- Напільних роботів і маніпуляторів з вертикальними осями шарнірів;
- Напільних роботів і маніпуляторів з шарнірною рукою;
- Напільних роботів і маніпуляторів з горизонтальними осями шарнірів;
- Портальні підвісні роботи і маніпулятори;
- Портальні роботи і маніпулятори з гідравлічним приводом;
- Портальні роботи і маніпулятори з пневматичним приводом;
- Портальні роботи і маніпулятори з електричним приводом;
- Роботи і маніпулятори мостового типу;
- Роботи і маніпулятори агрегатно-модульного типу.

Тема лекційного заняття 3.

Конструктивно кінематичні і технологічні параметри роботів і маніпуляторів.

Основні геометричні параметри. Кінематичні параметри роботів і маніпуляторів. Технологічні параметри роботів і маніпуляторів. Кінематична точність. Технологічність роботів і маніпуляторів. Ступені рухомості. Точність переміщення ланок. Робоча зона. Зона сервісу.

Тема лекційного заняття 4.

Принципи проектування роботів і маніпуляторів.

Основні технічні вимоги до:

- забезпечення функцій і параметрів гнучкої виробничої системи;
- простота пере налаштування при переході на інший виріб;
- стійка робота в автоматичному режимі;
 - економічність, яка забезпечується низькою вартістю, найменшими експлуатаційними витратами, відповідністю конструктивного виконання, складністю виконуваних робіт;
 - надійність роботи, а також ввімкнення та вимкнення в інтервалі температур від 0 до 50 градусів за Цельсієм;
 - відповідність питомих показників по матеріальній та енергетичній ємності кращим світовим зразкам.

Тема лекційного заняття 5.

Агрегатно-модульний принцип проектування роботів і маніпуляторів

Агрегатно-модульний принцип проектування роботів і маніпуляторів. Конкретні модифікації роботів і маніпуляторів, побудовані із агрегатних вузлів. Параметри робота і маніпулятора – вантажопідйомність, швидкість переміщення виконавчих органів, похибка позиціонування, розміри робочої зони, структурна схема робота та його компоновка, забезпечення мінімального числа маніпуляційних операцій, технічні показники системи.

Тема лекційного заняття 6.

Нормативно-технічна документація для розрахунку і конструювання роботів і маніпуляторів

Нормативні та технічні документи для проектування роботів і маніпуляторів. Нормативні та технічні документи для конструювання елементів роботів і маніпуляторів. Норми оформлення технічної документації. Норми оформлення конструкторської документації. Перелік технічної документації. Технічне завдання на проектування роботів і маніпуляторів.

Тема лекційного заняття 7.

Матеріали для виготовлення елементів конструкції роботів і маніпуляторів

Загальні матеріали для виготовлення роботів і маніпуляторів. Матеріали для роботів маніпуляторів хімічної промисловості. Матеріали для роботів маніпуляторів гірничої промисловості. Матеріали для роботів маніпуляторів сільськогосподарського комплексу. Матеріали для роботів маніпуляторів харчової промисловості. Матеріали для виготовлення несучої металоконструкції. Матеріали для виготовлення шарнірів. Матеріали для виготовлення захватних пристроїв.

Тема лекційного заняття 8.

Точність виготовлення елементів конструкції роботів і маніпуляторів

Точність виготовлення валів. Точність виготовлення осей. Точність виготовлення шарнірних механізмів. Способи регулювання зазорів. Точність виготовлення передаточних механізмів. Вплив температурного режиму на точність позиціонування робота і маніпулятора. Способи регулювання зазорів в передаточних механізмах. Визначення загальної похибки позиціонування. Визначення похибки позиціонування за ступенем рухомості роботів і маніпуляторів.

Змістовий модуль 2. Механічна система. Привідні механізми

Тема лекційного заняття 1

Проектування механічної системи. Орієнтуючі механізми

Врахування різноманітних факторів та вибір рішень при великій кількості обмежень та взаємовиключення вимог. Забезпечення високої точності позиціонування та динаміки переміщення в складі з великою робочою зоною та малим значенням матеріалоємності, енергетичних витрат та собівартості виготовлення.

Тема лекційного заняття 2.

Проектування механічної системи. Несуча система

Кінематична структура та вибір геометричних розмірів елементів ланок несучої системи роботів і маніпуляторів, а також розміри вузлів з'єднання ланок та рухомих елементів. Основні схеми кінематичних структур та їх робочі зони. Методика вибору структур та типу компоновки роботів та маніпуляторів. Коефіцієнт бездоганності. Розробка компонуючи креслень. Аналіз конструктивного виконання несучої системи та кінематичної структури компоновок. Дискретизація розподілених мас ланок. Розрахунок переміщення захватного пристрою від деформації ланок. Розрахунок переміщення захватного пристрою від контактної деформації. Визначення деформації в плоских нерухомих елементах (з'єднаннях).

Тема лекційного заняття 3.

Виконавча система. Гідравлічний привід

Технічні та експлуатаційні вимоги. Специфіка визначення параметрів гідравлічного приводу. Системи керування приводом. Визначення типу гідравлічного приводу. Електрогідравлічні слідкуючі приводи з лінійними гідравлічними циліндрами. Електрогідравлічні слідкуючі приводи з поворотними гідравлічними двигунами. Електрогідравлічні приводи з кроковими двигунами обертального руху. Електрогідравлічні приводи з кроковими двигунами лінійного переміщення. Визначення рухомого моменту. Визначення витрати рідини. Визначення швидкості переміщення вихідної ланки.

Тема лекційного заняття 4.

Виконавча система. Пневматичний привід

Технічні та експлуатаційні вимоги. Специфіка визначення параметрів пневматичного приводу. Визначення типу пневматичного приводу. Системи керування приводом. Залежність стисливості та температури повітря. Вибір пневматичного приводу. Електрогідравлічні слідкуючі приводи з лінійними гідравлічними циліндрами. Електрогідравлічні слідкуючі приводи з поворотними гідравлічними двигунами. Визначення рухомого моменту. Визначення витрати повітря. Визначення швидкості переміщення вихідної ланки.

Тема лекційного заняття 5.

Виконавча система. Електричний привід

Вибір типу двигуна. Крокові електродвигуни. Основні параметри електричного приводу. Визначення моменту на валу двигуна. Визначення моменту на валу двигуна в залежності від інерційного навантаження. Визначення максимального моменту на валу двигуна. Визначення статичного (утримуючого) моменту на валу двигуна для механізмів з горизонтальною віссю. Визначення статичного (утримуючого) моменту на валу двигуна для механізмів підйому. Визначення статичного (утримуючого) моменту на валу двигуна для механізмів з горизонтального переміщення. Визначення статичного (утримуючого) моменту на валу двигуна для механізмів з вертикальною віссю. Визначення динамічного моменту на валу двигуна.

Тема лекційного заняття 6.

Конструювання та розрахунок механізмів рукояті

Ступені рухомості рукояті. Кінематична схема рукояті. Компонівка роботів тв.а маніпуляторів. Тип застосованого приводу. Вимоги до похибки позиціонування. Вимоги до вібраційного навантаження. Вимоги до теплового режиму. Вимоги до навколишнього середовища. Розробка кінематичної схеми рукояті, Розробка ескизу рукояті. Розрахунок жорсткості рукояті. Механізми рукояті в циліндричній системі координат. Механізми рукояті в сферичній системі координат. Механізми рукояті в прямокутній системі координат. Розробка складального креслення рукояті.

Тема лекційного заняття 7.

Розрахунок трансмісійних валів

Види трансмісійних валів. Загальний розрахунок трансмісійних валів. Розрахунок трансмісійних валів на крутильну жорсткість. Деформація трансмісійних валів від інерційного навантаження. Параметри коливального процесу в залежності від жорсткості трансмісійних валів, переміщуваних мас та закону руху в точці позиціонування.

Змістовий модуль 3. Передаточні механізми

Тема лекційного заняття 1.

Конструкція і розрахунок муфт

Класифікація муфт. Конструкція муфт. Призначення муфт. Марки сталі та термічна обробка для виготовлення муфт. Пружний кут для кулькової муфти із шліцьовим валом. Пружний кут кулькової муфти із шестикутним валом. Вибір зазорів допоміжного кінематичного ланцюга. Вибір муфт. Застосування автономного вибору зазорів. Кут закручування муфти.

Тема лекційного заняття 2.

