

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра автоматики
(повна назва кафедри)

Код РНПД Т8114

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи



Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Системи керування промисловими робототехнічними комплексами

CONTROL SYSTEMS OF INDUSTRIAL ROBOTIC SYSTEMS

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська/англійська

Миколаїв – 2022

Робоча програма навчальної дисципліни

«Системи керування промисловими

робототехнічними комплексами»

(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань

14 «Електрична

інженерія»

(шифр і назва)

спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва)

освітня програма

«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

(зазначається повна назва освітньої програми)

" 29 " серпня 20 22 року. – 19 с.

Розробник: Васильєв Олександр Григорович, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики.

Розробник Васильєв О.Г. Васильєв, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» Шарейко Дмитро Юрійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Гарант Шарейко Д.Ю. Шарейко, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами» розглянуто на засіданні кафедри автоматики

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2022 р.

Завідувач кафедри Білюк І.С. Білюк, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 2 від « 19 » вересня 2022 р.

В.о. Голови Методичної Ради ННІАЕ Соловйов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу Лабарткава А.В. Лабарткава, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 7 від « 28 » вересня 2022 р.

Голова НМР НУК Соловйов



ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	11
6.1 Засоби навчання	11
6.2 Методи навчання	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	17
10. Рекомендовані джерела інформації	18

ВСТУП

Анотація

Майже кожне сучасне підприємство використовує роботизовані технологічні комплекси та промислові роботи для автоматизованого виконання як допоміжних, так і основних технологічних операцій в умовах виробництва.

Роботизовані технологічні комплекси, об'єднані у гнучкі виробничі системи з керуванням на базі ЕОМ, відкривають шлях до впровадження прогресивної організації виробництва та здійснення виробничого процесу в повністю автоматизованому режимі.

Курс "Системи керування промисловими робототехнічними комплексами" є обов'язковою дисципліною при підготовці студентів другого рівня вищої освіти (магістерський).

Програма дисципліни має на меті навчання основним методам дослідження в області кінематики та динаміки маніпуляторів роботів, а також в області розробки і аналізу робототехнічних систем та призначена для студентів, які не спеціалізуються на конструюванні роботів, але використовують їх у своїй галузі техніки.

Ключові слова: промисловий робот; робототехнічний комплекс, система керування, електроприводи

Abstract

Almost every modern enterprise uses robotic technological complexes and industrial works for automated execution of both auxiliary and basic technological operations in the conditions of production.

Robotic technological complexes, integrated into flexible production systems with computer-based control, open the way to the introduction of progressive organization of production and implementation of the production process in a fully automated mode.

The course "Industrial Robotics Control Systems" is a mandatory discipline in the preparation of second-level higher education students (master's degree).

The discipline program aims to teach basic research methods in the field of kinematics and dynamics of robot manipulators, as well as in the development and analysis of robotic systems and is designed for students who do not specialize in robot design, but use them in their field.

Keywords: industrial robot; robotic complex, control system, electric drives

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 9	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 3		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 5		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня програма «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»	Семестри	
Індивідуальне науково- дослідне завдання "Проектування промислового робототехнічного комплексу"		1-й, 2-й	1-й, 2-й
		Лекції	
		1-й сем. – 15 год.; 2-й сем. – 30 год.	1-й сем. – 6 год.; 2-й сем. – 10 год.
		Практичні	
Загальна кількість годин – 270		1-й сем. – 0 год.; 2-й сем. – 15 год.	1-й сем. – 0 год.; 2-й сем. – 6 год.
		Лабораторні	
		1-й сем. – 15 год.; 2-й сем. – 0 год.	1-й сем. – 6 год.; 2-й сем. – 0 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5; самостійної роботи студента – 13	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота	
		195 год.: 1-й сем. – 60 год.; 2-й сем. – 135 год.	242 год.: 1-й сем. – 78 год.; 2-й сем. – 164 год.
		Індивідуальні завдання: курсний проект	
		2-й сем. – 90 год.	2-й сем. – 90 год.
		Вид контролю	
		1-й сем. – іспит; 2-й сем. – іспит	1-й сем. – іспит; 2-й сем. – іспит
		Форма контролю	
		комбінована	

* - курсове проектування входить в виконання самостійної роботи студентів.

