



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



ПРОГРАМУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ НА PYTHON

ID 6162

Шифр, назва спеціальності та освітній рівень	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (бакалавр)	Назва освітньої програми	Комп'ютеризовані системи управління та прикладне програмування (2023) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (2023) Комп'ютерно-інтегровані системи автоматики та робототехніки (2023)
Тип програми	Освітньо-професійна	Мова викладання	Українська
Факультет	Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії (ФПТ)	Кафедра	Каф. автоматизації технологічних процесів і виробництв (AB)

Викладач/викладачі

Пісьціо Вадим Петрович, ст. викладач, [профіль на порталі "Науковці ТНТУ"](#)

Загальна інформація про дисципліну

Мета курсу

Метою вивчення дисципліни «Програмування мобільних роботів на Python» є формування у студентів поняття і надання знань з основ програмування на Python та використання мобільних роботів, зокрема їх роботи у найпростіших виробничих ситуаціях, розпізнавання перешкод, основах одометрії, тощо.

Формат курсу

Формат курсу: для очної, заочної, дистанційної форм навчання.

Компетентності ОП

Фахові компетентності спеціальності (ФК) :

- ◇ ФК11. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.
- ◇ ФК12. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно- інтегрованих технологіях.
- ◇ ФК13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.
- ◇ ФК14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
- ◇ ФК15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.
- ◇ ФК16. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування.
- ◇ ФК17. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації.
- ◇ ФК19. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Програмні результати навчання з ОП

Обов'язкові програмні результати навчання:

- ◇ ПРН03. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування.
- ◇ ПРН04. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації.(за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.
- ◇ ПРН06. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
- ◇ ПРН08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір, мати навички налагодження

технічних засобів автоматизації та систем керування.

◇ ПРН09. Вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.

◇ ПРН10. Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації.

◇ ПРН12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування.

Обсяг курсу

Очна (денна) форма здобуття освіти:

Кількість кредитів ECTS — 7.0; лекції — 34 год.; лабораторні заняття — 68 год.; самостійна робота — 108 год.;

Заочна форма здобуття освіти:

Кількість кредитів ECTS — 7; лекції — 10 год.; лабораторні заняття — 6 год.; самостійна робота — 194 год.;

Ознаки курсу

Рік навчання — 2,3; семестр — 4-5; Обов'язкова (для здобувачів інших ОП може бути вибірковою) дисципліна;
кількість модулів — 4;

Форма контролю

Поточний контроль: модулі, звіти з лабораторних робіт

Підсумковий контроль: екзамен, 4 семестр

Підсумковий контроль: залік, 5 семестр

Компетентності та дисципліни, що є передумовою для вивчення

Обчислювальна техніка та програмування.

Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення

Стенди з лабораторних робіт, пакет прикладних програм з моделювання робіт Webots

СТРУКТУРА КУРСУ

Лекційний курс

Годин
ОФЗО ЗФЗО

Тема 1. Мобільні роботи.Робототехніка. Зв'язок робототехніки з іншими дисциплінами. Розвиток мобільної робототехніки. Приклади мобільних роботів та їх застосування. Автономні автомобілі. Тенденції розвитку мобільних роботів. Системи безпеки	1	0,33
Тема 2. Мова Python.Історія мови. Особливості мови. Загальна характеристика. Переваги мови. Недоліки мови. Основи мови Python. Синтаксис мови. Запуск програм. Типи даних.Змінні та константи. Змінювані і незмінювані типи. Введення та виведення даних. Числові дані. Робота з цілими та дійсними числами. Робота з комплексними числами. Тип діапазон (range). Логічні вирази і тип даних.	1	0,33
Тема 3. Організація розгалужень в програмах та циклів.Умовний оператор if-else (if-elif-else). Тримісний оператор if/else. Логічні оператори. Циклічні оператори.Цикл з передумовою (while). Цикл for. Інструкції управління циклами. Вкладені цикли	1	0,33
Тема 4. Функції.Опис та виклик функцій. Глобальні та локальні змінні. Lambda функції.	1	0,33
Тема 5. Колекції даних.Класифікація колекцій. Загальні функції.	1	0,33
Тема 6.Списки, кортежи та масиви.Задання списків, кортежів. Генератори списків. Доступ до елементів списку. Зрізи (slice). Зміна та вилучення елементів списку. Змінюваність списку. Присвоювання списків. Методи списків. Порівняння списків. Вкладені списки. Кортежи. Завдання кортежів. Виконання дій над кортежами та їхніми елементами. Рядкові літерали та їх задання. Використання рядкових літералів. Доступ до символів рядку. Методи рядків. Масиви байтів bytes та arraybytes.	1	0,33
Тема 7. Словники.Створення словників. Доступ до значень словника. Додавання та вилучення елементів зі словника. Методи словників.	1	0,33
Тема 8. Множини.Задання множини. Виконання дій над елементами множини. Методи множин. Операції з множинами	1	0,33
Тема 9. Файли.Робота з файлами. Атрибути файлового об'єкта. Читання з файлу. Запис у файл. Додаткові методи роботи з файлами. Використання менеджера контексту.	1	0,33
Тема 10. Винятки та їх обробка. Виняток. Обробка винятків. Зв'язування винятку зі змінною. Виклик винятків	1	0,33
Тема 11. Об'єктно-орієнтоване програмування. Класи та об'єкти. Клас. Методи об'єктів, та класів. Змінні об'єктів та класів. Методи <code>__init__()</code> та <code>__del__()</code> . Змінні класу та об'єкта. Успадкування. Метакласи	1	0,33
Тема 12. Модулі та їх атрибути. Імпортування модулів.Використання псевдонімів. Інструкція <code>from import</code>	1	0,33
Тема 13. Давачі роботів. Загальна характеристика. Типовий загальний інтерфейс давачів на прикладі програми Webots. Характеристики давачів. Давачі дотику. Давач освітленості. Давачі відстані. Давачі прискорення. Компас. Гіроскоп. Інерційний вимірювальний блок. Глобальні навігаційні супутникові системи. Давачі положення валу.	1	0,33
Тема 14. Виконавчі елементи робота.Світлодіоди. Двигуни постійного струму. Сервопривід. Позиція сервоприводу. Обмеження. Пружини та амортизатори у приводі. Типовий програмний інтерфейс. Функції завдання позиції.		