Передаточні механізми рукояті

Вимоги до конструкції передаточних механізмів. Вимоги до зазорів в передаточних механізмах. Виникнення зазорів в передаточних механізмах в процесі експлуатації. Автономні пристрої вибору зазорів. Пристрої вибору зазорів з допоміжною кінематичною ланкою. Недоліки та переваги автономного пристрою вибору зазорів. Конструктивне виконання пристроїв вибору зазорів.

Тема лекційного заняття 3.

Конструкція та розрахунок захватних пристроїв

Конструкція захватних пристроїв. Типи захватних пристроїв. Вибір типу захватного пристрою. Визначення зусилля захватного пристрою. Визначення необхідного переміщення губок захватного пристрою. Визначення зусилля в кінематичних елементах захватного пристрою. Вибір типу приводу. Розрахунок розмірів кінематичних елементів захватного пристрою та його приводу.

Тема лекційного заняття 4.

Розрахунок та проектування з'єднання ланок

Визначення галузевого призначення робота і маніпулятора. Вибір кінематичної структури. Визначення геометричних розмірів перерізів та маси ланок. Визначення деформації ланок. Розрахунок орієнтовної маси виконавчого механізму. Визначення геометричних розмірів механізмів з'єднання ланок. Розроблення розрахункової схеми несучої системи. Визначення переміщення виконавчого механізму від деформації ланок під дією інерційних сил при умові, що вузли з'єднання ланок є абсолютно жорсткі тіла. Визначення переміщення виконавчого механізму від контактної деформації ланок з'єднання під дією інерційних сил при умові, що вузли з'єднання ланок є абсолютно жорсткі тіла. Визначення відносного коефіцієнта контактної деформації. Визначення власної частоти коливання.

Тема лекційного заняття 5.

Конструкція і розрахунок механізмів обертання.

Визначення зусиль діючих на вихідну ланку механізму обертання. Вибір типу приводу. Визначення передаточного відношення. Розробка кінематичної схеми передаточного механізму. Розрахунок елементів передаточного механізму. Розробка креслень передаточного механізму та механізму обертання в загалі. Розрахунок кінематичних ланцюгів зв'язку передаточного механізму. Розробка конструкції механізму обертання. Перевірочний розрахунок жорсткості механізму обертання та правильності вибору приводу.

Тема лекційного заняття 6.

Черв'ячні механізми

Основні поняття та визначення. Класифікація черв'ячних передач. Передачі з циліндричним черв'яком: архімедовим, конволютним, евольвентним, з випукловигнутим профілем та передачі з глобоїдним черв'яком.

Кінематика і геометрія черв'ячних передач. Основні параметри черв'ячних передач. Модуль і коефіцієнт діаметра черв'яка.

Види відмовлень та руйнувань деталей черв'ячних передач. Критерії роботоздатності: міцність зубів, витривалість робочих поверхонь, збереження температурного режиму в допустимих межах, відсутність заїдання.

Матеріали черв'яків і черв'ячних коліс. Орієнтоване визначення швидкості ковзання витка черв'яка по зубу черв'ячного колеса та вибір матеріалу черв'ячного колеса. Особливості розрахунку зубів черв'ячних коліс на контактну міцність, Зведений радіус кривизни. Довжина контактної лінії. Розрахунок зубів черв'ячних коліс на згин. Коефіцієнт форми зуба.

Коефіцієнт корисної дії черв'ячної передачі. Самогальмування в черв'ячних передачах. Тепловий розрахунок черв'ячних передач. Способи охолодження черв'ячних передач. Поняття про розрахунок черв'ячних передач на відсутність заїдання. Конструювання черв'ячних коліс, Машення деталей черв'ячних передач. Регулювання зачеплення черв'яка і черв'ячного колеса.

Тема лекційного заняття 7.

Планетарні механізми

Основні поняття та визначення. Класифікація планетарних передач.

Кінематика і геометрія планетарних передач. Основні параметри планетарних передач.

Модуль і коефіцієнт планетарних передач.

Види відмовлень та руйнувань деталей планетарних передач. Критерії роботоздатності: міцність зубів, витривалість робочих поверхонь, збереження температурного режиму в допустимих межах, відсутність заїдання.

Матеріали планетарних передач. Особливості розрахунку планетарних передач на контактну міцність. Коефіцієнт форми зуба.

Коефіцієнт корисної дії планетарних передач. Тепловий розрахунок планетарних передач. Поняття про розрахунок планетарних передач. Конструювання планетарних передач. Масщення планетарних передач.

Тема лекційного заняття 8.

