

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни

«Загальні знання дистанційно пілотованих повітряних суден : Планер та системи  
безпілотних літальних апаратів»  
обов'язкових компонент освітньо-професійної програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт  
Оператор безпілотних літальних апаратів**

**за темою № 8    Обладнання повітряних суден**

**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 технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

**Розробник:**

*1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, викладач-спеціаліст Самохліб Олександр Олександрович*

**Рецензенти:**

- 1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.*
- 2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.*

### План лекції:

1. Перелік обладнання що може застосовуватися на БПЛА

### Рекомендована література:

#### Основна література:

1. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К.: Вища освіта, 2010. – 383 с.
2. Кулик М.С., Тамаргазін О.А. Конструкція, міцність та надійність газотурбінних установок і компресорів. Київ: НАУ, 2012. 477 с.
3. Іноземцев А.А., Сандрацький В.Л. Газотурбінні двигуни. П.: ВАТ «Авіадвигун», 2011. 1024 с.

#### Допоміжна література:

4. Царенко А.О. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.
5. Царенко А.О. «Вертоліт Мі-8Т. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 250 с.

### Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/878899d8-b7a7-4481-af22-9835c0748ba0/content>

### Текст лекції

#### Обладнання що застосовується на БПЛА

#### **Leica ADS100 - широкоформатна скануюча RGBN аерофотокамера**

Сімейство бортових скануючих датчиків ADS від Leica Geosystems зарекомендували себе надійним і високоякісним фотограмметричним рішенням з 2000 року. Сучасна вискооефективна бортова RGBN аерофотокамери нового покоління Leica ADS100 була представлена в 2013 році та є вдосконаленим аналогом камери Leica ADS80. Leica ADS100 розроблена відповідно до найвищих технічних стандартів і задовольняє потребам фотограмметрії 21 століття: висока ступінь автоматизації, швидкість роботи і чудова якість даних.



**Покращена якість зображення**

Скануюча камера **Leica ADS100** представлена в двох модифікаціях - SH100 (з фокусною відстанню 62.5 мм) та SH120 (з фокусною відстанню 120 мм). Мультиспектральна ширина смуги сканування 20 000 пікселів гарантує найвищу ефективність збору даних, а повноколірний RGBN з потрібним перекриття, отриманий в трьох напрямках від трьох незалежних каналів (вперед, назад і надир), забезпечує гнучкість і простоту для стереофонічної інтерпретації.

### **Скорочений час польоту**

Повноформатна трилінійна аерокамера Leica ADS100 з поліпшеним часом робочого циклу дозволяє отримувати менший GSD на більш високій швидкості, а фокусна відстань 120 мм дозволяє отримувати аерофотознімки з високою роздільною здатністю, що робить ADS100 SH120 ідеальним датчиком для високопродуктивного картографування міст і збору даних на великих крейсерських висотах. Крім цього, сам принцип дії даної цифрової аерофотокамери дозволяє для міських умов виконувати в 3 рази менше зльотів, тим самим істотно знизити витрати палива, в порівнянні з кадровими камерами.

### **Найшвидша швидкість обробки даних**

Аерозйомна камера Leica ADS100 володіє вбудованим високоточним Novatel SPAN GNSS датчиком (підтримка GPS, GLONASS та BeiDou) в поєднанні з інерційною системою IMU, які служать для визначення просторових координат в режимі реального часу, спрощують процес аеротриангуляції, дозволяють максимально прискорити процес обробки отриманих даних. Весь робочий процес від етапу планування польотної місії з ПЗ **Leica MissionPro** до створення ортофото, генерації хмари точок та роботи зі стереоданим із ПЗ **Leica XPro**, дозволяє здійснювати збір та обробку даних з найвищим рівнем продуктивності.

### **Загальна сенсорна платформа**

Leica ADS100 підтримує уніфіковане встановлення для літаків. Всі компоненти системи, такі як гіростабілізована платформа Leica PAV100 (служить для компенсації кутів нахилу літального апарату), контролер камери CC33, а також бортові дисплеї оператора та пілота, можуть використовуватися спільно з середньоформатною камерою Leica RCD30 і похилими камерами, що істотно знижує вартість фотограмметричних робіт і спрощує експлуатацію.



### **Leica Chiroptera 4X - батиметрична і топографічний лідар**

Лідар Leica Chiroptera 4X - це високоефективний бортовий датчик LiDAR від Leica Geosystems для топографічного і батиметричного сканування з високою роздільною здатністю, що дозволяє проводити батиметричну зйомку підводного рельєфу до глибини 25 м. Chiroptera 4X розроблений для задоволення зростаючої потреби наукової спільноти для досліджень геології і геоморфології в зборі якісних, деталізованих, високоточних даних, необхідних для моніторингу навколишнього середовища і зйомки мілководних морських районів водних об'єктів і водних об'єктів.

