

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра електроніки і управляючих систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор  
з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



08 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Робототехнічні системи**

Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський) рівень</u>
Галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>
Спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
Освітня програма	<u>Комп'ютерні науки</u>
Вид дисципліни	<u>за вибором</u>
Факультет	<u>комп'ютерних наук</u>

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук  
«31» серпня 2020 року, протокол № 12

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

кандидат технічних наук, старший викладач кафедри електроніки і управляючих систем  
**Малахова Марина Олегівна**

Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки та управляючих систем  
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри електроніки та управляючих систем

  
Микола СТЕРВОЄДОВ

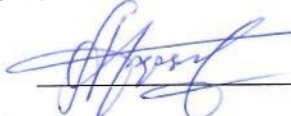
Програму погоджено з гарантом освітньої програми 122 «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньої програми 122 «Комп'ютерні науки»

  
Микола СТЕРВОЄДОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук  
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи» складена відповідно до освітньо-професійної підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1 Мета викладання навчальної дисципліни.

Мета курсу «Робототехнічні системи» полягає у формуванні у студентів системних знань з робототехніки та її програмування, вмінь і навичок, які необхідні для раціонального використання сучасних інформаційних технологій при розв'язанні задач, пов'язаних з моделюванням, виготовленням та експлуатації роботів, вивченні студентами базових принципів проектування робототехнічних комплексів та отримання ними практичних навичок щодо вирішення конкретних завдань організації управління робототехнічними системами.

#### 1.2 Основні завдання вивчення дисципліни.

В результаті вивчення дисципліни "Робототехнічні системи" студент повинен :

- мати поняття про системи управління робототехнічними системами;
- освоїти методи розрахунків, побудови, модернізації і застосування роботів та робототехнічних систем.
- мати знання і навички роботи з датчиками і актуаторами;
- мати базові знання програмування робототехнічних систем.

Самостійна робота передбачає вивчення окремих теоретичних питань, орієнтованих на обов'язкове використання обчислювальної техніки і максимально наближених до реальних інженерних задач майбутньої спеціальності (спеціалізації).

Вивчений теоретичний матеріал з дисципліни повинен використовуватися і закріплюватися під час проведення лабораторних занять.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.

#### *Інтегральна компетентність.*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

#### *Загальні компетентності (ЗК).*

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

#### *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)*

- ФК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

- ФК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.
- ФК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.
- ФК9. Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер.
- ФК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

1.3 Кількість кредитів - 4

1.4 Загальна кількість годин - 120

1.5 Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
6-й	
Лекції	
32 год.	_____ год.
Практичні, семінарські заняття	
___ год.	_____ год.
Лабораторні заняття	
36 год.	_____ год.
Самостійна робота	
56 год.	_____ год.
у тому числі індивідуальні завдання	
10 год.	_____ год.

1.6. Заплановані результати навчання

**знати:**

- основні типи апаратного забезпечення роботів;
- основні типи датчиків і виконуючих приладів (актуаторів) робототехнічних комплексів і принципів їх функціонування;
- основи кінематики та алгоритми планування руху роботів;
- основи комп'ютерного бачення та елементів штучного інтелекту, що використовують у сучасних РТС;

**вміти:**

- виконувати синтез та проводити динамічний аналіз робототехнічних комплексів (РТК), автоматизованих систем та маніпуляторів;
- створювати програмне забезпечення для керування промисловими роботами та РТС.

*В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).*

- ПРН1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
- ПРН2. Використовувати сучасний математичний апарат дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.
- ПРН4. Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.
- ПРН5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.
- ПРН6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.
- ПРН9. Обирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.
- ПРН10. Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань.
- ПРН14. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### ***Розділ 1. Управління робототехнічними системами***

*Тема 1. Вступ до курсу «Роботи і робототехнічні системи».*

Предмет дисципліни, її обсяг, зміст і зв'язок з іншими дисциплінами навчального плану. Роботи і РТК. Історія розвитку робототехніки, проблеми, особливості та актуальні напрямки досліджень.

*Тема 2. Кінематика руху роботів-маніпуляторів.*

Основи кінематики руху роботів-маніпуляторів. Простір та трансформації. Пряма та обернена задачі кінематики. Диференційна кінематика. Декартове керування.

*Тема 3. Планування руху мобільного робота*

Планування руху мобільних роботів та роботів-маніпуляторів: алгоритми, відмінності, особливості застосування. Детектування та уникнення перешкод.