Хвильові механізми

Основні поняття та визначення. Класифікація хвильових передач.

Кінематика і геометрія хвильових передач. Основні параметри хвильових передач. Модуль і коефіцієнт хвильових передач.

Види відмовлень та руйнувань деталей хвильових передач. Критерії роботоздатності: міцність зубів, витривалість робочих поверхонь, збереження температурного режиму в допустимих межах, відсутність заїдання.

Матеріали хвильових передач. Особливості розрахунку хвильових передач на контактну міцність. Коефіцієнт форми зуба.

Коефіцієнт корисної дії хвильових передач. Тепловий розрахунок хвильових передач. Поняття про розрахунок хвильових передач. Конструювання хвильових передач. Масщення хвильових передач.

Змістовий модуль 4. Механізми переміщення

Тема лекційного заняття 1.

Конструкція і розрахунок опорного вузла механізму обертання

Стандартні вироби опорних вузлів. Опорні механізми ковзання. Опорні механізми кочення (кулькові опорні механізми). Опорні механізми кочення (роликові опорні механізми). Кінематична точність переміщення опорних механізмів. Регулювання зазорів в опорних механізмах. Особливості застосування. Вибір опорних вузлів. Довговічність опорних вузлів. Жорсткість опорного вузла. Деформація від сил власної ваги та ваги вантажу. Визначення зусилля попереднього натягу.

Тема лекційного заняття 2.

Конструкція і розрахунок елементів лінійного переміщення. Ковзання

Конструктивне виконання. Геометричні параметри. Види направляючих в залежності від конструктивного виконання. Матеріали для виготовлення направляючих. Допустимі швидкості переміщення в залежності від конструктивного виконання. Жорсткість направляючих. Методи регулювання зазорів. Допуски на відхилення в горизонтальній площині. Допуски на відхилення в вертикальній площині. Допуск на увігнутість направляючих. Допуск на випуклість. Методи контролю точності прямолінійності направляючих.

Тема лекційного заняття 3.

Конструкція і розрахунок елементів лінійного переміщення. Кочення

Конструктивне виконання. Геометричні параметри. Види направляючих в залежності від конструктивного виконання. Матеріали для виготовлення направляючих. Допустимі швидкості переміщення в залежності від конструктивного виконання. Жорсткість направляючих. Методи регулювання зазорів. Допуски на відхилення в горизонтальній площині. Допуски на відхилення в вертикальній площині. Допуск на увігнутість направляючих. Допуск на випуклість. Методи контролю точності прямолінійності направляючих.

Тема лекційного заняття 4.

Конструкція і розрахунок передаточних механізмів лінійного переміщення. Кульково-гвинтові та гвинтові пари.

Матеріали для виготовлення ходових гвинтів. Визначення коефіцієнта корисної дії. Розрахунок тягового зусилля. Розрахунок передаточного числа. Кут підйому гвинтової лінії та умова самогальмування. Число заходів різьби. Кінематичні і силові залежності кульково-гвинтовій та гвинтовій парі. Розподіл осьових сил та крутних моментів по довжині гвинта. Розрахунок кульково-гвинтової та гвинтової передачі. Кінематична точність переміщення.

Тема лекційного заняття 5.

Робото-технічні комплекси

Структура робото-технічного комплексу. Залежність структури робото-технічного комплексу від складу технологічного обладнання та допоміжних пристроїв. Характеристика робото-технічних комплексів. Побудова робото-технічних комплексів. Оцінка продуктивності робото-технічних комплексів. Робото-технічні комплекси механічної обробки. Аналіз деталей, які підлягають обробці в робото-технічних комплексах. Робото-технічні комплекси для обслуговування групи верстатів. Роботи і маніпулятори для завантаження, розвантаження та меж операційного транспортування деталей. Робото-технічні комплекси пресових операцій. Автоматизація холодного штампування. Обслуговування горячештамповочних процесів. Роботизовані зварювальні лінії. Роботизовані комплекси ливарного виробництва. Роботизовані комплекси нанесення лакофарбового покриття. Роботизовані комплекси збиральних операцій.

