

## SECTION XXVII. ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.36074/logos-18.08.2023.82

### СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ

Долина Юлія Олексіївна

здобувач освіти

*Кропивницький будівельний фаховий коледж*

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:**

Поплавка Оксана Юріївна

викладач геодезії

*Кропивницький будівельний фаховий коледж*

УКРАЇНА

**Інженерно-геодезичні вишукування** забезпечують надання інформації, необхідної для комплексного оцінювання умов території будівництва, проектування та безпечної експлуатації об'єктів будівництва та архітектури, інженерного захисту територій, для цілей планування територій, архітектурно-містобудівного проектування, ведення містобудівного кадастру, геодезичного забезпечення будівництва.

– **Метою виконання інженерно-геодезичних вишукувань є отримання даних для:**

- забезпечення територіального планування;
- розробки ескізного проекту, техніко-економічного обґрунтування;
- розробки проекту;
- розробки робочої документації;
- прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів;
- експлуатації об'єктів.

– **До складу інженерно-геодезичних вишукувань входять:**

- збір та аналіз наявних матеріалів топогеодезичної направленості з метою оцінки їх репрезентативності та достатності;
- створення геодезичної основи топографічної зйомки шляхом побудови державної геодезичної мережі 3 та 4 класів; геодезичної мережі згущення 1-го та 2-го розрядів і нівелірної мережі II, III та IV класів, а також планово-висотної зйомочної геодезичної мережі у вигляді теодолітно-нівелірних та теодолітно-тахеометричних ходів;
- інженерно-геодезична та великомасштабна топографічна зйомка виконана з точністю масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500, 1:200 та точніше;
- інженерно-гідрографічні та трасувальні роботи, геодезичні стаціонарні спостереження, кадастрові та інші спеціальні роботи, а також комплексні інженерно-геодезичні вишукування, що включають усі види робіт, що дозволяють отримати просторову модель розташування елементів існуючої ситуації;

- створення топографічних планів, профілів, інших топогеодезичних матеріалів у графічній та цифровій формах, призначених для розроблення проєктів, робочої документації та будівництва об'єктів, для оцінювання техногенного навантаження, розроблення заходів з інженерної підготовки та захисту території;

- зйомка підземних інженерних комунікацій;
- створення та ведення геоінформаційних систем населених пунктів і промайданчиків, державного містобудівного та земельного кадастрів;
- оновлення інженерно-топографічних планів вишукувань минулих років за виявленими у результаті польового обстеження змінами ситуації та рельєфу;
- інженерно-геодезичні роботи з контролю за деформаціями будівель, споруд та елементів їх конструкцій у період будівництва та експлуатації.

Камеральне опрацювання даних інженерно-геодезичних вишукувань проводять автоматизованими методами.

**Топографічна зйомка** є одним з видів геодезичних вишукувань, результатом якої є складання плану місцевості, а також топографічної карти. Під час наземної топографічної зйомки інженер-геодезист проводить вимірювання висот, відстаней, поворотних кутів тощо.

Розглядаючи сучасні технології топографічного знімання, відзначимо збільшення кількості методів, якими виконують знімання. Серед них: лазерне 3D-сканування, знімання з безпілотних літальних апаратів (БПЛА), GNSS-знімання тощо.

Одним із інноваційних рішень для геодезичних вишукувань стало **лазерне 3D-сканування**. Цей метод топографічної зйомки дозволяє отримати зображення складних архітектурних і промислових об'єктів, гірничих виробок, кар'єрів тощо. Лазерне сканування – це технологія збору просторових даних для різних об'єктів за допомогою 3D-сканерів (рис.1). Вони дозволяють здійснити до мільйона вимірювань в секунду, завдяки чому ми отримуємо хмару точок з просторовими координатами, які є базою отримання дво- і тривимірних моделей об'єкта. Отримані дані використовуються для різноманітних вимірювань, аналізів і розрахунків.



Рис. 1. Лазерне сканування

- **Наразі існує три основних види лазерних сканерів:**
  - імпульсні (TOF) сканери – розраховують відстань, як функцію часу проходження лазерного променя до досліджуваного об'єкта і в зворотному напрямку;
  - фазові сканери – метод отримання даних, який ґрунтується на визначенні різниці фаз між вихідним і прийнятим сигналами;

- триангуляційні 3D-сканери – принцип роботи яких полягає в розв’язанні трикутника, де роль просторових точок виконують випромінювач, об’єкт і приймач сигналу.

– Залежно від характеру польових робіт і досліджуваного об’єкта можна виділити **три основних методи**:

- наземне лазерне сканування – проводиться стаціонарно для зйомки складних промислових об’єктів, відкритих гірничих виробок, а також архітектурних споруд, що являють історичну і культурну цінність

- мобільне лазерне сканування – застосовується для зйомки залізниць і автошляхів, мостів і тунелів, а також лінійних об’єктів (трубопроводів, ЛЕП тощо). Суть методу полягає в тому, що сканер встановлюють на автомобіль, а це дозволяє виконувати сканування в неперервному русі;

- повітряне лазерне сканування – один із різновидів аерофотозйомки. Сканер встановлюють на літальний апарат, що дозволяє виконати зйомку землі під кронами дерев і в місцях щільної забудови.

**GNSS** представляє собою систему супутникової навігації, створену з метою позиціонування (визначення координат) об’єктів. GNSS системи складаються з двох складових: космічної та наземної. Принцип роботи таких систем полягає у вимірюванні відстані від антени на об’єкті до супутників (рис.2). Знаючи відстані до декількох супутників, положення яких відомо достатньо точно, навігаційні системи за допомогою звичайних геометричних побудов обчислюють місцезнаходження об’єкта.



Рис. 2. GNSS-знімання

Основні діючі і перспективні GNSS системи: GPS (США), GELILEO (Євросоюз), BeiDou (Китай), QZSS (Японія).

З метою підвищення точності позиціонування з декількох метрів до сантиметрів у багатьох країнах створюються наземні системи радіомаяків, а також інформаційна радіосистема для передачі користувачам диференціальних поправок, що дозволяють значно підвищити точність визначення координат.

Диференціальна поправка пересилається або з геостаціонарних супутників (системи WAAS, EGNOS, MSAS і ін.), або з наземних базових станцій.

Найбільша точність досягається при використанні RTK-поправок саме з наземних базових станцій. Саме така мережа під назвою System.NET діє з 2011 р в Україні.

**Безпілотні літальні апарати (БПЛА)** усе ширше використовують для аерознімання як недорогого альтернатива традиційного аерознімання з літаків, гелікоптерів, мотодельтапланів і космічного (супутникового) знімання.

Слід відзначити, що розвиток безпіотної авіації відкриває широкий спектр можливостей для фахівців в області ГІС, ДЗЗ та землеустрою. Дає можливість ведення локального моніторингу природних ресурсів з високою періодичністю та мінімальними затратами.

– **Використання безпілотних літальних систем дозволяє:**

- вирішувати топографічні та інженерно-геодезичні завдання;
- будувати тривимірні моделі місцевості;
- виконувати дистанційну діагностику інженерних споруд;
- здійснювати тепловізорну зйомку;

Пролітаючи по заданому маршруту можна отримати точні і достовірні фото та відеоматеріали про особливості рельєфу, контурів ситуації, стану природних ресурсів місцевості, котрі потребують дослідження.

Світові виробники дронів окрім приладів для звичайного фото-відео знімання за останні роки почали випускати промислові дрони, наприклад, квадрокоптери серії DJI Matrice 200 (рис.3), які були представлені в Україні в 2018 році.



Рис. 3. DJI Matrice 200

Додаткова система RTK, дозволяє посилити якість сигналу для позиціонування при виконанні знімання в умовах щільної забудови, для інспектування підвісних конструкцій або опор мостів. Найбільшою перевагою використання цього модулю є можливість виконання знімання поблизу металевих конструкцій та в місцях наявності магнітних аномалій, наприклад, на рудних кар'єрах, де застосування БПЛА без такого модулю проблематично. Крім того, вже є можливість використовувати спеціалізовані сенсори з якісною стабілізацією для виконання інспектування стану будівель: телевізійні модулі та камери з 30 кратним збільшенням.

Найбільшу цінність несе якісна фотограмметрична обробка, що враховує особливості обробки знімків з дронів. Програмне забезпечення від швейцарського розробника Pix4d (рис.4) з самого початку було орієнтовано саме на врахування цих особливостей для подальшого виконання метричних робіт. За допомогою цього програмного забезпечення на основі даних з дронів можна отримати такі типи даних як хмара точок, ортофотоплан, матриця висот, текстуровані поверхні тощо.

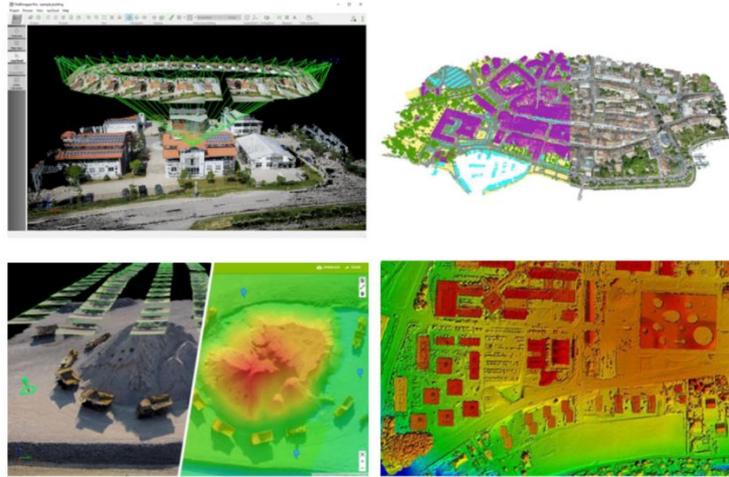


Рис. 4. Програмне забезпечення Pix4d

#### Список використаних джерел:

- [1] Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Лялюк О. Г. Інженерні вишукування. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009 – 150 с.
- [2] ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва (Друга редакція)
- [3] Бачишин Б.Д. Інженерна геодезія : навч. посіб. [Електронне видання]. – Рівне: НУВГП, 2020. – 196 с.