

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства

04-03-233S

СИЛАБУС SYLLABUS	Теорія керування в робототехніці Control theory in robotics	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	ВК 11	
Освітній рівень Level of Education	бакалаврський (перший) Bachelor's (first)	
Галузь знань Field of Knowledge	17	Електроніка, автоматизація та електронні комунікації Electronics, automation and electronic communications
Спеціальність Field of Study	174	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка Automation, computer-integrated technologies and robotics
Освітня програма Degree Programme	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка Automation, computer-integrated technologies and robotics	

Силабус навчальної дисципліни «Теорія керування в робототехніці» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Рівне. НУВГП. 2024. 12 стор

ОП на сайті університету:

<https://ep3.nuwm.edu.ua/26536/>

Розробник силабусу: Христюк Андрій Олексійович, к.т.н., доцент кафедри АЕКІТ

Силабус схвалений на засіданні кафедри АЕКІТ
Протокол № 7 від “_25_” листопада__2024 року

Завідувач кафедри: Древецький В.В., д. т. н., професор.

Керівник (гарант) ОП: Христюк Андрій Олексійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри АЕКІТ

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ
Протокол № _3_ від “_26_” листопада__2024 року


Голова науково-методичної ради з якості ННІ ЕАВГ: Сафоник А.П., д.т.н., професор.

Попередня версія силабусу (--)

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**Теорія керування в робототехніці****ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ**

Ступінь вищої освіти	<i>бакалавр</i>
Освітня програма	<i>Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</i>
Спеціальність	<i>174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»</i>
Рік навчання, семестр	<i>4-й рік, 7-й семестр</i>
Кількість кредитів	<i>5 кредитів ЄКТС</i>
Лекції:	<i>18 годин</i>
Лабораторні заняття:	<i>18 годин</i>
Практичні заняття	<i>14 годин</i>
Самостійна робота:	<i>100 годин</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>залік</i>
Мова викладання	<i>українська</i>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА (ІВ)

<p>Лектор</p> 	<p><i>Христюк Андрій Олексійович</i> кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.</p>
<p>Вікіситет</p>	<p>http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Христюк Андрій Олексійович</p>
<p>ORCID</p>	<p>http://orcid.org/0000-0002-5009-3140</p>
<p>Як комунікувати</p>	<p>a.o.khrystyuk@nuwm.edu.ua Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4629</p>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ**Мета та завдання**

Програмою дисципліни "Теорія керування в робототехніці" передбачено навчання основам керування технічними системами, зокрема роботами, з метою їх оптимальної роботи та досягнення певних цілей.

Мета дисципліни – формування сучасного рівня знань, умінь та навичок в галузі керування технічними системами, в тому числі роботами. Це дозволить їм зрозуміти, як роботи можуть бути керовані з метою досягнення певних цілей.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4629>

Передумови вивчення*

(місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)

Вивченню Теорії автоматичного керування в робототехніці передують:

Вища математика

Ідентифікація та моделювання

Числові методи

Теорія автоматичного керування

Теорія Автоматичного керування в робототехніці передуює вивченню:

Кваліфікаційна робота

Компетентності

Загальні компетентності (ЗК)

К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

К13. 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.

Програмні результати навчання (ПРН). Результати навчання (РН)*

ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПР06. 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.

Структура та зміст освітнього компонента

Модуль 1

Тема 1. Основні поняття та принципи керування.

Тема 2. Моделі роботів та систем керування

Тема 3. Методи аналізу та синтезу систем керування

Тема 4. Передача даних та комунікації

Модуль 2

Тема 5. Різноманітні контролери для керування роботами

Тема 6. Керування за допомогою сенсорів та актуаторів

Тема 7. Розуміння механізмів робототехнічних систем

Тема 8. Навігація та створення карт для переміщень

Тема 9. Програмування та розробка алгоритмів

ЛЕКЦІЙНІ/ПРАКТИЧНІ/СЕМІНАРСЬКІ/ЗАНЯТТЯ/ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Тема 1. Основні поняття та принципи керування

Кількість годин: 2 год лекцій / 0 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 12 год сам. роб.

Опис теми	Замкнена система керування. Відкрита система керування. Стьйкість систем. Закони керування. Основні типи регуляторів Лабораторна робота 1. Вивчення особливостей програмного середовища Altair Activate для моделювання систем керування
-----------	--

Тема 2. Моделі роботів та систем керування

Кількість годин: 2 год лекцій / 2 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 10 год сам. роб.

Опис теми	Механічний дизайн роботів і їх компонентів. Розробка фізичної конструкції роботів, від ідеї до створення прототипів. Розробка математичних моделей роботів та їх симуляцію для тестування різних алгоритмів та стратегій керування Практична робота 1. Розробка фізичної конструкції робота. Лабораторна робота 2. Розробка моделі робота та її симуляція.
-----------	--

Тема 3. Методи аналізу та синтезу систем керування

Кількість годин: 2 год лекцій / 2 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 12 год сам. роб.

Опис теми	Аналіз математичних моделей систем керування. Синтез імовірнісних моделей. Оптимальне керування. Адаптивне керування. Нелінійне керування. Робастне керування. Керування зі зворотним зв'язком. Лабораторна робота 3. Дослідження систем керування в програмному середовищі Altair Activate. Практична робота 2. Побудова систем керування і їх аналіз при різних методах керування.
-----------	--

Тема 4. Передача даних та комунікації

Кількість годин: 2 год лекцій / 2 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 12 год сам. роб.

Опис теми	Особливості передачі даних в робототехніці: енергоощадність, надійність, робота в режимі реального часу, сумісність, безпека та масштабованість, багатоканальність. Лабораторна робота 4. Дослідження різних каналів передачі даних (провідні та бездротові). Практична робота 3. Аналіз характеристик різних мереж для застосування в керуванні роботами.
-----------	--

Тема 5. Різноманітні контролери для керування роботами

Кількість годин: 2 год лекцій / 2 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 12 год сам. роб.

Опис теми	Типи контролерів (мікроконтролери, контролери програмованої логіки (PLC), контролери розподіленої логіки (DLC) тощо). Практична робота 4. Аналіз контролерів різних виробників. Лабораторна робота 5. Дослідження контролерів на можливості застосування в робототехніці.
-----------	---

Тема 6. Керування за допомогою сенсорів та актуаторів

Кількість годин: 2 год лекцій / 2 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 10 год сам. роб.

Опис теми	Візуальні сенсори, сенсори тиску, гіроскопи та акселерометри, сенсори дотику. Серводвигуни, гідравлічні та пневматичні приводи, п'єзоелектричні та електромагнітні актуатори Лабораторна робота 6. Дослідження електродвигунів та способів керування ними. Практична робота 5. Аналіз сенсорів положення, зображення, на предмет їх застосування в робототехніці.
-----------	---

Тема 7. Розуміння механізмів робототехнічних систем

Кількість годин: 2 год лекцій / 0 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 10 год сам. роб.

Опис теми	Кінематика роботів. Динаміка роботів. Механіка матеріалів. Мехатроніка (системи зворотного зв'язку, системи автоматичного керування та системи штучного інтелекту). Електроніка та програмування. Роботизовані системи (вивчення різних типів роботів, таких як маніпулятори, мобільні роботи, роботи зі штучним інтелектом тощо) Лабораторна робота 7. Дослідження динаміки руху квадрокоптера
-----------	---

Тема 8. Навігація та створення карт для переміщень

Кількість годин: 2 год лекцій / 2 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 10 год сам. роб.

Опис теми	Системи навігації (GPS, ГЛОНАСС, Beidou та Galileo) для визначення місцеположення роботів. Сенсори навігації (інфрачервоні, лазерні, ультразвукові та оптичні). Методи створення карт (SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) та машинне навчання). Проблеми навігації (розуміння середовища, виявлення перешкод та уникнення їх, управління рухом та взаємодія з іншими роботами та людьми). Практична робота 6. Аналіз можливостей роботів різних систем при побудові карт. Лабораторна робота 8. Дослідження різних систем навігації роботів.
-----------	--

Тема 9. Програмування та розробка алгоритмів

Кількість годин: 2 год лекцій / 2 год пр. роб./ 2 год лаб. роб./ 12 год сам. роб.

Опис теми	Мови програмування (Python, C++, Java, MATLAB) та їх особливості. Алгоритми (алгоритми для навігації, розпізнавання образів, взаємодії з людьми та ін.). Робототехнічна архітектура (як програми та алгоритми взаємодіють з апаратним забезпеченням робота). Бібліотеки та фреймворки (ROS (Robot Operating System), TensorFlow, PyTorch та інші). Лабораторна робота 9. Дослідження алгоритмів та їх реалізації. Практична робота 7. Побудова алгоритму руху наземного робота.
-----------	---

Форми та методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни використовуються інформаційно-ілюстративний та демонстраційний методи навчання.