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 положення поняття														
Тема 1. Вступ. Класифікація роботів і маніпуляторів.	1	5	2				3							
Тема 2. Складання кінематичної схеми робота і маніпулятора	1	5		2			3							

Тема 3. Конструктивне виконання робіт і маніпуляторів.	2	5	2			3							
Тема 4. Визначення основних конструктивних складових елементів робіт і маніпуляторів	2	5		2		3							
Тема 5. Конструктивно кінематичні і технологічні параметри робіт і маніпуляторів.	3	5	2			3							
Тема 6. Розрахунок робочої зони робіт і маніпуляторів	3	5		2		3							
Тема 7. Принципи проектування робіт і маніпуляторів.	4	5	2			3							
Тема 8. Постановка завдань для проектування робіт і маніпуляторів	4	5		2		3							
Тема 9. Агрегатно-модульний принцип проектування робіт і маніпуляторів	5	5	2			3							
Тема 10. Вивчення модульних елементів робіт і маніпуляторів	5	5		2		3							
Тема 11. Нормативно-технічна документація для розрахунку і конструювання робіт і маніпуляторів	6	5	2			3							
Тема 12. Оформлення нормативно технічної документації	6	5		2		3							
Тема 13. Матеріали для виготовлення елементів конструкції робіт і маніпуляторів	7	5	2			3							
Тема 14. Вибір	7	5		2		3							

матеріалів для конструювання роботів і маніпуляторів														
Тема 15. Точність виготовлення елементів конструкції роботів і маніпуляторів	8	5	2				3							
Тема 16. Розрахунок похибки позиціонування роботів і маніпуляторів	8	5		2			3							
Разом за змістовим модулем 1	80													
Змістовий модуль 2. Механічна система. Приводні механізми														
Тема 1. Проектування механічної системи. Орієнтуючі механізми	9	5	2				3							
Тема 2. Розрахунок моментів та сил які діють на орієнтуючі механізми	9	5		2			3							
Тема 3. Проектування механічної системи. Несуча система	10	5	2				3							
Тема 4. Розрахунок деформації несучої системи	10	5		2			3							
Тема 5. Виконавча система. Гідравлічний привід	11	5	2				3							
Тема 6. Розрахунок гідравлічного приводу. Вибір компонентів	11	5		2			3							
Тема 7. Виконавча система. Пневматичний привід	12	5	2				3							
Тема 8. Розрахунок пневматичного приводу. Вибір компонентів	12	5		2			3							
Тема 9. Виконавча система. Електричний привід	13	5	2				3							
Тема 10. Розрахунок електричного	13	5		2			3							

приводу. Вибір компонентів														
Тема 11. Конструювання та розрахунок механізмів рукояті	14	5	2				3							
Тема 12. Розрахунок жорсткості рукояті	14	5		2			3							
Тема 13. Розрахунок трансмісійних валів	15	5	2				3							
Тема 14. Розрахунок трансмісійного вала	15	5		2			3							
Разом за змістовим модулем 2	70													
Змістовий модуль 3. Передаточні механізми														
Тема 1. Конструкція і розрахунок муфт	16	7	2				5							
Тема 2. Вибір муфт. Розрахунок кута закручування муфти.	16	7		2			5							
Тема 3. Передаточні механізми рукояті	17	7	2				5							
Тема 4. Розрахунок передаточного механізму рукояті	17	7		2			5							
Тема 5. Конструкція та розрахунок захватних пристроїв	18	7	2				5							
Тема 6. Розрахунок захватного механізму	18	5		2			3							
Тема 7. Розрахунок та проектування з'єднання ланок	19	7	2				5							
Тема 8. Розрахунок шарнірного з'єднання ланок	19	7		2			5							
Тема 9. Конструкція і розрахунок механізмів обертання.	20	7	2				5							
Тема 10. Визначення зусиль на вихідній ланці механізму обертання	20	7		2			5							
Тема 11. Черв'ячні механізми	21	7	2				5							
Тема 12. Розрахунок на міцність черв'ячної передачі	21	7		2			5							
Тема 13. Планетарні механізми	22	7	2				5							
Тема 14. Розрахунок планетарної передачі	22	7		2			5							

