ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ СОФИЯ

Том Volume 56 2023 Брой Issue 2

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY SOFIA

Получена: 30.12.2022 г.
Приета: 07.03.2023 г.

НАБИРАНЕ НА ПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ С БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ

Г. Симеонова[1]

Ключови думи: *пространствени данни, безпилотен летателен апарат, дрон, 3D модел, облак от точки, класически геодезически измервания*

РЕЗЮМЕ

В публикацията е разгледана накратко същността и предимствата на безпилотните летателни апарати като метод за набиране на пространствени данни. Методът е обект на научни изследвания през последните десетилетия в множество научни и приложни области като геодезия, кадастър, архитектура, изграждане на инфраструктурни обекти и съоръжения, селскостопански дейности, културно-историческо наследство и други.

Описана е възможността за създаване на тримерен модел на сгради, като са използвани различни технологии за получаване на пространствени данни. За обхвата на задачата е избран офис център „България 2000“, разположен в силно урбанизираната част на район „Лозенец“, град София. За създаването на модела са извършени класически геодезически измервания с тотална станция и въздушно заснемане с безпилотен летателен апарат. Направена е съпоставка на получените модели, като резултатите от нея показват предимствата на безпилотните летателни апарати, а именно голям обхват, бързо набиране и обработка на данните.

1. Въведение

В настоящата разработка са разгледани принципите на класически геодезически измервания с тотална станция и въздушно заснемане с безпилотен летателен апарат (БЛА) за набиране и обработка на пространствени данни. Описана е възможността за създаване на тримерен модел на сграда по двата метода и е направена съпоставка на получените модели.

[1] Габриела Симеонова, инж. докторант, кат. „Геодезия и геоинформатика“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: gsimeonova_fgs@uacg.bg

За обхвата на задачата е избрана административна сграда „България 2000“, разположена в силно урбанизираната част на район „Лозенец“, град София (фиг. 1). Сградата е предмет на интерес заради сложната ѝ пространствена геометрия. Проектирането и изграждането на подобни сгради поставя нови предизвикателства и задачи пред архитекти, конструктори и геодезисти.

Фиг. 1. Обект на изследването – офис център „България 2000“

Класическите геодезически измервания с тотална станция са добре позната технология, използвана от края на 60-те години [1, 2]. Този метод се основава на определяне на пространствени координати чрез измерване на посоки и разстояния от точки с известни координати.

Безпилотните летателни апарати са обект на научни изследвания през последните десетилетия в множество научни и приложни области като геодезия, кадастър, архитектура, изграждане на инфраструктурни обекти и съоръжения, селскостопански дейности, културно-историческо наследство и други.

2. Същност на набиране на пространствени данни с БЛА

В съвременната геодезия многобройните методи за измерване могат да бъдат разделени на две големи категории: 1) геодезически измервания на място с ГНСС приемници, тотални станции или нивелири, и 2) методи за дистанционно наблюдение с помощта на лазерни скенери (Lidar) или фотограметрия. Използването на безпилотни летателни апарати (дронове) е популярно за много проекти. Точността, гъстотата на точките, времето за придобиване, времето за обработка и разходите са важни критерии за оценка на ефективността. Сравнението на класически измервания и БЛА в рамките на един проект не може да даде категорични отговори, тъй като изборът зависи от нуждите на специалиста и характеристиките на проекта. Независимо от това, сравнението може да помогне да се посочат относителните силни и слаби страни на двата метода, което е и целта на това изследване.

Прилагането на тези методи поставя нови предизвикателства и проблеми пред архитекти, конструктори и геодезисти. В съвременната инженерна наука и практика, в частност архитектура, строителство и геодезия, все повече навлиза изграждането на сгради и съоръжения със сложни и често уникални решения и размери – със сложна пространствена геометрия или „Сгради със сложни пространствени геометрични решения“. При проектирането и изграждането на този тип обекти (сгради с различно функционално предназначение, зали, стадиони и др.) много често се явяват два проблема – конструктивната част и фасадната част, които са специфични и се нуждаят от отделно проектиране и изпълнение [3]. Интерес за настоящия проект представлява фасадната част.

В основата на набирането на пространствени данни с БЛА е въздушната фотограметрия, която представлява технология за определяне на положението и характеристиките на обектите от снимки (въздушни) [4].

Конструкция от движение (Structure from motion – SFM) е фотограметрична техника за изобразяване, която позволява извличане на пространствени данни от множество 2D изображения. Феноменът на 3D възприятието произлиза от идеята за човешкото око. С две очи, които възприемат две малко по-различни картини, ние получаваме усещането за дълбочина – 3D виждане. Същата концепция се използва за SFM. Множеството идентични точки, заснети от две различни точки, позволява да се зададе система от уравнения за централна проекция, при която могат да се определят пространствените координати заедно с позицията и ориентацията на камерата и някои допълнителни параметри на камерата. Обработката на голям брой изображения в пакета е изчислително предизвикателство. Необходимо е не само да се идентифицират характерни двойки точки и да се определят ориентациите на камерата, но и да се осигурят плътни облаци от точки за повечето пиксели в изображенията. Най-често крайният резултат от процедурата е 3D мрежа – набор от свързани триъгълници, представящи повърхността [5].

Безпилотните летателни апарати (дрон, Unmanned aerial vehicle (UAV)) са компонент на безпилотна летателна система, която включва безпилотен летателен апарат, наземен контролер и система за комуникация между двете. Полетът на безпилотни летателни апарати може да функционира с различна степен на автономност: било чрез дистанционно управление от човешки оператор или самостоятелно чрез бордови компютри [6].

БЛА са разделени в шест функционални категории, а именно целеви, за разузнавателни дейности, за военни дейности, логистични, за проучване и за граждански и търговски дейности.

Последните модели безпилотни летателни апарати имат интелигентни контролери за полети и режими като Follow Me, Active Tracking, Waypoints, Return to Home и други.

Използването на дронове бележи сериозен ръст в последните години. Летателната техника става все по-добра и достъпна за широк кръг от специалисти. Много инженери от различни области виждат потенциала на тази технология и се стремят да я използват пълноценно.

2.1. Предимства от използването на БЛА

Съвременните БЛА са сложни електронно-механични системи, които използват най-новите постижения на науката в много области. Когато попаднат в ръцете на добри специалисти, те се превръщат в мощен инструмент за събиране на геопространствена информация.

Скоростта, с която може да се заснеме обширна територия, съчетана с високата резолюция на данните, е нещо, което до скоро беше непознато. Фактът, че може да го извърши дистанционно, определя тази технология на заснемане като един от най-безопасните начини на работа.

Други предимства са [7]:

- бързина – с БЛА може да се заснемат големи обекти за много кратко време. Например, заснемането на обект с резолюция 5 cm/pix и площ 100 ha, с DJI Phantom 4 RTK ще отнеме 1 – 2 часа;
- сигурност – това е дистанционен метод, т.е. няма пряк контакт със заснемания обект, което гарантира сигурност при заснемане на свлачища, заблатени зони, опасни терени и недостъпни места;
- висока резолюция – дроновете позволяват да се постига много висока резолюция на крайния продукт;
- ниска цена – в сравнение с други методи, използването на дронове може да намали цената на крайния продукт няколко пъти, като в същото време качеството е несравнимо;
- минимален брой специалисти и кратко време за обработка на данните.

2.2. Недостатъци при използването на БЛА

- Висока квалификация – лицата, които възнамеряват да извършват полети с БЛА, следва да притежават необходимата компетенция. Използването на технологията за 3D моделиране изисква висока квалификация на специалистите. За разлика от обикновено заснемане с GNSS или тотална станция, тук са необходими знания на съвсем друго ниво.
- Привидната лекота на работа с БЛА, е доста подвеждаща. Необходим е сериозен изчислителен ресурс. Многопроцесорните системи и мощните видеокарти, съчетани с достатъчно RAM памет и бързи SSD дискове, са задължителни за нормален работен процес с данни от БЛА.
- Невидими зони – въпреки че заснемането се прави от въздуха, откъдето по презумпция видимостта е най-добра, има зони, които остават скрити, особено през сезоните, в които има листа по дърветата.
- Ограничаващи регламенти – увеличаването на БЛА във въздушното пространство води до необходимост от регламентиране на тази дейност. За съжаление, част от законовите изисквания са доста ограничаващи и могат да попречат на полетите в дадена зона в определен момент.