Лекції проводяться із використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстрацією за допомогою цифрового проектора лекційного матеріалу (рисуноків, схем, таблиць тощо).

Практичні та лабораторні заняття проводяться з метою закріплення знань, отриманих на лекціях, шляхом розв'язування задач та закріплення теоретичних навиків, проведення експериментальних досліджень та моделювання.

У випадку організації та проведення навчальних занять у дистанційній формі (онлайн-заняття) форми та методи навчання можуть бути змінені відповідно до Інструкції <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/19215>

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Комп'ютерна техніка; інформаційні системи (Інтернет-ресурси, цифровий репозиторій НУВГП, курс дисципліни на платформі Moodle); літературні джерела - підручники, посібники, методичні вказівки, схеми, презентації; програмне забезпечення (Altair Activate студентська ліцензія); для виконання лабораторних робіт – відлагоджувальні плати на основі різних мікроконтролерів, сенсори та актуатори.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання

Для оцінювання рівня знань застосовується **100-бальна шкала оцінювання**. Величина рівня засвоєння матеріалу навчання відбувається за такими методами:

- поточне опитування після вивчення кожної теми;
- оцінка за підготовку, виконання та захист практичної роботи;
- оцінка за підготовку, виконання та захист лабораторної роботи;
- оцінка за самотійну роботу;
- підсумковий контроль у вигляді тестування: 2 модулі або залік.

Основними показниками, що характеризують рівень знань студента за результатами вивчення дисципліни є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, що передбачені цим силабусом;
- рівень знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни;
- вміння студента презентувати свої знання, навички та отриманий практичний досвід;
- вміння проводити аналіз результатів виконання практичних робіт та захищати одержані результати.

Оцінювання результатів роботи проводиться у % від кількості балів, виділених на завдання, із заокругленням до цілого числа:

- 0% – завдання не виконано;
- 40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;
- 60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;
- 80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки;
- 100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Поточна (практична) складова оцінки (не більше, ніж 60 балів) нараховується за виконання: практичних робіт (до 4 балів за кожну практичну роботу); лабораторних робіт (до 3 балів за кожну лабораторну роботу) виконання самотійної роботи (реферат, презентація – до 10 балів).

Підсумкова (теоретична) складова оцінки курсу (не більше, ніж 40 балів) нараховується за модульний контроль (МК1 – до 20 балів; МК2 – до 20 балів) або за залік (ЗАЛ – до 40 балів). Модульні контролі та залік проводяться через ННЦНО НУВГП у формі комп'ютерного тестування на платформі Moodle. МК1, МК2 і ЗАЛ містять по 20 тестових завдань: 14 завдань першого рівня складності, 5 завдань другого рівня складності і 1 завдання третього рівня складності. За одне завдання першого рівня складності студент може отримати до 0,8 бала (МК1 і МК2); за одне завдання другого рівня складності студент може отримати

до 1,2 балів (МК1 і МК2); за одне завдання третього рівня складності – до 2,8 балів (МК1 і МК2).

Додаткові бали (не більше, ніж 10):

– за підготовку тез на наукову конференцію за тематикою навчальної дисципліни – до 7 балів;

– за подання статті в збірник наукових праць – до 10 балів.

Загальна інтегральна оцінка курсу розраховується як арифметична сума набраних балів (не більше, ніж 100) за всі види навчальних та додаткових завдань.

Шкала загальної оцінки курсу

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90–100	відмінно
82–89	добре
74–81	
64–73	задовільно
60–63	
0–59	незадовільно

Порядок проведення поточних і семестрових контролів та інші документи, пов'язані з організацією оцінювання та порядок подання апеляцій наведений на сторінці Навчально-наукового центру незалежного оцінювання за

– посиланням: <http://nuwm.edu.ua/strukturni-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezalezhnoho-otsiniuvannia-znan/dokumenty>

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — Київ: Либідь, 2007. — 656 с.
2. Теорія автоматичного управління: Підручник/За ред. Г.Ф. Зайцева. — К.: Техніка, 2002. — 668 с.