Тема 15. Хвильові механізми	23	7	2			5							
Тема 16. Розрахунок хвильової передачі	23	7		2		5							
Разом за змістовим модулем 3	110												
Змістовий модуль 4. Механізми переміщення													
Тема 1. Конструкція і розрахунок опорного вузла механізму обертання	24	7	2			5							
Тема 2. Розрахунок та проектування опорних механізмів	24	7		2		5							
Тема 3. Конструкція і розрахунок елементів лінійного переміщення. Ковзання	25	7	2			5							
Тема 4. Вибір та розрахунок жорсткості направляючих ковзання	25	7		2		5							
Тема 5. Конструкція і розрахунок елементів лінійного переміщення. Кочення	26	7	2			5							
Тема 6. Вибір та розрахунок жорсткості направляючих кочення	26	7		2		5							
Тема 7. Конструкція і розрахунок передаточних механізмів лінійного переміщення. Кульково-гвинтові та гвинтові пари.	27	7	2			5							
Тема 8. Розрахунок передачі гвинт гайка.	27	7		2		5							
Тема 9. Робото-технічні комплекси	28	7	2			5							
Тема 10. Розроблення роботизованого комплексу	28	7		2		5							

Разом за змістовим модулем 4	70												
Усього годин	330												
Курсовий проект (робота) з «Розрахунок та проектування елементів робота (маніпулятора)»	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Усього годин	45												

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Складання кінематичної схеми робота і маніпулятора	2
2	Визначення основних конструктивних складових елементів роботів і маніпуляторів	2
3	Розрахунок робочої зони роботів і маніпуляторів	2
4	Постановка завдань для проектування роботів і маніпуляторів	2
5	Вивчення модульних елементів роботів і маніпуляторів	2
6	Оформлення нормативно технічної документації	2
7	Вибір матеріалів для конструювання роботів і маніпуляторів	2
8	Розрахунок похибки позиціонування роботів і маніпуляторів	2
9	Розрахунок моментів та сил які діють на орієнтуючі механізми	2
10	Розрахунок деформації несучої системи	2
11	Розрахунок гідравлічного приводу. Вибір компонентів	2
12	Розрахунок пневматичного приводу. Вибір компонентів	2
13	Розрахунок електричного приводу. Вибір компонентів	2
14	Розрахунок жорсткості рукояті	2
15	Розрахунок трансмісійного вала	2
16	Вибір муфт. Розрахунок кута закручування муфти.	2
17	Розрахунок передаточного механізму рукояті	2
18	Розрахунок захватного механізму	2
19	Розрахунок шарнірного з'єднання ланок	2
20	Визначення зусиль на вихідній ланці механізму обертання	2
21	Розрахунок на міцність черв'ячної передачі	2
22	Розрахунок планетарної передачі	2
23	Розрахунок хвильової передачі	2
24	Розрахунок та проектування опорних механізмів	2
25	Вибір та розрахунок жорсткості направляючих ковзання	2
26	Вибір та розрахунок жорсткості направляючих кочення	2
27	Розрахунок передачі гвинт гайка.	2
28	Розроблення роботизованого комплексу	2

