

## **Література**

1. Бойчук В.С. Довідник дорожника. – К. : Будівельник, 1995. – 312 с.
2. Мусиенко И.В. УКРРВС 20: автоматизированный расчёт дорожных водопропускных труб. Вісник ХНАДУ, №90. Харків: ХНАДУ, 2020. – С. 32 – 37.
3. Лупина Т.А. Гидравлический расчет дорожных водопропускных труб в системе MathCAD: Методические указания. – Москва: МИИТ, 2012. – 56 с.

## **СУЧАСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ПРИ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ**

Бабій М.С.

(науковий керівник к.е.н., доц. Кустовська О.В.)

Національний університет біоресурсів і  
природокористування України

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) завжди були надбанням військових, проте останнім часом такі їх представники, як квадрокоптери, завойовують своє місце ще й у різних сферах цивільного життя. Щодня людство знаходить їм нові застосування, тим самим роблячи і певні апгрейди літаючих помічників. Дронам пророкують долю мобільних телефонів, тобто в недалекому майбутньому вони можуть стати незамінним атрибутом нашого життя. Це пояснюється, насамперед, порівняно невеликою їх вартістю, простотою керування, малими витратами на експлуатацію та утримання тощо. На теренах Інтернету можна знайти дуже багато прикладів використання дронів (я нарахував близько ста), та хотілося б зупинитися на найцікавіших, та, на мій погляд, найкорисніших, зокрема: картографія (дронкартографія): сьогодні широко

використовуються невеликі та легкі дрони, які завдяки спеціальному програмному забезпеченню можуть досліджувати природні та міські ландшафти, створюючи, окрім фото, тисячі цифрових точок, які об'єднуються у цифрові зображення, а згодом і у 3D-моделі. В той же час створюються і різні супроводжуючі програмні засоби зі «склеювання» отриманих знімків та виконується геоприв'язка отриманого зображення до певної системи координат. Створена на базі хмарних технологій система коректує фотографії так, щоб вони здавалися зробленими з одного і того ж кута, цей процес називається ортотрансформуванням. Одним з прикладів такого ПЗ є Maps Made Easy.

За практичну основу роботи було взято задачу побудови топографічної карти для земельної ділянки з кадастровим номером: 3222483200:03:001:0017 та площею 1.3076 га, яка знаходиться в селі Забір'я Київської області.

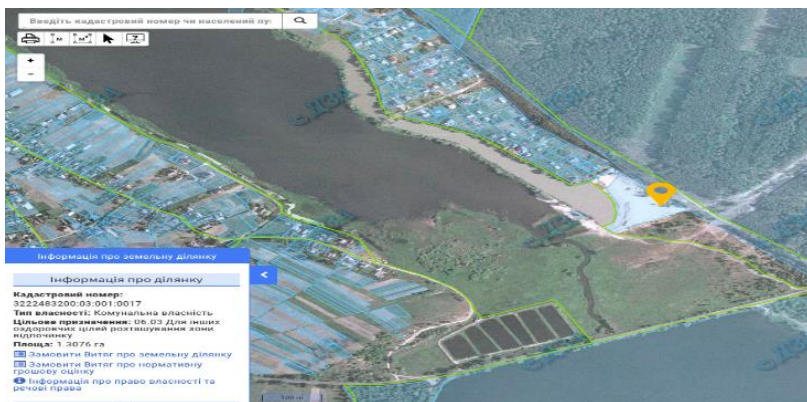


Рисунок 1 – Відображення земельної ділянки на кадастровій карт

У ході виконання рекогностування цієї місцевості було встановлено, що ця територія є забудованою, та має

вихід до водойми та нахилений рельєф який понижується в напрямку води. Також на ній було мало дерев, що зробило доцільним використання БПЛА для зйомки місцевості.

У сучасних умовах, для побудови маршруту аерофотозйомки з допомогою БПЛА можна використовувати спеціалізовані додатки для смартфонів. Зокрема для виконання цієї роботи використовувалось ПЗ



Рисунок 2 – Вікно планування аерофотозйомки в Pix4DCapture.

