

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Основи робототехніки та механотроніки
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки
<b>Розробник(и)</b>	Доброжан Олександр Анатолійович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
<b>Тривалість вивчення навчальної дисципліни</b>	один семестр
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 48 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 32 год. лабораторних занять), 102 год. становить самостійна робота.
<b>Мова викладання</b>	Українська

### 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні системи та компоненти"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Необхідні базові знання з вищої математики, фізики та програмування
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

### 3. Мета навчальної дисципліни

Основною метою навчальної дисципліни є досягнення студентом сучасного, систематичного та конструктивного рівня володіння знаннями в області робототехніки та механотроніки, методами розрахунків кінематики, системи керування промисловими роботами, методів розробки програм керування.

### 4. Зміст навчальної дисципліни

<b>Модуль 1. Основи робототехніки</b>
---------------------------------------

<p>Тема 1 Основні поняття робототехніки</p> <p>Класифікація промислових роботів. Кінематичні схеми промислових роботів. Основні поняття і визначення кінематики промислових роботів. Робочі зони та показники якості кінематичних схем промислових роботів. Захоплювачі промислових роботів. Технічні вимоги до промислових роботів.</p>
<p>Тема 2 Розрахунок кінематики промислових роботів</p> <p>Розв'язання прямої задачі кінематики. Розв'язання оберненої задачі кінематики. Приклад розрахунку кінематики промислового робота. Механічні з'єднання. Безпечні та заборонені зони робочого простору. Самозіткнення.</p>
<p>Тема 3 Системи керування промислових роботів</p> <p>Класифікація систем керування. Системи програмного керування. Циклові системи керування. Режими роботи циклової системи керування. Програмна модель системи керування. Команди тестового контролю функціональних блоків системи керування. Команди редагування та контролю програми. Команди вводу-виводу.</p>
<p>Тема 4 Динаміка рухів, оптимальні траєкторії в умовах динамічних обмежень</p> <p>Основні поняття механотроніки. З історії розвитку механотроніки. Класифікація механотронних об'єктів. Стандартні завдання механотроніки. Динаміка та траєкторія рухів.</p>
<p><b>Модуль 2. Основи механотроніки</b></p>
<p>Тема 5 Механотронні системи</p> <p>Концепція проектування механотронних систем. Сучасні методи керування механотронними системами. Напрямки розвитку механотроніки. Реалізація лабораторій для вивчення механотронних об'єктів. Технічні характеристики експериментів. Концепції віддаленого доступу.</p>
<p>Тема 6 Основи статички та динаміки з урахуванням контролю сили та моменту руху</p> <p>Система матеріальних точок. Міри механічного руху. Основні поняття та визначення. Закони статички та динаміки. Рівняння динаміки точки. Коливання матеріальної точки. Динаміка твердого тіла. Елементарна теорія удару. Основи аналітичної механіки.</p>
<p>Тема 7 Вивчення циклових систем керування промислових роботів</p> <p>Структура та режими роботи циклової системи керування. Розроблення програми керування промислових роботів. Програмування окремих складових роботів використовуючи мови програмування Python та C++.</p>
<p>Тема 8 Вивчення механотронних систем</p> <p>Приклади з вивчення елементів механотронних систем. Дослідження крокового двигуна. Вивчення складної механотронної системи.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Робити кінематичні схеми, розрахунки кінематики систем управління промислових роботів.
-----	--

PH2	Знати механотронні об'єкти, концепції проектування механотронних систем, особливості моделювання промислових роботів.
PH3	Створювати програмні моделі систем керування промислових роботів.
PH4	Проектувати механотронні системи у середовищі Python та C++.

## 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

CH1	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
CH2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
CH5	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
CH6	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

## 8. Види навчальних занять

<b>Тема 1. Основні поняття робототехніки</b>	
Лк1	"Промислові роботи. Механічні конфігурації роботів. Робочі фрейми" (денна) Класифікація промислових роботів. Кінематичні схеми промислових роботів. Основні поняття і визначення кінематики промислових роботів. Робочі фрейми та операції над ними. Операції трансляції та обертання.
Лб1	"Знайомство з операційною системою роботів, ROS2. Частина 1" (денна) Ознайомитись із операційною системою роботів, ROS2. Встановити та налаштувати інтегроване середовище програмування для взаємодії із ROS2.
Лб2	"Знайомство з операційною системою роботів, ROS2. Частина 2" (денна) Встановити та налаштувати інтегроване середовище програмування для взаємодії із ROS2. Виконати програму для перевірки функціонування ROS2.
<b>Тема 2. Розрахунок кінематики промислових роботів</b>	
Лк2	"Кінематична модель. Пряма та обернена задача кінематики. Робочий простір роботів" (денна) Розв'язання прямої та оберненої задачі кінематики. Приклад розрахунку кінематики промислового робота. Механічні з'єднання. Безпечні та заборонені зони робочого простору. Самозіткнення.
Лб3	"Основи створення програм використовуючи ROS2. Частина 1" (денна) Створення програмного коду використовуючи мови програмування Python та C++ для управління ногою використовуючи ROS2.

<p>Лб4 "Основи створення програм використовуючи ROS2. Частина 2" (денна)          Інсталювання інструменту збірки ROS2. Створення програмних пакетів для Python та C++.          Програмування ноди (вузла) використовуючи Python та C++.</p>
<p><b>Тема 3. Системи керування промислових роботів</b></p>
<p>Лк3 "Задання траєкторії руху осей роботів. Види рухів, математичний опис, композиція" (денна)          Рух від точки до точки. Кватерніони. Лінійна траєкторія руху. Траєкторія руху по колу. Траєкторія руху по сплайну. Переходи між різними видами руху. Довжина шляху та корекція руху.</p>
<p>Лб5 "Знайомство з інструментарієм для роботи з ROS2. Частина 1" (денна)          Ознайомитись із інструментами для роботи з ROS2, що дозволить додатково задавати параметри запуску, налагоджувати, візуалізувати та симулювати програми для розробки нод (вузлів).</p>
<p>Лб6 "Знайомство з інструментарієм для роботи з ROS2. Частина 2" (денна)          Налагодження та моніторинг стану вузлів за допомогою ros2 cli. Зміна назви вузла (ноди) при його активній роботі (після запуску). Візуалізація алгоритму програмного коду нод через rqt та rqt_graph. Двовимірна симуляція нод (вузлів) за допомогою утиліти Turtlesim.</p>
<p><b>Тема 4. Динаміка рухів, оптимальні траєкторії в умовах динамічних обмежень</b></p>
<p>Лк4 "Стандартні завдання механотроніки. Динаміка та траєкторія рухів" (денна)          Динаміка рухів, оптимальні траєкторії в умовах динамічних обмежень. Диференціальна кінематика та фільтрування рухів. Оптимізація траєкторій.</p>
<p>Лб7 "Взаємодія між вузлами (нодами) ROS2 за допомогою тем (topic). Частина 1" (денна)          Ознайомитись із основними принципами взаємодії між вузлами (нодами) ROS2 використовуючи теми (topics). Створити програми для видавця (publisher) та підписника (subscriber) використовуючи Python, C++.</p>
<p>Лб8 "Взаємодія між вузлами (нодами) ROS2 за допомогою тем (topic). Частина 2" (денна)          Написання програми Python, C++ для створення видавця (publisher). Написання програми Python, C++ для створення підписника (subscriber). Налагодження тем ROS2 із використанням командного рядку (CLI). Перепризначення тем ROS2 під час виконання.</p>
<p><b>Тема 5. Механотронні системи</b></p>
<p>Лк5 "Механотронні системи" (денна)          Концепція проектування механотронних систем. Сучасні методи керування механотронними системами. Напрямки розвитку механотроніки. Реалізація лабораторій для вивчення механотронних об'єктів. Технічні характеристики та типи експериментів. Концепції віддаленого доступу. Розрахунок кінематики промислових роботів.</p>

<p>Лб9 "Сервіси. Клієнт серверна взаємодія між вузлами (нодами). Частина 1" (денна)</p> <p>Ознайомитись із основними принципами взаємодії між вузлами (нодами) ROS2 використовуючи сервіси (services). Створити програми для управління сервером та клієнтом застосувавши мови програмування Python, C++.</p>
<p>Лб10 "Сервіси. Клієнт серверна взаємодія між вузлами (нодами). Частина 2" (денна)</p> <p>Написання програми для управління сервером та клієнтом сервісу на мові Python та C++ з та без застосування принципів об'єктно-орієнтованого програмування. Налаштування сервісів за допомогою інструментарію ROS2. Перепризначення сервісів у випадку запущеного вузла (ноди). Практичні вправи над сервісами використовуючи симуляцію Turtlesim.</p>
<p><b>Тема 6. Основи статички та динаміки з урахуванням контролю сили та моменту руху</b></p>
<p>Лк6 "Основи статички та динаміки з урахуванням контролю сили та моменту руху" (денна)</p> <p>Система матеріальних точок. Міри механічного руху. Основні поняття та визначення. Закони статички та динаміки. Рівняння динаміки точки. Коливання матеріальної точки. Динаміка твердого тіла. Елементарна теорія удару. Основи аналітичної механіки.</p>
<p>Лб11 "Створення кастомних інтерфейсів ROS2. Частина 1" (денна)</p> <p>Ознайомитись із основними принципами взаємодії між вузлами (нодами) ROS2 використовуючи інтерфейси (interfaces). Створити кастомні повідомлення та сервіси та їх застосування у вузлах (нодах) запрограмованих на Python, C++.</p>
<p>Лб12 "Створення кастомних інтерфейсів ROS2. Частина 2" (денна)</p> <p>Написання програми та збірка кастомного повідомлення та сервісу (Msg, Srv). Застосування кастомного повідомлення (Msg) у вузлі Python та C++. Налаштування кастомних повідомлень та сервісів.</p>
<p><b>Тема 7. Вивчення циклових систем керування промислових роботів</b></p>
<p>Лк7 "Вивчення циклових систем керування промислових роботів" (денна)</p> <p>Структура та режими роботи циклової системи керування. Розроблення програми керування промислових роботів. Випробування і програмування промислового робота використовуючи мови програмування Python та C++.</p>
<p>Лб13 "Задання параметрів вузла (ноди) при їх активній роботі за допомогою параметрів ROS2. Масштабування програми ROS2. Частина 1" (денна)</p> <p>Ознайомитись із основними принципами функціонування параметрів активного вузла (ноди). Навчитись задавати, декларувати та робити вибірку параметрів активного вузла (ноди). Отримати навички масштабування вузлів використовуючи загальні файли запусків.</p>

<p>Лб14 "Задання параметрів вузла (ноди) при їх активній роботі за допомогою параметрів ROS2. Масштабування програми ROS2. Частина 2" (денна)</p> <p>Визначення та декларування параметрів ROS2. Вибірка параметрів з вузлів запрограмованих на Python та C++. Створення, інсталювання та конфігурація файлів запусків для масштабування програм ROS2.</p>
<p><b>Тема 8. Вивчення механотронних систем</b></p>
<p>Лк8 "Вивчення механотронних систем" (денна)</p> <p>Приклади з вивчення елементів механотронних систем. Дослідження крокового двигуна. Вивчення складної механотронної системи.</p>
<p>Лб15 "Виконання проєкту програмування вузлів (нод) із застосуванням симуляції Turtlesim. Частина 1" (денна)</p> <p>Отримати практичні навички створення власного програмного продукту для ROS2 із застосуванням елементів симуляції Turtlesim.</p>
<p>Лб16 "Виконання проєкту програмування вузлів (нод) із застосуванням симуляції Turtlesim. Частина 2" (денна)</p> <p>Отримання навичок зберігання та повторного запуску тем з даними ROS2 портфелю. Написання власного проєкту програмування ROS2 із симуляцією Turtlesim.</p>

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Практикоорієнтоване навчання
МН3	Електронне навчання

Лекції надають студентам теоретичні знання в області робототехніки та механотроніки, дозволяють оволодіти техніками розрахунків кінематики, навчитись моделювати системи керування промисловими роботами, опанувати методи розробки програм керування. Студенти зможуть створювати програмні моделі систем керування (РН1, РН2, РН3). Також, в додаток до лекційного матеріалу, студенти будуть виконувати лабораторні роботи, що дає можливість проектувати роботизовані системи, вирішувати задачі кінематики, вміти моделювати такі системи використовуючи мови програмування Python та C++ (РН4).

Засвоєння матеріалу лекцій, програмування та проведення моделювань протягом лабораторних занять сприяє розвитку гнучкості мислення, позитивного ставлення до завдань, професіоналізму, відповідальності, командній роботі та робочій етиці.

### 9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Мультимедійні презентації за темами лекцій
НД2	Виконання лабораторних завдань

НДЗ	Електронне навчання у системах (перелік конкретизується викладачем, наприклад, Google Classroom, Zoom та у форматі Youtube-каналу)
-----	--

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$21 \leq RD < 59$
Можливе одноразове повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 20$

### 10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Діагностичне тестування	Призначені для закріплення теоретичних знань, отриманих протягом лекційного заняття. Тестові питання засновані на матеріалі поточного лекційного заняття.	протягом аудиторного заняття	Google meet, Telegram
МФО2 Виконання та захист лабораторних робіт	Призначене для визначення здобувачами вищої освіти проміжних досягнень та їх покращення	протягом аудиторного заняття	Google meet, Telegram
МФО3 Надання зворотного зв'язку про результати перевірки навчальних досягнень здобувачів за матеріалом, що вивчається	Призначене для визначення здобувачами вищої освіти проміжних досягнень у вивченні онлайн курсів	протягом аудиторного заняття	Google meet, Telegram

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
--	----------------	----------------	-------------------

МСО1 Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)	Розгорнуті питання направлені на перевірку отриманих знань протягом вивчення курсу дисципліни.	згідно графіку навчального процесу	Google meet, Telegram
МСО2 Звіт за результатами виконання лабораторних робіт	Для зарахування лабораторної роботи необхідно виконати мінімальний обсяг завдання відповідно методичним вказівкам.	Згідно навчального графіку перед другим модульним тижнем	Google meet, Telegram

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
<b>Перший семестр вивчення</b>		<b>100 балів</b>	
МСО1. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		<b>44</b>	
	2x22	44	Ні
МСО2. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		<b>56</b>	
	8x7	56	Ні

Для отримання рейтингового балу, студент виконує лабораторні роботи та складає модульні контролі. У випадку порушення норм академічної доброчесності під час виконання завдання, зокрема академічного плагіату, студент отримує 0 (нуль) балів за завдання. При цьому викладач повинен надати докази факту порушення. За умови успішного вивчення масового відкритого онлайн курсу та отримання персоналізованого сертифікату із зазначенням рівня успішності у відсотках частина кредитів курсу може бути перезарахована таким чином: один курс прирівнюється до виконання двох лабораторних робіт. Онлайн курс є альтернативним видом навчальної діяльності щодо виконання лабораторних робіт.

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі
ЗН3	Бібліотечні фонди

### 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення



<b>Основна література</b>	
1	Робототехнічні системи: проектування і моделювання / М. М. Поліщук, М.М. Ткач; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 112 с.
2	Робототехніка. Практикум / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; автори: С. М. Лісовець, С. В. Барилко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 78 с.
3	Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Крушельницький В.В. Мехатроніка. Підручник. – К., 2020. – 404 с.
4	Основи робототехніки: Конспект лекцій / Державний біотехнологічний університет; упоряд. М.С. Сорокін, – Харків, 2024. – 94 с.
5	Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін: – Дніпро: «Гарант СВ», 2021. – 243 с.
<b>Допоміжна література</b>	
1	Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І. Цвіркун, Г. Грулер ; під заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
2	Основи робототехніки: навчальний посібник / Н.В. Морзе, Л.О. Варченко-Троценко, М.А. Гладун. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2016. – 184 с.
3	Навчальний посібник з дисципліни Маніпулятори та промислові роботи. / Укладачі.: Михайлов Є. П., Лінгур В.М. – Одеса: ОНПУ, 2019. – 233 с.
4	Indri M., Oboe R. Mechatronics and Robotics New Trends and Challenges. CRC Press, 2021. – 281 p.
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
1	ROS2 Robotics Developer Course - Using ROS2 In Python : веб-сайт. URL: <a href="https://ua.udemy.com/course/ros2-robotics-developer-course-using-ros2-in-python/?src=sac&amp;kw=ROS2+Robotics+Developer+Course+-+Using+ROS2+In+Python">https://ua.udemy.com/course/ros2-robotics-developer-course-using-ros2-in-python/?src=sac&amp;kw=ROS2+Robotics+Developer+Course+-+Using+ROS2+In+Python</a> (дата звернення: 29.07.2024).
2	ROS2 C++ Robotics Developer Course - Using ROS2 In C++ : веб-сайт. URL: <a href="https://ua.udemy.com/course/ros2-cpp-robotics-developer-course/?src=sac&amp;kw=ROS2+C%2B%2B+Robotics+Developer+Course+-+Using+ROS2+In+C%2B%2B">https://ua.udemy.com/course/ros2-cpp-robotics-developer-course/?src=sac&amp;kw=ROS2+C%2B%2B+Robotics+Developer+Course+-+Using+ROS2+In+C%2B%2B</a> (дата звернення: 29.07.2024).

## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Програма навчальної дисципліни	Усього годин	Навчальна робота, аудиторних годин				Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин					
			Усього, ауд. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Усього, год.	Самостійне опрацювання матеріалу	Підготовка до практичних занять	Підготовка до лабораторних робіт	Підготовка до контрольних заходів	Виконання самостійних позааудиторних завдань
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>денна форма навчання</b>												
Модуль 1. Основи робототехніки												
1	Основні поняття робототехніки	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
2	Розрахунок кінематики промислових роботів	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
3	Системи керування промислових роботів	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
4	Динаміка рухів, оптимальні траєкторії в умовах динамічних обмежень	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
Модуль 2. Основи механотроніки												
1	Механотронні системи	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
2	Основи статички та динаміки з урахуванням контролю сили та моменту руху	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
3	Вивчення циклових систем керування промислових роботів	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
4	Вивчення механотронних систем	8.5	6	2	0	4	2.5	0.5	0	2	0	0
Контрольні заходи												
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
Індивідуальні завдання												
1	інші індивідуальні завдання	76	0	0	0	0	76	0	0	0	0	76
<i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>48</i>	<i>16</i>	<i>0</i>	<i>32</i>	<i>102</i>	<i>4</i>	<i>0</i>	<i>16</i>	<i>6</i>	<i>76</i>