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами» є оволодіння студентами принципами розробки робототехнічних комплексів різних технологічних процесів, включаючи обґрунтування складу обладнання, проектування системи керування електроприводами, робота та формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;
- K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу;
- K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування;
- K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: дисципліни: теорія електропривода, теорія автоматичного керування, система керування електроприводами, проектування дискретних та цифрових систем керування.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах;
- ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1 Основи робототехніки та побудови робототехнічних комплексів

Змістовий модуль 1 Розвиток робототехніки та впровадження роботів і робототехнічних комплексів у промисловість

Тема 1 Роботизовані технологічні комплекси (РТК), їх призначення та структура [11] с. 15-19, [31] с. 8-13, [32] с. 9-14.

Тема 2 Вимоги до технологічного обладнання РТК. [21] с. 8-18, 28-30, [31] с. 8-13, [32] с. 27-30.

Змістовий модуль 2. Кінематичний аналіз промислових роботів і маніпуляторів

Тема 3 Основні поняття, класифікація, основні технічні характеристики, структура роботів різних поколінь. [11] с. 19-31, 37-62, [21] с. 30-35, [22] с. 5-15, [25] с. 30-35, [31] с. 11-12, [32] с. 9-14, 15-20.

Тема 4 Кінематичний аналіз промислових роботів і маніпуляторів. [3] с. 93-110, [19] с. 16-18, [33] с. 73-106.

Тема 5 Вирішення прямої задачі кінематики промислових роботів. [19] с. 82-88, [30] с. 29-69, [31] р.2, [32] с. 32-35, [33] с. 73-134.

Тема 6 Вирішення зворотної задачі кінематики промислових роботів. [19] с. 88-95, [30] с. 69-93, [31] р.2, [32] с. 35-40, [33] с. 73-112, 134-158.

Змістовий модуль 3. Динаміка промислових роботів

Тема 7 Динаміка промислових роботів [19] гл.5,6, [30] с. 100-143, [33] гл.5.

Тема 8 Алгоритми рішення задач динаміки маніпуляторів за допомогою рівнянь Лагранжа – Ейлера II роду. [19] с. 211-215.

Модуль 2 Системи керування електроприводів роботів та робототехнічних комплексів

Змістовий модуль 4 Загальна характеристика і класифікація систем керування

Тема 9 Характеристика систем програмного керування. Циклові контурні та позиційні керуючі системи. Ієрархічна структура систем керування. [32] гл.5, [22] с. 92-112, [26] гл.2, [28] гл.4.

Тема 10 Комбіновані системи керування. [26] с. 87-90.

Тема 11 Системи адаптивного керування. [6], [16], [22] с. 121-129, [34] гл.5.

Тема 12 Основні принципи та закони керування, які реалізуються в приводах промислових роботів. [7], [11] с. 25-30, [28] с. 148.

Тема 13 Класифікація та функціональні можливості систем числового програмного керування. [28] с. 148-15.

Тема 14 Характеристика і принцип дії керуючих пристроїв УЦМ і УПМ. Керуючі пристрої "Робоконт" і "Прогрес 1-8" [28] с. 148-164.

Тема 15 Структура адаптивних систем керування.

Тема 16 Теоретичні основи методу адаптації. Адаптивний ПД-регулятор. [6] с. 8-14, [16] с. 8-13, [33] с. 380-383.

Тема 17 Системи керування на основі мікропроцесорної техніки. [28] с.186-188.

Тема 18 Керування рухом маніпуляційних роботів. [30] с. 226-235, [33] с. 371-377.

Тема 19 Керування маніпулятором зі змінною структурою. [10] п.5.2, [30] с. 250-252.

Змістовий модуль 5. Використання промислових роботів на допоміжних технологічних операціях

Тема 20 Класифікація роботизованих технологічних комплексів. [3] с. 188-196, [21] с. 8-14.

Тема 21 Промислові робототехнічні комплекси. Робототехнічні комплекси механообробки та холодної штамповки. [15] п.6.3, [21] с.66-72.

Тема 22 Розрахунок енергетичних характеристик привода. [23] с. 55-64.

Тема 23 Методика побудови циклограм функціонування робототехнічного комплексу (РТК). [12] с. 58-61.

