



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан

ФІТ

Говорущенко Т.О.

1 вересня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології та експлуатація дронів

Назва

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія очна денна форма здобуття освіти

Освітня програма Комп'ютерна інженерія та програмування

Статус дисципліни: вибіркова, дисципліна професійної підготовки

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
			Кредити ЕКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
ОД		не парний	8	240	85	17	68	0		155			+	
Разом			8	240	85	17	68	0		155			1	

Програма складена

Підпис

Денисюком Д.О

Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри

комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол 2 від 30.08.2024 р.

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Підпис

Засорнова І.О.

Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій *№ 1 від 5.09.24р.*

Голова Вченої ради

Підпис

Говорущенко Т.О.

Ініціали, прізвище

Вступ

Мета викладання дисципліни. Дисципліна "Технології та експлуатація дронів" відноситься до циклу вибіркових дисциплін підготовки бакалаврів в галузі безпілотних літаючих апаратів та інформаційних технологій. Вона забезпечує підготовку студентів з експлуатації, управління та обслуговування безпілотних літаючих апаратів, включаючи технічні аспекти конструкції дронів та їх використання в різних галузях.

Предмет дисципліни. При викладанні дисципліни використовуються та поєднуються різні форми занять, зокрема, практичні заняття з керування дронами та методи проблемного навчання.

Завдання дисципліни.

- навчити використовувати безпілотні літальні апарати (БПЛА) для виконання завдань в різних галузях, включаючи сільське господарство, будівництво та охорону природи.
- розглянути основні принципи керування та програмування дронів, включаючи автоматизацію польотів та використання супутникових навігаційних систем.
- навчити технічному обслуговуванню та ремонту БПЛА, враховуючи їхні основні компоненти, такі як двигуни, акумулятори та сенсори.
- розглянути питання безпеки польотів та юридичні аспекти використання БПЛА, зокрема надання дозволів на польоти та дотримання регуляцій.
- ознайомити студентів з використанням дронів для збору та аналізу даних, а також з основними методами обробки інформації з БПЛА.

В результаті вивчення курсу "Технології експлуатації дронів" студент має досягти наступних результатів навчання (сукупність знань, умінь, навичок, компетентностей):

знати:

- Особливості роботи з ключовими системами керування дронами та сенсорами, методи програмування їхнього функціоналу.
- Способи налаштування та інтеграції периферійного обладнання дронів, включаючи сенсори, контролери та навісне обладнання.
- Основи автоматизації польотів та налаштування маршрутів для різних типів місій.
- Методи підвищення стійкості зв'язку та захисту даних під час польотів, а також загальні принципи роботи з телеметрією.
- Основи інтеграції дронів у складні системи, включаючи взаємодію з системами машинного зору та штучного інтелекту.

вміти:

- Керувати основними системами дронів, налаштовувати зв'язок та телеметрію, забезпечувати стабільність польоту.
- Описувати та налаштовувати сенсори й контролери для забезпечення надійної роботи дрона під час виконання місій.
- Створювати та автоматизувати маршрути польотів з урахуванням зовнішніх умов та обмежень.
- Використовувати методи криптографії та захисту даних для безпечного керування дронами під час польотів.
- Налаштовувати та працювати з системами розпізнавання об'єктів і штучного інтелекту для автономного керування дронами.

бути здатним:

- Абстрактно мислити, аналізувати і синтезувати рішення для керування безпілотними апаратами та виконання складних місій.
- Розробляти, тестувати та налаштовувати програмне забезпечення для управління дронами, використовуючи сучасні методи автоматизації та інтеграції.

- Критично оцінювати результати виконаних місій, аналізувати дані та оптимізувати процеси керування дронами для різних прикладних завдань.
- Аргументувати вибір технологій та методів для розв'язання задач, що виникають під час експлуатації дронів, обґрунтовувати прийняті рішення та захищати їх.

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДРОНІВ

Тип дисципліни	Вибіркова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	5
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	8,0
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Очна денна

Результати навчання. ЯК ПРН Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: впевнено застосовувати знання з програмування та розробки алгоритмів для вирішення завдань з використанням різних технологій дронів; ефективно використовувати набуті навички для створення, модифікації та інтеграції програмного забезпечення в системах управління безпілотними літальними апаратами; застосовувати методи захисту інформації та даних у контексті роботи з безпілотними системами; проектувати та впроваджувати інтерфейси користувача для інтерактивного управління дронами; використовувати багатозадачні середовища для налаштування автоматизації польотів та забезпечення надійної комунікації між системами дронів і базами даних для збору та обробки інформації.

Зміст навчальної дисципліни. Історія розвитку FPV дронів. Класифікація FPV дронів за форм-фактором, призначенням та характеристиками. Принципи роботи FPV дронів. Конструкція FPV дронів: корпус, двигуни, система керування, система зв'язку, система навігації, датчики, акумулятор, камера FPV. Особливості FPV-зв'язку: аналогове та цифрове FPV, частоти, завади, дальність польоту. Протоколи зв'язку, що використовуються в FPV дронах: UART, I2C, SBUS, FrSky, Crossfire, TBS Tracer, інші. Програмне забезпечення для FPV дронів: Betaflight, INAV, KISS, Simuflight, Cleanflight, DJI FPV System, інші. Правила експлуатації FPV дронів: безпека польотів, відповідальність пілота, повітряний простір, реєстрація дронів.

Запланована навчальна діяльність: лекції – 17 год., лабораторні заняття – 68 год., самостійна робота – 155 год.; разом – 240 год.

Методи навчання: словесні, наочні, проблемно-пошукові (лекції), частково-пошукові (лабораторні заняття) пояснювально-ілюстративні (практичні заняття), дослідницькі, частково-пошукові (самостійна робота).

Форми оцінювання результатів навчання: усне опитування, захист лабораторних, тестовий контроль.

Вид семестрового контролю: залік.

Навчальні ресурси:

1. "Drones (The Ultimate Guide)" by Ben Rupert. CreateSpace Independent Publishing Platform; Large Print edition (May 30, 2017). 103 pages. ISBN-10: 1547020830, ISBN-13: 978-1547020836
2. "Drone Technology: Future Trends and Practical Applications" by Sachi Nandan Mohanty, J. V. R. Ravindra, G. Surya Narayana, Chinmaya Ranjan Pattnaik, and Y. Mohamed Sirajudeen (Editors). CRC Press, June 2023. 464 pages. ISBN: 978-1-394-16653-4
3. Безпілотні літальні апарати та безпілотні авіаційні комплекси : наук.-допом. бібліогр. покажч. / ДНТБ України, Інформаційно-бібліографічний відділ. - К., 2019. – 83 с.
4. Благута Р.І., Мовчан А.В. Новітні технології у розслідуванні злочинів: сучасний стан і проблеми використання: монографія. Львів: Львів. держ. універ. внутр. справ, 2020. 256 с.
5. Інженер БПЛА. Базовий курс на Prometheus. Доступ до ресурсу: https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+UAV_EB101+2023_T3
6. "DIY Drones for the Evil Genius: Design, Build, and Customize Your Own Drones" by Brad Nichols. McGraw-Hill Education; 1st edition (October 24, 2016). 208 pages. ISBN-10: 1259861465, ISBN-13: 978-1259861461
7. "Livin' the Drone Life: An Insider's Guide to Flying Drones for Fun and Profit" by Brad Nichols. CreateSpace Independent Publishing Platform (2016). 144 pages. ISBN-13: 978-1523242672
8. "The Drone Age: How Drone Technology Will Change War and Peace" by Michael J. Boyle. Oxford University Press (2020). 336 pages. ISBN-10: 0190635860, ISBN-13: 978-0190635862
9. "Unmanned Aerial Vehicles Applications: Challenges and Trends" by Mohamed Abdelkader, Anis Koubaa (Editors). Springer Cham (2023). 412 pages. ISBN-13: 978-3031320378
10. "The Photographer's Guide to Drones" (2nd Edition) by Colin Smith. Rocky Nook (2019). 320 pages. ISBN-10: 1681981149, ISBN-13: 978-1681981149

Викладачі: старший викладач Денисюк Дмитро Олександрович

1. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	лекції	лабораторні роботи	практичні роботи	самостійну роботу
Тема 1. Структура БПЛА	6	16	0	38
Тема 2. Системи керування БПЛА	6	24	0	76
Тема 3. Додаткові компоненти БПЛА	5	28	0	41
Години	17	68	0	155
Разом за семестр:	240 год. / 8,0 кредитів			

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік змістових модулів, тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1.	Базовий ввід в БПЛА. Класифікація БПЛА, типи БПЛА Літ. [1,3-5,9]	2
2.	Ознайомлення з системою керування БПЛА. Типи протоколів зв'язку, огляд пультів керування Літ. [1,3-5,9-10]	2
3.	Знайомство з системами відеозв'язку. Аналоговий та цифровий відеозв'язок: порівняння технологій, огляд відеопередавачів (VTX) і приймачів (VRX), частоти та дальність. Літ. [1,3,5,8]	2
4.	Програмне забезпечення для налаштування БПЛА. Основні прошивки: Betaflight, iNav, Ardupilot, налаштування регуляторів BLheli та параметрів польоту. Літ. [1,3,5,7]	2
5.	Планування місій та автоматизація польотів. Програмування маршрутів та автоматизація польотів, використання програмного забезпечення для планування місій. Літ. [1,3,5]	2
6.	Огляд апаратної периферії для БПЛА. Огляд апаратних компонентів: сенсори, контролери, навісне обладнання, програмування та налаштування периферії, протоколи зв'язку для апаратної периферії: I2C, UART, SPI, CAN. Літ. [1-3,5-8,10]	2
7.	Основи радіоелектронна боротьба (РЕБ). Основні принципи РЕБ та їх вплив на безпілотні системи, методи захисту від впливу РЕБ: підвищення стійкості сигналу, криптографія, методи покращення зв'язку: використання ретрансляторів, вибір оптимальних частот і антен, підсилювачі сигналу Літ. [2,6-8,10]	2
8.	Підключення систем розпізнавання та автоматичного керування БПЛА. Огляд систем машинного зору та штучного інтелекту для розпізнавання об'єктів, інтеграція систем розпізнавання та сенсорів для автономного керування дроном, програмування та налаштування алгоритмів автоматичного керування БПЛА. Літ. [1,4,5,7]	2
9.	Додаткова інформація про експлуатацію БПЛА. Аналіз даних, отриманих за допомогою БПЛА, безпека польотів і правове регулювання Літ [1,6,9,10]	1
Разом за семестр:		17

2.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Теми лабораторних робіт		Кількість годин
1.	<i>Лабораторна робота №1</i>	Базовий ввід в БПЛА.	8
2.	<i>Лабораторна робота №2</i>	Механізми керування БПЛА	8
3.	<i>Лабораторна робота №3</i>	Робота з системами відео зв'язку	8
4.	<i>Лабораторна робота №4</i>	Робота з польотними контролерами	8
5.	<i>Лабораторна робота №5</i>	Розробка автоматизованих місій для БПЛА	8
6.	<i>Лабораторна робота №6</i>	Робота з зовнішніми апаратними модулями БПЛА	8
7.	<i>Лабораторна робота №7</i>	Робота з ретрансляторами	8
8.	<i>Лабораторна робота №8</i>	Налаштування системи автоматичного слідування за об'єктом	8
9.	<i>Лабораторна робота №9</i>	Підсумкове заняття	2
Всього			68

2.4 Зміст самостійної (індивідуальної) роботи

Об'єм самостійної роботи з дисципліни "Технології експлуатації дронів" становить 138 годин. Він включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до виконання лабораторних робіт і їх захисту, а також підготовку до поточного контролю.

Керівництво самостійною роботою здійснює викладач відповідно до розкладу консультацій у позаурочний час.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР1	18
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР1. Підготовка до ЛР2	18
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР2. Підготовка до ЛР3	18
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР3. Підготовка до ЛР4	18
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР4. Підготовка до ЛР5	18
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР5. Підготовка до ЛР6	18
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР6. Підготовка до ЛР7	18
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР7. Підготовка до ЛР8	18
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР8. Підготовка до ТК	11
	Разом за семестр:	155

3. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, наочними з використанням інформаційних технологій, а також з використанням методів проблемного навчання. Лабораторні заняття проводяться з використанням методів частково-пошукового навчання із використанням інформаційних технологій.

4. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних лабораторних занять а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочим планом дисципліни. Семестровий контроль проводиться у формі заліку. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Оцінку "відмінно" отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу з дисципліни "Технології та експлуатація дронів," в якому він легко орієнтується, знає основні поняття та методи управління і експлуатації дронів, а також вміє зв'язувати теорію з практикою. Студент вміє вирішувати практичні завдання, пов'язані з програмуванням та налаштуванням дронів, плануванням польотів, аналізом польотних даних та застосуванням сучасних технологій в експлуатації дронів. Відмінна оцінка передбачає грамотний і логічний

виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), демонстрацію вмінь та практичних навичок управління дронами, включно з застосуванням різних протоколів зв'язку та технік автоматизації.

Оцінку "добре" отримує студент, який повністю засвоїв навчальний матеріал, володіє понятійним апаратом, вміє орієнтуватися в темах управління і експлуатації дронів, а також вирішує практичні завдання, але допускає окремі неточності в застосуванні теорії чи в оформленні практичних рішень. Студент демонструє здатність самостійно мислити, проте відповідь може містити нечіткі формулювання або незначні помилки.

Оцінку "задовільно" заслуговує студент, який виявив знання основного матеріалу з дисципліни, але демонструє поверхневе розуміння певних тем або допускає значні помилки у відповідях. Студент знає основи керування дроном, але вагається при відповіді на змінені запитання або при виконанні практичних завдань, проте здатен під керівництвом виправити свої помилки.

Оцінку "незадовільно" отримує студент, який має розрізнені та безсистемні знання, не вміє виділяти основні моменти і не володіє практичними навичками управління та експлуатації дронів. Студент не може використовувати отримані знання на практиці і потребує додаткового навчання.

Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою, а семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів робіт.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота						Самостійна, індивідуальна робота		Форма семестрового контролю	
III семестр									
Лабораторні та практичні роботи №:								Тестовий контроль:	
1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1-16	залік
ВК:						0,6		0,4	

Примітка: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт;

Для переходу від вітчизняної оцінки до оцінки за шкалою ECTS необхідно знайти середньоарифметичну оцінку за вітчизняною шкалою, помножити її на відповідний ваговий коефіцієнт і, додавши всі складові, отримаємо суму балів, які визначають конкретну оцінку ECTS.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ECTS	Інституцій на шкала балів	Інституцій на оцінка	Критерії оцінювання	
A	4,75-5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків.
B	4,25-4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками.
C	3,75-4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
D	3,25-3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією.
E	3,00-3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00-2,99	2	Незараховано	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.

Залік виставляється при отриманні студентом з дисципліни від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться «зараховано», а за шкалою ECTS – оцінка, що відповідає набраній студентом кількості балів.

При викладанні дисципліни використовуються такі види навчальних занять як лекції, лабораторні роботи, практичні роботи, індивідуальне консультування і керівництво самостійною роботою студента.

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: допуск до виконання лабораторної роботи здійснюється на її початку проведенням 10-хвилинної контрольної роботи; засвоєння теоретичного матеріалу тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи.

Оцінка, яка виставляється за лабораторну роботу, складається з таких елементів: повнота та якість виконання завдання; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на поточному або наступному після виконання роботи занятті. За несвоєчасний захист лабораторної роботи з набраної студентом суми балів вираховується один бал.

Пропущене з поважної причини лабораторне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін.

Оцінка, яка виставляється за практичну роботу, складається з таких елементів: якість та повнота виконання завдання; якість оформлення протоколу; своєчасна здача практичної роботи.

Термін захисту практичної роботи вважається своєчасним, якщо студент задав її на наступному після виконання роботи занятті. Практичні роботи, що без поважної причини здані не вчасно, оцінюються оцінкою незадовільно.