*Тема 4. Сенсори та виконуючі пристрої РТС*

Сенсори, датчики і актуатори та їх інтеграція в склад вузлів РТС.

### ***Розділ 2. Основи комп'ютерного бачення та машинного навчання***

*Тема 5. Основи комп'ютерного бачення*

Основи комп'ютерного бачення. Класичні методи сегментації зображень. Основи семантичної сегментації зображень.

## Тема 6. Штучний інтелект та машинне навчання.

Застосування штучного інтелекту та машинного навчання у сучасних РТС.

**3. Структура навчальної дисципліни**

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Розділ 1. Управління робототехнічними системи</b>						
Тема 1. Вступ до курсу «Роботи і робототехнічні системи». Історія, проблеми та актуальні напрямки досліджень.	2	2				
Тема 2. Кінематика руху роботів-маніпуляторів.	40	12		14		14
Тема 3. Планування руху мобільного робота	20	4		4		12
Тема 4. Сенсори та виконуючі пристрої РТС	6	2		2		2
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>68</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>20</b>		<b>28</b>
<b>Розділ 2. Основи комп'ютерного бачення та машинного навчання</b>						
Тема 5. Основи комп'ютерного бачення	28	8		6		14
Тема 6. Штучний інтелект та машинне навчання.	24	4		6		14
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>52</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>		<b>28</b>
<i>Усього годин</i>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>		<b>56</b>

**4. Теми семінарських та лабораторних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розв'язання прямої та оберненої задачі кінематики для робота маніпулятора.	8
2	Розробка програми для забезпечення руху робота-маніпулятора	6
3	Планування руху робота	4
4	Розробка алгоритму роботи роботу, що використовує дані сенсорів а керує зовнішніми пристроями.	2
5	Обробка зображень у системах технічного зору.	6
6	Штучний інтелект та машинне навчання	6
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

**5. Завдання для самостійної роботи**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Знайомство з ROS.	2
2	Виконання самостійних робіт з кінематики робота-маніпулятора у ROS №1-№5.	10
3	Програмування мікроконтролерних вузлів РТС	10
4	Вивчення датчиків технічного зору, температури, тиску, вологості, вібрації, прозорості, радіаційного фону та інших, адаптованих до РТС.	2
5	Написання програм з обробки зображень	12
6	Дослідження систем штучного інтелекту	10
7	Підготовка до лабораторних і контрольних робіт.	10
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

## 6. Індивідуальні завдання

2 контрольні роботи

## 7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

## 8. Методи контролю

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і лабораторних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу та захистом звітів лабораторних робіт.

Форма контролю знань із змістового розділу 1 – результати контрольних робіт, звіти з виконання лабораторних робіт.

Змістовий розділ 2 оцінюється за результатами виконання лабораторних робіт, тестових завдань, виконання лабораторних робіт.

Підсумковий контроль знань здійснюється на екзамені.

## 9. Схема нарахування балів

### Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю при проведенні екзаменаційної роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання										Екзаменаційна робота	Сума
Розділ 1				Розділ 2		Контрольні роботи, передбачена навчальним планом		Індивідуальне завдання	Разом		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	1	2		60	40	100
5	10	10	5	10	10	5	5				

### Критерії оцінювання

№	Форми навчальної діяльності	Кількість балів	Термін	Примітки
1	Відвідування занять	10	постійно	
2	Виконання лабораторних робіт №1-6	30	постійно	
3	Виступ на семінарському занятті	10		
4	Виконання контрольної роботи №1	5		
5	Виконання контрольної роботи №2	5		
6	<b>Підсумковий контроль (залікова робота)</b>	<b>40</b>		
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>100</b>		
	<b>Додаткові бали (бонуси):</b> виконання та презентація самостійних проєктів з пов'язаних з розробкою та моделюванням робототехнічних систем; виступ на конференції з доповіддю, пов'язаною з тематикою курсу, за наявності друкованої програми; публікація тез доповідей або наукової статті, що відповідають тематиці курсу			

## **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ**

### **1. Відвідування занять:**

- 10 балів:** студент відвідав 91-100% занять;
- 9 балів:** студент відвідав 81-90% занять;
- 8 балів:** студент відвідав 71-80% занять;
- 7 балів:** студент відвідав 61-70% занять;
- 6 балів:** студент відвідав 51-60% занять;
- 5 балів:** студент відвідав 41-50% занять;
- 4 бали:** студент відвідав 31-40% занять;
- 3 бали:** студент відвідав 21-30% занять;
- 2 бали:** студент відвідав 11-20% занять;
- 1 бал:** студент відвідав 1-10% занять;
- 0 балів:** студент не відвідував заняття.

### **2. Виконання лабораторних робіт №1-6:**

**Кожна лабораторна робота оцінюється від 1 до 5 балів.**

- 5 балів:** студент самостійно виконав лабораторну роботу, розуміє зміст виконаної роботи, може дати відповідь на запитання щодо виконаної роботи, вільно орієнтується в програмному коді, вільно може вносити в код незначні зміни;
- 4 бали:** студент виконав лабораторну роботу, має розуміння щодо її змісту, орієнтується в програмному коді, але не може дати вільно відповідь на додаткові питання або внести зміни до коду програми, потребує для цього часу та додаткових матеріалів;
- 3 бали:** студент виконав лабораторну роботу, але має погане розуміння щодо її змісту, майже не орієнтується в програмному коді;
- 2 бали:** студент виконав лабораторну роботу, але не має жодного розуміння щодо її змісту, не орієнтується в програмному коді;
- 1 бал:** студент відвідав лабораторне заняття, але не виконав лабораторну роботу;
- 0 балів:** студент не виконав лабораторну роботу.

### **3. Виконання контрольної роботи №1, №2:**

**Контрольна робота має три завдання. Перше завдання тестове. Тестове завдання оцінюється 1 балом у разі правильної відповіді. Решта завдань оцінюється від 1 до 2 балів.**

- 2 бали:** студент самостійно виконав завдання контрольної роботи, надав вичерпне пояснення розв'язку проблеми, відповідь правильна;
- 1 бал:** студент самостійно виконав завдання контрольної роботи, не надав пояснення щодо розв'язку, відповідь правильна; або студент самостійно виконав завдання контрольної роботи, надав пояснення розв'язку, але відповідь неправильна.
- 0 балів:** студент не виконав завдання або пояснення розв'язку та відповідь неправильні.

### **4. Підсумковий контроль (екзамен):**

**Кожне завдання білету оцінюється від 1 до 5 балів, завдань у роботі 4.**

- 5 балів:** студент самостійно виконав завдання залікової роботи, надав вичерпне пояснення розв'язку проблеми, відповідь правильна;
- 4 бали:** студент самостійно виконав завдання залікової роботи, надав деяке пояснення щодо розв'язку, відповідь правильна;
- 3 бали:** студент самостійно виконав завдання залікової роботи, надав пояснення розв'язку,



але відповідь неправильна.

**2 бали:** студент виконав завдання залікової роботи, але не надав пояснення розв'язку, відповідь правильна;

**1 бал:** студент виконав завдання залікової роботи, але пояснення розв'язку та відповідь не правильні;

**0 балів:** студент не виконав завдання.

#### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
75-89	добре	
60-74	задовільно	
1-59	незадовільно	не зараховано

### 10. Рекомендована література

#### Основна література

1. Lorenzo Sciavicco and Bruno Siciliano, *Modelling and control of robot manipulators*, Springer.
2. Saeed B. Niku, *Introduction to Robotics*, Wiley.
3. Mark W. Spong, Seth Hutchinson and M. Vidyasagar, *Robot Modeling and Control*, Wiley.
4. Roland Siegwart, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, MIT Press.
6. Peter Corke, *Robotics, vision and control : fundamental algorithms in MATLAB*, Springer.
7. Корендясев А.И. Теоретические основы робототехники. В 2 кн.: Книга 1 Наука. 2006. 383 с.
8. Корендясев А.И. Теоретические основы робототехники. В 2 кн.: Книга 2 Наука. 2006. 376 с.
9. Бишоп О. Настольная книга разработчика роботов (+ CD) МК-Пресс, Корона-Век. 2010. 400 с.
10. Брага Ньютон. Создание роботов в домашних условиях. НТ Пресс. 2006. 368 с.
11. Юревич К.И. Основы робототехники. БХВ-Петербург: 2005. 416 с.
12. П. Андре, Ж-М. Кофман, Ф. Лот, Ж-П. Тайар. Конструирование роботов Мир 1986 360 с.
13. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. Механика промышленных роботов. "Высшая школа" 1989 383 с.
14. Оуэн Бишоп. Настольная книга разработчика роботов(+ CD-ROM) МКПресс, Корона-Век, 2010 г.
15. Белянин П.Н. Промышленные роботы и их применение. М.:Машиностроение, 1983.
16. М. Шахинпур Курс робототехники. – М.: Мир, 1990.

### Допоміжна література

1. Гюнтер Миль/ Электронное дистанционное управление моделями. 1980. 416 с.
2. Веселков Р.С., Гонтаровская Т.Н. Детали и механизмы роботов. 1990.
3. Самотокин Б. Б. и др. Детали и механизмы роботов. Вышцы школа. Киев. 1990. 343 с.
4. Неймарк А. М. Роботы на службе человека. Серия «Наука и технический прогресс» Наука. 1982. 104 с.
5. Майк Предко. Устройства управления роботами; схемотехника и программирование. ДМК Пресс. 2005. 416 с.
6. Боголюбов Популярно о робототехнике. Наукова думка 1986. 200 с.
8. Предко М. 123 эксперимента по робототехнике. НТ Пресс. 2007. 544 с.
9. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов: Пер. с англ. М.: Мир, 1978. 411 с.
10. Ерош И. Л., Игнатъев М. Б., Москалев Э. С. Адаптивные робототехнические системы: Методы анализа и системы обработки изображений: Учеб. пособие / ЛИАП. Л., 1985. 144 с.
11. Путятин Е. П., Аверин С. И. Обработка изображений в робототехнике. М.: Машиностроение, 1990. 320 с.
12. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
13. Ерош И. Л., Сергеев М. Б., Соловьев Н. В. Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: Учеб. пособие / ГУАП. СПб., 2006. 150 с.
14. Основы мехатроники: монография / Ю.М.Осипов, П.К.Васенин, Д.А.Медведев, С.В.Негодяев / Под общей ред. проф. Ю.М. Осипова. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 162 с.
15. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике : производственно-практическое издание / А. А. Алямовский [и др.]. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 799 с. : ил.
16. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств: Учебное пособие для вузов / Д. А. Аветисян. - М. : Высшая школа, 2005. - 510[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 508-509. - ISBN 5-06-004824-1
17. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. М. : Корона-Век, 2008 г., 368 стр. - ISBN 978-5-903383-39-9
18. Динц К.М., Куприянов А.А. Схемотехника и проектирование печатных плат. P-CAD 2006, 2009 г. - М.: Наука и техника, 443 с.
19. Стемповский А.Л. Актуальные проблемы моделирования в системах автоматизации схемотехнического проектирования., 2003г. – М.:Наука, 430 с.
20. Проектирование печатных плат в системах P-CAD 2000-2002 : Учебное пособие для вузов / А. М. Кудрявцев, А. В. Лопаткин ; ред. : А. М. Кудрявцев. - М. : САЙНС-ПРЕСС, 2006. - 111[1] с. : ил., табл
21. Моделирование адаптивных мехатронных систем : / А. Н. Горитов, А.М. Кориков ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : В-Спектр, 2007. - 291с.

## 11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. edX :[Електронний ресурс]// edX , 2012–2019. URL:<http://edx.org/>.
2. Stanford University:[Електронний ресурс]// URL: <https://see.stanford.edu/Course/CS223A>.
3. Wikipedia:[Електронний ресурс] // Wikipedia the free encyclopedia, 2001-2019. URL:<http://www.wikipedia.org/>.
4. <http://energ.nauu.kiev.ua/>
5. Mentor, a Siemens Business: [Електронний ресурс] // URL: <http://www.model.com/products/msvhdl.html>.
6. Synopsys : [Електронний ресурс] //Synopsys, 2019. URL: <http://www.synopsys.com>.
7. Блог «Роботи и робототехника» : [Електронний ресурс] //Тема "Корпорация "Чудеса"". Технологии. Blogger. URL:. <http://insiderobot.blogspot.com/>
8. Robert F. Stengel, 2017 Lecture Slides and Assignments for Robotics and Intelligent Systems: [Електронний ресурс] //2018, URL: <http://www.stengel.mypanel.princeton.edu/MAE345Lectures.html>
9. Introduction to Robotics. Video Lectures: [Електронний ресурс] //CosmoLearning, 2007-2017 URL: <https://c Introduction to Robotics osmolearning.org/courses/introduction-to-robotics/video-lectures/>