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

1. Основні типи редукторів, що використовуються в машинобудуванні. Наведіть типові їх характеристики та кінематичні схеми.
2. Кінематичний розрахунок привода. Вибір електродвигуна. (надати приклад).
3. Редуктор, мультиплікатор, варіатор, коробка передач. Критерії вибору редуктора?
4. З яких матеріалів виготовляють вали та вісі.
5. Геометричні параметри циліндричних прямозубих передач.
6. Матеріали для виготовлення черв'яків і черв'ячних коліс.
7. Критерії роботоздатності і розрахунку деталей машин?
8. Які сили діють у зачепленні циліндричної косозубої передачі? Представити схему сил у зачепленні.
9. Пасові передачі. Класифікація пасових передач. Переваги і недоліки.
10. Види розрахунків на міцність деталей машин.
11. Переваги косозубої циліндричної передачі в порівнянні з прямозубою. Шестерня, модуль, крок.
12. Обґрунтувати причину низького к.к.д. черв'ячної передачі. Чому умова міцності черв'ячної передачі складається за черв'яним колесом?
13. Перерахувати основні види руйнувань зубів зубчастих передач. Обґрунтувати причини руйнувань.
14. Черв'ячна передача. Що стандартизується в черв'ячній передачі. Переваги, недоліки.
15. Класифікація передач. Основні параметри передач.
16. Які сили діють у ланцюговій передачі? Представити схему сил у передачі.
17. Критерії роботоздатності ланцюгових передач.
18. Вали і осі. Класифікація та будова.
19. Види руйнувань ланцюгових передач. Будова привідного роликowego ланцюга.
20. Класифікація підшипників кочення. Позначення.
21. Деталі загального і спеціального призначення. Стандартні та оригінальні вироби. Наведіть приклади.
22. Класифікація пасових передач.
23. Будова підшипників кочення. Переваги та недоліки підшипників кочення.
24. Типи плоских і клинових пасів. Надати ескізи перерізів пасів.
25. Види розрахунку валів. Орієнтовний розрахунок вала.
26. Перерахувати основні елементи вала, які є концентраторами напружень? Представити ескізи цих елементів.
27. Муфти. Визначення. Призначення.
28. Сили що діють у зубчастому зачепленні. Навести схему дії сил.
29. Як збільшити довговічність паса та зменшити величину їх напружень?
30. Геометричні параметри ланцюгових передач. Дати ескіз ланцюгової передачі.
31. Класифікація і характеристика видів з'єднань.
32. Характеристика радіальних кулькових підшипників. Область використання.
33. Переваги та недоліки циліндричних, конічних та черв'ячних передач.
34. Характеристика радіально-упорних підшипників. Приклади використання.
35. Визначення кроку p у зубчастих передачах та t – у ланцюгових передачах. Вкажіть на схемі.
36. Характеристика упорних підшипників. Приклади використання.
37. Назвіть причину видовження ланцюга. Які фактори впливають на видовження ланцюга? У чому полягає умова міцності ланцюга?
38. Які сили діють у зачепленні черв'ячної передачі? Представити схему сил у зачепленні.
39. Коефіцієнт експлуатації, що використовується при розрахунку ланцюгових передач.
40. Компенсуючі муфти.
41. Види пошкоджень ланцюгових передач.
42. Критерії вибору муфт. Навести приклад.
43. Види мащення ланцюгових передач. Особливості мащення ланцюгів с.г. машин.
44. Критерії вибору підшипників кочення.
45. Мащення зачеплення в зубчастих редукторах..

46. Переваги і недоліки підшипників ковзання
47. Класифікація зварних з'єднань. Способи зварювання.
48. Основні критерії робото здатності деталей машин.
49. Дати визначення динамічній вантажопідйомності підшипників кочення. У яких умовах використовують розрахунок підшипників за динамічною вантажопідйомністю?
50. Способи запобігання розгвинчування нарізних з'єднань. Переваги і недоліки.
51. Дати визначення статичній вантажопідйомності підшипників кочення. У яких умовах використовують розрахунок підшипників за статичною вантажопідйомністю?
52. Нарізні з'єднання. Класифікація різі за призначенням та геометричною формою.
53. Розрахунок валів за еквівалентним моментом.
54. Вибір шпонок та перевірка міцності.
55. Класифікація заклепкових з'єднань. Переваги і недоліки цих з'єднань.
56. Конструкція основних типів ланцюгів.
57. Конструювання зубчастих коліс циліндричних передач.
58. Поверхнева міцність зубчастих коліс. Обґрунтування вибору матеріалу шестерні.
59. Сили що діють у конічній передачі. Схема дії сил у зачепленні.
60. Умовні позначення зварних швів.

5. Методи навчання.

1. пасивні (лекції, проведення лабораторних робіт);
2. активні (захист лабораторних робіт, захист рефератів та курсових робіт).

6. Форми контролю.

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістового модуля оцінюється за результатами захисту звітів з лабораторних робіт, самостійних робіт та контрольних.

Підсумковий контроль знань здійснюється на екзамені.

7. **Розподіл балів, які отримують студенти.** Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, 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 $R_{дис}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{НР}$ (до 70 балів): $R_{дис} = R_{НР} + R_{ат}$.

11. Методичне забезпечення

1. 1. Йосилевич Г.Б., Лебедев П.А., Стреляев В.С. Прикладная механика. Для студентов ВТУЗ'ов. М.: Машиностроение. 1985.-576 с.