Модуль 3. ІНДЗ (КР/КП)

Тематичний план початкової дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Розвиток робототехніки та впровадження роботів і робототехнічних комплексів у промисловість										
Тема 1. Роботизовані технологічні комплекси (ртек), їх призначення та структура	9	2	-	2	5	10	2	-	2	6
Тема 2. Вимоги до технологічного обладнання РТК	6	1	-	1	4	5	-	-	-	5
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	15	3	-	3	9	15	2	-	2	11
Змістовий модуль 2. Кінематичний аналіз промислових роботів і маніпуляторів										
Тема 3. Основні поняття, класифікація, основні технічні характеристики, структура роботів різних поколінь	12	2	-	2	8	10	-	-	-	10
Тема 4. Кінематичний аналіз промислових роботів і маніпуляторів	16	2	-	2	12	11	2	-	-	9
Тема 5. Вирішення прямої задачі кінематики промислових роботів	16	2	-	2	12	12	-	-	2	10
Тема 6. Вирішення зворотної задачі кінематики промислових роботів	16	2	-	2	12	10	-	-	-	10
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	8	-	8	44	43	2	-	2	39
Змістовий модуль 3. Динаміка промислових роботів										
Тема 7. Динаміка промислових роботів	11	2	-	2	7	18	2	-	2	14
Тема 8. Алгоритми рішення задач динаміки маніпуляторів за допомогою рівнянь Лагранжа – Ейлера II роду	11	2	-	2	7	14	-	-	-	14
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	15	4	-	4	14	32	2	-	2	28
<i>Усього годин</i>	90	15	-	15	60	90	6	-	6	78
Модуль 2										
Змістовий модуль 4. Загальна характеристика і класифікація систем керування										
Тема 9. Характеристика систем програмного керування. Циклові контурні та позиційні керуючі системи. Ієрархічна структура систем керування.	6	2	2	-	2	8	2	2	-	4
Тема 10. Комбіновані системи керування.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
Тема 11. Системи адаптивного керування .	7	2	2	-	3	6	-	-	-	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 12 Основні принципи та закони керування, які реалізуються в приводах промислових роботів.	4	2	-	-	2	6	-	2	-	4
Тема 13 Класифікація та функціональні можливості систем числового програмного керування.	6	2	2	-	2	6	2	-	-	4
Тема 14 Характеристика і принцип дії керуючих пристроїв УЦМ і УПМ. Керуючі пристрої "Робоконт" і "Прогрес 1-8"	5	2	-	-	3	4	-	-	-	4
Тема 15 Структура адаптивних систем керування	6	2	2	-	2	6	-	2	-	4
Тема 16 Теоретичні основи методу адаптації. Адаптивний ПД-регулятор.	4	2	-	-	2	6	2	-	-	4
Тема 17 Системи керування на основі мікропроцесорної техніки	6	2	2	-	2	4	-	-	-	4
Тема 18 Керування рухом маніпуляційних роботів.	5	2	-	-	3	6	2	-	-	4
Тема 19 Керування маніпулятором зі змінною структурою.	7	2	2	-	3	4	-	-	-	4
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	60	22	12	-	26	60	8	6	-	46
Змістовий модуль 5. Використання промислових роботів на допоміжних технологічних операціях										
Тема 20 Класифікація роботизованих технологічних комплексів	8	2	1	-	5	6	-	-	-	6
Тема 21 Промислові робототехнічні комплекси. Робототехнічні комплекси механообробки та холодної штамповки.	7	2	-	-	5	8	-	-	-	8
Тема 22 Розрахунок енергетичних характеристик привода	9	2	2	-	5	8	2	-	-	6
Тема 23 Методика побудови циклограм функціонування робототехнічного комплексу (РТК)	6	2	-	-	4	8	-	-	-	8
<i>Разом за змістовим модулем 5</i>	30	8	3	-	19	30	2	-	-	28
<i>Усього годин</i>	90	30	15	-	45	90	10	6	-	70
Модуль 3. ІНДЗ (КР/КП)										
<i>Усього годин</i>	90				90	90				90
<i>Разом за курсом</i>	270	45	15	15	195	270	16	6	6	242

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Побудова кінематичних схем багатоланкових маніпуляторів у прямокутній, циліндричній, сферичній, кутовій системах координат [3] с. 93-110, [33] с. 73-106.	2	2
2	Визначення зони обслуговування трьохланкових маніпуляторів з кутовою системою координат. [19] с. 88-95, [28] с. 38-48.	3	-
3	Керування рухом маніпуляційних роботів. [33] с. 371-377	2	2
4	Виконавчі механізми приводів маніпуляторів [23] с.55, [28] с.110	2	-
5	Оцінка точності позиціонування при виконанні складальних операцій [33] с. 386-390	3	-
6	Вибір промислового робота для виконання вантажно-розвантажувальних робіт [21] с. 30-35	3	2
	Разом	15	6

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Робототехнічні комплекси механобробки тіл обертання [5] с. 5-13	2	2
2	Основні характеристики та робота основних частин робота М10П.62.01. [5] с. 13-29	2	-
3	Розробка програми РТК токарної обробки. [5] с. 29-41	2	2
4	Моделювання прямої задачі кінематики робота на ПЕОМ. [5] с. 41-49	3	-
5	Моделювання зворотної задачі кінематики робота на ПЕОМ. [5] с. 49-54	3	2
6	Логічне керування адаптивним робототехнологічним комплексом. [5] с. 54-57	3	-
7			
	Разом	15	6

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);**
- підготовка до практичних занять – **1-2 год/1 заняття;**
- підготовка до лабораторних робіт – **2-3 год/1 робота;**
- виконання розрахункових, домашньої контрольної роботи, (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – **мінімум 15 годин на 1 роботу;**
- підготовка до екзамену – **(15-30) год. на 1 захід.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	23	23
2	Підготовка до лабораторних робіт	10	18
3	Підготовка до практичних робіт	12	15
4	Виконання домашньої контрольної роботи	-	36
5	Виконання курсової роботи	90	90
6	Підготовка до екзамену	60	60
	Разом	195	242

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Курсова робота. Тема "Проектування промислового робототехнічного комплексу"

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

6.1 Засоби навчання.

- Діючі моделі (машин, двигунів, механізмів, апаратів, споруд та ін.);
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання,
- Інтернет-опитування, віртуальних лабораторій, віртуальних пацієнтів, для створення комп'ютерної графіки, моделювання тощо та ін.);
- Інформаційно-комунікаційні системи;
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова та художня література, нотні партитури тощо);

6.2 Методи навчання.

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контролюючо-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;
- демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- бесіда - питально-відповідний метод, завдання якого - спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень;

для практичних, лабораторних та семінарських занять:

- лабораторна робота - вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;
- практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;
- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи, твори, диктанти, письмові заліки;
- лабораторний контроль

Альтернативно може застосовуватися наступна класифікація методів навчання:

- частково-пошуковий - метод, за якого певні елементи знань повідомляє викладач, а частину здобувачі здобувають самостійно, відповідаючи на поставлені запитання чи розв'язуючи проблемні завдання;
- дослідницький - творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту (за його наявності). У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 балів до 100 балів (у разі відсутності заключного іспиту). Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного іспиту (при його наявності) в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту (за його наявності).

Поточний контроль проводиться на кожному семінарському, практичному/лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на семінарських заняттях та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторних/практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 роботи по 5 балів).

Практичні роботи	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 роботи по 5 балів)

Домашня контрольна робота для заочників	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може

Домашня контрольна робота для заочників	Критерії оцінювання
	розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (4 роботи по 5 балів = 20 балів)

Виконання курсового проєкту (роботи)

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Студент не впорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Студент не впорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Студент не впорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних завдань	6x5 балів = 30 балів	3x5 балів = 15 балів
Виконання лабораторних робіт	6x5 балів = 30 балів	3x5 балів = 15 балів
Виконання домашньої контрольної роботи	-	2x15 балів = 30 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1-T2	Лабораторна робота N1-2	10	Лабораторна робота N1	5
ЗМ2	T3-T6	Лабораторна робота N3-4	10	Лабораторна робота N3,5	10
ЗМ3	T7-T8	Лабораторна робота N5-6	10		
ЗМ4	T9-T19	Практична робота № 1-3	15	Практична робота № 1	5
ЗМ5	T20-T23	Практична робота № 4-6	15	Практична робота № 3,6	10
ПМК		Виконання домашньої контрольної роботи	-	Виконання домашньої контрольної роботи	30
Підсумковий контроль		Екзамен	40		40
Сума			100		100

Критерії оцінювання екзамену

Екзамен проводиться згідно з білетами.

Склад одного білета: 3 теоретичних питання та 1 практичне завдання

Бали за відповідь на 1 питання білета	Критерій оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає будову та принцип роботи типових систем цифрового та дискретного керування устаткуванням, вміє провести вибір та розрахунки елементів, скласти функціональну та принципову схеми, блок-схеми алгоритмів та фрагменти програм керування
8	студент знає принцип роботи типових систем керування, орієнтується у конструкції їх елементів, вміє провести розрахунки елементів, скласти функціональну та принципову схеми системи керування, блок-схеми алгоритмів її роботи
5	студент має уявлення про принципи роботи найбільш розповсюджених цифрових та дискретних систем керування устаткуванням, орієнтується в конструкції елементів систем керування, вміє скласти функціональну схему, вибрати склад обладнання для заданої системи керування
0	студент має знання та вміння нижче визначеного рівня

Виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер та наочні матеріали.

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних систем автоматизованого електропривода, що має забезпечити вивчення роботи пристроїв систем автоматизації робототехнічних комплексів.

Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі перевірки навичок і вмінь роботи з необхідним спеціалізованим програмним забезпеченням.

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами».

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. **Бесекерский В. А.** Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов - Изд. 4-е, перераб. и доп. - СПб, Изд-во "Профессия", 2003. - 752 с.
2. **Булгаков, А. Г.** Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление : монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. - Москва : СОЛОН - Пресс, 2012. - 488 с.
3. **Бурдаков, С. Ф.** Проектирование манипуляторов, промышленных роботов и роботизированных комплексов. [Текст] / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. – Учебное пособие.–М. : Высш.школа, 1986.–264 с.
4. **Васильев, О. Г.** Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни "Системи керування промисловими робототехнічними комплексами" / О. Г. Васильев, С.І. Ольшевський, О. О. Черно. – Миколаїв НУК, 2020.-138 с.
5. **Васильев, О. Г.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Системи керування промисловими робототехнічними комплексами"/ О. Г. Васильев, С.І. Ольшевський. – Миколаїв НУК, 2018. – 60 с.
6. **Вукобратович, Миомир.** Неадаптивное и адаптивное управление манипуляционными работами [Текст] / М. Вукобратович, Д. Стокич, Н. Кирчански ; пер. с англ. А. В. Назаровой, С. Л. Зенкевича ; под ред. Е. П. Попова, А. С. Ющенко. - Москва : Мир, 1989. - 376 с.
7. **Вукобратович, Миомир.** Управление манипуляционными работами [Текст] : теория и прил. / М. Вукобратович, Д. Стокич ; перевод с сербско-хорватской с рукописи В. П. Морозова, А. А. Петрова ; под ред. Е. П. Попова. - Москва : Наука, 1985. - 383 с.
8. **Довбня, Н. М.** Роботизированные технологические комплексы в ГПС / Н. М. Довбня, А. Н. Кондратьев, Е. И. Юревич. – Л : "Машиностроение", 1990. – 303 с.
9. **Дудюк, Д. Л.** Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси : навч. посібник / Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, М. М. Мисик. — Львів : Магнолія 2006, 2008. — 278 с.
10. **Егоров, И. Н.** Управление робототехническими системами с силомоментным оучувствлением : учеб. пособие / И. Н. Егоров, А. А. Кобзев, Ю. Е. Мишулин, В. А. Немонтов ; под ред. проф. И. Н. Егорова; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 276 с.
11. **Зенкевич, С. А.** Основы управления манипуляционными работами [Текст] / С. А. Зенкевич, А. С. Ющенко. Учебное пособие для вузов – 2-е изд. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 480 с.
12. **Капустин, Н.М.** Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст] : учебник для вузов / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н. М. Капустина. - 2-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2007. - 415 с. : ил.
13. **Климчик, А.С.** Разработка управляющих программ промышленных роботов : Курс лекций / А.С. Климчик, Р.И. Гомолицкий, Ф.В. Фурман, К.И. Сёмкин –Минск, 2008 – 131с.
14. **Козырев, Ю.Г.** Промышленные роботы: Справочник. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.
15. **Козырев, Ю. Г.** Применение промышленных роботов : учеб. пособие для студентов вузов / Ю. Г. Козырев. - Москва : КНОРУС, 2011. - 488 с.
16. **Кондратенко, Ю. П.** Адаптивные робототехнические системы : [учебное пособие] / Ю. П. Кондратенко, А. Н. Ткаченко.–Николаев : ВСНТО, 1985. –57 с.
17. **Корендясев, А. И.** Теоретические основы робототехники [Текст] : в 2 кн. / А. И. Корендясев [и др.] ; ред. С. М. Каплунов ; РАН, Институт машиноведения им. А. А. Благоднарова. - М. : Наука, 383 + 376 стр., 2006 г.
18. **Кузнецов, М. М.** Проектирование автоматизированного производственного оборудования: учебное пособие для вузов / М. М. Кузнецов, Б. А. Усов, В. С. Стародубов. - Машиностроение, 1987. - 288 с.