Допоміжна

1. Louis C. Westphal. Handbook of Control Systems Engineering. — 2nd edition; The Springer International Series in Engineering and Computer Science. — Springer, 2001. — Т. 635. — 1063 с. — ISBN 978-0792374947.
2. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування. Київ: Либідь, 1997. 544 с.
3. Харабет О. Н. Вивчення класичної теорії автоматичного управління за допомогою сучасного персонального комп'ютера. Одеса: Бахва, 2014. 187 с.
4. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. — 2003. — 250 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/e-resources/>,
2. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.lib.rv.ua/>
3. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <https://lib.nuwm.edu.ua/>,
4. Цифровий репозиторій НУВГП. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua>.
5. Офіційний сайт фірми Mathworks / [Електронний ресурс].– Режим доступу : <http://www.mathworks.com/help/control/ref/pid.html>
6. Офіційний сайт фірми Altair Engineering Inc / [Електронний ресурс].– Режим доступу : <https://altair.com/>

Поєднання навчання та досліджень

Кожен здобувач вищої освіти може залучатися до написання та реалізації наукових робіт, статей, тез, патентів, проектів та інших робіт всеукраїнських та міжнародних досліджень. Наприклад, щорічна участь в всеукраїнських та міжнародних конкурсах студентських наукових робіт, участь в щорічній міжнародній науково-практичній конференції «Моделювання, керування та інформаційні технології», участь в студентських олімпіадах на базі кафедри Автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, інституту Автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки, Національного університету водного господарства та природокористування та інших

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
Здатність працювати в команді.

Дедлайни та перескладання

Завдання до практичних, лабораторних та самостійних робіт з відповідної теми повинні бути виконані і здані на оцінювання протягом 10 днів з дати заняття. При порушенні термінів кількість балів знижується на 10%.

Кінцевим терміном здачі завдань є останній робочий день навчального семестру. Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «[Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП](#)».

Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: <https://nuwm.edu.ua/strukturi-pidrozdzili/navch-nauk-tsentr-nezaleznoho-otsiniuvannia-znan>

Оголошення стосовно дедлайнів здачі частин навчальної дисципліни публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE <https://exam.nuwm.edu.ua/>

Неформальна та інформальна освіта (за потреби)

Визнання (перезарахування) результатів навчання, здобутих у неформальній та інформальній освіті, відбувається відповідно до «Положення про неформальну та інформальну освіту в НУВГП»: <http://nuwm.edu.ua/sp/neformalna-osvita>

Здобувачі можуть пройти відкриті онлайн курси, близькі за темою до даної навчальної дисципліни, таких платформ як Coursera, Prometheus, edEx, edEra, VUMOnline, FutureLearn тощо.

Зокрема:

<https://www.coursera.org/specializations/robotics>

<https://www.coursera.org/specializations/embedding-sensors-motors>

Правила академічної доброчесності

При виконанні розрахунково-практичних завдань, написанні індивідуальних робіт або есе студенти повинні дотримуватися академічної доброчесності. Документи з академічної доброчесності викладені сайті університету <http://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnistj>. Студент зобов'язаний дотримуватися [Кодексу честі студентів НУВГП](#), який встановлює загальні моральні принципи та правила етичної поведінки осіб, які навчаються в університеті, та якими вони мають керуватися у своїй діяльності. Письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями встановленими [Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату в НУВГП](#). Принципи доброчесності у НУВГП та відповідність показникам забезпечення якості вищої освіти регламентовано Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти та положеннями відділу якості освіти НУВГП. Сайт Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти: <https://naqa.gov.ua/>. Відділ якості освіти НУВГП: <https://nuwm.edu.ua/struktturni-pidrozdili/vyo>

Вимоги до відвідування

Здобувачі вищої освіти зобов'язані відвідувати усі лекційні та практичні заняття з дисципліни згідно розкладу.

Відвідування консультацій не обов'язкове.

У випадку відсутності з поважних причин (індивідуальний план, лікарняний, мобільність тощо) здобувач самостійно опрацьовує теоретичний матеріал і виконує завдання з відповідної практичної роботи.

Завдання до практичних та лабораторних робіт розміщено на платформі Moodle

Файл (файли) зі звітом до практичної та лабораторної роботи здобувач прикріплює до відповідних завдань на платформі Moodle.

Захист роботи відбувається на наступному занятті, консультації або онлайн у відеорежимі.

На лекціях, лабораторних та практичних заняттях студенти можуть використовувати свої ноутбуки, планшети чи смартфони для роботи.

Автор
Доцент

Андрій ХРИСТЮК

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №1543
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100