Завдання швидкості та прискорення. Функції керування силою приводу. Функції визначення положення сервоприводу. Визначення сили у приводі.	1	0,33
Тема 15. Пересування роботів.Класифікація роботів. Стаціонарні і мобільні роботи. Основні методи руху по поверхні. Порівняння ефективності різних способів пересування. Типи коліс. Геометрія колісних роботів. Роботи в рухомому середовищі (3D). Безпілотні літальні апарати (БПЛА).	1	0,33
Тема 16. Програмування пересування роботів.Диференціальний привід. Конфігурація з одним ведучим та поворотним колесом. Рульове керування. Всюди спрямовані конфігурації. Порівняння типів приводів. Гусеничні роботи. Крокуючі роботи. Гібридний привід	1	0,33
Тема 17. Архітектура програмного забезпечення роботів.Завдання що ставляться при проектуванні програмного забезпечення роботів. Принципи побудови програмного забезпечення роботів. Типові архітектури програм роботів та методи декомпозиції програм. Деліберативна архітектура.Поведінкова архітектура. Інженерна архітектура програмного забезпечення автономних роботів. Об'єднання кількох задач. Багатозадачність та багатопотоковість у роботах. Реалізація багатопоточності у Python.	2	0,66
Тема 18. Реалізація деяких концепцій реактивного керування.Керування із зворотнім зв'язком. Двопозиційний регулятор. Двопозиційний регулятор з гістерезисом. Пропорційний регулятор. Пропорційно-інтегруючий регулятор. ПІД регулятор. Керування кількома двигунами. Реактивне керування.	1	0,25
Тема 19. Реалізація деяких концепцій тактичного рівня керування.Скінченні автомати. Ієрархічні скінчені автомати. Дерева поведінки.	1	0,25
Тема 20. Системи координат та опис руху.Пряма та зворотня задачі кінематики у робототехніці. Визначення. Системи координат і системи відліку. Перехід від одної системи координат до іншої. Однорідні координати. Приклад опису переміщень ланок. Кінематика простого маніпулятора робота. Кути Ейлера. Двовірний випадок. Швидкість переміщення робочих органів.	1	0,25
Тема 21. Дифференціальна кінематика роботів.Одометрія. Голономність та неголономність роботів. Визначення координат за пройденим шляхом. Одометрія робота з диференціальним приводом. Одометрія робота з автомобільним керуванням. Одометрія всенаправленого приводу. Основні недоліки одометрії.	1	0,25
Тема 22. Прості алгоритми керування рухом.Випадкове блукання. Основні методи керування рухом. Керування рухом без зворотніх зв'язків за положенням. Рух у заданому напрямку. Керування за лініями заданими на місцевості. Слідування за стіною.	1	0,25
Тема 23. Керування положенням із зворотнім зв'язком.Керування положенням із зворотнім зв'язком у роботах. Контроль орієнтації для диференціального приводу. Керування орієнтацією у випадку рульового управління. Керування поступальним рухом. Приклад для робота з втомобільним керуванням. Досягнення точки та слідування за траєкторією у роботах з диференціальним приводом.	1	0,25
Тема 24. Технічний зір роботів.Типовий інтерфейс камер (на прикладі програми Webots). Код для зчитування	1	0,25

зображення. Кольоровий простір. Основні операції с зображеннями. Згладжування.		
Тема 25. Виділення інформації з зображень.Морфологічні операції. Виділення країв. Визначення руху. Метод оптичного потоку для визначення швидкостей. Знаходження кольорових об'єктів. Сегментація зображень. Виділення ліній .Перетворення Хафа. Знаходження полоси руху. Від сигналів до інформації.	1	0,25
Тема 26. Визначення відстані за зображеннями та лідарами.Лідари. Розпізнавання дороги з конусів. Стереоскопія для визначення дальності . Визначення відстані при апріорних даних про об'єкт. Використання структурованого освітлення. Пошук та співставлення характерних точок. Метод кореляційного обчислення диспаратності. OpenCV	1	0,25
Тема 27. Методи первинної локалізації.Проблема локалізації. GPS. Локалізація за лініями та орієнтирами. Глобально унікальна локалізація. Радіомаяки. Світлові маяки. Локалізація на основі зображень. Проблеми локалізації: шум та аліасинг.	1	0,25
Тема 28. Недетерміновані події у мобільних роботах.Врахування неточності моделей та оцінка стану. Спостережність. Деякі питання теорії ймовірності. Розподіл Гауса. Залежність випадкових величин між собою. Правило Байеса та його використання для оцінки стану. Марківський процес. Представлення переконань у локалізації роботів	1	0,25
Тема 29. Фільтр Калмана та локалізація.Оптимальна фільтрація у статичному випадку. Основи алгоритму фільтра Калмана. Проста реалізація фільтра Калмана. Фільтр Калмана у матричній формі. Приклад використання. Розширений фільтр Калмана. Приклад розширеного фільтра Калмана. Модифікації фільтра Калмана.	1	0,25
Тема 30. Фільтр Байеса та локалізація.Найпростіший випадок локалізації. Фільтр Байеса для локалізації. Фільтр Байеса на сітці. Фільтр частинок. Алгоритм фільтра частинок. Приклад реалізації фільтра частинок.	1	0,25
Тема 31. Планування шляху при відсутності карти.Навігація та планування шляху. Представлення середовища. Алгоритми планування на основі графів. Метод потенціалу. Метод розширеного потенціалу. Обхід перешкод та навігація без побудови карти.	1	0,25
Тема 32. Одночасна локалізація та співставлення SLAM.Призначення SLAM. Орієнтири. Алгоритм EKF SLAM	1	0,25
Тема 33. ROS - Robot Operaion System.Концепції та основні функції ROS. Пакети ROS.	1	0,25
	РАЗОМ:	34 10
		Годин
Лабораторний практикум (теми)		<u>ОФЗО</u> <u>ЗФЗО</u>
Лабораторна робота № 1 Арифметичні операції, ввід-вивід та основні типи даних у Python	2	0,25
Лабораторна робота № 2 Розгалуження та цикли у Python	2	0,25