Густа хмара точок – це великий набір крапок, фіксованих в єдиній системі координат. Хмара представляє собою точну цифрову копію усіх видимих поверхонь об'єкта. Тобто кожна точка хмари має свої координати.

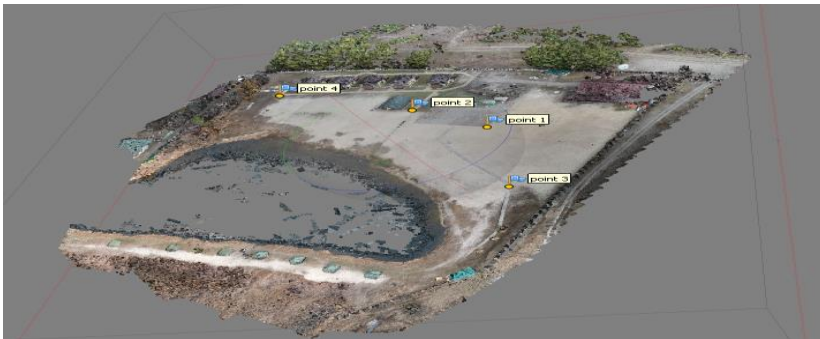


Рисунок 3 – Вигляд густої хмари точок в agisoft.

Створення густої хмари точок є основним та найбільш ресурсовитратним етапом.

Після того як хмара точок була створена, автоматично виконується процес формування сітки TIN з якої пізніше отримують цифрову модель поверхні. У програмі «Photoscan» ця обробка повністю автоматизована за допомогою попереднього встановлення наступних параметрів: тип поверхні – довільний; вихідні дані для визначення TIN – густа хмара точок; максимальна кількість полігонів, які братимуть участь у формуванні мережі – висока. Фрагмент сформованої мережі можна побачити нижче.

Одним з найголовніших завдань програмного забезпечення з фотограмметрії є формування цифрової моделі рельєфу. Цей процес базується на алгоритмах відповідності та автокореляції. Автоматично створена цифрова модель рельєфу показана на (рис. 4). На (рис. 5) показано фінальний вигляд ортофотоплану

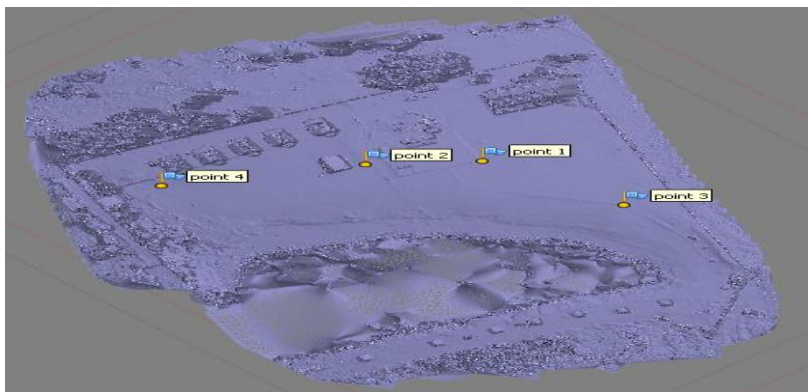


Рисунок 4 – Згенерована цифрова модель рельєфу

У кінцевому результаті, проект містить 9млн 108 тис. 537 точок, визначених з аерознімків, виконаних з

допомогою БПЛА, кожна з яких має визначенні просторові координати.

У загальному вигляді подальший процес можна описати таким порядком дії:

1. Створення ортофотоплану, на основі створеної щільної хмари точок.
2. Прив'язка ортофотоплану
3. Векторизація ситуації та розміщення топографічних знаків.
4. Аналіз точності та відповідності реальній ситуації



Рисунок 5 – Ортофотоплан

Для пришвидшення процесу камеральної обробки даних, та створення топографічного плану, використовувалось ПЗ «Geonics». Це ПЗ являє собою розширення функціоналу базової версії САПР «AutoCAD», а саме підтримку топографічних знаків, для М 1:500-1:10000, аналіз поверхонь, створення горизонталей і т.д.

