

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій



Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології та експлуатація дронів

Назва дисципліни

Призначення Робочої програми

Для освітніх програм різних спеціальностей

Рівень вищої освіти

Перший (бакалаврський)

Мова навчання

Українська

Обсяг дисципліни, кредитів ЕКТС

8

Статус дисципліни

Вибіркова

Факультет

Інформаційних технологій

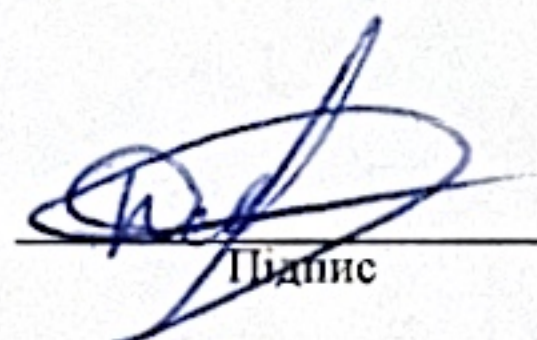
Кафедра

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Залік
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття		
Д	8	240	80	16	64	0		160	+

Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки бакалавра та стандарту вищої освіти спеціальності.

Робоча програма складена


Підпис

ст.викладач Дмитро ДЕНИСЮК

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Схвалена на засіданні кафедри

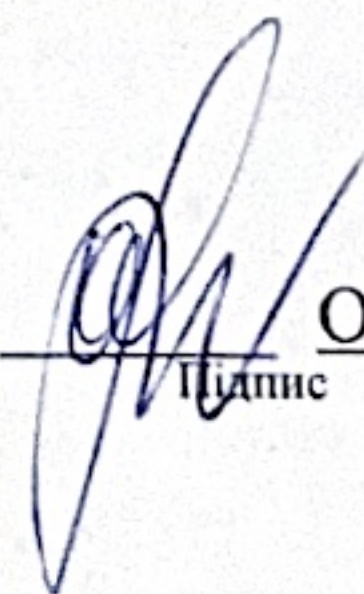
комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Назва

Протокол від 18.08.2025 № 1.

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Назва


Підпис

Ольга ПАВЛОВА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Технології та експлуатація дронів» відноситься до циклу вибіркових навчальних дисциплін та сприяє формуванню глибоких фахових умінь у сфері проєктування, експлуатації та технічного обслуговування безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Вона забезпечує набуття практичних навичок керування дронами, програмування польотних завдань, інтеграції сенсорів і периферійних пристроїв, а також аналізу даних, отриманих у процесі польотів. Вивчення дисципліни розширює компетентності у сфері сучасних технологій автоматизації та інформаційних систем, сприяє засвоєнню основ безпеки польотів і юридичних аспектів застосування БПЛА. Опанування курсу забезпечує готовність здобувачів до подальшої професійної спеціалізації у сферах промислового використання дронів, робототехніки, штучного інтелекту та обробки даних. У процесі навчання студенти набувають важливих soft skills – умінь працювати в команді, комунікувати при виконанні польотних завдань, брати на себе відповідальність за прийняття рішень у реальних умовах експлуатації БПЛА, проявляти ініціативу та лідерські якості при розробці інноваційних рішень у сфері безпілотних систем.

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок щодо принципів побудови, експлуатації та обслуговування безпілотних літальних апаратів, опанування методів програмування та автоматизації польотів, а також здатності застосовувати сучасні технології, засоби керування і системи навігації для виконання практичних завдань у різних галузях. Дисципліна орієнтована на розвиток компетентностей у сфері інтеграції дронів із сенсорами та периферійними модулями, забезпечення безпеки польотів, збору та аналізу даних, що сприяє готовності здобувачів до професійної діяльності та участі у реальних інженерних і проєктних завданнях.

Предмет дисципліни. Застосування методів, засобів і технологій експлуатації безпілотних літальних апаратів для виконання практичних завдань у різних галузях. Вивчення принципів керування та програмування дронів, інтеграції сенсорів і навігаційних систем, методів автоматизації польотів, забезпечення безпеки та аналізу даних, отриманих у процесі їх використання.

Завдання дисципліни. Формування у здобувачів практичних навичок керування безпілотними літальними апаратами, налаштування систем зв'язку та навігації, засвоєння основ програмування польотних контролерів, автоматизації маршрутів і інтеграції сенсорів. Студенти ознайомлюються з процесами технічного обслуговування, калібрування та діагностики дронів, набувають умінь аналізувати дані, отримані з БПЛА, і застосовувати їх для вирішення прикладних завдань. Важливою складовою є розвиток здатності працювати в команді, приймати інженерні рішення під час виконання реальних польотних завдань, а також дотримання вимог безпеки та нормативно-правових регламентів.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен знати основні принципи побудови та експлуатації безпілотних літальних апаратів, зокрема структуру систем керування, зв'язку та навігації, а також особливості інтеграції сенсорів і периферійних пристроїв. Він має володіти методами програмування польотних контролерів, автоматизації маршрутів і засобами забезпечення безпеки польотів. Студент повинен уміти застосовувати набуті знання для планування місій, керування БПЛА, збору та аналізу даних, обґрунтовувати вибір технологій і технічних рішень, а також поєднувати теоретичну підготовку з практичними навичками експлуатації. Очікується розвиток здатності працювати з технічною документацією, оцінювати результати польотних завдань, проводити дослідження й аргументовано захищати рішення, проявляти ініціативність, комунікабельність, уміння працювати в команді та приймати відповідальні інженерні рішення.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	лекції	лабораторні	практичні	СРС
Тема 1. Вступ до БПЛА. Класифікація та сфери застосування	2	8	0	20
Тема 2. Системи керування та протоколи зв'язку	2	8	0	20
Тема 3. Системи відеозв'язку та передача даних	2	8	0	20
Тема 4. Програмне забезпечення для налаштування БПЛА	2	8	0	20
Тема 5. Планування місій та автоматизація польотів	2	8	0	20
Тема 6. Периферійні пристрої та сенсори	2	8	0	20
Тема 7. Безпека польотів та протидія РЕБ	2	8	0	20
Тема 8. Інтелектуальні системи керування та аналіз даних	2	8	0	20
Разом за семестр:	16	64	0	160

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік 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 радіоелектронної боротьби (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
	Разом за семестр:	16

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Базовий ввід у БПЛА. Ознайомлення з конструкцією та класифікацією Літ.: [1,3–5,9]	8
2	Механізми керування БПЛА. Протоколи зв'язку та пульти керування Літ.: [1,3–5,9–10]	8
3	Робота з системами відеозв'язку. Аналоговий та цифровий зв'язок Літ.: [1,3,5,8]	8
4	Робота з польотними контролерами. Прошивки Betaflight, iNav, Ardupilot Літ.: [1,3,5,7]	8
5	Розробка автоматизованих місій. Планування маршрутів Літ.: [1,3,5]	8
6	Робота з зовнішніми сенсорами та периферійними модулями Літ.: [1–3,5–8,10]	8
7	Методи підвищення стійкості сигналу. Використання ретрансляторів Літ.: [2,6–8,10]	8
8	Налаштування системи автоматичного стеження за об'єктом (AI, машинний зір) Літ.: [1,4,5,7]	8
Разом:		64

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні навчального матеріалу з дисципліни «Технології та експлуатація дронів» за рекомендованими джерелами інформації, підготовці до виконання та захисту лабораторних робіт, тестуванні з теоретичного матеріалу, виконанні індивідуальних завдань та опрацюванні додаткової літератури. Самостійна робота спрямована на формування у здобувачів умінь застосовувати теоретичні знання під час практичних завдань: планування польотів, налаштування сенсорів і контролерів, аналізу отриманих даних. До послуг студентів – сторінка кафедри у Модульному середовищі для навчання, де розміщено робочу програму дисципліни, навчально-методичні матеріали, презентації до лекцій, а також тестові завдання для поточного та семестрового контролю результатів навчання.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР1 та ПЗ1. Підготовка до захисту ЛР1.	20
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР2 та ПЗ2. Підготовка до захисту ЛР2.	20
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР3 та ПЗ3. Підготовка до захисту ЛР3.	20
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР4 та ПЗ4. Підготовка до захисту ЛР4.	20
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР5 та ПЗ5. Підготовка до захисту ЛР5.	20
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР6 та ПЗ6. Підготовка до захисту ЛР6.	20
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР7 та ПЗ7. Підготовка до захисту ЛР7.	20
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР8 та ПЗ8. Підготовка до захисту ЛР8.	20
Разом 1-й семестр:		160

Примітки: ЛР – лабораторна робота, ПЗ – практичне заняття.

На самостійне опрацювання студентів виносяться визначені у методичних рекомендаціях до лабораторних занять та самостійної роботи питання з кожної теми дисципліни «Технології та експлуатація дронів». Вони передбачають поглиблене опрацювання теоретичного матеріалу, підготовку до виконання та захисту лабораторних робіт, вивчення особливостей конструкції та систем БПЛА, аналіз даних польотів та ознайомлення з сучасними технологіями автоматизації й безпеки. Керівництво самостійною роботою та контроль за її виконанням здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час. Вимоги до виконання самостійної роботи викладені в Модульному середовищі для навчання на сторінці навчальної дисципліни.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни «Технології та експлуатація дронів» ґрунтується на поєднанні традиційних та сучасних методів і технологій викладання, що забезпечують інтеграцію теоретичної та практичної підготовки студентів.

Лекції проводяться із застосуванням мультимедійних презентацій, методів візуалізації та пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, методів стимулювання та мотивації, а також інформаційно-комунікаційних технологій. Під час лекцій акцент робиться на розгляді сучасних прикладів застосування дронів, аналізі технічних рішень та обговоренні інноваційних тенденцій у сфері БПЛА.

Лабораторні заняття спрямовані на формування практичних навичок роботи з безпілотними літальними апаратами та їх системами. Використовуються методи комп'ютерного моделювання, проектної діяльності, роботи з реальними зразками обладнання, тренінгові вправи, аналіз практичних кейсів та проблемних ситуацій, пояснення та дискусії. Особлива увага приділяється налаштуванню апаратного і програмного забезпечення, плануванню місій та випробуванням функціоналу БПЛА.

Самостійна робота включає опрацювання теоретичного матеріалу, підготовку до виконання та захисту лабораторних робіт, аналіз літературних джерел, виконання розрахункових і пошукових завдань, підготовку до поточного й підсумкового контролю. Для цього активно застосовуються інформаційно-комп'ютерні технології та ресурси модульного середовища дистанційного навчання, де розміщені матеріали з дисципліни.

7. Методи контролю

Поточний контроль з дисципліни «Технології та експлуатація дронів» здійснюється під час аудиторних лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, визначених робочою програмою та графіком освітнього процесу, у тому числі із застосуванням Модульного середовища для навчання.

До основних методів поточного контролю належать:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття для перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу;
- тестовий контроль засвоєння теоретичних положень і практичних аспектів експлуатації дронів за окремими темами;
- оцінювання результатів виконання лабораторних робіт, включаючи правильність налаштувань, якість виконання практичних завдань і дотримання вимог безпеки;
- захист лабораторних робіт із демонстрацією результатів налаштування систем керування, програмування маршрутів, аналізу даних польотів тощо;
- оцінювання результатів самостійної роботи (опрацювання літературних джерел, підготовка до лабораторних і тестових перевірок).

Такі методи контролю дозволяють не лише перевірити рівень засвоєння знань, а й оцінити здатність студентів застосовувати набуті компетентності у практичних умовах експлуатації та налаштування безпілотних літальних апаратів.

Підсумкова семестрова оцінка виставляється за результатами поточного контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, вважається таким, який *має* академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни визначається системою вимог до здобувачів вищої освіти, передбачених чинними положеннями Університету про організацію та навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки є обов'язковим, оскільки дисципліна передбачає роботу з безпілотними літальними апаратами та обладнанням. Відвідування лекційних і лабораторних занять є обов'язковим; у разі об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання може відбуватися онлайн за погодженням із викладачем.

Успішне опанування дисципліни передбачає попередню підготовку до лабораторних занять (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовку протоколу роботи, готовність до усного опитування для допуску), активну участь у виконанні практичних завдань, дотримання техніки безпеки під час роботи з БПЛА та обговорення рішень при виконанні лабораторних робіт. Студенти отримують оцінки за:

- захист лабораторних робіт;
- проходження тестового та усного опитування;
- виконання самостійної роботи та аналіз літературних джерел;
- участь у дискусіях і вирішенні практичних кейсів, пов'язаних з експлуатацією дронів.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми дисципліни. Лабораторна робота вважається виконаною своєчасно, якщо вона захищена на наступному після її виконання занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше ніж за два тижні до завершення теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння теоретичного матеріалу перевіряється під час усного опитування на лабораторних заняттях, а також шляхом проходження тестового контролю в модульному середовищі.

Студенти зобов'язані дотримуватись академічної доброчесності: заборонені списування, використання мобільних пристроїв чи програмного забезпечення для недобросовісного виконання завдань, плагіат у звітах чи інших видах роботи. У разі порушення політики академічної доброчесності студент отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання згідно з робочою програмою.

У межах дисципліни можливе визнання та зарахування результатів навчання, набутих у процесі неформальної освіти, зокрема на спеціалізованих платформах (наприклад, **Coursera, edX, Udemy**) з курсів, пов'язаних із експлуатацією БПЛА, системами навігації, аналізом даних польотів, програмуванням контролерів чи технологіями штучного інтелекту. Такі результати можуть бути зараховані відповідно до положень Університету про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти.

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної

здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів *денної* форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи	Семестровий контроль
Лабораторні заняття №:								Тестовий контроль	Залік
1*	2	3	4	5	6	7	8	Т 1-2	
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)									
6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	За рейтингом
48-80								12-20	60-100**

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторних робіт

Виконана та оформлена згідно з методичними рекомендаціями лабораторна робота оцінюється комплексно під час її захисту. При цьому враховуються самостійність і правильність виконання завдання, повнота відповіді на запитання викладача, знання методики проведення експерименту чи налаштування системи, якість оформлення протоколу (наявність розрахунків, графіків, схем, висновків). Також важливим критерієм є вміння обґрунтувати технічні рішення та продемонструвати практичні навички роботи з безпілотним літальним апаратом. Якщо студент виявив рівень знань нижчий ніж 60 % від максимального балу, робота не зараховується, і він має доопрацювати матеріал та повторно захистити роботу у визначений викладачем термін.

Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний із двох тестів, передбачених робочою програмою, складається з 25 завдань рівної складності. На виконання тесту відводиться 25 хвилин. Оцінювання проводиться відповідно до кількості правильних відповідей, що переводяться у шкалу від 6 до 10 балів. Мінімальний позитивний результат відповідає правильному виконанню не менше ніж 60 % завдань. Тестування спрямоване на перевірку рівня засвоєння студентами теоретичних положень і практичних аспектів експлуатації безпілотних літальних апаратів.

Оцінювання результатів самостійної роботи

Самостійна робота студентів оцінюється за своєчасність та якість виконання завдань, визначених робочою програмою. До критеріїв відносяться: повнота опрацювання рекомендованих джерел, підготовка до лабораторних занять, правильність виконання розрахунків і побудови схем, а також здатність застосовувати здобуті знання для розв'язання практичних завдань. Особливу увагу приділяють умінню працювати з технічною літературою та нормативними документами, а також формулюванню обґрунтованих висновків за результатами опрацьованого матеріалу.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	1-13	14-16	17-18	19-20	21-22	23-25
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-65	66-72	73-82	83-89	90-100
Кількість балів	-	6	7	8	9	10

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий залік виставляється на останньому занятті за умови якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни (іншого освітнього компонента) за результатами *поточного* контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «*зараховано*», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення. Присутність здобувача у цьому випадку не є обов'язковою.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	<i>Відмінно/Excellent</i> – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		<i>Добре/Good</i> – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		
D	66-72		
E	60-65		<i>Задовільно/Satisfactory</i> – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
FX	40-59	Незараховано	<i>Незадовільно/Fail</i> – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		<i>Незадовільно/Fail</i> – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

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 налаштовувати 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 місій?
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 особливості?
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?

11. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: персональні комп'ютери, ноутбуки, планшети, смартфони або інші мобільні пристрої, мультимедійний проектор.

Програмне забезпечення: пакети Microsoft Office (або їхні аналоги), засоби для роботи з презентаціями, доступ до мережі Інтернет, ліцензійні навчальні симулятори для відпрацювання навичок керування дронами, зокрема Liftoff®: FPV Drone Racing (Steam).

Спеціальне обладнання: апаратні пульти дистанційного керування (Radiomaster та їхні аналоги), безпілотні літальні апарати різних класів, комплект сенсорів і модулів для налаштування та інтеграції з польотними контролерами, периферійні пристрої для передачі та прийому сигналів, обладнання для калібрування та діагностики.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає використання лише ліцензійного програмного забезпечення та справного сертифікованого обладнання, що забезпечує можливість відпрацювання практичних навичок у реальних і віртуальних умовах.

13. Рекомендована література:

Основна література:

- Mohanty, S. N., Ravindra, J. V. R., Narayana, G. S., Pattnaik, C. R., & Sirajudeen, Y. M. (Eds.). *Drone Technology: Future Trends and Practical Applications*. CRC Press, 2023. – 464 p. ISBN 978-1-394-16653-4.
- Abdelkader, M., & Koubaa, A. (Eds.). *Unmanned Aerial Vehicles Applications: Challenges and Trends*. Springer Cham, 2023. – 412 p. ISBN 978-3031320378.
- Boyle, M. J. *The Drone Age: How Drone Technology Will Change War and Peace*. Oxford University Press, 2020. – 336 p. ISBN 978-0190635862.
- Smith, C. *The Photographer's Guide to Drones*. 2nd ed. Rocky Nook, 2019. – 320 p. ISBN 978-1681981149.
- ДНТБ України. Безпілотні літальні апарати та безпілотні авіаційні комплекси: наук.-допом. бібліогр. покажч. Київ, 2019. – 83 с.

Додаткова література:

- Rupert, B. *Drones (The Ultimate Guide)*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. – 103 p. ISBN 978-1547020836.
- Nichols, B. *DIY Drones for the Evil Genius: Design, Build, and Customize Your Own Drones*. McGraw-Hill Education, 2016. – 208 p. ISBN 978-1259861461.
- Nichols, B. *Living the Drone Life: An Insider's Guide to Flying Drones for Fun and Profit*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. – 144 p. ISBN 978-1523242672.
- Благута, Р. І., Мовчан, А. В. *Новітні технології у розслідуванні злочинів: сучасний стан і проблеми використання*. Львів: ЛьвДУВС, 2020. – 256 с.
- Prometheus. Інженер БПЛА. Базовий курс. Онлайн-курс. Доступ: https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+UAV_EB101+2023_T3

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9293>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДРОНІВ

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

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: знати основні принципи проєктування, експлуатації та технічного обслуговування безпілотних літальних апаратів (БПЛА); розуміти структуру систем керування, навігації, безпеки польотів і юридичні аспекти застосування дронів; володіти практичними навичками керування БПЛА, програмування польотних завдань, інтеграції сенсорів і периферійних пристроїв; уміти застосовувати набуті знання для аналізу даних, отриманих у процесі польотів, та обґрунтовувати вибір технологічних рішень; поєднувати теоретичну підготовку з практичними завданнями з експлуатації та налаштування дронів; демонструвати здатність працювати в команді, ефективно комунікувати під час виконання польотних завдань, брати на себе відповідальність за прийняття рішень у реальних умовах; проявляти ініціативність і лідерські якості при розробці інноваційних рішень у сфері безпілотних систем.

Зміст навчальної дисципліни. Дисципліна охоплює класифікацію та конструктивні особливості безпілотних літальних апаратів, апаратні компоненти (рами, двигуни, акумулятори, сенсори), системи керування та польотні контролери (Betaflight, Ardupilot, iNav), навігаційні та комунікаційні модулі (GPS, протоколи зв'язку, системи відеопередачі). Розглядаються принципи планування та автоматизації польотних завдань, інтеграція сенсорів і периферії, застосування симуляторів (Liftoff®) для відпрацювання навичок керування. Особливу увагу приділено програмному налаштуванню дронів, збору та аналізу даних, методам підвищення стійкості сигналу, інтеграції систем машинного зору та штучного інтелекту. Вивчаються основи технічного обслуговування, діагностики та калібрування обладнання, а також питання безпеки польотів і правові аспекти використання БПЛА.

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни «Технології та експлуатація дронів» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: Лекції проводяться з використанням методів візуалізації, мультимедійних презентацій, проблемного й інтерактивного навчання, прийомів мотивації та інформаційно-комунікаційних технологій. Лабораторні заняття базуються на інструктуванні, демонструванні, комп'ютерному моделюванні, виконанні практичних завдань з налаштування та керування дронами, аналізі кейсів і ситуаційних завдань, дискусіях щодо прийнятих технічних рішень. Самостійна робота студентів включає опрацювання теоретичного матеріалу з дисципліни, підготовку до виконання та захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичних тем, роботу з літературними та електронними джерелами, аналіз матеріалів з безпеки польотів і законодавчого регулювання.

Форми оцінювання результатів навчання: Оцінювання результатів навчальної діяльності здійснюється за такими видами контролю: захист лабораторних робіт, тестування з теоретичних і практичних тем та поточний контроль під час виконання завдань на заняттях.

Вид семестрового контролю: залік.

Навчальні ресурси:

1. Mohanty, S. N., Ravindra, J. V. R., Narayana, G. S., Pattnaik, C. R., & Sirajudeen, Y. M. (Eds.). Drone Technology: Future Trends and Practical Applications. CRC Press, 2023. – 464 p. ISBN 978-1-394-16653-4.
2. Abdelkader, M., & Koubaa, A. (Eds.). Unmanned Aerial Vehicles Applications: Challenges and Trends. Springer Cham, 2023. – 412 p. ISBN 978-3031320378.
3. Boyle, M. J. The Drone Age: How Drone Technology Will Change War and Peace. Oxford University Press, 2020. – 336 p. ISBN 978-0190635862.
4. Smith, C. The Photographer's Guide to Drones. 2nd ed. Rocky Nook, 2019. – 320 p. ISBN 978-1681981149.
5. ДНТБ України. Безпілотні літальні апарати та безпілотні авіаційні комплекси: наук.-допом. бібліотр. показч. Київ, 2019. – 83 с.
6. Rupert, B. Drones (The Ultimate Guide). CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. – 103 p. ISBN 978-1547020836.
7. Nichols, B. DIY Drones for the Evil Genius: Design, Build, and Customize Your Own Drones. McGraw-Hill Education,

2016. – 208 p. ISBN 978-1259861461.
8. Nichols, B. *Livin' the Drone Life: An Insider's Guide to Flying Drones for Fun and Profit*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. – 144 p. ISBN 978-1523242672.
 9. Благу́та, Р. І., Мовчан, А. В. Новітні технології у розслідуванні злочинів: сучасний стан і проблеми використання. Львів: ЛьвДУВС, 2020. – 256 с.
 10. Prometheus. Інженер БПЛА. Базовий курс. Онлайн-курс. Доступ: https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+UAV_EB101+2023_T3
 11. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9293>
 12. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
 13. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

Викладачі: старший викладач Денисюк Д.О.