

2. Рекомендации по проектированию земляного полотна в сложных инженерно-геологических условиях. ЦНИИС Минтрансстроя СССР, 1974. 235 с.

3. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях.

4. ДБН В.1.1-46:2017 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення.

5. ДБН В.1.1-25-2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення

ОГЛЯД ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АЕРОФОТОЗНІМАЛЬНИХ РОБІТ

Філатов К. С.

(науковий керівник к.т.н., доц. Саркісян Г. С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Аерофотозйомка – один із найефективніших методів отримання просторових даних, техніка одержання знімка поверхні Землі або особливостей її атмосфери чи гідросфери з певної висоти за допомогою камер, встановлених на літаках – пілотованому або безпілотному.

Залежно від застосовуваних технологій розрізняють такі види та методи аерофотозйомки:

– одинарна аерофотозйомка у видимому діапазоні. За допомогою цієї методики можна отримати надточні кольорові фотографії місцевості. Ця технологія зазвичай застосовується для створення топографічних карт; також виконується аерофотозйомка земельних ділянок, міста, селищ, будинків, ЖК, доріг, лісів, річок, озер тощо;

– інфрачервона аерофотозйомка. У цьому випадку фотографування виконується за допомогою спеціальної техніки, яка здатна сприймати інфрачервоне випромінювання. Технологія інфрачервоної фотозйомки погано підходить для створення знімків місцевості, проте її можна застосовувати для створення ортофотопланів та спеціальних тематичних карт, а також для оцінки екологічного стану місцевості;

– тепловізійна фотозйомка. Технологія дозволяє отримати тепловий знімок місцевості, на якому буде видно розподіл температури. Тепловізійна фотозйомка ідеально підходить для обстеження теплотрас та інженерних комунікацій, пошуку джерел пожежі, оцінки обводненості землі, а також для екологічних досліджень (наприклад, підрахунок тварин або виявлення місць скидання відходів у річки);

– сучасна аерозйомка та повітряне лазерне сканування. В даному випадку фотографування здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв-лідарів, які виконують сканування місцевості за допомогою лазерних променів. Лазерна зйомка дозволяє отримати дуже точний знімок рельєфу місцевості. Тому її зазвичай застосовують для уточнення карт, геологічної розвідки та створення знімків ділянок, де відбуваються небезпечні геологічні процеси.

Можна визначити 5 основних напрямленостей аерофотознімальних робіт для отримання:

- ортофотопланів;
- цифрових моделей місцевості;
- топографічних карт та планів;
- 3D моделей споруд (фасадів будинків, гідротехнічних споруд, то що);
- використання у різноманітних ГІС програмах.

На сучасному рівні, для досягнення вищезгаданих цілей найбільш ефективним є використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Звісно, що не

кожен БПЛА може використовуватись для проведення аерофотознімальних робіт.

БПЛА можуть володіти різним ступенем автономності – від керованих дистанційно до повністю автоматичних, а також відрізнятися за конструкцією, призначенням та багатьма іншими параметрами.

БПЛА – новий фотограмметричний інструмент, передумовами для поширення застосування є подолання недоліки двох традиційних способів отримання даних ДЗЗ. До них відносяться космічна зйомка та аерофотозйомка за допомогою повітряних пілотованих апаратів.

Перевагами застосування БПЛА є:

- рентабельність;
- можливість зйомки з невеликих висот та поблизу об'єктів. Отримання знімків високої роздільної здатності;
- оперативність отримання знімків;
- можливість застосування в зонах надзвичайних ситуацій без ризику для життя та здоров'я пілотів.

Ознаки для визначення аерофотознімальних БПЛА, що застосовуються з метою картографування:

– тип конструкції: БПЛА літакового чи вертолітного типу;

– спосіб керування: автоматичний чи напівавтоматичний;

– БПЛА для аерофотозйомки з метою картографування повинен мати на своєму борту повноцінний автопілот, здатний витримувати параметри зйомки (маршрут, кути нахилу фотоапарата, відсоток поздовжнього та поперечного перекриття, висоту тощо) навіть при малій масі апарата в широкому діапазоні метеоумов;

– корисне навантаження: відкалібрована цифрова автоматична фотокамера (можливо як доповнення відеокамера, тепловізор та ІЧ-камера), відсутність зайвого цільового навантаження, необхідного для військових безпілотників;

– на сьогоднішній день це повинні бути моделі, що літають на малих висотах (у класі повітряного простору G з висотою до 4,5 км на ненаселених територіях, в межах якого планується запровадити повідомний порядок польотів для малої та безпілотної авіації). Отримання дозволу на польоти в класах А і С поки що можливе лише військовими;

– комерційно доступні – експериментальні польоти, що витримали, і надійшли в серійне виробництво;

– за допомогою моделі виконані фотограмметричні проекти, на які є посилання на сайті виробника, або за матеріалами проектів випущено статті. На сайті компанії є вказівка, що головним або одним із призначень є аерофотозйомка.

На сьогоднішній день БПЛА для аерофотозйомки – це в основному легкі апарати з класів "мікро" до 5 кг і "міні" до 30 кг (рис. 1).

Виконання аерофотозйомки з метою професійного картографування висуває підвищені вимоги до вихідних даних, а саме до витримування геометричних параметрів зйомки. Невеликі БПЛА економічні в експлуатації та портативні, проте менш стабільні з цього погляду [1].

Figure 1: UAS Categorization

UAS Categories	Acronym	Range (km)	Flight Altitude (m)	Endurance (hours)	MTOW (kg)	Currently Flying
Tactical						
Nano	n	< 1	100	< 1	< 0,025	yes
Micro	μ (Micro)	< 10	250	1	< 5	yes
Mini	Mini	< 10	150* to 300*	< 2	< 30 (150*)	yes
Close Range	CR	10 to 30	3,000	2 to 4	150	yes
Short Range	SR	30 to 70	3,000	3 to 6	200	yes
Medium Range	MR	70 to 200	5,000	6 to 10	1,250	yes
Medium Range Endurance	MRE	> 500	8,000	10 to 18	1,250	yes
Low Altitude Deep Penetration	LADP	> 250	50 to 9,000	0,5 to 1	350	yes
Low Altitude Long Endurance	LALE	> 500	3,000	> 24	< 30	yes
Medium Altitude Long Endurance	MALE	> 500	14,000	24 to 48	1,500	yes
Strategic						
High Altitude Long Endurance	HALE	> 2000	20,000	24 to 48	(4,500*)12,000	yes
Special Purpose						
Unmanned Combat Aerial Vehicle	UCAV/	approx. 1500	10,000	approx. 2	10,000	yes
Lethal	LETH	300	4,000	3 to 4	250	yes
Decoy	DEC	0 to 500	5,000	< 4	250	yes
Stratospheric	STRATO	> 2000	>20,000 & <30,000	> 48	TBD	no
Exo-stratospheric	EXO	TBD	> 30,000	TBD	TBD	no
Space	SPACE	TBD	TBD	TBD	TBD	no

TBD =
To Be Defined

* = according to
national legislation

° = in Japan

Рисунок 1 – Класи БПЛА за даними UVS International [2]

Як наслідок, блоки знімків, отримані з БПЛА, що мають відмінну детальність, яскравість і контрастом можуть мати низьку фотограмметричну якість з точки зору традиційних фотограмметричних пакетів.

Отримані з використанням БПЛА матеріали можуть використовуватись для:

- оцінки стану території;
- виконання аерофотозйомки місцевості з фіксацією моментів фотографування для отримання геоприв'язаних фотографій;
- створення ортофотопланів та цифрових моделей місцевості за матеріалами аерофотозйомки;
- створення карт висот;
- створення 3D моделей місцевості;
- обчислення обсягів порід у кар'єрах та насипних об'єктах.

Отже, БПЛА стали найбільш важливим та затребуваним інструментом з точки зору оперативності отримання даних, що безпосередньо пов'язано з низькою вартістю, високою швидкістю розгортання та відмінними характеристиками підсумкових даних. Використовуючи безпілотний апарат в аерофотозйомці гарантується точність виконання та отримання ортофотоплану місцевості. Універсальність БПЛА та квадрокоптерів пов'язана з його автономністю і малими швидкостями польоту, що служить безперечним плюсом при виконанні аерофотозйомки на площах до 100 кв. км.

Література

1. Розробка та дослідження БПЛА для аерознімання / В. М. Глотов, А. В. Гуніна, В. Колесніченко, О. Прохорчук, М. І. Юрків. Геодезія, картографія і аерофотознімання : Укр. міжвід. наук.-техн. зб. 2018. Вип. 87. С. 48-57.
2. UVS INTERNATIONAL: веб-сайт. URL: <https://uvs-international.org> (дата звернення: 15.02.2022).