Для створення горизонталей, мною було завантажено створенні в «CloudCompare» горизонталі, та на їх основі створено поверхню в ПЗ «Geonics». Це було

зроблено для полегшення роботи, оскільки горизонталі, створені внутрішніми засобами ПЗ, можна легко аналізувати, та використовувати для побудови точок на цій поверхні.

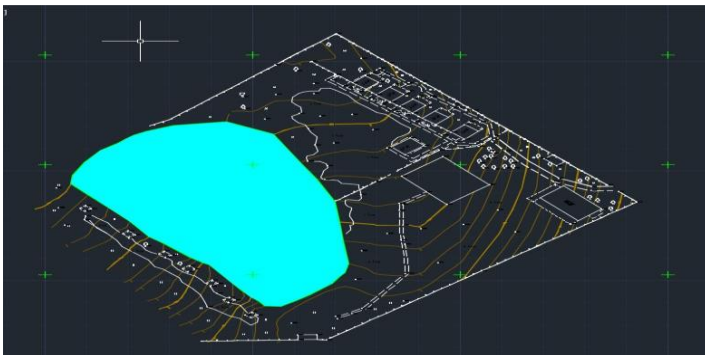


Рисунок 6 – Топографічний план створений в ПЗ «Geonics»

Для аналізу результатів роботи по створенню топографічного плану з використанням БПЛА, мною було виконано порівняння цього плану з планом який побудовано на основі GNSS зйомки.

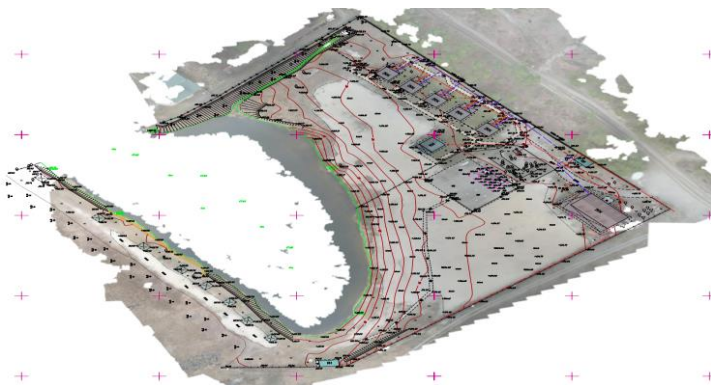


Рисунок 7 – Топографічний план побудований на основі GNSS-знімання

Тобто, одразу можна відмітити неможливість відображення крутих схилів на основі аерофотозйомки, також помітна різниця в побудові горизонталей. Проте відображення об'єктів в плановому відношенні, однакове для обох методів, тобто планові об'єкти побудовані на основі аерофотозйомки не мають великих помилок в геометрії. Проведено теоретичний розрахунок величин точності для окремо виділеного об'єкту та літального апарату. Було показано весь цикл польових робіт, на безпосередньому прикладі реально виконаних робіт, з подальшим порівнянням результату отриманого за допомогою БПЛА, з результатом, який отриманий на основі РТК-знімання. Також проведено кошторисний, організаційний та охоронний аналізи виконаних робіт.

Обґрунтовано головні переваги та недоліки використання БПЛА для виконання топографо-геодезичних робіт, зокрема, переваги: більш швидке виконання робіт, можливість виконання велико масштабних знімань, безпечність, легкість у використанні, низька вартість; до недоліків віднесемо: неможливість проведення точного нівелювання при аерофотозйомці, значна залежність від погодніх умов, відсутність можливості аналізу точності виконаних робіт одразу після їх виконання.

### **Література**

1. Інженерна геодезія: Монографія / П.І. Баран. – К.: ПАТ «ВПОЛ», 2016. – 618 с.: іл.
2. Технології PVP. URL: [http://www.avia.org.ua/data/Tehnologia\\_PVP.pdf](http://www.avia.org.ua/data/Tehnologia_PVP.pdf)
3. Gospodinova, V.; Georgiev, P. An innovative technology for creating an orthophotoplan. J. Min. Geol. Sci. 2017, P. 48–52.