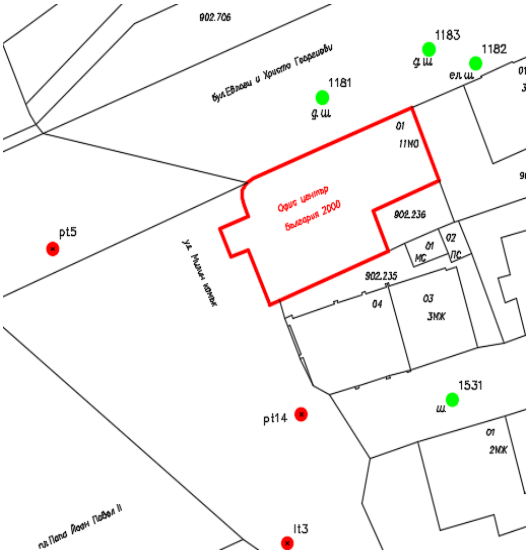
3. Набиране на пространствени данни с БЛА

Заснемането на офис център „България 2000“ е извършено с безпилотен летателен апарат DJI Phantom 4Pro с дистанционно управление, като за дисплей е използван мобилен телефон с операционна система Android. Този дрон е оборудван с 20-мегапикселова камера, регулируема f/2,8 – f/11 бленда и механичен затвор, с което се елиминира дисторзията при заснемане с висока скорост и заснемане на бързодвижещи се обекти.

Разполага със система за сканиране на препятствия в 5 посоки и 4 посоки за тяхното избягване. Тежестта на този безпилотен летателен апарат е 1375 грама с батерията, а размерът му по диагонал е 35 cm. Малките му размери позволяват лесно управление при ръчен режим. Максималното летателно време на една батерия е около 30 минути.

3.1. Наземни контролни точки (Ground Control Points – GCP)

Първата дейност, която е извършена за настоящото изследване, е обхождане на района за препятствия и избор на местата на наземни контролни точки. Наземните контроли точки се използват с цел да се повиши точността на крайните дигитални продукти и геореферирането им в избрана координатна система [8]. Избрани са 7 точки около обекта, 3 от които представляват точки от РГО, а останалите са ясно различими обекти по земята, които могат да бъдат разпознати на изображенията (фиг. 2).



Фиг. 2. Схема с разположение на наземните опорни точки

Следващата дейност от полската работа е сигнализиране на GCP и определяне на техните координати. Координирането на контролните точки е извършено с тотална станция Trimble S3. Част от наземните точки са сигнализирани с хартиени марки, а останалите с боя (фиг. 3).

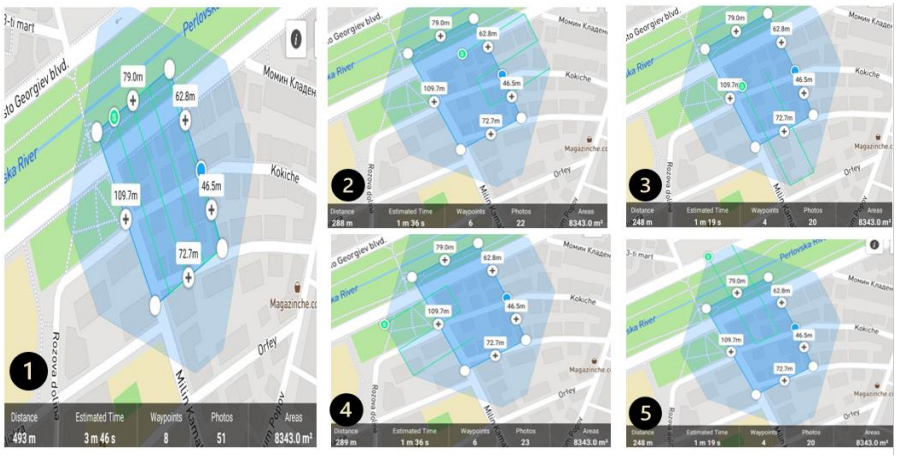
Фиг. 3. Сигнализиране на наземни контролни точки

3.2. План за летене и въздушно заснемане

Планът за летене трябва да бъде внимателно избран в зависимост от крайната цел, която трябва да бъде постигната.

За целите на разработката е използван план за летене, който позволява да се зададе ъгъл на оптичната ос на камерата спрямо посоката на летене, различен от 90°, за да може да бъдат заснети отвесни и скрити повърхнини. Използвано е мобилно софтуерно приложение DJI Pilot и е избран план за летене „Oblique“, подходящ за тримерно моделиране на сгради.

Извършени са 5 полета (фиг. 4) при височина на летене 50 метра. Първият полет е при надирен режим на заснемане, като фронталното припокриване на снимките е 80 %, а страничното припокриване – 75 %. Останалите 4 полета са при зададен 45-градусов ъгъл на оптичната ос на камерата спрямо посоката на летене. При тях фронталното припокриване е 70 % и 60 % странично припокриване. Стабилизирането, маркирането, измерването на опорните точки и въздушното заснемане са извършени от двама души. Общата продължителност на 5-те полета е около 9 минути, а на цялата полска работа – около 1 час и 30 минути. В резултат на заснемането са получени 126 броя снимки.



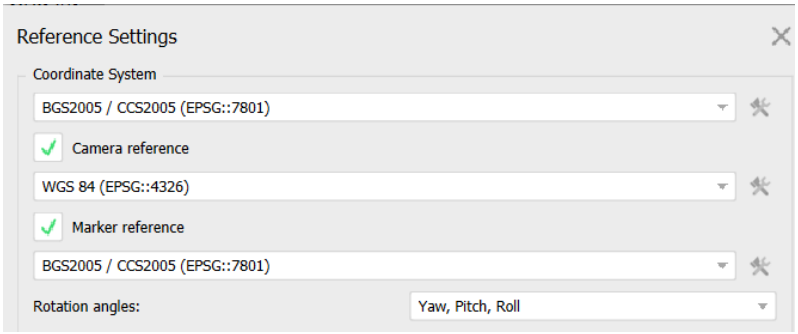
Фиг. 4. Траектории на изпълнение на полетите с безпилотна летателна система

4. Обработка на снимките и създаване на 3D модел

Получените от полетите с БЛА снимки са обработени със софтуерен продукт Agisoft Metashape Professional. Този софтуер представлява специализиран фотограметричен софтуер с пълните възможности за обработка на въздушни изображения от рехав облак от точки до генериране на ортофото мозайка [9].

4.1. Ориентиране на снимките една спрямо друга и създаване на рехав облак от точки

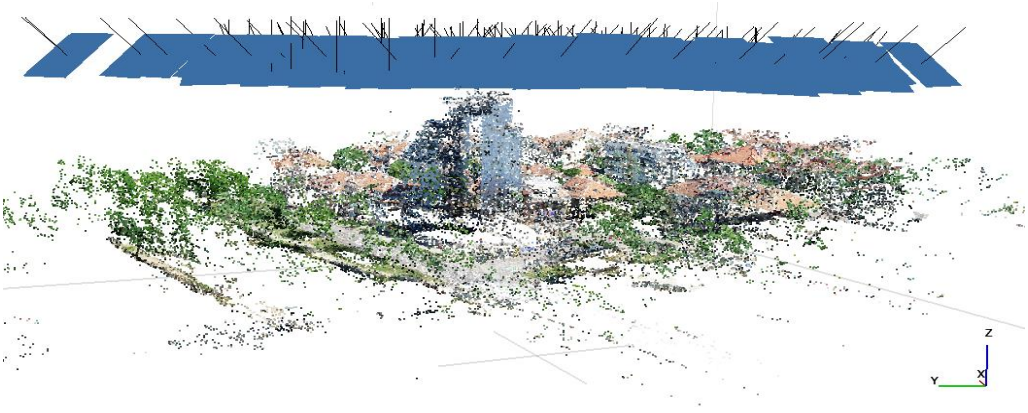
Преди да се пристъпи към обработката, е необходимо да се укажат координатната система на изображенията и координатната система на марките (фиг. 5). В случаите, когато се използват различни камери, трябва да се създадат отделни групи за всяка от тях.



Фиг. 5. Настройки на координатни системи в Agisoft Metashape Professional

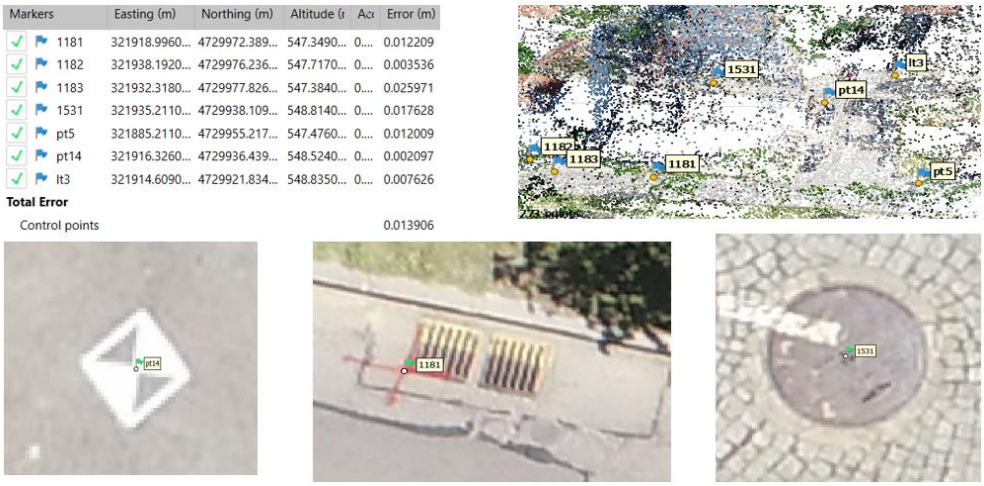
Първият етап от обработката е подравняването на снимките една спрямо друга. Това е автоматизиран процес, при който софтуерът търси характерни точки от всяко изображение и ги съпоставя с останалите снимки.

Освен това се намира позицията на камерата за всяко изображение. Тази позиция се определя от елементите на вътрешно ориентиране (фокусно разстояние, дисторзия и централна точка) и външно ориентиране (координати на центъра на фотографиране и ъглови елементи – ω, φ, κ). Параметрите на външно и вътрешно ориентиране се изчисляват с помощта на автоматична аеротриангулация чрез прилагане на пакетно блоково изравнение. Резултатът от този етап представлява рехав облак от свързващи точки на изображенията и също така се визуализира позицията на камерата за всички снимки (фиг. 6).



Фиг. 6. Рехав облак от точки и визуализация на позицията на камерата за всяка снимка

Координатите на земните контролни точки са въведени в системата на Agisoft Metashape Professional. Направено е разпознаване на точките в отделните изображения (фиг. 7). Сумарната грешка на всички контролни точки е 1,4 cm. Направена е оптимизация на параметрите на камерата и изчисляване на ротационни и транслационни матрици, както и мащабен фактор за точното георефериране на облака.



