



Адаптивні та інтелектуальні мобільні роботи

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС/ 120 годин (54 години аудиторної роботи, 66 годин самостійної роботи)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР, поточний контроль
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Галаган Роман Михайлович, Лабораторні роботи: к.т.н., доцент Галаган Роман Михайлович
Розміщення курсу	Платформа Google Classroom (в розробці)

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Адаптивні та інтелектуальні мобільні роботи» присвячена вивченню принципів розробки мобільних роботів, які мають розвинену сенсорну системи (набір різноманітних датчиків), що дозволяє їм адаптуватись до умов оточуючого середовища, та систему прийняття рішень, яка ґрунтується на технологіях штучного інтелекту.

Знання, які отримують студенти при вивченні дисципліни, можуть використовуватися у подальшому під час розробки систем комп'ютерного зору, проєктування мобільних роботів-автомобілів, що можуть самостійно переміщуватись у просторі, та безпілотних літальних апаратів (БПЛА, дронів), які використовують нейромережеві модулі для розпізнавання об'єктів, орієнтування у просторі та автономної навігації.

Предмет навчальної дисципліни: апаратні та програмні засоби, що використовуються під час програмування адаптивних та інтелектуальних мобільних роботів.

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

- здатність розраховувати, проектувати, розробляти алгоритми і програмувати мобільних роботів, які переміщуються по землі або в повітрі та можуть адаптуватись до умов оточуючого середовища на основі аналізу даних, що отримані від різноманітних сенсорів;
- здатність обґрунтовано обирати, використовувати та імплементувати методи глибокого машинного навчання з метою створення інтелектуальних роботів;
- здатність використовувати технології комп'ютерного зору в практичній діяльності.

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

- знати принципи дії та типові вузли мобільних роботів, які переміщуються по землі або в повітрі;
- вміти використовувати спеціалізоване програмне забезпечення, бібліотеки та фреймворки для інтегрування нейромережових модулів в систему прийняття рішень мобільних роботів;
- вміти застосовувати технології комп'ютерного зору.

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

Дисципліна «Адаптивні та інтелектуальні мобільні роботи» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін: вища математика, електроніка, програмування, фізика та робототехніка.

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

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна складається з 2-х розділів. У першому розділі пояснюється, що таке адаптивні та інтелектуальні мобільні роботи. Другий розділ присвячений особливостям конструювання, програмування та розробкам алгоритмів управління мобільними роботами.

Розділ 1. Адаптивні та інтелектуальні мобільні роботи

Тема 1.1. Принципи та підходи до розробки адаптивних та інтелектуальних мобільних роботів.

Розділ 2. Конструювання, програмування та розробка алгоритмів управління мобільними роботами

Тема 2.1. Розробка мобільних роботів, що автономно переміщуються по землі.

Тема 2.2. БПЛА: розробка, конструкції, деталі та складові.

Тема 2.3. Принципи керування БПЛА.

Тема 2.4. Алгоритми, що використовуються БПЛА для автономного польоту.

Тема 2.5. Нейромережові технології, що дозволяють інтелектуалізувати мобільних роботів.

Тема 2.6. Системи комп'ютерного зору.

Тема 2.7. Законодавство і регуляції щодо використання дронів

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Roland Siegwart and Illah R. Nourbakhsh. *Introduction to Autonomous Mobile Robots*. – A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, London. – 2004.

2. Застосування безпілотних авіаційних систем у сфері цивільного захисту: Монографія / Д.В. Бондар, А.В. Гурник, А.О. Литовченко, В.В. Хижняк, В.Л. Шевченко, Д.М. Ядченко. Київ, 2022, 312 с.

Допоміжна література

3. Richard Szeliski. *Computer Vision: Algorithms and Applications*, 2nd ed. The University of Washington. 2022. (<https://szeliski.org/Book/>)

4. Simon J.D. Prince. *Computer Vision: Models, Learning, and Inference*. Published by Cambridge University Press. 2012. (<https://udlbook.github.io/cvbook/>)

5. 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.

