

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра конструювання машин і обладнання

ЗАТВЕРДЖЕНО

Факультет конструювання та дизайну

«_____» червня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Сенсорні пристрої та системи керування роботами та БПЛА

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма «Галузеве машинобудування»

Факультет конструювання та дизайну

Розробник: доцент кафедри конструювання машин і обладнання,

кандидат технічних наук, доцент Віктор КРУШЕЛЬНИЦЬКИЙ

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни

Сенсорні пристрої та системи керування роботами та БПЛА

(назва)

Курс охоплює принципи програмування мікроконтролерів, роботу з перериваннями мікроконтролера, налаштування системи керування БПЛА, сенсорні системи та інтерфейси передачі даних. Розглядаються різні типи датчиків, зокрема відстані, присутності, оптичні, тензOMETричні та LiDAR, а також системи глобального позиціонування та пристрої відстеження руху.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>	
Освітня програма	<i>Галузеве машинобудування</i>	
Освітньо-професійна програма	<i>Робототехніка і робототехнічні системи та комплекси</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	<i>180</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>6</i>	
Кількість змістових модулів	<i>3</i>	
Курсовий проєкт / робота	<i>-</i>	
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	<i>денна</i>	<i>заочна</i>
Курс (рік підготовки)	<i>3</i>	<i>-</i>
Семестр	<i>5</i>	<i>-</i>
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	<i>-</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>-</i>	<i>-</i>
Лабораторні заняття	<i>30 год.</i>	<i>-</i>
Самостійна робота	<i>120 год.</i>	<i>-</i>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання	<i>4 год.</i>	<i>-</i>

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета дисципліни є формування теоретичного розуміння принципу роботи сенсорних пристроїв та систем керування роботів і безпілотних літальних апаратів.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): здатність особи розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Здатність планувати та управляти часом.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні.

ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК11. Здатність працювати в команді.

ЗК13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

ФК2. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

ФК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК4. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації.

ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування.

ФК6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.

ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

ФК9. Здатність здійснювати комерційну та економічну діяльність у сфері галузевого машинобудування.

ФК10. Здатність розробляти плани і проекти у сфері галузевого машинобудування за невизначених умов, спрямовані на досягнення мети з урахуванням наявних обмежень, розв'язувати складні задачі і практичні проблеми підвищення якості продукції та її контролювання.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

ПН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

ПН6. Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

ПН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу.

ПН9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.

ПН10. Розуміти проблеми охорони праці та правові аспекти інженерної діяльності у галузевому машинобудуванні, навички прогнозування соціальних й екологічних наслідків реалізації технічних завдань.

ПН12. Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

ПН13. Розуміти структури і служб підприємств.

ПН14. Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проектування.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Модуль 1. Системи керування роботів і БПЛА та їх програмування														
Тема 1. Системи керування роботів і БПЛА	1-3	30	4	-	4	-	20	-	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Мова програмування мікроконтролерів	3	6	2	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Переривання мікроконтролера	4-5	24	4	-	4	-	16							
Разом за модулем 1		60	10	-	10	-	40	-	-	-	-	-	-	-

Модуль 2. Сенсорні пристрої роботів і БПЛА													
Тема 1. Датчики відстані та присутності	6-7	24	4	-	4	-	16	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Датчики з аналоговим вихідним сигналом	8-9	18	2	-	4	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Оптичні датчики	9-10	18	2	-	4	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Датчики для визначення зусилля	11	12	2	-	2	-	8	-	-	-	-	-	-
Разом за модулем 2		72	10	-	14	-	48	-	-	-	-	-	-
Модуль 3. Взаємодія датчиків з мікроконтролером через інтерфейси													
Тема 1. Інтерфейси мікроконтролера	12	12	4	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Пристрої відстеження руху	13	12	2	-	2	-	8	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Датчик LiDAR	14	12	2	-	2	-	8	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Система глобального позиціонування	15	12	2	-	2	-	8	-	-	-	-	-	-
Разом за модулем 3		48	10	-	6	-	32	-	-	-	-	-	-
Усього годин		180	30	-	30	-	120	-	-	-	-	-	-

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системи керування роботів і БПЛА	4
2	Мова програмування мікроконтролерів	2
3	Переривання мікроконтролера	4
4	Датчики відстані та присутності	4
5	Датчики з аналоговим вихідним сигналом	2
6	Оптичні датчики	2
7	Датчики для визначення зусилля	2
8	Інтерфейси мікроконтролера	4
9	Пристрої відстеження руху	2
10	Датчик LiDAR	2
11	Система глобального позиціонування	2

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження роботи компаратора	2
2	Аналого-цифровий перетворювач	2
3	Енергонезалежна пам'ять мікроконтролера	2
4	Переривання таймера/лічильника	2
5	Обробка сигналів з енкодера для визначення швидкості	2
6	Мікрохвильові датчики	2
7	Датчики для визначення відстані	2
8	Потенціометричні датчики	2
9	Датчики температури	2
10	Оптичні датчики	4
11	Тензодатчики	2
12	Пристрій відстеження руху MPU9250	2
13	Датчик LiDAR	2
14	Датчик GPS	2

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Мова програмування плат Arduino	17
2	Системи комп'ютерного зору	17
3	Роль сенсорних систем у БПЛА та їх вплив на керування.	12
4	Аналіз різних типів датчиків розташування та їх вплив на точність руху роботів.	12
5	Розвиток сенсорних систем для керування роботами в умовах невизначеності.	8
6	Застосування датчиків крутного моменту у системах керування робототехнікою.	8
7	Аналіз систем навігації та позиціонування для безпілотних літальних апаратів.	12
8	Вплив штучного інтелекту на розвиток сенсорних систем та керування роботами.	17
9	Використання інерціальних сенсорів у робототехніці та їх вплив на керування рухом роботів.	10
10	Аналіз сенсорних пристроїв для вимірювання температури, вологості та інших параметрів навколишнього середовища в робототехніці.	7

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання: проводиться у формі складання модульних тестів, захисту лабораторних робіт, а підсумкова діагностика результатів навчання у формі екзамену.