### **Значний приріст продуктивності**

Завдяки інноваційній технології сканування зі збільшеною в 4 рази щільністю хмари точок, в порівнянні з попередніми версіями батиметричних лідарів, **Leica Chiroptera 4X** забезпечує приріст продуктивності більш ніж на 50% без втрати якості й точності даних!

### **Інтелектуальний радар для батиметричної зйомки**

На сьогоднішній день Chiroptera 4X, в технічному аспекті, вельми просунута лідарна система. Гібрид LiDAR Leica Chiroptera 4X сканує зі швидкістю 140 000 точок в секунду в батиметричному каналі та 500 000 точок в секунду в топографічному каналі, що робить його ідеальним інструментом для безшовної зйомки морського узбережжя і суші. Система включає також 80-мегапіксельну камеру середнього формату Leica RCD30 для створення кольорових RGB хмар точок.

### **Вище точність, менше терміни**

- Безшовне тривимірне лазерне сканування землі (LiDAR) суші і прибережних зон, з реєстрацією повного хвильового сигналу в обох каналах;
- Ефективний збір даних за допомогою багатопроменевого сонара в особливо небезпечних зонах повільних руйнувань;

- Найбільша глибина проникнення лазерного променя серед конкуруючих систем;
- Простий збір топографічної (опис рельєфу землі) і батиметричної інформації (опис морського дна) для точного моніторингу навколишнього середовища;
- Економія часу на післяобробку за допомогою інтелектуальної автоматичної корекції даних з урахуванням показників заломлення води;
- Лідар Leica Chiroptera 4X легко оновлюється до глибоководної батиметричної системи LiDAR HawkEye 4X.

#### Батиметричні карти

Батиметричний лідар Leica Chiroptera 4X дозволяє здійснювати гідрографічні зйомки відповідно до стандарту S-44. Забезпечує високу повноту даних, скануючи поверхню в "сліпих" зонах за допомогою похилого (oblique) LiDAR та формує безшовні хмари точок, здійснюючи як топозйомку, так і батиметричну (підводну) зйомку з максимальним проникненням на глибину до 25 м в умовах навіть замуненої води.

#### Прибережний моніторинг

Ця високоефективна лідарна система підтримує інженерно-геологічний прибережний моніторинг шельфу морів і русла річок, а також геоморфологічний моніторинг ерозії ґрунтів. Отримані дані допомагають провести повне обстеження території, класифікувати морське / річкове дно і субстрат, надаючи дані про відбивну здатність поверхні й інтенсивність розвитку ерозійних процесів.

#### Дослідження річок і внутрішніх вод

Leica Chiroptera 4X надає актуальні дані для картографування, прогнозування і моделювання повеней - важливі протипаводкові заходи щодо захисту житлових районів і об'єктів інфраструктури, розташованих поблизу внутрішніх вод, що особливо актуально для західних (в басейнах річок Карпат) і центральних регіонів України (басейни річок Дніпро, Десна).

#### Моніторинг навколишнього середовища

Цифрова батиметрія проводиться з метою моніторингу навколишнього середовища. Картографування та класифікації підводної рослинності і середовища проживання підводної фауни дозволяє проводити наукові дослідження аквакультури, екології океанів / морів / внутрішніх вод і гідродинаміки водних об'єктів.

#### Workswell WIRIS 640 - інфрачервона камера

Workswell WIRIS 2nd Generation - це сучасна тепловізорна система для безпілотних літальних апаратів (БПЛА), вагою 390 гр, що має розширення 640 x 512 пікселів з температурною чутливістю до 0,03° C і діапазоном температур до 1 500° C.

Основна мета системи - просте перенесення, зберігання та аналіз радіометричних даних (температури) в реальному часі безпосередньо з літального

апарату і відображення цих даних на контролері оператора в режимі реального часу.

Система може безперервно записувати радіометричні відеоролики або зображення у внутрішній 32 ГБ пам'яті (до 80 000 зображень або 200 хвилин відео). Всі дані можуть бути проаналізовані в програмному забезпеченні, яке включене в пакет Workswell WIRIS.

Пілот БПЛА здатний записувати відео, знімати зображення і навіть управляти цілим меню WIRIS тільки за допомогою двох цифрових входів (ШІМ) або через SBus. Функціональність системи WIRIS розширює спектр використання від промислового і сільського господарства до забезпечення безпеки.

Система також пропонує різні режими, палітри, можливість використання різних сигналів, аналіз вимірювань і 16-ти кратне масштабування. Отримайте чіткий візуальний та інфрачервоний огляд під час всього польоту, використовуючи вбудовану цифрову камеру з високим здатністю 1 600 x 1 200 рх.

Якщо вам потрібно провести первинне коригування зображень, CorePlayer та ThermoFormat зможуть Вам з цим допомогти. Це програмне забезпечення дозволяє виконувати такі функції, як:

- Регулювання коефіцієнта випромінювання;
- Редагування радіометричних зображень (ІК-зображень) для встановлення рівня і діапазону;
- Зміна режимів палітри;
- Масштабування;
- Додавання інструментів вимірювання - плям, ліній, поліліній, прямокутників, функцій теплового профілю;
- Відображення збереженої інформації GPS і трасування траєкторії на реальній карті;
- Формування звіту PDF з отриманих вимірів;
- Експорт фотографій з цифрової камери (JPG, PNG);
- Експорт даних в Microsoft Excel (файл CSV) або просте зображення PNG;
- Створення графіка часу з радіометричного відео (опційно);
- Експорт відео AVI з радіометричного відео (опційно).

Workswell ThermoFormat допоможе в масивній обробці термограмм (теплових знімків). Якщо ви хочете змінити палітру, радіаційну здатність або діапазон температур на великій кількості термограмм, використовуйте Workswell ThermoFormat, який використовується для експорту зображень з інформацією GPS для створення 3D-моделі.

### **Безпілотна система повітряного сканування Delair-Tech DT26X Lidar**

#### **Особливості:**

Висока якість даних: єдина професійна безпілотна система повітряного сканування, здатна точно зняти інфраструктуру (наприклад, електропори, ЛЕП) або землю під деревами, з висоти 120 м і швидкістю 17 м/с. Політне завдання

безпосередньо контролюється з наземного пункту керування перевірки якості в режимі реального часу.

Швидке повернення владених коштів: дані повітряного LiDAR-сканування можливе отримати з маленького автоматичного БПЛА, що неабияк потішить вартість отримання цих дорогоцінних даних.

Безпека: розширені автоматичні відмовостійкі режими з аварійним парашутом. Аналіз безпеки, проведений відповідно до авіаційних стандартів, а саме ARP4761.

Польова готовність: менш ніж 8 хвилин до автоматичного зльоту, легкий транспортний кейс.

Модульність: повітряне рішення «під ключ». Сумісність із польотними завданнями відеоспостереження і фотограметрії.



### **Основні технічні характеристики**

- Тривалість польоту: до 80 хв.
- Розмах крил: 3.3 м
- Довжина фюзеляжу: 1.6 м
- Маса: 18 кг
- Матеріал корпусу: композитний (фіберглас, карбон, кевлар)
- Час розгортання: 8 хв.
- Старт: з катапульти
- Робоча висота польоту: 0-1250 м, максимальна — 1750 м
- Крейсерська швидкість польоту: 65 км/год
- Кут огляду/ширина смуги сканування: 70°/140 м (з висоти 100 м)
- Щільність хмар точок: 45 точок/м<sup>2</sup> (з висоти 100 м)
- Точність позиціювання хмар точок: 4 см у плані, 2 см по вертикалі
- Максимальна дальність польоту: 85 км
- Максимальна площа покриття території: 55 км<sup>2</sup> (з висоти 450 м)
- Дальність дистанційного керування та зв'язку з оператором: до 30 км (на висоті 250 м)
- Погодні умови: вітер до 36 км/год, помірний дощ, температура від 15° до 50°



- Посадка: на фюзеляж, мінімально допустимі розміри посадкової смуги 10 м × 20 м, рекомендується 20 м×40 м
- Датчик: LiDAR VUX-1-UAV RIEGL
  - Максимальна частота вимірювань: до 500 000 см./сек.
  - Максимальна дальність вимірювань (у разі коефіцієнта відбиття 20%): 550 м
  - Точність вимірювання дальності: 10 мм
  - Число відбиття від цілі: необмежене
- Високоточний двочастотний GNSS приймач, поєднаний з інерційною системою, для накопичення даних позиціонування для подальшого постоброблення

### **ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

1. Щільність сканування до 70 точок/м<sup>2</sup>.
  2. Швидкість сканування до 550 000 точок/хв.
  3. Абсолютна точність позиціонування до 2 см
  4. Число відбиття від цілі — необмежене
- вага (з корисним навантаженням): 15 кг  
 максимальний час польоту: до 80 хвилин  
 крейсерська швидкість польоту: 65 км/год,  
 дальність зв'язку з оператором: до 30 км,  
 стійкість до погодних умов: вітер до 36 км/год, помірний дощ,  
 температура: от -15° до +40°C  
 висота польоту: 0-12590 м, макс. 1750 м  
 датчик: LiDAR VUX-1-UAV (RIEGL), інтегрований із високоточною GNSS-інерціальною системою позиціонування.
- швидкість сканування: до 550 000 точок/з дальність вимірювань: до 550 м (за  $\rho \geq 20\%$ ) точність вимірювань за дальністю: 10 мм