МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій

Затверджено
На засіданні кафедри РФКТ
факультету електроніки та комп'ютерних технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 2/22 від 30.08. 2022 р.)

Завідувач кафедри

Іван КАРБОВНИК

Силабус з навчальної дисципліни «Програмування робототехнічних систем», що викладається в межах ОПП «Інженерія програмного забезпечення» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Львів 2022

Назва дисципліни	Програмування робототехнічних систем
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. ген. Тарнавського, 107
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології, 121 Інженерія програмного забезпечення
Викладачі дисципліни	Кушнір Олексій Олександрович, канд. фіз.-мат. наук, доцент
Контактна інформація викладачів	oleksiy.kushnir@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/kushnir-o-o
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі онлайн консультації через MS Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5308
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Програмування робототехнічних систем» є вибірковою дисципліною з спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення для освітньої програми «Інформаційні системи та технології», яка викладається в 7 семестрі в обсязі 4,0 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання та навички роботи з технологіями та алгоритмами для роботизації дій та процесів. У дисципліні представлено огляд засобів, технологій та концепцій, що використовуються у сучасних роботехнічних системах, принципи роботи модулів роботів та основи штучного інтелекту.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Програмування робототехнічних систем» є одержання студентами знань про структуру сучасних роботів та алгоритми штучного інтелекту, що використовуються у роботехнічних пристроях, вмінь створювати та використовувати програмне забезпечення для них.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Springer Handbook of Robotics [Електронний ресурс]: http://handbookofrobotics.org/ 2. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2004, Prentice Hall 3. Thrun, S.; Burgard, W.; Fox, D. (2005). Probabilistic Robotics. Cambridge: The MIT Press. 4. Robot Operating System documentation [Електронний ресурс]: http://wiki.ros.org/ 5. Gazebo Robot Simulation Tutorials [Електронний ресурс]: http://gazebosim.org/tutorials Додаткова література: 6. Ding Y. Understanding of Kinematic Bicycle Model [Електронний ресурс]: https://dingyan89.medium.com/simple-understanding-of-kinematic-bicycle-model-81cac6420357 7. Починаємо працювати з Docker [Електронний ресурс]: https://www.docker.com/get-started
Обсяг курсу	64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години

	лабораторних робіт та 56 годин самостійної роботи
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде: - Знати сучасні тенденції розвитку систем і технологій, що використовуються для програмування робототів - Вміти приймати оптимальні рішення щодо вибору структури роботів та роботизованих пристроїв, а також програмувати алгоритми штучного інтелекту для них. Після вивчення даного курсу здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання: ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ФК14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування. ФК15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем. ФК24. Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності, загальної функціональності і надійності програмного забезпечення. ФК26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення. ПРН5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення. ПРН12. Застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення. ПРН13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань. ПРН25. Вміти проєктувати та реалізовувати програмно-апаратні рішення з використанням технологій програмування вбудованих систем та IoT. ПРН26. Знати та вміти застосовувати засоби інженерії програмного забезпечення для реалізації проєктів з використанням технологій науки про дані та штучного інтелекту.
Ключові слова	роботи, ROS, роботехнічні системи, штучний інтелект, позиціонування, пошук шляху, ПІД-контролери
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Програмування», «Дискретна математика», «Алгоритми та структури даних».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія.
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Moodle, комп'ютерне програмне забезпечення
Критерії оцінювання (окремо для кожного	Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним

виду навчальної діяльності)	співідношенням: • лабораторні роботи: 60% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 60. • контрольні заміри (2 модулі): 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40. Загалом упродовж семестру 100 балів. _____. **Контрольні заміри проводяться у формі тестових завдань.** **Академічна доброчесність**: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. **Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань певних тем до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	**Що таке робот, історія робототехніки.** Перші роботи: механічні роботи, аналогові роботи. Парадигми сучасної робототехніки. Структура простого робота.	Лекція	1, 4, Сайт курсу	2	1 тиж. семестру
1	Вступне заняття. Інструкція з техніки безпеки.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	1 тиж. семестру
2-3	**Орієнтація робота на карті і у просторі.** Як робот бачить світ? Давачі, що	Лекція	1, 3, 4, Сайт курсу	4	2-3 тиж. семестру

	використовуються у робототехніці, навіщо вони потрібні.				
2-4	Розробка власної архітектури робота	Лабораторна робота	Сайт курсу	6	2-4 тиж. семестру
4	**Алгоритми позиціонування робота.** Закон Баєса. Основи теорії ймовірності. Фільтр гістограми ймовірності. Реалізація для 1D випадку. Оцінка складності обчислень.	Лекція	1, 2, 3, 4, Сайт курсу	2	4 тиж. семестру
	Реалізація 2D випадку фільтру гістограми	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	5 тиж. семестру
5	**Пошук шляху.** Алгоритми пошуку вшир та вглиб. Алгоритм A*. Алгоритм динамічного програмування. Компенсація невизначеності карти.	Лекція	2, 3, Сайт курсу	2	5 тиж. семестру
6	Реалізація алгоритму A*	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	6 тиж. семестру
6	**Рух робота до цілі.** Керування рухом робота, P-, PD- та PID-контролери. Осциляції руху. Параметри PID-контролеру. Стійкість системи керування.	Лекція	3, Сайт курсу	2	6 тиж. семестру
7	Реалізація PID-контролеру для робота, який рухається по лінії	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	7 тиж. семестру
7	**Що таке Doker?** Принципи роботи Doker. Контейнер, як працювати з контейнерами. Основні команди Doker. Особливість контейнерів ROS	Лекція	7, Сайт курсу	2	7 тиж. семестру
8	Інсталяція та робота з контейнерами Doker	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	8 тиж. семестру
8-9	**Програмні засоби робототехніки, їх особливості. ROS.** Особливості програмного забезпечення для роботів, різні концепції та підходи. Сучасні	Лекція	2, Сайт курсу	4	8-9 тиж. семестру
9	Структура пакетів ROS, стандартні збірки	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	9 тиж. семестру
10	**Структура та компоненти ROS.** Основні принципи розробки ROS. Масштабованість ROS. Стандартний набір бібліотек. Додаткові та користувацькі бібліотеки.	Лекція	4, 5, Сайт курсу	2	10 тиж. семестру
10	Створення Workspace-ів. Власний пакунок	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	10 тиж. семестру

11	**Gazebo.** Конструювання моделі світу та його фізики у Gazebo	Лекція	5, Сайт курсу		11 тиж. семестру
11	Ноди у ROS. Публікація та отримання даних.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	11 тиж. семестру
12	**Активні елементи у Gazebo, побудова власної моделі робота.**	Лекція	2, 3, Сайт курсу	2	12 тиж. семестру
12	Створення простих моделей у Gazebo	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	12 тиж. семестру
13	**Редактор світу у Gazebo** Особливості роботи із редактором світу	Лекція	3, Сайт курсу	2	13 тиж. семестру
14	Модель світу у Gazebo	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	14 тиж. семестру
14	**Макети TurtleBot3.** Налаштування, під'єднання та робота із макетами	Лекція	4, Сайт курсу	2	14 тиж. семестру
15	Дослідження макетів роботів TurtleBot	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	15 тиж. семестру
15-16	**Локалізація робота. Реалізація SLAM у ROS.** Принципи локалізації. Готові варіанти локалізації у ROS. Побудова карти. Gmapping. Засоби Gmapping у ROS. Інші реалізації Gmapping	Лекція	1, 2, 3, Сайт курсу	4	16 тиж. семестру
16	Запуск Gmapping на TurtleBot3	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	16 тиж. семестру