Лабораторна робота № 3 Функції та процедури в Python	4	0,5
Лабораторна робота № 4 Робота з стрічками та множинами у Python	4	0,5
Лабораторна робота № 5 Робота зі списками у Python	4	0,5
Лабораторна робота № 6 Робота з файлами у Python	4	0,5
Лабораторна робота № 11 Винятки та обробка у програмі на мові Python	4	0,25
Лабораторна робота № 7 Ознайомлення із програмним забезпеченням віртуальної робототехніки на прикладі програми Webots	4	0,25
Лабораторна робота № 8 Основні засоби програмування роботів у Webots та побудова найпростішого контролера робота E-puck	2	0,25
Лабораторна робота № 9 Створення власної моделі робота у програмі Webots	2	0,25
Лабораторна робота № 10 Реалізація напростіших реакцій роботів на навколишнє середовище	2	0,25
Лабораторна робота № 12 Скінченні автомати у програмуванні роботів	2	0,25
Лабораторна робота № 13 Алгоритм руху за лінією	2	0,2
Лабораторна робота № 14 Алгоритм слідування за стіною	2	0,2
Лабораторна робота № 15 Алгоритми покриття поверхні	2	0,1
Лабораторна робота № 16 Модулі поведінки та їх використання у програмах роботів	2	0,1
Лабораторна робота № 17 Одометрія робота з диференціальним приводом	2	0,2
Лабораторна робота № 18 Одометрія робота з автомобільним керуванням	2	0,2
Лабораторна робота № 19 Розпізнавання руху та перешкод	4	0,2
Лабораторна робота № 20 Програмування слідкуючого руху	4	0,2
Лабораторної роботи № 21 Найпростіші операції з зображеннями у мобільних роботах	4	0,2
Лабораторної роботи № 22 Візуальне визначення границь у мобільних роботах	4	0,2
Лабораторної роботи № 23 Сегментація зображень у робототехніці	2	0,2
Лабораторної роботи № 24 Первинна локалізація на основі світлових маяків	2	0,2
	РАЗОМ:	68 6



Види самостійної роботи

- 1) Підготовка до аудиторних занять,
- 2) Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях,
- 3) Розв'язування задач що поставлені у лабораторних роботах