19. **Механика промышленных роботов.** В 3 кн./Под ред. **К.В. Фролова**, Е.И. Воробьева. Кн. 1. Кинематика и динамика / Е.И. Воробьев, С.А. Попов, Г.И. Шевелева. – М.: Высш. шк., 1988. – 304 с.
20. **Механика промышленных роботов.** В 3 кн. /Под ред. **К.В. Фролова**, Е.И. Воробьева. Кн. 2. Расчет и проектирование механизмов /Е.И. Воробьев, О.Д. Егоров, С.А. Попов. – М.: Высш. шк., 1988. – 367 с.
21. **Моисеев, Ю. И.** Применение промышленных роботов для загрузки металлообрабатывающего оборудования [Текст] : учебное пособие / Ю. И. Моисеев. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2013. – 170 с.
22. **Попов, Е. П.** Основы робототехники : Введение в специальность : Учеб. для вузов по спец. "Робототехн. системы и комплексы" [Текст] / Е. П.Попов, Г. В. Письменный – М. : Высш. шк., 1990. – 224 с. : ил.
23. **Проектирование и разработка промышленных роботов/** С. С. Аншин, А. В. Бабич, А. Г. Баранов и др.; Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. — М.: Машиностроение, 1989. - 272 с.
24. **Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9 кн. Кн. 9.** Лабораторный практикум по робототехнике / В.З. Рахманкулов, В.П. Лещинский, С.В. Манько и др.; Под ред. И.М. Макарова. – М.: Высш. шк., 1986. – 176 с.
25. **Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9 кн. Кн. 2.** Приводы робототехнических систем / Ж.П. Ахромеев, Н.Д. Дмитриева, В.М. Лохин и др.; Под ред. И.М. Макарова. - М.: Высш. шк., 1986. - 175 с.
26. **Системы управления промышленными роботами и манипуляторами :** учеб. пособ. / Е. И. Юревич [и др.] ; отв. ред. Е. И. Юревич. - Л. : Ленинград. политехн. ин-т, 1980. - 184 с. : ил.
27. **Слиде, П. Б.** Конструкции, кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов / П. Б. Слиде — М.: ЦНТО им. С. И. Вавилова, 1986. 59 с.
28. **Спыну, Г. А.** Промышленные роботы. Конструирование и применение [Текст] : Учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб. И доп. – К. : Віща шк., 1991. – 311 с. : ил.
29. **Управляющие системы и автоматика /** Д.Шмид, А.Бауман, Х.Кауфман, Б.Зиппель – М.: Техносфера, 2007. – 584 с., ил.
30. **Фу, К.** Робототехника [Текст] / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. – М. : Мир, 1989. –624 с.
31. **Хомченко, В. Г.** Робототехнические системы : учеб. пособие / В. Г. Хомченко. –Омск : Ом ГТУ, 2016. –195 с.
32. **Цвіркун, Л. І.** Робототехніка та мехатроніка [Текст] : навч. посіб. / Л. І. Цвіркун, Г. Грулер ; під заг. ред. проф. Л. І. Цвіркуна ; ДВНЗ "Нац. гірн. ун-т". - Дніпро : НГУ, 2017. - 223 с.
33. **Шахинпур, М.** Курс робототехники / М. Шахинпур; пер. с англ. С.С. Дмитриева; под ред. С.Л. Зенкевича. – М.: Мир, 1990. – 527 с.
34. **Юревич, Е. И.** Основы робототехники. 2-е изд., перераб. и доп. / Е. И. Юревич. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
35. **Юревич, Е. И.** Основы робототехники / Учебное пособие. — 3-е изд.СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 368 с.

Допоміжна література

1. **Робототехника и гибкие автоматизированные производства.** В девяти книгах. [Текст] – М. : Наука, 1986.
2. **Справочник по промышленной робототехнике** В двух книгах. [Текст] –М. : Машиностроение. 1989.
3. **Михайлов, Є. П.** Навчальний посібник з дисциплін «Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої ГВС, ПТМ та ЛС».