

# Донбаська державна машинобудівна академія

## Кафедра Підйомно-транспортних машин

Затверджую,  
Декан факультету машинобудування

\_\_\_\_\_ Касов В.Д.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

Гарант освітньої програми:  
доктор технік наук, професор

\_\_\_\_\_ Ковальов В.Д.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

Розглянуто і схвалено  
на засіданні кафедри підйомно-  
транспортних машин  
Протокол № 8 від 18 квітня 2019 р.  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Дорохов М.Ю.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Роботи та маніпулятори»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОПП «Галузеве машинобудування»

Професійне спрямування Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні,  
меліоративні машини та обладнання

Факультет Машинобудування

Розробник: Дорохов М.Ю., зав. кафедри ПТМ, к.т.н., доцент

Краматорськ – 2019 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Показники		Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	заочна
Кількість кредитів		ОПП <u>Галузеве машинобудування</u>	Вибіркова	
4,5				
Загальна кількість годин				
135				
Модуль – 1		Професійне спрямування: <u>Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання</u>	Рік підготовки	
Змістових модулів – 5			1	–
Індивідуальне науково-дослідне завдання			Семестр	
(назва)			2	–
			Лекції	
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,5			36	–
		Практичні/Лабораторні		
		18 лр	–	
		Самостійна робота		
		81	–	
		Вид контролю		
		іспит	–	

**Примітка.** Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання - 54/81

## 2. Загальні відомості, мета і завдання дисципліни

Дисципліна «Роботи та маніпулятори» належить до циклу дисциплін професійної підготовки магістра (вільний вибір). Дана дисципліна надає можливість вивчити конструктивно-технічні параметри, побудову, принципи дії та умови застосування сучасних промислових роботів, а також автоматизованих систем з використанням промислових роботів у господарському комплексі України. В структурно-логічній схемі ОПП ця дисципліна є безпосереднім продовженням дисциплін з технічної механіки та спирається на дисципліни професійної підготовки, що раніше були вивчені студентами за ОПП бакалавра.

Предметом учбової дисципліни є вивчення:

- конструкції та принципу дії маніпуляторів та роботів;
- перспективних напрямків розвитку робототехніки;
- особливостей роботи приводів, передавальних механізмів, гальмових та зрівноважуючих пристроїв роботів та маніпуляторів;
- правил технічної експлуатації роботів та маніпуляторів;
- основ автоматизації виробництва на базі роботів та маніпуляторів;
- правил вибору основного та допоміжного обладнання та планування типових схем роботів та маніпуляторів.

Метою дисципліни є придбання студентами знання та навиків щодо розрахунків, конструювання та раціонального використання підйомно-транспортних та дорожніх машин.

Завдання викладання дисципліни - дати студентам знання, сформувати уміння та навички, які перелічено нижче.

Програмні компетентності:

- знання загальних положень робототехніки;
  - знання основ проектування та створення вузлів маніпуляторів;
  - знання принципів побудови та розрахунку роботів та маніпуляторів;
  - володіння методиками визначення параметрів роботів та маніпуляторів;
  - знання реалізації заходів щодо зменшення динаміки роботів та маніпуляторів;
  - знання конструкції та принципу дії та їх основних вузлів;
  - знання перспективних напрямків розвитку робототехніки;
  - знання особливостей роботи приводів, передавальних механізмів, гальмових та зрівноважуючих пристроїв роботів та маніпуляторів;
  - знання правил технічної експлуатації роботів та маніпуляторів;
  - знання основ автоматизації виробництва на базі роботів та маніпуляторів;
  - знання правил вибору основного та допоміжного обладнання та планування типових схем роботів та маніпуляторів;
  - знання основ управління роботами та маніпуляторами.
  - уміння аналізувати виробничі ситуації та проводити вибір машин;
  - уміння застосовувати сучасні методи розрахунків при проектуванні та експлуатації машин;
  - володіння навичками визначити оптимальні параметри та режими роботи;
  - уміння вибрати раціональні варіанти конструктивних, кінематичних та гідравлічних схем, конструкцій, механізмів, агрегатів та вузлів;
  - уміння виконувати техніко-економічний аналіз прийнятих рішень.
- Практична частина дисципліни спрямована на отримання навиків:
- вміння визначати геометричні характеристики роботів та маніпуляторів;
  - вміння вибрати найдоцільнішу систему координат, та порядок розташування механізмів поступового та обертового руху;
  - вміння конструювати необхідні захоплюючі пристрої до серійних роботів та маніпуляторів;
  - вміння підбирати необхідні модулі для компонування роботів та маніпуляторів по агрегатній схемі;
  - вміння аналізувати технологічний процес та проводити обґрунтований вибір комплексів об'єктів роботизації;
  - вміння застосовувати сучасні методи розрахунків при проектуванні та експлуатації роботів та маніпуляторів;
  - вміння визначити оптимальні параметри та режими роботи;
  - вміння вибрати раціональні варіанти структури роботів та маніпуляторів, розробляти паніровку, добирати допоміжне обладнання;
  - вміння виконувати техніко-економічний аналіз прийнятих рішень.
  - з організації проектно-конструкторських та розрахункових робіт по розробці конструкцій та механізмів;

- оцінювати техніко-економічні показники та знаходити шляхи їх підвищення;

- оцінювати працездатність робочого обладнання, механізмів та машин в цілому, здійснювати їх обслуговування і регулювання.

Загальні компетентності – знання, розуміння, навички та здатності, якими студент оволодіває у рамках виконання програми навчання, мають універсальний характер.

Загальні компетентності

- здатність до аналізу та синтезу;
- уміння застосовувати знання на практиці;
- грамотне планування та розподіл часу;
- застосування базових знань професії на практиці;
- усне та письмове спілкування;
- робота з сучасною комп'ютерною технікою;
- дослідницькі уміння;
- здатність до самонавчання;
- навички роботи з інформацією;
- здатність до самокритики та критики;
- здатність адаптуватися до нових ситуацій;
- здатність генерувати нові ідеї;
- здатність до прийняття рішень;
- здатність працювати в команді фахівців з різних підрозділів;
- уміння спілкуватися з непрофесіоналами галузі;
- уміння працювати автономно;
- уміння проявляти ініціативність підприємництва;
- дотримання етики.

Вивчення дисципліни ведеться в 2-му семестрі. В програмі вивчення передбачені лекції, лабораторні роботи та самостійна робота.

Знання, отримані студентами при вивченні курсу, можуть бути використані студентами при виконанні кваліфікаційної роботи магістра.

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни Денна форма навчання

Вид навчальних за- нять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Пр. роботи	2		2		2		2		2		2		2		2		2	
Сам. робота	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4
Консультації																		К
Контр. роботи																		К1
Модулі	M1																	
Контроль по модулю																		К1

БК – вхідний контроль; ПР - захист практичної роботи; К1– письмова контрольна робота; ЗСР – захист самостійної роботи; К – консультація; А – атестація.

## 4 Лекції

### Модуль 1 (М1)

#### **Змістовний модуль 1. Загальні відомості про роботи та маніпулятори**

##### **Лекція 1-2 Основні відомості про роботи та маніпулятори**

Основні передумови появи роботів та маніпуляторів. Стан робототехніки та перспективи її розвитку в Україні та в світі. Основні напрямки використання робототехніки. Науково-технічні проблеми та задачі робототехніки в сфері економії трудових та сировинних ресурсів, охорони праці на навколишнього середовища, управління якості продукції. Історія розвитку робототехніки.

Основні відомості про роботи та маніпулятори. Основні поняття та визначення (промисловий робот, маніпулятор, механічна рука).

##### **Лекція 3 Кінематичні пари**

Кінематична структура. Класифікація рухів (глобальні, регіональні та локальні). Ступіні рухомості та кінематичні пари. Зрівняльні критерії кінематичних пар.

Структурно-кінематичні схеми маніпуляторів з одною, двома та трьома ступіннями рухомості. Геометрія робочої зони в базовій системі координат. Залишкові та орієнтуючі ступіні рухомості.

##### **Лекція 4. Класифікація та кінематичні показники роботів та маніпуляторів**

Склад та структура робота або маніпулятора. Класифікація. Характеристика та номенклатура основних показників.

**СРС (С1):** Сервіс маніпулятора.

[1] с. 5...21; [2] с. 8..42.

### **Змістовний модуль 2. Захоплюючі пристрої**

#### **Лекція 5 Класифікація захоплюючих пристроїв**

Захоплюючі пристрої (ЗП) та вимоги, що пред'являються до них. Класифікація ЗП (по принципу дії, конструктивним особливостям та способу кріплення).

Вакуумні ЗП та їх конструктивні різновиди (безнасосні, насосні та ежекторні). Основи розрахунку вакуумних ЗП.