Інформаційні джерела для вивчення курсу

1. Бабіченко, А.К. Промислові засоби автоматизації, Ч. 1 «Вимірювальні пристрої» / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, М.О. Подустов та ін. – Х.: НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.
2. Бабіченко, А.К. Промислові засоби автоматизації, Ч. 2 «Регульовальні і виконавчі пристрої» / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов та ін. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – 658 с.
3. Robot path planning, and cooperation foundations, algorithms and experimentations/Anis Koubaa, Hachemi Bennaceur Imen Chaari, Sahar Trigui, Adel Ammar • Mohamed-Foued Sriti, Maram Alajlan, Omar Cheikhrouhou, Yasir Javed, //Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018 - 205 p
4. Wheeled mobile robotics:From fundamentals towards autonomous systems/Klancar G , Zdesar A., Blazic S., Skrjanc I//Butterworth-Heinemann (Elsevier) Oxford OX5 1GB, United Kingdom - 493 p
5. Gurstelle W. - Building Bots. Designing and Building Warrior Robots - 2002
6. Intermediate Robot Building, David Cook, - 2010
7. Make an Arduino-Controlled Robot, Michael Margolis, - 2012
8. Robot Building for Beginners, David Cook, - 2009
9. Learning Robotics Using Python/Lentin Joseph - Packt Publishing - 2015. 330 p.
10. Robot Path Planning and Cooperation Foundations, Algorithms and Experimentations/ Ed. Janusz Kacprzyk. - Springer International Publishing, 2018. - 190 p.
11. Webots simulation scenarios. 2014. <http://www.iroboapp.org/index.php?title=Videos>
12. Webots: the mobile robotics simulation software. 2014. <http://www.cyberbotics.com/>.
13. Підручник мови Python/Гвідо ван Россум, Фред Л. Дарк Молодший, Переклад: Сергій Кузьменко. http://docs.linux.org.ua/Програмування/Python/Підручник_мови_Python/
14. Embedded robotics:From Mobile Robots to Autonomous Vehicles with Raspberry Pi and Arduino//Thomas Bräunl Third Edition - Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2022 - 535 p.
15. Introduction to autonomous robots:mechanisms, sensors, actuators, and algorithms/ Correll N., Hayes B., Heckman Chr., Roncone A. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England - 358 p.

Політики курсу

Політика контролю

Використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання: поточне опитування; тестування; виконання індивідуальних завдань та презентацій; оцінювання результатів виконаних самостійних робіт; бесіди та обговорення проблемних питань; дискусії; індивідуальні консультації; екзамен. Можливий ректорський контроль.

Політика щодо консультування

Консультації при вивченні дисципліни проводяться згідно затвердженого на кафедрі АВ. Консультування передбачено як очно ,так і з використанням ресурсів електронного навчального курсу у середовищі електронного навчання університету.

Політика щодо перескладання

Студент має право на повторне складання модульного контролю з метою підвищення рейтингу протягом тижня після складання модульного контролю за графіком. Перескладання екзамену відбувається в терміни, визначені графіком освітнього процесу. Здобувач ВО має право на зарахування результатів навчання здобутих у неформальній чи інформальній освіті.

Політика щодо академічної доброчесності

При складанні усіх видів контролю у середовищі електронного навчання завжди активується система розпізнавання особи, що складає контроль. Усі практичні роботи у ЕНК перевіряються вбудованою системою Антиплагіат. При складанні усіх форм контролю забороняється списування, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.

Політика щодо відвідування

Відвідування занять є обов'язковим компонентом освітнього процесу. За наявності поважних причин (наприклад, хвороба, особливі потреби, відрядження, сімейні обставини, участь у програмах академічної мобільності тощо) навчання може здійснюватися за індивідуальним графіком, погодженим з деканом факультету.

Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		здобувачем впродовж семестру	100
20	18		19	18		25	
№ лекції	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів		
Тема 18	Лабораторна робота № 13	3	Тема 9	Лабораторна робота № 19	3		
Тема 19	Лабораторна робота № 14	3	Тема 10	Лабораторна робота № 20	3		
Тема 20	Лабораторна робота № 15	3	Тема 11	Лабораторна робота № 21	3		
Тема 21	Лабораторна робота № 16	3	Тема 12	Лабораторна робота № 22	3		
Тема 22	Лабораторна робота № 17	3	Тема 13	Лабораторна робота № 23	3		
Тема 23	Лабораторна робота № 18	3	Тема 14	Лабораторна робота № 24	3		
Тема 24			Тема 15				
Тема 25			Тема 16				

Розподіл оцінок

Сума балів за навчальну діяльність

Шкала ECTS

Оцінка за національною шкалою

90-100

A

Відмінно

82-89

B

Добре

75-81

C

Добре

67-74

D

Задовільно

60-66

E

Задовільно

35-59

FX

Незадовільно з можливістю повторного складання

1-34

F

Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Затверджено рішенням кафедри АВ, протокол №1 від «30» серпня 2023 року.