

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВНА АКАДЕМІЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

**МАТЕРІАЛИ
ІХ Міжнародної
науково-практичної
конференції**

*«Управління високошвидкісними рухомими
об'єктами та професійна підготовка операторів
складних систем»*

Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем» 18 листопада 2020 року, Кропивницький. – Вид-во ЛА НАУ, 2020, – 360 с.

Організаційний комітет:

Голова:

Неділько С. – начальник Льотної академії НАУ

Заступники голови:

Сорока М. – в.о. заступника начальника академії з навчальної, науково-методичної та виховної роботи Льотної академії НАУ;

Неділько В. – директор Науково-виробничого інституту аеронавігації Льотної академії НАУ

Відповідальний секретар – **Козловська О.**

Члени оргкомітету:

Аманжолова Б. – професор кафедри кримінального права, процесу та криміналістики Карагандинського державного університету ім. академіка Е.А. Букетова (Республіка Казахстан);

Баранов Г. – професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету (м.Київ);

Гаєвська К. – директор Інституту міжнародного співробітництва Польської вищої школи в Варшаві (Республіка Польща);

Дем'янчук В. – начальник науково-дослідного центру НСЦ Украерорух (м.Київ);

Дмитрієв О. – в.о. декана факультету льотної експлуатації та обслуговування повітряного руху ЛА НАУ;

Жукова А. – проректор з наукової роботи Закладу освіти «Білоруська державна академія авіації», (м. Мінськ);

Калкаманов С. – професор кафедри електричного транспорту Харківського національного університету міського господарства ім. О.М.Бекетова;

Коломоєць О. – провідний фахівець з організації наукової роботи відділу забезпечення Кіровоградського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України;

Кіліан М. – завідувач кафедри розвитку та будівництва Університету прикладних наук Вайєнштефан-Трієздорф (Німеччина);

Ковальова О. – помічник начальника академії з громадських зв'язків ЛА НАУ;

Кучинська Є. – директор Інституту досліджень і розвитку, доктор наук у сфері безпеки вищої школи поліції в Щитно (Республіка Польща);

Маліновська І. – доцент факультету права та внутрішньої безпеки Вищої школи економіки, права та медичних наук у м. Кельце ім.проф. Є. Ліпінського (Республіка Польща);

Мірзаєв Б. – начальник головного центру єдиної системи ОПР Азербайджану;

Павленко М. – зав. кафедри Харківського університету Повітряних сил ім.І.Кожедуба;

Письменна М. – декан факультету менеджменту ЛА НАУ;

Рибіцька А. – доктор наук у сфері безпеки Університету ім.Павла Влодковича в Плоцьку (Республіка Польща);

Сидоров М. – помічник начальника ЛА НАУ із ЗП та ІР;

Сіроштан С. – начальник редакційно-видавничого відділу ЛА НАУ;

Тимочко О. – професор кафедри Харківського університету Повітряних сил ім.І.Кожедуба;

Українцева Т. – в.о. директора науково-технічної бібліотеки ЛА НАУ;

Українець Є. – професор кафедри конструкції та міцності ЛА та двигунів Харківського університету Повітряних сил ім. І.Кожедуба.

За достовірність та науковий зміст викладеного матеріалу відповідають автори.

А.В. Хафизов

**Параметры турбулентности и их измерение
в радиолокаторе доплеровского типа 70**

Секція 2

**Технології і методи управління та професійної підготовки у системі обслуговування
повітряного руху**

О.В. Артеменко, О.В.Самойленко, І. К.Коваленко

Розробка інтерфейсу для VR тренажеру для підготовки фахівців із АНЗПП..... 71

О.В. Артеменко, О.С. Козирєв

Розробка екранних форм ЕНЗ «NOTAM» 73

О.В. Артеменко, О.І. Коломієць

**Розробка системи формування професійно
важливих якостей студента для вступу в магістратуру 75**

О.В. Артеменко, М.О. Усата

Моделювання ЕНЗ «Розрахунок палива для виконання рейсу»..... 77

О.В. Артеменко, Д.Ю. Хамізіді

**Автоматизація процесу вибору запасного аеродрому при передпольотному
інформаційному обслуговуванні екіпажів повітряних суден..... 79**