Магнітні ЗП. Схеми магнітних ЗП з постійними магнітами та електромагнітами. Основи розрахунку електромагнітних ЗП.

Струменеві ЗП із стрижневим та шахтним накопичувачем.

#### **Лекція 6-7**

Механічні ЗП (некеровані, непривідні та привідні). Важільні та ексцентриккові ЗП. Конструкції та основи розрахунку.

Класифікація механічних привідних ЗП. Складові елементи привідних ЗП (приводи, передаточні пристрої, виконавчі елементи). Спеціальні та адаптивні ЗП. Засоби кріплення механічних ЗП.

Основи розрахунку привідних ЗП (визначення необхідного зусилля затискання об'єкту, вибір основних параметрів приводу).

Похибки позиціонування при захоплюванні об'єктів та засоби їх зменшення.

**СРС (С2):** ЗП з еластичними оболонками.

[1] с. 151...188; [2] с. 62...74, 83...84.

**СРС (С3):** Автоматизоване проектування ЗП за допомогою ЕОМ.

[2] с. 76...83.

### **Змістовний модуль 3. Виконавчі механізми роботів та маніпуляторів**

#### **Лекція 8 Конструктивні схеми пристроїв для забезпечення прямолінійного руху**

#### **Лекція 9. Конструктивні схеми пристроїв для забезпечення обертового руху**

#### **Лекція 10. Загальна кінематична схема маніпулятора**

#### **Лекція 11. Пристрої пересування**

Виконавчі механізми ПР та маніпуляторів. Технічні вимоги, що ставляться для механізмів ПР. Класифікація виконавчих механізмів.

Силові приводи (пневматичний, гідравлічний та електромеханічний). Галузь застосування різних типів приводів ПР. Основи вибору приводу.

Конструктивні схеми модулів висування рук із пневматичним, гідравлічним та електричним приводами.

Кінематичні схеми механізмів підйому рук та переміщення маніпулятора.

Направляючі та опори модулів поступального руху.

Конструктивні схеми модулів обертового руху.

Передавальні механізми та основи їх розрахунку (зубчасті, циліндрові та хвильові передачі, гвинтові та важільні механізми, передачі з гнучкими елементами).

Обмежувальні та демпфіруючі пристрої.

**СРС (С4):** Схеми модулів висування рук маніпуляційних систем, що працюють в ангулярній системі координат.

**СРС (С5):** Основи розрахунку на точність. [1] с. 17, 378; [2] с. 50...56.

**СРС (С6):** Гальмові та зрівноважуючі пристрої ПР.

[1] с. 218...220, 228...232, 380; [2] с. 49...58, 92...116, 158...163.

#### **Лекція 12. Привод маніпуляторів**

Класифікація – пневматичний, гідравлічний, електричний комбінований привід.

[1] с. 218...220, 228...232, 380

### **Змістовний модуль 4. Збалансовані маніпулятори**

#### **Лекція 13-14 Збалансовані маніпулятори**

Збалансовані маніпулятори (ЗМ). Устрій та принцип дії. Класифікація ЗМ та галузь їх використання. Основні технічні характеристики. Кінематичні схеми виконавчих механізмів.

Приводи та передавальні пристрої ЗМ. Основи розрахунку ЗМ.

**СРС (С7):** Вантажозахоплюючі пристрої ЗМ.

[3] с. 8...44, 64...95, 111...154.

### **Змістовний модуль 5. Кінематика та динаміка маніпулятора**

#### **Лекція 15. Механіка маніпуляторів**

Розробка методів синтезу й аналізу виконавчих механізмів; програмування руху маніпулятора; розрахунки керуючих зусиль і реакцій у кінематичних парах.

[3] с. 8...44, 64...95,

### **Лекція 16-17. Динаміка маніпуляторів та промислових роботів. Силові розрахунки маніпулятора.**

Розрахунки швидкодії маніпулятора. Зрівноважування маніпуляторів. Точність маніпуляторів.

[1] с. 345...370, 371...379.

### **Лекція 18. Визначення економічної ефективності застосування роботів або маніпуляторів**

Оцінка економічної ефективності. Загальні питання роботизації виробництва. Вибір об'єктів роботизації. Основні чинники, що обумовлюють потребу роботизації.

Системи забезпечення техніки безпеки ПР та РТК.

Випробування ПР та РТК.

Підготовка виробництва для використання ПР та РТК.

**СРС (С8):** Адаптивні робототехнічні системи. [1] с. 132...138, 274...284.

[1] с. 345...349, 358...370, 371...379.

## **5 Лабораторні роботи**

Шифр роботи	Назва лабораторних робіт	Кількість годин
ЛР1	Дослідження та зрівняльний аналіз механічних характеристик ПР «Циклон-3Б» та «Універсал-5»	4
ЛР2	Вивчення кінематики та точності позиціонування ПР «МП-11»	4
ЛР3	Дослідження часу циклу ПР «МП-11»	4
ЛР4	Вивчення конструкції та визначення швидкості руху виконавчих елементів ПР «Універсал-5»	4
ЛР5	Кінематичний аналіз та настройка механізму врівноважування ПР «ТУР-10К»	2
<b>Всього</b>		<b>18</b>

## **6 Контрольні роботи та тести**

Застосування навчальних і контрольних тестів дозволяє активізувати всі форми навчального процесу і підтримувати зворотний зв'язок викладача зі студентами. Крім того, тестування дає змогу студентам виробляти самооцінку своїх знань у період навчання, ще до початку залікової та екзаменаційної сесії, що попереджує можливі негативні явища і зриви під час сесії.

За допомогою навчальних та контрольних тестів доцільно перевіряти наступні аспекти виучуваної дисципліни:

- засвоєння технічної термінології і її використання у повсякденній інженерній практиці, в тому числі й у відповідях на контрольні питання;

- засвоєння основних аналітичних та емпіричних залежностей, використовуваних при розробленні й експлуатації ПР;

- рівень розуміння принципів роботи машин і обладнання, взаємодії вузлів та механізмів, їх функціональне призначення, характер руху робочих органів, їх взаємодії з оброблювальним середовищем, що при відповідях на питання може

відображатися у вигляді конструктивних схем з вказанням і найменуванням позиції вузлів і деталей;

- уміння розв'язувати окремі практичні питання при експлуатації машин і т.п.

Студенти, відповівши на всі запитання, обов'язково виходять з аудиторії на перерву. Відповіді оцінюються за чотирибальною системою, причому приймається до уваги черговість їх здавання на перевірку.

Студентам, які одержали незадовільні оцінки (якщо правильних відповідей менш від десяти), і студентам із поганим почерком рекомендується шляхом самоосвіти усунути прогалини в знаннях і спрямувати зусилля на поліпшення почерку. Результати заносяться в журнал академгрупи, а викладач при цьому отримує достатньо правильне уявлення про освітній рівень студентів, що розпочинають вивчення нової спеціальної дисципліни.

Поточний контроль якості здобутих знань і вмінь може здійснюватися двома методами:

по - перше, шляхом проведення коротких (до 10 хвилин) письмових опитувань за допомогою індивідуальних білетів, які включають 1 - 2 конкретні запитання із певної теми на початку кожного і лабораторного або практичного заняття. Відповіді оцінюються за чотирибальною системою і виставляються в журнал академгрупи. Незадовільні оцінки повинні бути виправлені впродовж тижня в години, відведені для консультацій за сіткою розкладу з даної дисципліни;

по - друге, з метою підвищення ефективності лекційних занять шляхом експрес - опитування з теми лекції, коли весь склад академічного потоку або групи письмово відповідає на одне загальне усне запитання лектора, задане з теми лекції, але в дещо іншій площині за 5 хвилин до дзвінка на перерву. При цьому важливо попередити студентів, що, виходячи з аудиторії, кожний персонально кладе свою роботу на стіл викладачеві протягом не більш ніж 2 хвилини, поки він розписується в журналах академгрупи. А пізніше відповіді не приймаються і взагалі не перескладаються. Оцінки експрес - опитувань також виставляються в журналах і служать одночасно перевіркою відвідування занять без переклички, яка займає багато часу.

## **6 Навчально-методичні матеріали**

1 Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. - М.: Машиностроение, 1988. - 392 с.

2 Никитин К.Д. и др. Основы робототехники. - Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1986. - 208 с.

3 Сбалансированные манипуляторы/И.Л.Владов, В.Н.Данилевский, П.Б.Ионов и др.; Под ред. П.Н.Белянина, - М.: Машиностроение, 1988. - 264 с.

5 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни „Основы робототехники” /Укл. М.Ю.Дорохов. - Краматорськ: ДДМА, 2005. - 44 с.

6 Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Основы робототехники» /Сост. П.Ф.Лях. -Краматорск: ДГМА, 2001. - 16 с.