2. Иванов М.Н. Детали машин . М.: Высшая школа. 1984.-456 с.
3. Иванов М.П., Иванов В.Н. Детали машин. Курсовое проектирование . Изд. 5. М.: Машиностроение. 1976.- 387 с.
4. Чернавский С.А. и др. Проектирование механических передач. Изд. 5. М.: Машиностроение 1984. – 423с.
5. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа 1978. – 358с.
6. Чернілевський Д.В., Павленко В.С., Любін М.В. Деталі машин. Технічна механіка . Книга 4. Київ: НМКВО, 1992.-384с.
7. Мархель И.И. Детали машин. М.: Машиностроение. 1986.-446с.
8. Методичні розробки кафедри конструювання машин НУБ і ПУ.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В трех томах. М. Машиностроение. 1982.
10. Самохвалов Я.А. и др.. Справочник техника – конструктора. К. «Техніка». 1978 – 598с.
11. Діючі стандарти ЄСКД.
12. Ловейкін В.С., Рибалко В.М. , Матухно Н.В., Сівак І.М. Курсове проектування приводів транспортуючих та вантажопідійомних машин. К.: НУБПУ. 2011.-305с.
13. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приводи розрахунків. Львів. Вид-во Національного університету «Львівська політехніка» 2006.-192с.
14. Рибалко В.М., Сівак І.М., Матухно Н.В. Розрахунок механічних передач. Частина 1. Зубчасті та черв'ячні передачі. Навчальний посібник з дисципліни деталі машин і основи конструювання. К.: НУБП України 2012.- 90с.
15. С.І.Пастушенко, О.В.Гольшмідт, В.Ф.Ярошенко. Курсове проектування деталей машин. К.: «Аграрна освіта» 2003.-290с.

12. Рекомендована література

– основна;

1. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.В. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1988.- 240с.
2. Павленко А.В., Федянин Р.З., Чесноков В.А. Зубчастые передачи с зацеплением Новикова. К.: 1978 – 144с.
3. Иванов М.Н. ,Иванов В.Н. Детали машин. Курсовое проектирование. М.: 1975- 268с.
4. Кудрявцев В.Н. Детали машин. М.-Л.: Машиностроение , 1980.- 464с.
5. Передачи зубчастые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность. ГОСТ 2154-87-М.:
6. Орлов П.И. Основы конструирования: В 3-х томах. – М.: Машиностроение. 1997- т.1-623с.; Т.2.- 574с.; Т.3.-357с.
7. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и конструирование деталей машин. – Х.: Высшая школа. Изд-во Харьковского ун-та; 1991.- 275с.
8. Заблонский К.И. Основы проектирования машин. К.: 1981.- 312с.
9. Иванов М.Н. Детали машин. М.: 1984.-399с.
10. Малащенко В.О., Павлище В.Т. Деталі машин. Збірник завдань та прикладів розрахунку Львів. Новий світ – 2000. 2011.-216с.
11. Вольченко О.І; Ловейкін В.С.; Журавльов Д.Ю.; Малик В.Я. Курс лекцій з деталей машин та тестові завдання. Івано-Франківськ. Вид-во Прикарпатського університету ім. Василя Стефаника. 2011.- 246с.
12. Курмаз Л.В. Основи конструювання деталей машин. Х.: «Підручник НТУ «ХП»» 2010.-531 с.
13. А.В. Міняйло, Л.М. Тіщенко, Д.І. Мазоренко та інш. Деталі машин. Підручник. К.: «Агроосвіта» 2013.-448 с.
14. Решетов Д.Н. Детали машин – 4-е изд.- М. Машиностроение, 1989- 469с.

– допоміжна.

1. 1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя : В 3-х томах, - М: Машиностроение, 1979-1982. Т.1.-728с.; Т.2.-559с.; Т.3.-557с.

2. Гузенков П.Г. Детали машин. М.: Машиностроение. 1986- 356с.
3. Дмитриев В.А. Детали машин. Л. 1970- 791с.
4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов деталей машин. – М.: Высшая школа , 1985.-416с.
5. Заблонский К.И. Зубчастые передачи. – К:Техника . 1977-207с.
6. Воробьев Н.В. Цепные передачи. М.: Машиностроение , 1978.-134с.
7. Иоселевич Г.Б. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1988.- 308с.
8. Проектирование механических передач. Под. ред. Чернавского – М.: Машиностроение , 1984.-560с.
9. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкцій редукторів. – К.: Вища школа , 1990.-151с.

13. Інформаційні ресурси

1. [uk.wikipedia.org/wiki/ Детали машин](http://uk.wikipedia.org/wiki/Детали_машин)
2. www.planer8.narod.ru/e_books.html. Учебники по деталям машин
3. www.detalmach.ru/ Детали машин для всех форм обучения инженерных специальностей.
4. www.det-mash.ru/ Лекции по ДМ
5. baumanpress.ru/books/50/50.pdf ДМ издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана