



Основи робототехніки та програмування роботів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / поточний контроль</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент Галаган Роман Михайлович, Лабораторні роботи: асистент Повшенко Олександр Анатолійович</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTUyNzMyNDQyNDM0</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Основи робототехніки та програмування роботів» присвячена вивченню принципів розробки роботів, роботизованих пристроїв, елементів управління тощо. На лекційних заняттях висвітлюються питання проектування роботів DIY (роботів-автомобілів, роботів-маніпуляторів та сканерів) та промислових роботів, розглядається механіка роботів та їх конструктивні особливості. На лабораторних заняттях вивчаються програмні засоби для програмування роботів, основи електроніки, основи мікроконтролерів, проект Arduino.

Знання, які отримують студенти при вивченні дисципліни, можуть використовуватися у подальшому під час проектування найрізноманітніших роботизованих систем.

Предмет навчальної дисципліни: апаратні та програмні засоби, що використовуються під час програмування роботизованих систем (на прикладі проекту Arduino); виконавча, інформаційно-вимірювальна система роботів, система прийняття рішень та система зв'язку.

Метою викладання дисципліни є **формування** у студентів **компетентностей**:

- Здатність розраховувати, проектувати і програмувати роботизовані засоби та робототехнічні системи різного призначення, а також розробляти алгоритми їх функціонування;
- Здатність обґрунтовано обирати та підключати первинні перетворювачі до роботизованих засобів, а також організувати на програмному рівні зчитування та аналіз отриманої інформації.

Студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **результати навчання**:

- Знати принципи дії та типові вузли механізмів роботизованих засобів;
- Знати особливості проектування та основні характеристики і параметри механічних частин роботів;
- Вміти використовувати первинні перетворювачі для організації взаємодії роботів, роботизованих засобів неруйнівного контролю та технічної діагностики із оточуючим середовищем;
- Вміти використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для програмування робототехнічних засобів; використовувати спеціалізовані апаратні платформи для розробки роботів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Основи робототехніки та програмування роботів» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін: вища математика, електроніка, програмування та фізика.

Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані під час виконання дипломного проекту бакалавра.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна складається з 2-х розділів. У першому розділі пояснюється, що таке проєкт Arduino та яким чином реалізована його апаратна частина. Другий розділ присвячений особливостям конструювання, програмування та розробкам алгоритмів управління промисловими та мобільними роботами.

Розділ 1. Проєкт Arduino

Тема 1.1. Апаратна реалізація проєкту **Arduino**

Розділ 2. Застосування роботів у промисловості

Тема 2.1. Основи робототехніки

Тема 2.2. Промислові роботи

Тема 2.3. Конструкції роботів та їх кінематика

Тема 2.4. Алгоритми керування роботами

Тема 2.5. Системи технічного зору

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Навчальний посібник з дисципліни Маніпулятори та промислові роботи. Для студентів бакалаврів, спеціальності: 131 - Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування / Укладачі: Михайлов Є. П., Лінгур В.М. – Одеса: ОНПУ, 2019. - 233 с.

2. Зорі А.А. Сучасні мікроконтролери. Теорія і практика використання стандартних модулів Arduino: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / А.А. Зорі, В.П. Тарасюк, О.А. Штепа; Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад "Донецький національний технічний університет". – Покровськ: ДВНЗ "ДонНТУ", 2017. – 280 с.

Допоміжна література

3. Галаган Р.М. Дистанційний курс «Основи робототехніки та програмування роботів». – Доступ: <https://classroom.google.com/c/MTUyNzMyNDQyNDM0>

4. Ковальов Ю.А. Проектування промислових роботів та маніпуляторів : навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання другого магістерського рівня вищої освіти, які навчаються за спеціальністю 131 Прикладна механіка освітньої програми Мехатроніка та робототехніка факультету МКТ / Ю.А. Ковальов, С.О. Кошель, О.П. Манойленко ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет технологій та дизайну. – Київ : Видавництво "Центр учбової літератури", 2020. – 255 с.

5. Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерні методи розрахунку роботів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальність: 131 - Прикладна механіка, освітні програми: Мехатроніка та промислові роботи, Інженерія логістичних систем / Укл.: Михайлов Є. П. – Одеса: ОНПУ, 2021. - 112 с.

6. Невлюдов І.Ш. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi та мови Python 3.6): підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, В.В. Євсєєв ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. – Харків : А.М. Панов, 2020. – 262 с.

7. Embedded Controllers Using C and Arduino by James M. Fiore Version 2.0.7, 06 March 2018. – 166 с. – Доступ: <http://solr.bccampus.ca:8001/bcc/file/80871486-54da-410f-8e58-4b5fc53b17cb/2/EmbeddedControllers.pdf>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання – лекції, лабораторні роботи та самостійна робота студентів.

Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно-комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекційний курс розрахований на поглиблене вивчення принципів роботи мікроконтролерів. Пояснюються основні завдання робототехніки. Описані конструкції промислових роботів та алгоритми керування ними.

Розділ 1

Тема 1.1

Лекція 1. Структура мікроконтролерів [2]. Пояснення, що таке проєкт Arduino [3].

В лекції розглянута структура типового мікроконтролера. Пояснені основні його вузли. Описані основні порти. Пояснено, що таке проєкт Arduino.

Лекція 2. Архітектура плат **Arduino Uno** [2, 3, 7].

В лекції розглянута плата Arduino Uno та її структурні елементи.

Розділ 2

Тема 2.1

Лекція 3. Основні питання робототехніки та мехатроніки [1, 5].

В лекції пояснено, що таке робототехніка та мехатроніка. Пояснено типову структуру робота (його механічні та електронні складові).

Тема 2.2

Лекція 4. Промислові роботи [1, 4].

В лекції розглянуті різні класифікації промислових робіт. Описана структура таких робіт. Також увагу приділено технічним характеристикам промислових робіт.

Лекція 5. Мобільні роботи.

В лекції розглянуті класифікації мобільних робіт та принципи їх функціонування. Описані переваги та недоліки деяких конструкцій мобільних робіт.

Тема 2.3

Лекція 6. Елементи конструкцій робіт [5]. Механіка робіт [3].

В лекції розглянуті конструкції різних типів робіт та пояснюється, яким чином вони розробляються. Описані різні механічні вузли робіт.

Тема 2.4

Лекція 7. Алгоритмізація задач в робототехніці [3].

В лекції розглянуті основні поняття алгоритмізації задач в робототехніці. Пояснено, що таке алгоритм, його властивості та типи алгоритмів. Наведено приклади простих алгоритмів, зокрема, рух робота за лінією.

Тема 2.5

Лекція 8. Системи технічного зору [3, 6]. Частина лекції 8 відводиться для написання МКР у вигляді тестів.

В лекції описані системи технічного зору, їх структура, призначення та виконувані функції.

Лекція 9. Методи обробки та аналізу зображень в системах технічного зору [3].

В лекції розглянуті методи обробки та аналізу зображень.

Мета проведення лабораторних робіт – закріплення на практиці теоретичних знань, набутих студентами під час лекційних занять з даної дисципліни.

Лабораторні заняття розраховані на поглиблене вивчення підходів та принципів до розробки програм для керування роботизованими системами, для зчитування даних із датчиків робіт, які є їх «органами чуття». Розглядається підключення різноманітних датчиків та програмування мікроконтролера для зчитування і аналізу даних від них. Пояснюються принципи управління двигунами постійного струму, кроковими двигунами та серводвигунами.

Номер розділу	Номер заняття	Зміст заняття	Об'єм (год.)
1	Л1	Вступне заняття. Знайомство з обладнанням. Техніка безпеки. Видача завдань. Тестовий підключення плати Arduino Uno до комп'ютера. Пояснення основ програмування у середовищі Arduino IDE. Опис середовищ онлайн-моделювання проєктів Arduino	2
	Л2	Лаб. робота 1. Створення простих програм. Обмін даними між комп'ютером та Arduino за послідовним протоколом. Пояснення, як організувати багатозадачність в Arduino з використанням функції millis.	2

Л3	Підключення тактових та емнісних кнопок як елементів керування виконанням дій роботизованою системою. Підключення клавіатури.	2
Л4	Лаб. робота 2. Використання потенціометрів, джойстиків та енкодерів як елементів керування переміщенням або просторовим положенням роботів.	2
Л5	Лаб. робота 3. Ультразвуковий датчик HC-SR04 та оптичний сенсор як елементи системи орієнтування робота в просторі (відносно зовнішніх об'єктів з метою взаємодії із ними та їх огинання).	2
Л6	Лаб. робота 4. Підключення текстового LCD дисплея для відображення інформації. Робота із графічними дисплеями.	2
Л7	Лаб. робота 5. Використання гіроскопа та акселерометра окремо як елементів керування роботами, так і в складі системи просторової орієнтації робота або його ланок (визначення прискорень, кутів нахилу тощо)	2
Л8	Лаб. робота 6. Підключення сервоприводів. Керування сервоприводом за допомогою потенціометра. Керування двома сервоприводами за допомогою джойстика.	2
Л9	Самостійна робота 1. Розробка та програмування робота-маніпулятора, рух якого забезпечують серводвигуни. Варіанти: 1. Керування за допомогою потенціометрів. 2. Керування за допомогою джойстиків. 3. Керування за допомогою кнопок. 4. Керування за допомогою мембранної клавіатури	2
Л10	Лаб. робота 7. Підключення двигунів постійного струму. Драйвери двигунів постійного струму. Керування швидкістю обертання валів двигунів постійного струму.	2
Л11	Опис конструкції робота-автомобіля. Пояснення принципів програмування руху робота-автомобіля. Підготовка до самостійної роботи 2.	2
Л12	Самостійна робота 2. Програмування робота-автомобіля руху робота-автомобіля, що огинає перешкоди (із використанням ультразвукового датчика HC-SR04). Важливою складовою цієї самостійної роботи є обов'язкове створення, пояснення та обґрунтування графічного алгоритму вирішення поставленого завдання. Додаткові варіанти за умови наявності необхідних електронних компонентів та механічних деталей: 1. Рух за лінією із використанням оптичного датчика. 2. Автоматичний рух за іншим об'єктом , наприклад, рукою людини (із використанням ультразвукового датчика HC-SR04).	2
Л13	Лаб. робота 8. Підключення датчика Bluetooth для бездротової передачі даних. Використання інфрачервоного каналу передачі даних (ІЧ пульт та датчик). Використання радіомодулів для передачі даних.	2
Л14	Самостійна робота 3. Керування роботом-автомобілем за допомогою ІЧ пульта. У кожного варіанту буде власний пульт та вказані кнопки, які використовуватимуться для керування. Додаткові варіанти за умови наявності необхідних електронних компонентів та механічних деталей: 1. Керування роботом-автомобілем по Bluetooth за допомогою програми на смартфоні. 2. Керування роботом-автомобілем по Bluetooth з використанням голосових команд . 4. Керування роботом-маніпулятором по Bluetooth за допомогою програми на смартфоні.	2
Л15	Програмування крокових двигунів. Підключення та керування кроковим двигуном 28BYJ-48 з використанням драйверу ULN2003.	2

Л16	Лаб. робота 9. Підключення та керування кроковим двигуном Nema 17 з використанням драйверу A4988. Пояснення принципів програмування роботів, ланки яких керуються кількома кроковими двигунами (зокрема, 3D-принтерів, CNC, роботів-маніпуляторів тощо).	2
Л17	Самостійна робота 4. Розробка та програмування 2-D декартового робота , ланки якого керуються кроковими двигунами. Додаткові варіанти за умови наявності необхідних електронних компонентів та механічних деталей: 1. Програмування 3D декартового робота . 2. Програмування робота-маніпулятора , ланки якого переміщуються за заданою траєкторією. 3. Керування роботом-маніпулятором за допомогою програми, що встановлена на комп'ютері (через порт USB). 4. Програмування SCARA робота	2
Л18	Принципи програмування крокувальних та людиноподібних роботів. Підбиття підсумків	2

6. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 66 годин самостійної роботи студентів, з яких 6 годин – на підготовку до заліку і 60 годин на підготовку до аудиторних занять, опрацювання матеріалів лекцій, оформлення результатів виконання лабораторних робіт та ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни. Робота направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу та на підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає:

- закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни;
- здобуття навичок самостійного вивчення матеріалу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom – посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять.
- **правила захисту лабораторних робіт:**
 - захист лабораторної роботи проходить під час проведення лабораторної роботи, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom; викладач індивідуально задає запитання, на які пропонується відповісти усно;

- у окремих випадках допускається можливість захисту під час проведення консультацій.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - захист лабораторних робіт вважається вчасним, якщо він відбувається у межах трьох занять після проведення лабораторної роботи;
 - перескладань для підвищення балів не передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

8.1. Рейтинг студента з кредитного модуля становить **100 балів** та складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання 9 лабораторних робіт;
- 2) виконання та захист 4 самостійних робіт;
- 3) МКР.

8.2. Критерії нарахування балів.

8.2.1. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 5 балів x 9 = 45 балів.

Критерії оцінювання:

5 балів – завдання виконано в повному обсязі, є усне пояснення виконаних завдань;

4 балів – виконана більша частина завдання, пояснення невпевнені;

3 балів – виконані не всі пункти завдання, пояснення відсутні;

0 балів – завдання не виконано.

8.2.2. Самостійні роботи

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за всі самостійні роботи дорівнює 10 балів x 4 = 40 балів.

Критерії оцінювання:

9-10 балів – завдання виконано в повному обсязі, є усне пояснення виконаних завдань;

7-8 балів – виконана більша частина завдання, пояснення невпевнені;

6 балів – виконані не всі пункти завдання, пояснення відсутні;

0 балів – завдання не виконано.

8.2.3. МКР

Ваговий бал – 15. Максимальна кількість балів за всі самостійні роботи дорівнює 15 балів x 1 = 15 балів.

Критерії оцінювання:

Кожен тест містить 10 запитань. Правильна відповідь дає 1,5 бали, неправильна – 0 балів.

Кінцева кількість балів за тест залежатиме виключно від кількості правильних відповідей.

8.3. Штрафні та заохочувальні бали:

- якщо лабораторна робота здається невчасно (пізніше встановленого строку) без поважної причини, то знімається 1 бал;
- за участь у факультетській олімпіаді з дисципліни, модернізації лабораторних робіт, додатковому проходженні дистанційних курсів надається від 1 до 5 балів;
- за активну участь у лабораторних роботах та лекціях, а також активне відвідування надається від 1 до 5 балів.

Сума штрафних балів не може перевищувати -10, сума заохочувальних балів не може перевищувати +10.

8.4. Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації студент повинен мати не менше ніж 10 балів та не пропустити більше половини лекційних занять.

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації студент повинен мати не менше ніж 30 балів та не пропустити більше половини лекційних занять.

8.5. Умови допуску до заліку.

Необхідною умовою допуску до заліку автоматом є виконання усіх самостійних робіт. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

При пропуску більше половини лекційних занять для того, щоб отримати допуск до заліку студент повинен по кожному пропущеному заняттю виконати реферати за відповідною тематикою і захистити їх. Вимоги до рефератів обговорюються окремо.

8.6. Критерії залікового оцінювання.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі набрані за семестр бали за лабораторні роботи та МКР анулюються, а залишаються тільки бали за самостійні роботи та сума штрафних і заохочувальних балів. До цих балів додається оцінка за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною.

Залікова контрольна робота являє собою білет з 4 запитаннями/задачами, за розв'язання кожного з яких студент отримує 15 балів. Питання та задачі повністю базуються на тематиці лекцій та лабораторних робіт, однак мають підвищену складність.

Кожне питання контрольної роботи оцінюється у 15 балів відповідно до системи оцінювання:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 14-15 балів;

– «добре» та «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 11-13 балів;

– «задовільно» та «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 8-10 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Додатково за тематикою кожного пропущеного без поважної причини лекційного заняття студент отримує додаткове усне запитання під час захисту. Незадовільна відповідь на додаткове запитання знижує загальну оцінку на 2 бали.

8.7. Для отримання студентом відповідних оцінок його рейтингова оцінка переводиться згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
RD < 59 (потрібна додаткова контрольна робота)	Незадовільно
Не виконані всі самостійні роботи	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «**Основи робототехніки та програмування роботів**» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням викладачем).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри АСНК, к.т.н., доцент Галаган Роман Михайлович

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол № 17 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 р.)