Фиг. 7. Въвеждане и маркиране на наземни контролни точки

4.2. Генериране на плътен облак от точки

Най-продължителният процес при тази обработка е генерирането на плътния облак от точки (фиг. 8). Неговото формиране се осъществява чрез изчисление на вече определената позиция на камерата и елементите на външното ориентиране. Резултатът от този етап представлява 61 272 218 броя точки, които имат пространствени координати и цвят. Самият облак от точки не представлява краен продукт, но за някои геодезически цели може да е достатъчен. Може да се каже, че на този етап имаме един доста подробен точков модел, който се различава от класическите методи само по броя на заснетите подробни точки.

Фиг. 8. Плътен облак от точки

4.3. Генериране на текстуриран 3D модел

Облаците от точки от обработените данни дават пълно и точно представяне на геометрията на сградата [10].

На базата на плътния облак от точки е създаден триизмерен модел от непокриващи се триъгълници, който за по-добра визуализация е текстуриран (фиг. 9). Разликата между тримерния модел и облака от точки е, че моделът е готов продукт, който може да бъде интегриран в ГИС или CAD софтуер. При плътния облак се разполага с голям обем пространствени данни, които тепърва трябва да се моделират, за да бъдат интегрирани в такива системи.

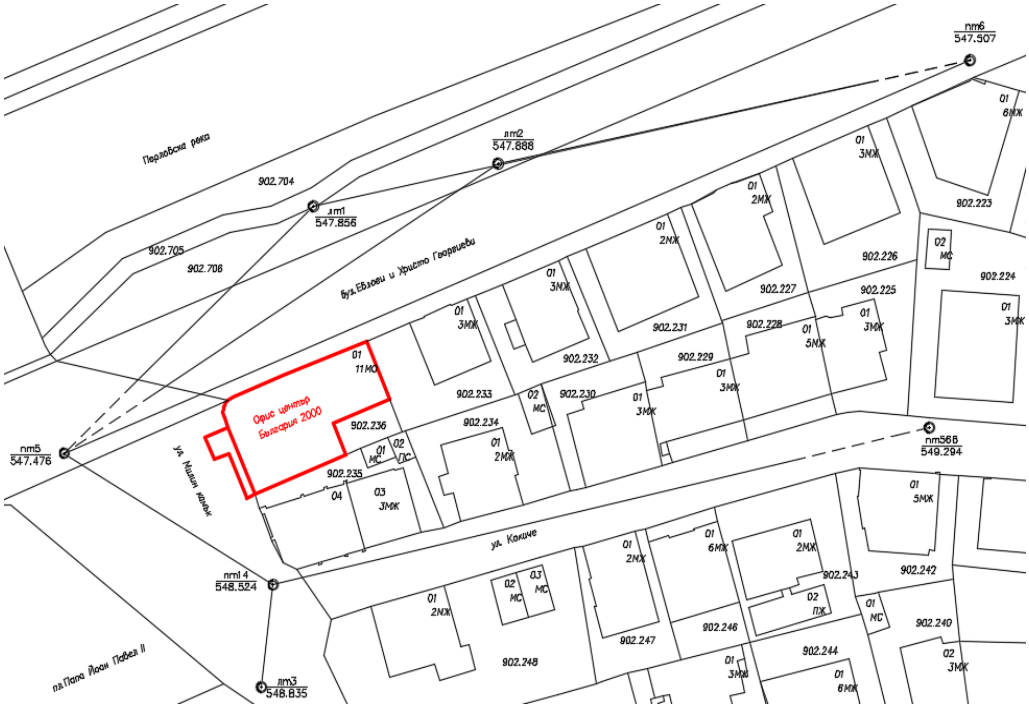
На по-късен етап, след създаване на модела на физическия обект, е възможно да се създаде на информационен модел на сграда (BIM), чиято задача е да създаде техническа документация на съществуващи сгради [11].

