



СИЛАБУС

вибіркового освітнього компонента

ПРИКЛАДНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БПЛА

Обсяг освітнього компоненту (3 кредити / 90 годин)

Освітня програма: «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» другого (магістерського) рівня вищої освіти
Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Автоматизація, мехатроніка та робототехніка» другого (магістерського) рівня вищої освіти
Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

**МАЛИЙ Олександр Юрійович, к. т. н., доцент,
завідувач кафедри**

Контактна інформація:
e-mail: docsasha2@gmail.com

Профіль викладача на сайті університету:
<https://zp.edu.ua/?q=node/1768>

Час і місце проведення консультацій
за розкладом, на платформі zoom

ОПИС КУРСУ

Освітня компонента «Прикладні системи керування БПЛА» є вибірковою освітньою компонентою у підготовці студентів освітньо-наукової програми «Автоматизація, мехатроніка та робототехніка».

Освітня компонента «Прикладні системи керування БПЛА» освітлює прикладні аспекти використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для вирішення спеціалізованих завдань. Здобувачі вищої освіти вивчають налаштування, програмування та управління БПЛА за допомогою Ardupilot та інших сучасних інструментів. Особлива увага приділяється сенсорам, виконавчим механізмам і системам стабілізації для ефективного виконання польотних місій.



МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

1. *Мета:* надати здобувачам вищої освіти знання та практичні навички з управління та налаштування БПЛА для виконання прикладних задач, ознайомити з сучасним програмним забезпеченням і сенсорами, а також розвинути вміння працювати з відкритими системами керування та налаштовувати польотні контролери.

Завдання:

- вивчити сфери застосування та сенсорні системи для виконання прикладних завдань з використанням БПЛА;
- ознайомитися з програмним забезпеченням для керування БПЛА та симуляторами польотів;
- засвоїти основи роботи з Ardupilot і його модулів для налаштування та керування;
- дослідити методи управління польотом, зокрема налаштування ПІД-регуляторів для стабілізації БПЛА.;
- вміти налаштовувати й використовувати додаткові функції польотного контролера для покращення ефективності місії.

2. *Компетентності та результати навчання, формування яких забезпечує вивчення дисципліни.*

У результаті вивчення дисципліни «Прикладні системи керування БПЛА» здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти повинен отримати:

інтегральну компетентність:

здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог;

загальні компетентності:

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;

СК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.



СК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

СК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережеских та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

СК13. Здатність проектувати, програмувати та впроваджувати роботизовані та безпілотні системи для виконання специфічних завдань у виробничих процесах на підприємствах Південно-Східного регіону України, зокрема в авіабудівній, металургійній та машинобудівній галузях, використовуючи інноваційні технології для підвищення конкурентоспроможності.

СК14. Здатність використовувати підходи штучного інтелекту та машинного навчання, хмарні технології, Інтернет речей та Big Data для комплексного розв'язання складних задач і проблем в галузі автоматизації, робототехніки та безпілотних систем, сприяючи підвищенню інноваційності та конкурентоспроможності технологічних рішень.

Очікувані програмні результати навчання:

РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережеских технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

РН07. Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації.

РН09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережеских та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

РН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

РН18. Проектувати, програмувати та впроваджувати роботизовані та безпілотні системи для виконання специфічних завдань у виробничих процесах на підприємствах Південно-Східного регіону України, зокрема в авіабудівній, металургійній та машинобудівній галузях, використовуючи



інноваційні технології для підвищення конкурентоспроможності продукції та процесів.

РН19. Використовувати підходи штучного інтелекту та машинного навчання, хмарні технології, Інтернет речей та Big Data для комплексного розв'язання складних задач і проблем в галузі автоматизації, робототехніки та безпілотних систем, сприяючи підвищенню інноваційності та конкурентоспроможності технологічних рішень у відповідних сферах.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення освітньої компоненти «Прикладні системи керування БПЛА» спирається та є продовженням циклу фахових освітніх компонент наукової та професійної підготовки магістра і ґрунтується на раніше отриманих студентами знаннях та практичних навичках підготовки і захисту бакалаврської роботи.

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Курс освітньої компоненти «Прикладні системи керування БПЛА» складається з лекцій, лабораторних занять та самостійної роботи. При викладанні дисципліни лектор викладає загальні концепції, положення, теорії тощо. На лабораторних заняттях здобувачі поглиблюють набуті теоретичні знання в обговореннях індивідуальних доповідей, у тематичних дискусіях, у співбесідах з викладачем, виконують письмові вправи тощо, а також закріплюють навчальний матеріал у самостійному розв'язанні аналогічних завдань при самостійній роботі.

Програма дисципліни «Прикладні системи керування БПЛА» складається з наступних змістових модулів:

1. Основи застосування та компоненти БПЛА.
2. Програмне забезпечення та симуляція.
3. Налаштування та управління БПЛА.
4. Контроль польоту та стабілізація.

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи.

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми лабораторних/практичних робіт або семінарів, год.
1	2	3
Змістовий модуль 1.		
1	Області використання БПЛА. Допоміжні датчики та виконавчі механізми для виконання прикладних задач.	-
2-3	Програмне забезпечення для керування БПЛА (класифікація, структура, призначення, порівняння).	Лабораторна робота №1 Компіляція та запис



	Симулятори польоту БПЛА	програмного забезпечення Arducopter для заданого типу польотного контролеру -
4-5	Ardupilot – програмне забезпечення керування БПЛА з відкритим кодом. Модулі. Структура. Компіляція	-
Змістовий модуль 2.		
6-8	Програмні модулі та параметри для керування двигунами та електронними контролерами швидкості ПЗ Arducopter	Лабораторна робота №2 SITL. Налаштування власної конфігурації БПЛА
9-10	Програмні модулі та параметри для отримання даних з каналу керування ПЗ Arducopter	-
11-12	Програмні модулі та параметри для отримання даних з GPS, IMU, компаса, передача параметрів OSD ПЗ Arducopter	Лабораторна робота №3 Налаштування спеціальних режимів контактів польотного контролеру для керування нестандартним обладнанням в ПЗ Arducopter
13-15	Керування польотом БПЛА. ПІД регулятор БПЛА. Налаштування та керування окремими контактами польотного контролер	-

САМОСТІЙНА РОБОТА

Перелік завдань на СРС, вид завдань, контрольні заходи.

Назва теми	Графік самостійної роботи	Кількість годин	Контрольні заходи
Аналіз сенсорних систем для прикладних завдань БПЛА: від камер до LIDAR	Виконання індивідуального завдання	5	40 балів у загальних 100
Порівняння функцій Ardupilot з іншими системами керування БПЛА (наприклад, PX4, Betaflight)		5	



Основи компіляції та налаштування Ardupilot під різні платформи.		10	
Принципи роботи електронних контролерів швидкості (ESC) та їх програмування.		10	
Програмування та використання GPS-модулів у системах БПЛА		10	
Вплив ПІД-регуляторів на стабільність польоту: налаштування параметрів для різних умов.		10	
Принципи передачі даних OSD для моніторингу стану БПЛА в реальному часі.		10	

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Навчально-методичні розробки:

Навчально-методичні розробки в системі дистанційної навчання moodle.zp.edu.ua

Літературні джерела:

1. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів) [Режим доступу]: https://sprotvyg7.com.ua/wp-content/uploads/2023/03/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D1%96_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90_ua_dynamics_brochure_.pdf

2. Mission Planner Home [Режим доступу]: <https://ardupilot.org/planner/>

3. ArduPilot Copter [Режим доступу]: <https://ardupilot.org/copter/>

ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання навчальних успіхів здобувачів реалізується шляхом проведення поточного та підсумкового контролю успішності.

Форма підсумкового контролю – залік, у формі підсумкового опитування(проходження тесту).

Формами поточного контролю є надання результатів лабораторних робіт, які оцінюються згідно табл.3.

Здобувач освіти отримує позитивну оцінку при сумі балів за всіма видами контролю, не нижче 60 балів. Розрахунок балів наведено у табл.3.



Таблиця 3 – Розрахунок балів із врахуванням контрольного опитування

Поточне оцінювання			Підсумкове опитування (залік)	Сума балів
ЛБ1	ЛБ2	ЛБ3	40	100
20	20	20		

Отже, сумарна кількість балів, яку отримує студент впродовж семестру, складає 100. В залежності від отриманої суми балів до залікової відомості та в залікову книжку виставляється оцінка згідно національної шкали.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85 – 89	B	добре	
75 – 84	C		
70 – 74	D	задовільно	
60 – 69	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

ПОЛІТИКИ КУРСУ

При вивченні навчальної дисципліни від здобувача освіти очікуються – дотримання вимог до складання курсу, старанність, коректне і взаємно цікаве ділове спілкування здобувач/викладач, дотримання засад академічної доброчесності.

Політика щодо відвідування, дедлайнів та перескладання:

- усі види робіт, передбачені курсом, усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- самостійну роботу здобувач виконує відповідно до методичних вказівок та визначених викладачем завдань і термінів;
- ліквідація заборгованості відбувається під час проведення консультацій з дисципліни, за оприлюдненим графіком.

Політика щодо академічної доброчесності:

- у нашому університеті академічна доброчесність передбачається за замовчуванням; це означає, що викладач очікує, що всі здані роботи є результатом розумової праці та творчості конкретного здобувача; під час вивчення дисципліни здобувачі повинні дотримуватись основних



принципів та цінностей академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин;

- Ви зобов'язані з повагою та толерантністю ставитися до всіх членів академічної спільноти; не допускати поведінку, яка ставить під сумнів чесність та сумлінність Вашого навчання; складати всі завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб; надавати для оцінювання лише результати власної роботи; не вдаватися до кроків, які можуть нечесно покращити Ваші результати чи погіршити/покращити результати інших здобувачів;
- дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання; недопущення академічного плагіату, фальсифікації, фабрикації й посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- порушення здобувачами освіти норм чинного законодавства про академічну доброчесність та етику взаємовідносин, може спричинити застосування заходів дисциплінарного характеру, і Ви будете нести академічну (повторне вивчення дисципліни, позбавлення академічної стипендії, відрахування з Університету та ін.) та/або інші види відповідальності.

При вивченні курсу політика дотримання академічної доброчесності визначається Кодексом академічної доброчесності НУ «Запорізька політехніка» https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf

За погодженням можливе перезарахування освітньої компоненти у випадку участі студента в рамках міжнародної академічної мобільності (очно, онлайн або дистанційно) та вивчення курсу з відповідного напрямку обсягом не менше 3 кредитів ECTS.

Здобувачі, що бажають перезарахувати результатів неформальної (самостійної) освіти шляхом проходження онлайн курсів, можуть самостійно зареєструватися на курсах платформ Coursera/Udemy або інших онлайн-платформ, попередньо узгодивши тематику обраного курсу або курсів, повинні отримати відповідний сертифікат або сертифікати і показати його (їх) викладачу(в окремих випадках оформити звіт з проходження курсу у вигляді звіту з самостійної роботи). Кількість балів буде виставлена пропорційно до успіхів студента (досягнення на курсі згідно зі статистикою Coursera/Udemy або інших онлайн-платформ, сумарна мінімальна кількість годин курсу або курсів - 30 або 1кредит ECTS).

Також можлива участь студентів в міжнародних школах та семінарах з тематики систем управління роботами і технологій студенти повинні отримати відповідний сертифікат та показати його викладачу (мінімальна кількість годин 30 або 1 ECTS).



Написання та публікація тез доповіді (одних з дисципліни) на науково-практичну конференцію викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів та студентів «Тиждень науки» оцінюється в 10 додаткових балів. Написання та публікація тез доповіді (одних з дисципліни) на міжнародну конференцію або однієї спільної з викладачем наукової статі, що реферуються в SCOPUS, оцінюється в 20 додаткових балів.

Положення про порядок реалізації права на академічну мобільність учасників освітнього процесу НУ «Запорізька політехніка»
https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_akademichnu_mobilnist.pdf

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Служби підтримки:

- Система дистанційного навчання НУ «Запорізька політехніка» (Система Moodle) <https://moodle.zp.edu.ua/>;
- Електронний Інституційний репозиторій НУ "Запорізька політехніка" <http://eir.zp.edu.ua/>;
- Інформаційні електронні ресурси наукової бібліотеки НУ "Запорізька політехніка" <http://library.zp.edu.ua/>.

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.