Пропущене з поважної причини практичне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін.

5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ

1. Що таке БПЛА і як його класифікують?
2. Назвіть основні типи БПЛА.
3. Які особливості багатороторних БПЛА?
4. У чому полягає перевага БПЛА з фіксованим крилом?
5. Для яких завдань використовують гібридні БПЛА?
6. Які фактори впливають на вибір типу БПЛА для конкретної місії?
7. Як класифікуються БПЛА за розмірами?
8. Які протоколи зв'язку використовуються для керування БПЛА?
9. Чим відрізняється протокол PWM від PPM?
10. Що таке протокол SBUS і де він використовується?
11. Які основні переваги протоколу CRSF?
12. Що таке телеметрія у системах керування БПЛА?
13. Яка апаратура керування найпопулярніша для дронів?
14. Чому важливо налаштувати пульти керування відповідно до протоколу зв'язку?
15. Як вибрати частоти для керування БПЛА?
16. Які є типи відеозв'язку для БПЛА?
17. Чим відрізняється аналоговий відеозв'язок від цифрового?
18. Які переваги цифрового відеозв'язку для дронів?
19. Що таке відеопередавач (VTX) у дроні?
20. Що таке відеоприймач (VRX) і як він працює?
21. Як вибрати частоту для відеозв'язку на БПЛА?
22. Які фактори впливають на дальність відеозв'язку дрона?
23. Які популярні моделі відеопередавачів використовуються в дронах?
24. Які існують основні прошивки для БПЛА?
25. Яке призначення прошивки Betaflight?
26. Які функції виконує прошивка iNav?
27. Як налаштовується регулятор швидкості BLheli?
28. Які параметри можна налаштувати в Betaflight?
29. Які особливості налаштування польотного контролера в Ardupilot?
30. Як прошивка впливає на стабільність польоту БПЛА?
31. Чим відрізняються налаштування регуляторів в різних прошивках?
32. Як відбувається програмування маршрутів для дронів?
33. Які програмні засоби використовуються для автоматизації польотів?
34. Як автоматизувати зліт і посадку дрона?
35. Що таке геозони та як вони впливають на планування місій?
36. Як впроваджуються режими автоматичного польоту?
37. Як оптимізувати маршрут для збору даних?
38. Які методи використовуються для уникнення перешкод під час автоматичних польотів?
39. Які основні сенсори використовуються в БПЛА?
40. Яку роль виконують контролери у системі БПЛА?
41. Як інтегруються сенсори у польотні контролери?
42. Які типи навісного обладнання використовуються для дронів?
43. Як програмується апаратна периферія для БПЛА?
44. Що таке протокол I2C і для чого він використовується?
45. Які можливості протоколу UART у системах БПЛА?
46. Чим відрізняється SPI від CAN у контексті БПЛА?
47. Що таке радіоелектронна боротьба (РЕБ)?
48. Як РЕБ впливає на роботу безпілотних літальних апаратів?
49. Які існують методи захисту від РЕБ?

50. Як підвищити стійкість сигналу БПЛА?
51. Які методи криптографії застосовуються для захисту зв'язку БПЛА?
52. Що таке ретранслятор і як він використовується для покращення зв'язку?
53. Як правильно вибрати антену для покращення сигналу?
54. Які підсилювачі сигналу використовуються для дальності зв'язку БПЛА?
55. Що таке машинний зір у контексті БПЛА?
56. Як системи розпізнавання інтегруються з БПЛА?
57. Які типи сенсорів використовуються для автоматичного керування дронами?
58. Як налаштовується алгоритм автоматичного керування БПЛА?
59. Які задачі виконують системи штучного інтелекту на БПЛА?
60. Як забезпечити автономне керування дроном під час місії?
61. Які існують протоколи для взаємодії між системами розпізнавання та БПЛА?
62. Як відбувається програмування автоматичних систем керування?
63. Які методи використовуються для збору даних з БПЛА?
64. Як здійснюється аналіз даних, отриманих за допомогою дронів?
65. Які формати даних використовуються для збереження інформації з БПЛА?
66. Які програмні засоби використовуються для обробки даних з БПЛА?
67. Як забезпечити безпеку польотів БПЛА?
68. Які є правові аспекти використання безпілотних літальних апаратів?
69. Які вимоги існують для отримання дозволів на польоти БПЛА?
70. Як відбувається регулювання повітряного простору для дронів?
71. Які міжнародні норми регулюють використання БПЛА?
72. Як зберегти безпечну відстань під час польоту дрона в густонаселеній місцевості?
73. Що робити у випадку втрати зв'язку з БПЛА під час польоту?
74. Які компоненти БПЛА найбільш чутливі до пошкоджень?
75. Як правильно здійснювати технічне обслуговування БПЛА?
76. Які фактори впливають на тривалість польоту дрона?
77. Як правильно вибрати акумулятори для БПЛА?
78. Що таке калібрування сенсорів і навіщо воно потрібне?
79. Як підвищити точність керування дроном під час польоту?
80. Які ризики існують під час виконання польотів на великих висотах?
81. Як впливають погодні умови на продуктивність дронів?
82. Що таке FPV польоти і в чому їх особливість?
83. Які заходи безпеки необхідно дотримувати під час експлуатації дронів?
84. Які програмні засоби дозволяють контролювати стан дрона в реальному часі?
85. Як уникнути перешкод під час польоту БПЛА в міських умовах?
86. Які сенсори допомагають уникати зіткнень під час польоту?
87. Як дрон може здійснювати польоти у важкодоступних місцях?
88. Які методи використовуються для підвищення стабільності польоту?
89. Як підключити додаткові модулі до дрона для розширення функціональності?
90. Які технології дозволяють збільшити дальність польотів дрона?

6. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни забезпечений необхідними навчально методичними розробками в модульному середовищі.

7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. "Drones (The Ultimate Guide)" by Ben Rupert. CreateSpace Independent Publishing Platform; Large Print edition (May 30, 2017). 103 pages. ISBN-10: 1547020830, ISBN-13: 978-1547020836
2. "Drone Technology: Future Trends and Practical Applications" by Sachi Nandan Mohanty, J. V. R. Ravindra, G. Surya Narayana, Chinmaya Ranjan Pattnaik, and Y. Mohamed Sirajudeen (Editors). CRC Press, June 2023. 464 pages. ISBN: 978-1-394-16653-4
3. Безпілотні літальні апарати та безпілотні авіаційні комплекси : наук.-допом. бібліогр. покажч. / ДНТБ України, Інформаційно-бібліографічний відділ. - К., 2019. – 83 с.
4. Благута Р.І., Мовчан А.В. Новітні технології у розслідуванні злочинів: сучасний стан і проблеми використання: монографія. Львів: Львів. держ. універ. внутр. справ, 2020. 256 с.
5. Інженер БПЛА. Базовий курс на Prometheus. Доступ до ресурсу: https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+UAV_EB101+2023_T3
6. "DIY Drones for the Evil Genius: Design, Build, and Customize Your Own Drones" by Brad Nichols. McGraw-Hill Education; 1st edition (October 24, 2016). 208 pages. ISBN-10: 1259861465, ISBN-13: 978-1259861461
7. "Livin' the Drone Life: An Insider's Guide to Flying Drones for Fun and Profit" by Brad Nichols. CreateSpace Independent Publishing Platform (2016). 144 pages. ISBN-13: 978-1523242672
8. "The Drone Age: How Drone Technology Will Change War and Peace" by Michael J. Boyle. Oxford University Press (2020). 336 pages. ISBN-10: 0190635860, ISBN-13: 978-0190635862
9. "Unmanned Aerial Vehicles Applications: Challenges and Trends" by Mohamed Abdelkader, Anis Koubaa (Editors). Springer Cham (2023). 412 pages. ISBN-13: 978-3031320378
10. "The Photographer's Guide to Drones" (2nd Edition) by Colin Smith. Rocky Nook (2019). 320 pages. ISBN-10: 1681981149, ISBN-13: 978-1681981149

8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Електронний університет:

1. Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни, в тому числі тестові завдання для поточного та семестрового контролю знань).
2. Електронна бібліотека університету.