

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПРОГРАМУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ СИСТЕМ»



Ступінь освіти	бакалавр
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення. 122 Комп'ютерні науки. 124 Системний аналіз. 125 Кібербезпека та захист Інформації. 126 Інформаційні системи та технології
Тривалість викладання	Осінній семестр
Заняття:	
лекції:	2 години/тиждень
лабораторні заняття:	1 година/тиждень
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/>

Кафедра, що викладає Програмного забезпечення комп'ютерних систем



Викладач:

Клименко Антон Володимирович
доцент, к.т.н.

Персональна сторінка

<https://pzks.nmu.org.ua/ua/>

E-mail: klymenko.an.v@nmu.one

1. Анотація до курсу

Курс є комплексною освітньою програмою, розробленою для підготовки фахівців у сфері програмування безпілотних систем (БПС). Курс поєднує в собі теоретичні знання з практичним досвідом, дозволяючи студентам набути навичок, необхідних для розробки, тестування та впровадження програмного забезпечення для автономних роботів, включаючи безпілотні літальні апарати (БПЛА), наземні транспортні засоби, а також інші типи автономних систем.

В рамках курсу розглядаються такі питання: основи робототехніки, сенсори та виконавчі механізми, системи управління та зворотний зв'язок, архітектура програмного забезпечення БПС, C++ для робототехніки, обробка сенсорних даних та

сприйняття навколишнього середовища, планування руху та автономна навігація, управління безпілотними системами, машинне навчання для безпілотних систем.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – підготовка висококваліфікованих фахівців, здатних самостійно розробляти, впроваджувати та супроводжувати програмне забезпечення для різноманітних безпілотних систем, включаючи безпілотні літальні апарати (БПЛА), наземні роботизовані комплекси та інші автономні пристрої. Курс має на меті забезпечити студентів необхідними теоретичними знаннями та практичними навичками для успішної роботи у швидкозростаючій галузі робототехніки та автономних технологій.

Завданнями дисципліни є:

- забезпечити фундаментальні знання з робототехніки та автономних систем;
- навчити ефективно використовувати мови програмування Python та C++;
- розвинути навички обробки сенсорних даних та сприйняття навколишнього середовища;
- забезпечити розуміння та вміння використовувати методи машинного навчання в робототехніці.

3. Результати навчання

Дисциплінарні результати навчання:

- здатність розробляти програмне забезпечення для автономних систем.
- вміння аналізувати та розв'язувати технічні проблеми.
- здатність до самостійного навчання та розвитку.
- готовність до роботи в інноваційній сфері.
- розуміння етичних аспектів застосування автономних систем та їхнього впливу на суспільство.

4. Структура курсу

Види та тематика навчальних занять	Внесок в загальну оцінку, %
ЛЕКЦІЇ	40
1. Основи робототехніки та автономних систем. Вивчення базових понять, таких як типи роботів, їх класифікація, кінематика та динаміка. Сенсори та виконавчі механізми: Огляд різноманітних сенсорів (камери, лідари, ультразвукові датчики, GPS) та виконавчих механізмів (двигуни, сервоприводи), їх принципів роботи та застосування в БПС. Системи управління та зворотний зв'язок. Архітектура програмного забезпечення БПС	

<p>2. Програмування на мовах Python та C++ для робототехніки Python для робототехніки: поглиблене вивчення мови Python, включаючи основні структури даних, об'єктно-орієнтоване програмування, а також використання бібліотек, таких як NumPy, OpenCV та Matplotlib для обробки даних та візуалізації. C++ для робототехніки: вивчення мови C++, включаючи її особливості, управління пам'яттю, а також створення ефективних та високопродуктивних програм для вбудованих систем. Інтеграція Python та C++.</p>	
<p>3. Обробка сенсорних даних та сприйняття навколишнього середовища Комп'ютерний зір: огляд основних алгоритмів комп'ютерного зору (виділення ознак, розпізнавання об'єктів, відстеження рухів), їх реалізація на Python з використанням OpenCV. Обробка даних лідарів: аналіз даних хмари точок, побудова 3D моделей навколишнього середовища та використання їх для навігації та уникнення перешкод. Сенсорна фузія: поєднання даних від різних сенсорів для покращення точності та надійності сприйняття навколишнього середовища.</p>	
<p>4. Планування руху та автономна навігація Алгоритми пошуку шляху. Планування траєкторій. Розробка алгоритмів для генерації плавних та безпечних траєкторій руху з урахуванням динамічних обмежень робота. Управління рухом. Реалізація алгоритмів керування рухом, таких як PID-контролер, для відстеження заданої траєкторії. Автономна навігація. Побудова інтегрованих систем навігації, що включають локалізацію, планування та керування рухом.</p>	
<p><i>Тестова контрольна робота №1 (за темами 1-4)</i></p>	20
<p>5. Управління безпілотними системами Керування БПЛА. Вивчення архітектури та принципів управління БПЛА, налаштування контролерів, створення програм для виконання польотних завдань. Керування наземними роботами. Розгляд особливостей управління наземними роботами (колісними, гусеничними, крокуючими), розробка програм для їх переміщення та виконання завдань. Моделювання та симуляція. Апаратна інтеграція. Підключення програмного забезпечення до реальних робототехнічних платформ, тестування та налагодження.</p>	
<p>6. Машинне навчання для безпілотних систем Основи машинного навчання. Вивчення основних алгоритмів машинного навчання (лінійна регресія, логістична регресія, дерева рішень, нейронні мережі), їх застосування в робототехніці. Розпізнавання об'єктів. Використання методів машинного навчання для розпізнавання об'єктів на зображеннях та відеопотоці. Навчання з підкріпленням. Вивчення методів навчання з підкріпленням для навчання роботів виконувати складні завдання в інтерактивному середовищі. Застосування ML в автономній навігації. Інтеграція моделей машинного навчання для покращення точності локалізації та планування руху.</p>	
<p><i>Тестова контрольна робота №2 (за темами 5-6)</i></p>	20
ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ	60
<p>Лабораторна робота 1 Розробка програмного забезпечення для автономного дрона для доставки вантажів.</p>	
<p><i>Звіт з роботи № 1 та захист лабораторної роботи.</i></p>	15
<p>Лабораторна робота 2 Розробка програмного забезпечення для робота-помічника для роботи в</p>	