6. 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 та класифікація мобільних роботів [1]. Області використання [1].

В лекції розглянута загальна структура мобільних роботів. Пояснені основні їх вузли. Наведені приклади використання.

Лекція 2. Пояснення понять «адаптивності» та «інтелектуалізації» роботів.

В лекції пояснюється, що означає «адаптивність» з точки зору програмування мобільних роботів. Описані сенсори, завдяки яким робот адаптується до оточуючого середовища. Також пояснено, за яких умов робот стає «інтелектуальним».

Розділ 2

Тема 2.1

Лекція 3. Принципи конструювання мобільних роботів, що автономно переміщуються по землі [1]. Алгоритми, які використовуються мобільними роботами для переміщення по землі [1].

В лекції пояснені конструкції мобільних роботів, що автономно переміщуються по землі. Принципи побудови карти маршруту

Тема 2.2

Лекція 4. Структура, типи конструкцій та складові частини БПЛА (дронів) [2]. Основи аеродинаміки.

В лекції розглянуті основи аеродинаміки, конструкція та навігаційні системи БПЛА, оптичні та тепловізійні системи БПЛА. Також розглянути джерела живлення, їх особливості, принципи складання, використовувані роз'єми тощо.

Тема 2.3

Лекція 5. Принципи керування БПЛА та отримання відео по каналах радіозв'язку. Захист радіоканалів від завад.

В лекції розглянуті фізичні основи та підходи до керування БПЛА по каналах радіозв'язку. Пояснено, як працюють FPV-дрони. Надані рекомендації по захисту радіоканалів від завад.

Тема 2.4

Лекція 6. Алгоритми та технічні засоби, що використовуються БПЛА для автономного польоту. Навігаційні системи БПЛА. Польоти дронів у зграї.

В лекції розглянуті різні технічні засоби, які використовують БПЛА для навігації. Описана супутникова навігація.

Тема 2.5

Лекція 7. Нейронні мережі, які використовуються під час створення інтелектуальних мобільних роботів.

В лекції розглянуті нейронні мережі, які можуть бути використані в мобільних роботах.

Тема 2.6

Лекція 8. Поняття детектування, розпізнавання та трекінгу об'єктів [3, 4]. На другій частині заняття МКР.

В лекції описано, що таке детектування, розпізнавання та трекінг об'єктів.

Тема 2.7

Лекція 9. Заключне заняття. Законодавство і регуляції щодо використання дронів.

В лекції розглянуті законодавство і регуляції щодо використання дронів.

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 адаптивними та інтелектуальними роботами.

Номер розділу	Номер заняття	Зміст заняття	Об'єм (год.)
1	Л1	Вступне заняття. Знайомство з обладнанням. Техніка безпеки. Підготовка ПЗ комп'ютера для встановлення бібліотек нейронних мереж з метою подальшого використання у лабораторних роботах	2
	Л2	Основи програмування ESP32 та/або Raspberry Pi	2
	Л3	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
	Л4	Самостійна робота 1. Програмування алгоритму SLAM	2
	Л5	Підключення камери ESP32 та/або Raspberry Pi та передача відеопотоку на комп'ютер з метою подальшої обробки.	2
	Л6	Аналіз зображень, що отримані із камери	2
	Л7	Використання камери робота-автомобіля для розпізнавання об'єктів (на основі ESP32)	2
	Л8	Самостійна робота 2. Рух робота на основі даних з відеокамери	2
	Л9	Керування роботом-автомобілем за допомогою жестів.	2

Л10	Використання радіомодулів NRF для передачі даних.	2
Л11	Самостійна робота 3. Керування роботом-автомобілем за допомогою радіомодулів NRF.	2
Л12	Принципи керування безколекторними двигунами	2
Л13	Керування БПЛА за допомогою команд з пульта (або з клавіатури)	2
Л14	Використання гіроскопа та акселерометра як елементів керування роботами, а також в складі системи просторової орієнтації робота або його ланок (визначення прискорень, кутів нахилу тощо)	2
Л15	Самостійна робота 4. Створення карти польоту. Автономний політ.	2
Л16	Обробка відеопотоку із камери БПЛА. Розпізнавання об'єктів на відео.	2
Л17	Керування БПЛА за допомогою жестів.	2
Л18	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 (включаючи ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни) та опрацювання матеріалів лекцій, підготовку та оформлення результатів виконання лабораторних робіт, підготовку та оформлення результатів виконання самостійних робіт. Самостійна робота направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу, а також дозволяє підготуватись 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:**
 - О у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - О у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom – посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - О забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - О дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - О забороняється будь-яким чином зривати проведення занять.
- **правила захисту лабораторних робіт:**
 - О 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;
 - О 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 (PCO)

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

- 1) виконання 6 лабораторних робіт за індивідуальними завданнями;
- 2) виконання та захист 4 самостійних робіт;
- 3) МКР.

Лабораторні роботи діляться на дві категорії: 1) на яких відбувається робота із заданим обладнанням, обговорення та демонстрація на прикладах роботи заданих датчиків, модулів тощо; 2) на яких студенти виконують індивідуальні завдання та самостійні роботи.

Лабораторні роботи першої категорії не містять завдань, що формують рейтинг студента, проте на них можна отримати заохочувальні бали за активну участь. На лабораторних роботах

другої категорії студенти виконують індивідуальні завдання та самостійні роботи, які формують їх рейтинг. Відмінність індивідуальних завдань та самостійних робіт полягає у складності та комплексності.

8.2. Критерії нарахування балів.

8.2.1. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $5 \text{ балів} \times 6 = 30 \text{ балів}$.

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 – 15. Максимальна кількість балів за всі самостійні роботи дорівнює $15 \text{ балів} \times 4 = 60 \text{ балів}$.

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 – 10. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $10 \text{ балів} \times 1 = 10 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

МКР видається у вигляді тестів через платформу Google Classroom. Кожен окремий варіант МКР містить 10 запитань. Правильна відповідь дає 1 бал, 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 надається від 1 до 5 балів.

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

8.4. Умови позитивного календарного контролю.

Умовою першого календарного контролю є отримання не менше ніж 15 балів та присутність на більше ніж 50% лекційних занять.

Умовою другого календарного контролю є отримання не менше ніж 30 балів та присутність на більше ніж 50% лекційних занять.

8.5. Умови допуску до заліку.

Необхідною умовою допуску до заліку є відсутність заборгованостей з лабораторних робіт та виконання усіх самостійних робіт.

Якщо студент пропустив більше половини лекційних занять, то 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.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку, але мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, проводиться семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди на останньому за розкладом занятті. При цьому всі набрані за семестр бали за лабораторні роботи, самостійні роботи та МКР анулюються.

Залікова контрольна робота являє собою білет з 10-ма запитаннями/задачами, за розв'язання кожного з яких студент отримує 10 балів. Запитання та задачі повністю базуються на тематиці лекцій та лабораторних робіт, однак мають підвищену складність. Задачі пов'язані із написанням коду та алгоритмів функціонування роботів.

Кожне запитання/задача контрольної роботи оцінюється у 10 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре» та «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 7-8 балів;
- «задовільно» та «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 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.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, то попередній рейтинг скасовується (це так званий «жорсткий» варіант PCO), а здобувач отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

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 усі самостійні роботи	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Адаптивні та інтелектуальні мобільні роботи» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням викладачем).

Наприклад

Інженер БПЛА. Базовий курс (<https://prometheus.org.ua/prometheus-free/drone-engineering-intro/>).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол №5 від 13.11.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол №9/24 від 15.11.2024 р.)