

**XXVIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON  
MODERN TECHNOLOGIES, EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE  
IN GEODESY AND RELATED FIELDS**

**Sofia, 08 - 09 November 2018**

**XXVIII МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ  
“СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБУЧЕНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА  
ПРАКТИКА В ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ”**

**София, 08 - 09 Ноември 2018**

---

**ТЕХНОЛОГИЧНА СХЕМА НА НАБИРАНЕ  
НА КАДАСТРАЛНА ИНФОРМАЦИЯ  
ЧРЕЗ БЕЗПИЛОТНО ВЪЗДУШНО ЗАСНЕМАНЕ**

**Екатерина Кичекова (BG)**

**Резюме**

Въздушната фотограметрия безспорно намира все по-широко приложение в много области, където е необходимо осигуряването на геопространствени данни за земната повърхност и обектите, разположени върху нея. Проучванията показват, че в световен мащаб сред всички известни съвременни методи за получаване на кадастрална информация, въздушната цифрова фотограметрия безспорно се налага като най – бърз и икономически ефективен метод. В доклада са разгледани предимствата, недостатъците и различни проблеми и особености, свързани с използването на безпилотни летателни апарати ( БЛА) за целите на кадастъра. Авторът предлага една цялостна технологична схема за въздушно фотограметрично набиране на кадастрална информация, базирана на използването на БЛА. В доклада е направен критичен анализ на отделните етапи от тази технология за събиране и актуализиране на геопространствена информация.

**Ключови думи:** кадастрална информация, фотограметрични технологии, въздушната фотограметрия, безпилотни летателни апарати, геопространствени данни

## Увод

За разлика от много други европейски държави, нашата страна има доста скромнен опит по отношение на преминаването от вече остаряли и неефективни източници на информация (хартиени планове) за имотните граници към цифрови модели, които да отговарят в по-голяма степен на изискванията на потребителите и развитието на съвременните технологии. Използването на класически геодезически методи за създаване на кадастрална карта и кадастрални регистри (КККР) към момента е допринесло за осигуряване на покритие на 63.9% от територията на страната с КККР. Важно е обаче да се отбележи, че постигнатият относително висок процент през последните 3 години се дължи не на друго, а на масовото преобразуване на Картите на възстановена собственост в КККР. Като основна причина за непокриването на територията на страната с КККР се изтъква, че процесът по създаване на КККР е изключително скъп, трудоемък и изисква изпълнение на значителен обем дейности от голям брой специалисти за продължителен период от време. Именно, за да се намали времето за изпълнение на една значително закъсняла дейност (реформата в системата на кадастъра и имотния регистър трябваше да приключи до 2015г.), е необходима промяна на подхода и технологиите, прилагани за нейното изпълнение.

Безспорно е твърдението, че въздушната цифрова фотограметрия е най-бързият метод за събиране и актуализиране на геопространствена информация. Въздушните снимки се използват в много области, където е необходимо (набиране) получаване на дигитални образи на обекти или части от земната повърхност. В геодезическата дейност и по специално в тази, свързана със създаването на кадастрални и специализирани карти обаче все още използването на въздушни снимки е нерегламентирано в нормативната ни база.

### **Безпилотни летателни апарати (БЛА) – предимства, недостатъци, проблеми и особености, свързани с използването им за целите на кадастъра**

Използването на безпилотни летателни апарати (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) в световен мащаб набира все по – голяма популярност заради висококачествените детайлни изображения, които се получават при малка височина на летене [3]

**Предимствата** на безпилотните летателни апарати могат да се обобщят по следния начин:

- ✓ Липса на екипаж – най - характерна отличителна черта на БЛА е, че те осъществяват полети без наличието на екипаж на борда им;
- ✓ Те са икономически достъпни за частния сектор (възможно е закупуването им от все повече фирми);
- ✓ Осигуряват висока икономическа ефективност и висока степен на доходност главно при заснемането на малки обекти;
- ✓ Въздушното заснемане се извършва от малка височина на летене;

- ✓ Маневреност и лесно управление;
- ✓ Възможност за заснемане при различни наклони на снимачната ос;
- ✓ Високата степен на автоматизация дава възможност за бърза първична обработка на данните;

Като **недостатъци** на безпилотните летателни апарати могат да се посочат следните особености:

- ✓ Те са неподходящи за изпълнението на мащабни проекти, тъй като относително малката заснета площ върху една снимка не позволява заснемането на големи територии за кратко време;
- ✓ Получава се малък териториален обхват на получените изображения;
- ✓ Малката височина на летене води до голям брой снимки;
- ✓ Обработката на по – голям брой снимки е по – трудна и изисква повече време;
- ✓ Самото заснемане е в голяма степен зависимо и податливо на метеорологичните условия - извършването на полета трябва да бъде съобразено с метеорологичните условия (най-вече липса на вятър);

Основните **особености** на безпилотните летателни апарати, които имат съществено значение за използването им за набиране на кадастрална информация са:

- ✓ **Продължителността на полета** – тази характеристика на БЛА е от съществено важно значение за избор на подходящо място за излитане и кацане при изпълнение на полета.
- ✓ **Обхвата на действие;**
- ✓ **Максималната височина на летене** с оглед на необходимата точност на крайните резултати, която трябва да бъде достигната;
- ✓ **Скоростта на летене на БЛА;**
- ✓ **Начинът на пилотиране на БЛА (ръчно, автоматично или полуавтоматично управление [8]).** При полуавтоматичното управление на БЛА операторът, който отговаря за заснемането, може да влияе върху полета във всеки един момент. Именно поради тази причина този метод за пилотиране е най - подходящ за целите на кадастъра поради възможността да се избегнат непредвидени ситуации по време на осъществяването на плана на летене.

Познаването и приемането на възможностите, недостатъците и особеностите на използването на безпилотните летателни апарати за изпълнение на целите на кадастъра би трябвало да е достатъчно, за да пробуди съществен интерес за промяна на съществуващата практика при геодезическото производство. Какво по – хубаво от това да се стимулира развитието на високите съвременни технологии, чрез които ще се и толерира усъвършенстването на висококвалифициран човешки потенциал.

## **Технологична схема за въздушно фотограметрично набиране на кадастрална информация чрез използването на БЛА**

Технологичната схема за набирането на кадастрална информация чрез използването на безпилотни летателни апарати включва следните основни етапи:

**1. Проучване на територията, която ще бъде заснета.** Без никакво съмнение от голямо значение са характеристиките на територията, за която ще се създава кадастрална карта, а именно :

- А) *Урбанизирана или неурбанизирана територия* – от гледна точка на точността, която трябва да бъде постигната съгласно Наредба № РД-02-20-5 от 15 декември 2016 г. за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри;
- Б) *Характерът на застрояването, определено в зависимост от височината на сградите от основното застрояване* - интерес представляват получените при аерофотозаснемането „мъртви зони“ около високото застрояване;
- В) *Площта на територията* – от основно значение за предварителното планиране на полетите;
- Г) *Наличие или липса на линии с високо напрежение и други източници на магнитни и радио смущения.* Чрез извършването на внимателен анализ на техническата инфраструктура на обекта, които ще се заснема, се осигурява безопасно провеждане на полета. Необходимостта от вземане на мерки за сигурност е породена от възможността източниците на магнитни и радио смущения да повлияят на връзката между наземния пункт и летателния апарат, както и точността на GPS сигнала.

**2. Планиране на полетите за въздушно фотограметрично заснемане.** Този етап от технологичната схема е свързан изцяло с анализа и подходящата организация на заснемането. По долу са дискутирани няколко основни момента при планирането на полета , а именно:

- А) *Избор на безпилотно летателно средство* В това отношение най-съществено значение има правилният подбор на оптимална цифрова фотокамера. Ниската товароносимост на БЛА, ограничава в голяма степен избора на камера, поради което тя трябва да бъде с малък или среден формат. Фотокамерата трябва да отговаря на редица изисквания –да притежава подходяща разделителна способност, подходящи нива на квантоване на полученото цифрово изображение и т. н . Освен това, за да се избегне проблемът с изобразяването на сградите (заснемането на стъпката на сградата) е необходимо цифровата фотокамера да бъде с подходящ ъгъл на видимост FOV (Field of View).

- Б) *Избор на сезонното време, по което ще се извърши полетът.* Сроктът за създаване на кадастрална карта и кадастрални регистри се определя чрез линеен график, изработен за съответната обществена поръчка от фирмата изпълнител. При предварително ясен метод на създаване на кадастрална карта и подходящо предвиждане на времето за заснемане е напълно възможно да се подбере подходящо сезонно време (именно годишните месеци, в които дървесната и храстова растителност не е разлистена и не пречи на подробното заснемане на ситуационните особености, обект на кадастъра).
- В) *Климатични особености.* Метеорологичните условия не могат да бъдат предвидени с месеци напред, но въпреки това за извършването на полета е необходимо „спокойно“ време по отношение на силата на вятъра. В противен случай вятърът ще доведе до получаване на снимки с по – големи ъгли на наклона или до повреждане и дори до унищожаване на техниката (БЛА).

**3. Изработване на план на летене.** Този етап от технологичната схема е свързан с определянето на основните параметри, които указват влияние върху качеството на изображенията и точността на получените резултати:

А) *Проектна височина на летене;*

Б) *Процентно застъпване между съседните снимки в надлъжно и напречно направление;*

В) *Стойността на пространствената разделителна способност (GSD)*

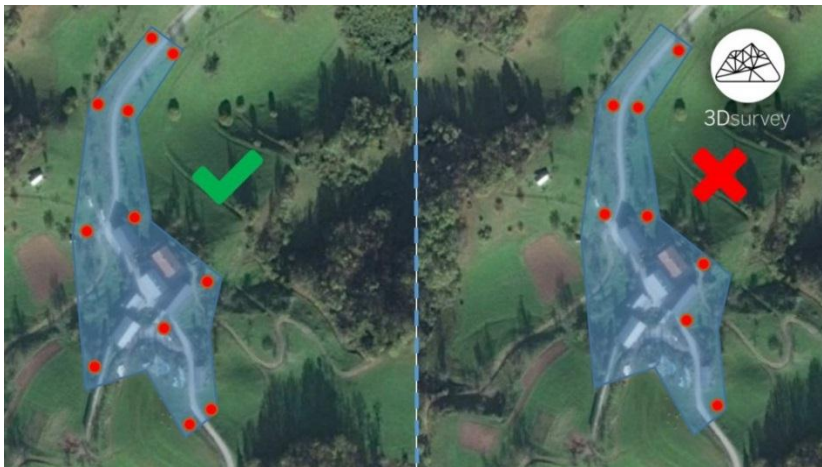
Тези три параметъра зависят от необходимата точност на крайния продукт, а именно от изискваната точност на кадастрална карта. Съгласно Наредба № РД-02-20-5 от 15 декември 2016 г. за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри чл.18, ал.4 и 5 допустимите стойности на  $\Delta S$  и  $\partial S$  за урбанизирани територии са  $\Delta S \leq 30$  cm и  $\partial S \leq 20$  cm и за неурбанизирани територии  $\Delta S \leq 60$  cm и  $\partial S \leq 40$  cm, когато координатите на точките в кадастралната карта са определени чрез геодезически измервания.

Г) *брой на полетите.* Сред най-големите недостатъци на БЛА е ограниченото време на полета, което обикновено е около 20-25 мин. Поради тази причина при заснемането на по- големи територии е необходимо да се предвидят необходимия брой заредени батерии, подходящи места за излитане и кацане и т. н.

**4. Маркиране на наземни контролни точки (GCP).** Изборът на контролните точки се извършва върху плана на летене като е необходимо да се съобрази техния оптимален брой в съответствие с изискването да попадат в зоната на напречно застъпване между ивиците [7].

Съгласно Наредба № РД-02-20-5 от 15 декември 2016 г. за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри, основен етап от създаването на кадастрална карта и кадастрални регистри е създаването на работна геодезическа основа (РГО), която трябва да отговаря на нормативно заложените изисквания за дължина на визурите, гъстотата на точките и точност в планово и височинно положение. Координатното определяне на точките от РГО може да бъде извършено чрез тотални станции или GNSS технологии.

Именно част от тези точки е подходящо да бъдат използвани като наземни контролни (GCP) точки за целите на фотограметричното заснемане. Това позволява значителното увеличаване на броя на опорните точки, което от своя страна ще доведе до повишаване на точността при фотограметричната обработка на изображенията. За постигане на висока геометрична точност и точно ориентиране са необходими съответния минимум контролни точки, които да бъдат равномерно разпределени по обекта (Фиг.1).



**Фиг. 1:** Пример за равномерно разпределение на контролните точки

Наземните контролни точки трябва да бъдат маркирани с подходящо изработени марки, съгласно Наредба № РД-02-20-16 от 5 август 2011г. за планирането, изпълнението, контролирането и приемането на аерозаснемане и на резултатите от различни дистанционни методи за сканиране и интерпретиране на земната повърхност (Фиг.2). В [8] е засегната и пряката зависимост между размера на пиксела и размерът на маркировъчния знак за обозначаване на контролните наземни точки.

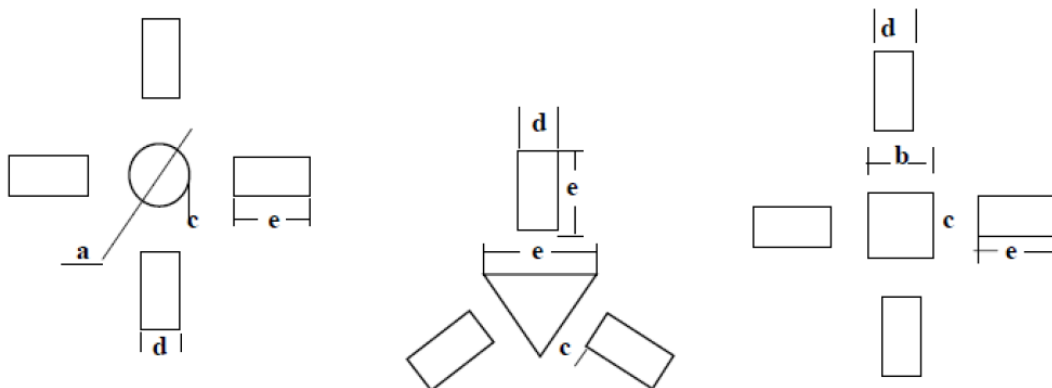


Таблица № 1

| Мс   | 1:3000 | 1:4000 | 1:4500 | 1:5000 | 1:10000 |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|
| a см | 15     | 22     | 25     | 30     | 50      |
| b см | 15     | 18     | 20     | 22     | 45      |
| c см | 10     | 13     | 15     | 17     | 35      |
| d см | 10     | 13     | 15     | 17     | 35      |
| e см | 20     | 27     | 30     | 35     | 70      |

**Фиг. 2:** Нормативно заложен изисквания за начина на маркиране на наземните контролни точки (GCP)

**5. Въздушно фотограметрично заснемане.** Самото заснемане на територията, за която се изработва кадастрална карта, се осъществява като се спазват редица изисквания и се имат в предвид разгледаните по-горе особености. В резултат на заснемането наред с изображенията се получава и следната информация:

- А) Действителната траектория на полетите;
- Б) Броят на направените цифрови снимки;
- В) Времето на заснемане за всеки един полет;
- Г) Дължината на всеки един полет;
- Д) Покритата площ на всеки един полет.

**6. Калибриране.** За извършване на оптимално калбриране на снимките е необходимо да се отчетат в максимална степен както параметрите на полета, качествата на цифровите камери и изображенията, така и вида на използвания софтуер и начите на построяване на фотограметричните мрежи и модели. В [2] са разгледани различни методи за калибриране, чрез които може да се повиши точността на фотограметричните модели.

**7. Обработка на резултатите от заснемането.** За цифровата обработка на изображенията е необходимо да се подбере подходящ софтуер в зависимост от финансовите възможности (AgisoftPhotoScan, Photomodeler, Pix4Dmapper, Autodesk 123D Catch, Photomodeler, Phidias, Photo3D, 3D Builder Pro и др.) Обработката на резултатите от заснемането преминава през следните етапи:

- А) *Подреждане на снимките, получени в резултат на изпълнение на плана на летенето;*

- Б) *Автоматично избиране и измерване на свързващите точки;*
- В) *Определяне на елементите на външно ориентиране на получените аерофотоснимки.* За да отговаря ортотрансформираното изображение по точност на нормативните изисквания за създаване на кадастрална карта, то трябва да бъде получено на базата на определянето на елементите на външното ориентиране по способа на сноповото изравнение. Използването само на данните от навигационната апаратура на борда на безпилотното летателното средство GPS/IMU, получени по време на полета, е крайно недостатъчно в случаите, когато резултатите от аерозаснемането трябва да осигурят сантиметрова точност [8] .

## **8. Създаване на модели и картиране.**

Задължително условие за създаването на цифров модел на релефа е определянето на елементите на външното ориентиране. На базата на формирания цифров модел на релефа се извършва ортофототрансформиране на изображенията пиксел по пиксел, след което всички ортогофоизображения се обединяват в мозайка. Върху получените строго хоризонтални снимки (ортофотоснимки) ясно се разграничават границите на владение и начина, по който те са материализирани. Споменатите до момента етапи се свързани със създаване на единно растерно изображение на територията. След неговото получаване се преминава към дешифриране и векторизиране с цел формиране на графичната част на кадастралната карта. От особено важно значение е правилният подбор на размера на пиксела, от който зависи както точността на векторното изображение, така и достоверността на дешифрирането („подробност на ситуационните елементи на терена“).

За коректното векторизиране на имотните граници от ортофотоизображението, получено в резултат на фотограметричната обработка, е необходимо да се направи съвместяване с оцифрения действащ кадастрален и регулационен план на населеното място.

**9. Оценка на точността.** За да се извърши проверка на постигната точност на създадената КККР чрез БЛА и дали тя удовлетворява изискванията на Наредба № РД-02-20-5 от 15 декември 2016 г. за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри е необходимо да се направи полска проверка чрез ъглово – дължинни измервания на част от имотните граници и сгради. Съгласно чл.22 от Наредба №19 от 28 декември 2001г. за контрол и приемане на кадастрална карта и кадастрални регистри, полската проверка обхваща до 5% от поземлените имоти и сградите. Данните, получени след обработката на измерванията, извършени с класически методи се сравняват и анализират с получения графичен модел на вече създадената кадастрална карта.



**10. Крайни проверки и контроли.** За завършване на работата по създаване на кадастрална карта чрез безпилотни летателни апарати е необходимо да бъде извършена полска проверка за допълване и контрол на качеството. Тя може да включва:

- А) Проверка на етажността на сградите и тяхното функционално предназначение;
- Б) Премахване от кадастралната карта онези сгради, които не са обект на кадастъра съгласно чл.23 от ЗКИР – навеси, преместваеми обекти и др.
- В) Проверка на типовете огради (масивни или полумасивни), както и тяхната принадлежност;
- Г) Нанасяне на административните адреси на обектите на кадастралната карта и кадастралните регистри.

## **Заклучение**

В резултат на направените проучвания по разглежданата тема, може да се направи изводът, че чрез оптимално фотограметрично занемане (подбор на безпилотните летателни апарати с конкретни характеристики, планиране на полетите -подходящи условия) и обработване на получените изображения може да бъде създадена така „желаната“ кадастрална карта и кадастрални регистри, базирана на технологията на БЛА. Не би следвало да се отрича или ограничава по-широкото използване на един изключително ефективен метод за извършване на аерозаснемане за целите на кадастъра. Това би довело до липса на мотивация и ограничаване на стремежа към овладяването и внедряването на нови съвременни технологии.

## **Литература:**

1. Закон за кадастъра и имотния регистър
2. Здравчева Н. Д. , Калибриране на снимки по метода на крайните елементи, Дисертационен труд, София 2013г.
3. Здравчева Н. Д, Приложение на безпилотните фотограметрични летателни средства за мониторинг на пътните артерии - 21 Научно-техническа конференция с международно участие „Транспорт, екология - устойчиво развитие „Еко Варна“ – 14 – 16 май 2015г.
4. Наредба № РД-02-20-5 от 15 декември 2016 г. за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри.

5. Наредба №19 от 28 декември 2001г. за контрол и приемане на кадастрална карта и кадастрални регистри
6. Наредба № РД-02-20-16 от 5 август 2011г. за планирането, изпълнението, контролирането и приемането на аерозаснемане и на резултатите от различни дистанционни методи за сканиране и интерпретиране на земната повърхност
7. Петров, Д, Тенденции за използване на съвременни технически средства и технологии за създаване на кадастрални карти
8. Петров, Д., Възможности за прилагане на съвременни фотограметрични технологии при създаване на кадастрални карти за територията на България

**АВТОР:**

**инж. Екатерина Иванова Кичекова**  
[ekaterina\\_kichekova@mail.bg](mailto:ekaterina_kichekova@mail.bg),