приміщенні.	
<i>Звіт з роботи № 2 та захист лабораторної роботи.</i>	15
Лабораторна робота 3 Розробка програмного забезпечення для робота для дослідження небезпечних середовищ.	
<i>Звіт з роботи № 3 та захист лабораторної роботи.</i>	15
Лабораторна робота 4 Розробка програмного забезпечення для автономного транспортного засобу для паркування.	
<i>Звіт з роботи № 4 та захист лабораторної роботи.</i>	15
РАЗОМ	100

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Використовуються лабораторії кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем (комп'ютерне та мультимедійне обладнання). Дистанційна платформа Moodle, MS Office 365, Microsoft Teams, Visual Studio, C++, Python.

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74 – 89	добре
60 – 73	задовільно
0 – 59	незадовільно

6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни **на підставі поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та виконання і захисту лабораторних робіт складатиме не менше 60 балів.

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі двох контрольних тестових робіт, кожна з яких містить тестові закриті запитання з однією вірною відповіддю (максимальна кількість – 20 балів за кожною тестовою роботою). Загалом за дві контрольні тестові роботи отримується **максимум 40 балів**, тобто 40% від оцінки за дисципліну.

Лабораторні роботи (4 роботи – у вигляді індивідуального завдання з кожної, розподіл % див. в таблиці розділу 4) виконуються у письмовому вигляді (звіт з кожної роботи оцінюється в межах балів, представлених в таблиці розділу 4, загалом лабораторні враховуються як 60% (максимум 60 балів). При несвоєчасному здаванні роботи оцінка знижується вдвічі. Отримані бали за теоретичну частину та лабораторні роботи додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за поточною успішністю здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи. У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне поліпшити

оцінку проводиться **підсумкове оцінювання**.

Диференційований залік проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи, яка включає запитання з теоретичної та практичної частини курсу. Білет складається з **30 тестових завдань** з чотирма варіантами відповідей, одна правильна відповідь оцінюється в 2 бали (**разом 60 балів**) та **2 завдань** з практичної частини, кожне з запитань оцінюється максимум у 20 балів (**разом 40 балів**), причому:

- 20 балів – відповідність еталону;
- 15 балів – відповідність еталону з незначними помилками;
- 10 балів – часткова відповідність еталону, питання повністю не розкриті;
- 5 балів – невідповідність еталону, але відповідність темі запитання;
- 0 балів – відповідь не наведена або не відноситься до теми запитання.

Отримані бали за тестові завдання та завдання з практичної частини додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за підсумковою роботою здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності. Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка" <https://cutt.ly/MCfh5kv>

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика. Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану корпоративну університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання підсумкового оцінювання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання. Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.6. Участь в анкетуванні

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувачам вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на їхні університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою їхньої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати надані пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни.

8. Рекомендовані джерела інформації

1. Peter Corke. Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms In MATLAB. – Springer, 2017. – 750 p.
2. Morgan Quigley, Brian Gerkey, and William D. Smart. Programming Robots with ROS: A Practical Introduction. – O'Reilly Media, 2015. – 352 p.
3. Anis Koubaa. Robot Operating System (ROS): The Complete Reference (Volume 1). – Springer, 2023. – 447 p.
4. Anis Koubaa. Robot Operating System (ROS): The Complete Reference (Volume 2). – Springer, 2023. – 477 p.
5. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications. – Springer, 2010. – 821 p.
6. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. – MIT Press, 2016. – 800 p.
7. Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. – MIT Press, 2018. – 528 p.
8. Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, and Dieter Fox. Probabilistic Robotics. – MIT Press, 2005. – 672 p.
9. ROS Tutorials [Electronic resource]. – Access mode: <https://wiki.ros.org/>
10. OpenCV documentation [Electronic resource]. – Access mode: <https://opencv.org/>
11. TensorFlow documentation [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.tensorflow.org/>
12. PyTorch documentation [Electronic resource]. – Access mode: <https://pytorch.org/>
13. Robotics Stack Exchange [Electronic resource]. – Access mode: <https://robotics.stackexchange.com/>
14. Sentdex YouTube Channel [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.youtube.com/c/sentdex>
15. Autonomous Driving YouTube Channel [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.youtube.com/@autonomousdriving>
16. MIT OpenCourseware [Electronic resource]. – Access mode: <https://ocw.mit.edu/>
17. IEEE Robotics and Automation Letters [Electronic resource]. – Access mode: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=7394114>
18. International Journal of Robotics Research [Electronic resource]. – Access mode: <https://journals.sagepub.com/home/ijr>

19. IEEE Spectrum [Electronic resource]. – Access mode: <https://spectrum.ieee.org/>
20. Robotics Business Review [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.roboticsbusinessreview.com/>