Л.М. Джума, М.С. Скворцов

Аналіз програмного забезпечення для обробки знімків з БПЛА 80

В.М. Неділько, К.М. Шаповал

**Збереження льотної придатності повітряних суден
в умовах системи управління безпекою польотів 83**

А.В. Землянський, С.М. Саржевська

**Аналіз взаємодії «пілот - авіадиспетчер»
в конфліктній ситуації із застосуванням БСПЗ 85**

А.В. Землянський, С.М. Саржевська

**Алгоритм роботи моделі бортових систем попередження
зіткнень повітряних суден для диспетчерських тренажерів 87**

А.В. Землянський, Д.О. Мельникова, В.С. Астаф'єва

Алгоритм роботи модуля формування мовних повідомлень 89

А.В. Землянський, Г.С. Фролова

**Аналіз впливу стану поверхні на довжину гальмівної відстані для застосування
в моделі прийняття рішень екіпажами повітряних суден на етапі наземного руху 91**

А.В. Землянський, Д.О. Тиминський

**Аналіз способів вирішення потенційно-кофліктної ситуації
при попутному зближенні у вертикальній площині 93**

А.В. Землянський, А.С. Онищенко

**Сценарій розвитку ситуації з обмерзанням ВС на етапі
зльоту на прикладі катастрофи Як-40 RA-88179 09.03.2000 95**

А.В. Землянський, А.О. Горова

**Розрахунок часу на паркування
потенційно-кофліктної ситуації авіадиспетчером..... 97**

А.В. Землянський, К.О. Черненко

Аналіз класифікації видів і рівнів знань 99

К.В. Суркова, А.С. Скоропад

**Напрями дослідження зі створення електронного засобу навчання
з вибору запасного аеродрому..... 101**

Аналіз програмного забезпечення для обробки знімків з БПЛА

У сучасному світі величезне значення має своєчасність отримання інформації, досить відчутний відсоток якої (за різними даними, 70-85%) має просторову складову. Дані про об'єкти, що мають територіальну прив'язку, як не можна краще можуть бути представлені картою - найбільш поширеним способом осмислення такої інформації. Повнота і наочність необхідних відомостей докорінно впливають на швидкість і точність прийняття рішень в тій чи іншій ситуації. Людині, що приймає рішення, інформація може надаватися у вигляді тематичних карт, таблиць, діаграм, графіків, тощо. Для цього зазвичай застосовують спеціалізовані системи підтримки прийняття рішень, якими у разі просторово-орієнтованих баз даних можуть виступати геоінформаційні системи (ГІС).

Джерела літератури свідчать, що витрати на інформаційне забезпечення геоінформаційних проектів становлять від 70 до 90 % від їх загальної вартості [1]. Зрозуміло, що інформаційне забезпечення ГІС залишається вкрай трудомісткою справою.

Основними джерелами даних для ГІС виступають картографічні джерела, дані дистанційного зондування (ДЗЗ) і фотографічні дані, дані польових вишукувань, дані різноманітних кадастрів, Інтернет, дані гідрометеорологічних досліджень, літературні (текстові) дані, статистичні дані [1].

Увагу нашого дослідження зосереджено на питанні отримання фотографічних даних дистанційного зондування за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Причому, треба розуміти, що з точки зору необхідності подальшого аналізу й моделювання (прогнозування) ситуацій, характерних для процесу формування та обґрунтування управлінських рішень, особливу цінність мають зображення поверхонь з географічною прив'язкою.

Система БПЛА, крім стандартного планера та двигуна, включає основну плату процесора, інерційну навігаційну систему (INS), системи глобальних позицій (GPS), модуль телеметрії. Для цільових зображень також може бути встановлена фотокамера. Зображення, зроблені камерою, можуть згодом оброблятися програмним забезпеченням (ПЗ), яке спеціалізується на фотограмметрії.