7. Методи навчання

При викладанні даної дисципліни передбачено використовувати словесний, наочний, практичний методи навчання та виконання самостійної роботи.

8. Оцінювання результатів навчання

Оцінюють знання здобувача вищої освіти за 100-бальною шкалою, яку переводить у національну оцінку згідно з чинним «Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Системи керування роботів і БПЛА та їх програмування		
Лабораторна робота 1	РН передбачені освітньою програмою, у тому числі знати принципи роботи систем керування роботів і БПЛА, компаратора, енергонезалежної пам'яті, мови програмування мікроконтролерів, особливості роботи з аналогово-цифровим перетворювачем, обробляти сигнал з датчика енкодера для визначення швидкості.	10
Лабораторна робота 2		10
Лабораторна робота 3		10
Лабораторна робота 4		10
Лабораторна робота 5		10
Самостійна робота до модуля 1		30
Модульна контрольна робота 1		20
Разом за модулем 1		100
Модуль 2. Сенсорні пристрої роботів і БПЛА		
Лабораторна робота 6	РН передбачені освітньою програмою, у тому числі знати принцип дії мікрохвильових, потенціометричних, температурних, оптичних і тензодатчиків, розуміти особливості датчиків з аналоговим вихідним сигналом та схеми їх підключення до мікроконтролера. Вміти застосовувати датчики для визначення відстані, зусилля й присутності у складі робототехнічних систем.	10
Лабораторна робота 7		10
Лабораторна робота 8		10
Лабораторна робота 9		10
Лабораторна робота 10		15
Лабораторна робота 11		10
Самостійна робота до модуля 2		25
Модульна контрольна робота 2		10
Разом за модулем 2		100
Модуль 3. Взаємодія датчиків з мікроконтролером через інтерфейси		
Лабораторна робота 12	РН передбачені освітньою програмою, у тому числі знати принцип роботи інтерфейсів мікроконтролера, розуміти будову та функціонування пристрою відстеження руху, датчика LiDAR і GPS-модуля, вміти підключати та використовувати ці пристрої для навігації й орієнтації роботів і безпілотних літальних апаратів.	20
Лабораторна робота 13		20
Лабораторна робота 14		20
Самостійна робота до модуля 3		30
Модульна контрольна робота 3		10
Разом за модулем 3		100
Навчальна робота	$0,7 \cdot (M1 \cdot 60 + M2 \cdot 72 + M3 \cdot 48) / 180 \leq 70$	
Екзамен	30	
Разом за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90 – 100	відмінно
74 – 89	добре
60 – 73	задовільно
0 – 59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Роботи, які здають із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено. Самостійні роботи повинні мати коректні текстові покликання на використану літературу
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в онлайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

1. Крушельницький В. В. Електронний курс "Сенсорні пристрої та системи керування роботами і БПЛА" Навчально-інформаційний портал НУБІП України [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=5209>.
2. Ловейкін В.С. Мехатроніка: навчальний посібник / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, В.В. Крушельницький. – К., 2020. – 404 с.
3. The design and development of a general-purpose drone / Charaf Bennani Karim – Morocco: Al Akhawayn University School of Science and Engineering, 2020. – 72 с.
4. Корнієнко В. І. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 497 с.
5. Сторчак К.П. Технології Інтернет речей. Навч. посібник підготовлено для студентів вищих навчальних закладів / К.П. Сторча, А.М. Тушич, І.М. Срібна, Н.Д. Яковенко, Д.В. Кравець. – Київ: ДУТ, 2021. – 68 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Getting Started with PX4 Autopilot [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.px4.io/main/en/>.

2. ArduPilot Documentation [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://ardupilot.org/ardupilot/index.html>.
3. NEO-M8 u-blox M8 concurrent GNSS modules [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://content.u-blox.com/sites/default/files/NEO-M8-FW3_DataSheet_UBX-15031086.pdf.
4. Амірханов Е. Д. Електронний навчально-методичний фонд "Мережі та системи цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління" [Електронний ресурс] / Е. Д. Амірханов. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://dut.edu.ua/ua/lib/1/category/943/view/1080>.
5. Хоптар А. А. Томографія тропосфери на основі опрацювання даних мульти-GNSS спостережень : дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії : 193 – геодезія та землеустрій (19 «Архітектура та будівництво») / Аліна Андріївна Хоптар, Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2020. – 175 с.
6. Огляд систем навігації рухомих об'єктів [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://vottp.khmnu.edu.ua/index.php/vottp/article/view/103>.
7. Tutorials [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.arduino.cc/tutorials/>.
8. Official Guide to Tinkercad Circuits [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tinkercad.com/blog/official-guide-to-tinkercad-circuits>.
9. Arduino language reference [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.arduino.cc/reference/en/>.
10. Atmel ATmega328p [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf.