

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

навчальної дисципліни «Загальні знання дистанційно пілотованих суден:
Схемотехніка безпілотних літальних апаратів»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Оператор безпілотних літальних апаратів)***

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023 № 1.

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин, відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 4							
Тема № 1. Загальна структура електронних систем БПЛА.	8	4				4	
Тема № 2. Польотний контролер.	12	4				8	
Тема № 3. Апаратура радіокерування.	14	4		2		8	контр. робота
Тема № 4. Електропривод БпЛА.	14	4		2		8	контр. робота
Тема № 5. Джерела живлення БПЛА.	12	4		2		6	контр. робота
Всього за семестр № 4:	60	20		6		34	залік

1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Не передбачено

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 1, 2. Загальна структура електронних систем БПЛА. Польотний контролер.

Практичне заняття: Загальна структура електронних систем БПЛА та польотний контролер.

Навчальна мета заняття: Розгляд основних структурних складових електронних систем БПЛА та польотного контролеру.

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Типова архітектура БПЛА та його обладнання.
2. Система керування квадрокоптером.
3. Типова структурна схема управління коптерами.
4. Схема VTOL-літака з використанням UAVCAN датчиків та виконавчих механізмів.
5. Польотний контролер.
6. Принцип роботи інтегрального гіроскопу.
7. Принцип роботи інтегрального акселерометра.
8. Принцип роботи інтегрального магнітометра (компас).
9. Улаштування інтегрального барометра.
10. Улаштування ультразвукового сонару.
11. Польотний контролер MultiWii AIOP.

Література: 1-4.

План проведення заняття:

I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

II. Основна частина заняття.

1. Розгляд наведених теоретичних питань.
 - 1.1. Типова архітектура БПЛА та його обладнання.
 - 1.2. Система керування квадрокоптером.
 - 1.3. Типова структурна схема управління коптерами.
 - 1.4. Схема VTOL-літака з використанням UAVCAN датчиків та виконавчих механізмів.
- 1.5. Польотний контролер.
- 1.6. Принцип роботи інтегрального гіроскопу.
- 1.7. Принцип роботи інтегрального акселерометра.
- 1.8. Принцип роботи інтегрального магнітометра (компас).
- 1.9. Улаштування інтегрального барометра.
- 1.10. Улаштування ультразвукового сонару.
- 1.11. Польотний контролер MultiWii AIOP.

III. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків практичного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.

Тема № 3, 4. Апаратура радіокерування та електропривод БПЛА.

Практичне заняття: Апаратура радіокерування та електропривод БПЛА.

Навчальна мета заняття: розглянути складові частини апаратури радіокерування БПЛА та принцип роботи електроприводу.

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Комплект апаратури радіокерування.
 2. Функція Failsafe.
 3. Модуляція сигналу PPM.
 4. Формат сигналів PCM.
 5. Сумісність апаратури стандартів DSM2/DSMX.
 6. Сполучення приймача та передавача (біндинг).
 7. Імпульси PWM, тримери та субтримери.
 8. Витрати та експоненти.
 9. Конвертер PPM-EiM.
 10. Приймач-сателіт.
 11. Вбудована телеметрія.
 12. Антени.
 13. Системи стеження за напрямком.
 14. Диверсифікація антен.
 15. Огляд електродвигунів що можуть застосовуватись в приводі БПЛА.
 16. Властивості та характеристики безщіткових електродвигунів.
 17. Електронний контролер обертів електродвигуна ESC.
 18. Принципи керування бездатчиковими безколекторними електродвигунами.
 19. Схема регулятора обертів електродвигуна.
- Література: 1-4.

План проведення заняття:

I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

II. Основна частина заняття.

1. Розгляд наведених теоретичних питань.
 - 1.1. Комплект апаратури радіокерування.
 - 1.2. Функція Failsafe.
 - 1.3. Модуляція сигналу PPM.
 - 1.4. Формат сигналів PCM.
 - 1.5. Сумісність апаратури стандартів DSM2/DSMX.
 - 1.6. Сполучення приймача та передавача (біндинг).
 - 1.7. Імпульси PWM, тримери та субтримери.
 - 1.8. Витрати та експоненти.

- 1.9. Конвертер РРМ-ЕіМ.
- 1.10. Приймач-сателіт.
- 1.11. Вбудована телеметрія.
- 1.12. Антени.
- 1.13. Системи стеження за напрямком.
- 1.14. Диверсифікація антен.
- 1.15. Огляд електродвигунів що можуть застосовуватись в приводі БПЛА.
- 1.16. Властивості та характеристики безщіткових електродвигунів.
- 1.17. Електронний контролер обертів електродвигуна ESC.
- 1.18. Принципи керування бездатчиковими безколекторними електродвигунами.
- 1.19. Схема регулятора обертів електродвигуна.

ІІІ. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків практичного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.

Тема № 5. Джерела живлення БПЛА.

Практичне заняття: Джерела живлення БПЛА.

Навчальна мета заняття: розглянути типи акумуляторів, що використовуються в БПЛА, режими їх роботи та характеристики.

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Акумулятори.
2. Позначення параметрів силової літієвої батареї.
3. Заряджання літієвих батарей.
4. Особливості експлуатації та зберігання.
5. Підготовка батарей до зберігання.
6. Джерело бортового живлення.
7. Послідовний лінійний стабілізатор.
8. Імпульсні стабілізатори-перетворювачі.
9. Індикатор розряду батареї.

Література: 1-4.

План проведення заняття:

I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

ІІ. Основна частина заняття.

1. Розгляд наведених теоретичних питань.
- 1.1. Акумулятори.
- 1.2. Позначення параметрів силової літієвої батареї.
- 1.3. Заряджання літієвих батарей.
- 1.4. Особливості експлуатації та зберігання.
- 1.5. Підготовка батарей до зберігання.
- 1.6. Джерело бортового живлення.
- 1.7. Послідовний лінійний стабілізатор.

1.8. Імпульсні стабілізатори-перетворювачі.

1.9. Індикатор розряду батареї.

III. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків практичного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.

3. Рекомендована література.

Основна література:

1. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів) / КНТ, 2023. – 126 с.
2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ “КОМАНДИРУ ПІДРОЗДІЛУ ПО ЗАСТОСУВАННЮ БпАК ТАКТИЧНОГО РІВНЯ” (за досвідом проведення ООС (раніше АТО), О.О. Павлишен (керівник розробки), Г.М. Тимчук, Т.В. Цокур, 2018. – 72 с.
3. UAV Based Remote Sensing, Volume 2, Special Issue Editors Felipe Gonzalez, Toro Antonios Tsourdos, 2017. – 406 p.
4. Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics - 2014

Допоміжна література:

1. Unmanned aircraft systems : UAVS design, development and deployment / Reg Austin. This edition first published 2010. – 365 p.
2. Theory, design, and applications of unmanned aerial vehicles / A. R. Jha. Boca Raton, FL : CRC Press / Taylor & Francis Group, [2016]. 317 p.
3. SMART AUTONOMOUS AIRCRAFT Flight Control and Planning for UAV. Yasmina Bestaoui Sebbane, Université d'Evry, France. 2016 by Taylor & Francis Group, LLC – 434 p.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. [https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/bpla/\[bpla\]_ua_dynamics_brochure.pdf](https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/bpla/[bpla]_ua_dynamics_brochure.pdf)
2. [https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/bpla/\[bpla\]_zastosuvannya_bpak_takty%60chnogo_rivnya.pdf](https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/bpla/[bpla]_zastosuvannya_bpak_takty%60chnogo_rivnya.pdf)
3. <https://defence-ua.com/tags/389/>