Слід зазначити, що нами проведено серію експериментів із формування 2D- та 3D-моделей поверхонь й об'єктів, отриманих на основі знімків БПЛА та за допомогою ПЗ *Pix4D Mapper* та *DroneDeploy*. Поєднаємо отриманий нами практичний досвід та теоретичні дослідження у використанні ПЗ, що базується на фотограмметрії, та наведемо наступні результати.

Програмне забезпечення для фотограмметрії *Pix4D Mapper* дозволяє створювати професійні 3D-моделі та карти із зображень. Це програмне забезпечення перетворює зображення на дуже точні 2D-карти та 3D-моделі з географічними посиланнями.

Pix4D Mapper Professional використовує зображення для створення хмар точок, цифрових моделей поверхні та місцевості, ортомозаїк, текстурованих моделей тощо.

Виокремимо декілька ключових особливостей *Pix4D Mapper*:

- Ущільнена хмара 3D-точок - це набір 3D-точок, які реконструюють модель. Позиція X, Y, Z та інформація про колір зберігаються для кожної точки ущільненої хмари точок.
- Карти індексів (NDVI, NDRE). Можна працювати з відомими індексами, такими як NDVI та NDRE, що використовуються БПЛА сільськогосподарського призначення, або створювати власні індекси.
- Карти додатків. Можна об'єднувати та візуалізувати значення, отримані з індексних карт.
- Термографія - радіометрична точна карта із значенням температури кожного пікселя.

Формати виводу програмного забезпечення для фотограмметрії Pix4DMapper:

- Хмара кольорових точок - .las, .laz, .ply, .xyz
- Класифікована хмара точок
- Індексні карти - GeoTiff (.tif), .shp
- Теплові карти - GeoTiff (.tif) [6].

Найкраще програмне забезпечення, що базується на фотограмметрії для створення 3D моделей - MapsDroneDeploy - це провідна платформа хмарних програм у світі для картографування, БПЛА та 3D-моделювання.

Мобільний додаток DroneDeploy дозволяє керувати майже усіма БПЛА, такими як Phantom 3, Phantom 4, Inspire 1 і 2, MavicPro, Matrice 100, 200 і 600 моделей, щоб створювати інтерактивні карти та моделі. Він дуже простий у використанні як для початківців, так і для професіоналів, які люблять цю швидку програму для фотограмметрії.

Слід відзначити простоту процесу керування БПЛА з використанням додатку DroneDeploy, високу якість обробки зображень та створення 2D та 3D-моделей на сервері, можливість аналізувати, коментувати та ділитися своїми картами з іншими безпосередньо з програми, а також виокремити такі основні моменти автономного польоту:

- Просте планування польоту
- Налаштування автоматичного польоту та камери
- Автоматизовані передпольотні перевірки безпеки
- Підтримка багатопольотних місій та вибір вихідної точки для продовження місії
- Офлайн-можливості польоту
- Спеціальні параметри (висота, покриття зображення спереду та збоку, налаштування камери) [8].

Підсумовуючи можна стверджувати, що зображення, отримані з БПЛА, придатні для обробки за допомогою різних програмних пакетів, таких як Pix4d Mapper, та DroneDeploy. Порівняємо ці два додатки за наступними критеріями.

1) Фотокамера, встановлена на БПЛА, повинна бути відкалібрована. Вбудовану камеру можна калібрувати в лабораторних умовах або калібрувати зображення під час обробки. Програмне забезпечення і Pix4d, і DroneDeploy мають деякі переваги, вони мають самокалібрування, і перед фотографуванням не потрібно турбуватися про параметри камер.

2) Орієнтація зображення повністю автоматизована як в Pix4d Mapper, так і DroneDeploy. Користувач може навіть не знати про процеси фотограмметрії, що виконуються всередині програми. Тим часом в деяких програмах ті ж процеси повинні виконуватися вручну або напівавтоматично, наприклад, фіксація центру зображення, тому користувач повинен дуже добре знати основи фотограмметрії.

3) Pix4d Mapper та DroneDeploy автоматично генерують орто-мозаїку.

4) Програмне забезпечення DroneDeploy може робити топографічну карту вручну та у стереорежимі. Користувач бачить дані об'єктів у 3D на екрані комп'ютера. Pix4d Mapper не має цієї функції. Топографічна карта, виконана в стереорежимі, є більш точною й не має таких недоліків, як Pix4d Mapper.

5) Програмне забезпечення Pix4d Mapper може обробляти якісно величезну кількість зображень. Це важко зробити за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, оскільки фотограмметрія потребує високоякісних зображень. Тож, якщо зображень багато, краще використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для обробки БПЛА, а не лише спеціалізоване програмне забезпечення для фотограмметрії. Програмне забезпечення DroneDeploy також має таку функцію.

6) Стосовно цін та умов. На програмне забезпечення Pix4d Mapper можна оформити підписку на місяць або рік, або ж придбати постійну ліцензію. Перманентне ліцензування передбачає один рік оплаченої технічної підтримки, оновлень і використання хмари. Умови ліцензії допускають роботу на двох пристроях одночасно. Працює тільки під Windows. 260 € – місяць, 2600 € – рік, 6500 € – перманентна ліцензія.

На безкоштовному плані програмного забезпечення DroneDeploy з укороченим функціоналом можна зробити до 5 карт в місяць (кожна з не більше ніж 500 фото). Обмеження на роздільну здатність карти 5 см на піксель.

Також є кілька планів з щомісячною підпискою на сервіс і пробними 30 днями користування на кожному. У найдорожчому за \$ 299 в місяць (+ \$ 99 за додаткового користувача) можна отримати повний функціонал, необмежену кількість карт з роздільною здатністю до 1 см на піксель, до 3000 фото на карту, пріоритетну обробку на сервері, свій логотип на вихідних звітах.

7) За критерієм ергономічності та комфортності взаємодії з БПЛА під час польоту ми надали перевагу програмному забезпеченню DroneDeploy.

Література

1. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.

2. К'ябрандо Ф., П'ятті Д., Рінаудо Ф. Системи БПЛА та PRV для фотограмметричних зйомок в археологічних районах: два тести в регіоні П'ємонт (Італія). Журнал археологічних наук, вип. 38, випуск 3, 2011, С. 697-710.(Дата звернення 11.11.2020).

3. Kim J., Lee S., Ahn H., Seo D., Park S., Choi C. Доцільність використання смартфона як корисного навантаження в фотограмметричній системі БПЛА. Журнал фотограмметрії та дистанційного зондування, вип. 79, 2013, С. 1-18. (Дата звернення 11.11.2020).

4. Перес М., Агуера Ф., Карвахаль Ф. Недорогі зйомки за допомогою безпілотного літального апарату. Міжнародний архів фотограмметрії, дистанційного зондування та просторових інформаційних наук, вип. XL1 / W2, UAV-g, Росток, Німеччина, 2013. (Дата звернення 11.11.2020).

5. Yun M., Kim J., Seo D., Lee J., Choi C. Можливість застосування смартфона як корисного навантаження для фотограмметричної системи БПЛА. Міжнародний архів фотограмметрії, дистанційного зондування та просторових інформаційних наук, вип. 39, Випуск В4, 2012, С. 349-352 (Дата звернення 11.11.2020);

6. Pix4Dmapper Провідне програмне забезпечення для фотограмметрії для професійного картографування безпілотників Електронне джерело URL:<https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software>.(Дата звернення 11.11.2020).

7. Компанія ООО «УГТ-Холдинг» Електронне джерело URL: <http://ugt-holding.com/shop/product/po-photomod-uas>. (Дата звернення 11.11.2020);

8. EnterpriseGrade. DroneSoftware [Електронний ресурс]. URL:<https://www.dronedeploy.com/product/platform/>

9. Видавець міжнародних наукових журналів та організатор міжнародних конференцій “JVE International”. URL: <https://www.jvejournals.com/article/15152>(Дата звернення 11.11.2020).