Фиг. 9. Текстуриран 3D модел

5. Създаване на 3D модел с класически измервания

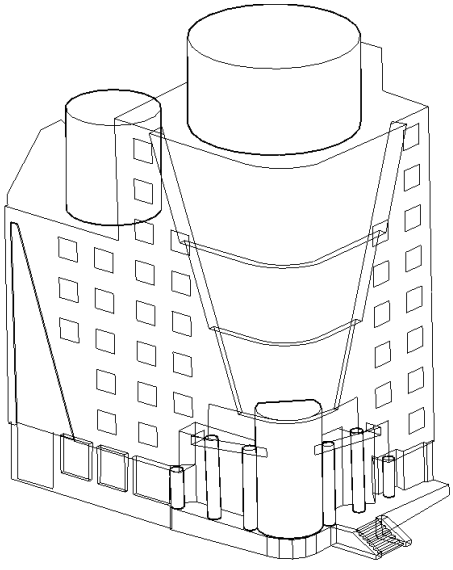
Дейностите, които са необходими за набирането на пространствени данни по класическия метод, са извършени от един екип, който включва оператор и фигурант. Използвана е тотална станция Trimble S3. Директната точност на измерване на хоризонталните и зенитните ъгли е 6^{cc}, а за разстоянието е 2 [mm] + 2 ppm [km]. Тоталната станция има режим на автоматично насочване – AUTOLOCK. Измерванията към точките от РГО са извършени в този режим, където е възможно, за да се отстрани грешката от визирането на оператора. Обхватът на измерване към една призма е 2500 m. Минималното разстояние, което може да се отчете с този инструмент, е 1,5 m. Увеличението на зрителната тръба е 30 пъти. В режим AUTOLOCK обхватът на измерванията е: при пасивни призми 300 – 500 m, а при 360 градусови призми – 300 m. Използван е телескопичен щок с 360-градусова призма.

Заснемането е извършено от 5 станции (фиг. 10). Станционирано е на 2 точки от РГО (рт 5 и рт 4), пусната е 1 допълнителна латова точка – лт 3 от рт 14 и са използвани две свободни станции – лт 1 и лт 2.



Фиг. 10. Разположение на геодезическата основа спрямо обхвата на изследвания обект

За създаването на тримерния модел на сградата са заснети безрефлекторно подробни точки от контура на сградата и архитектурни елементи като прозорци, врати, колони и др. Тримерният модел (фиг. 11) е създаден на базата на воденета ръчна скица и заснетите 383 подробни точки в графичната среда на Civil 3D.



Фиг. 11. 3D модел, създаден с класически измервания

6. Сравнение между получените модели

След получаване на двата модела е направено сравнение на 30 идентични разстояния. Разстоянията са измерени по отличителни фасадни елементи, които са определени по класическия метод. Образувани са разликите между разстоянията от двата модела. Изчислена е средната квадратна грешка на образувания ред и е направена проверка за груби и систематични грешки:

$$m_x = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n} \partial S_i^2}{n}} \ . \qquad (1)$$

Максималната разлика, която е получена след отстраняване на грубите и систематични грешки, е 3,6 cm, а минималната – 0,1 cm. Резултатите от сравнението са показани в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение между получените модели

№	3D модел – тотална станция [m]	3D модел – БЛА [m]	Разлики – ∂S [cm]
1	1,382	1,380	-0,2
2	2,895	2,910	1,5
3	1,536	1,510	-2,6
4	1,369	1,360	-0,9
5	1,528	1,510	-1,8
6	**1,526**	**1,490**	**-3,6**
7	2,899	2,930	3,1
8	**1,364**	**1,400**	**3,6**
9	2,901	2,890	-1,1
10	3,845	3,850	0,5
11	0,713	0,682	-3,1
12	1,541	1,510	-3,1
13	0,895	0,863	-3,2
14	1,533	1,500	-3,3
15	1,526	1,500	-2,6
16	8,880	8,850	-3,0
17	2,040	2,030	-1,0
18	1,372	1,370	-0,2
19	2,069	2,050	-1,9
20	1,865	1,860	-0,5
21	2,386	2,390	0,4
22	1,529	1,510	-1,9
23	5,322	5,350	2,8
24	2,895	2,930	3,5
25	8,857	8,880	2,3
26	0,550	0,541	-0,9
27	1,397	1,410	1,3
28	**1,391**	**1,390**	**-0,1**
29	3,954	3,970	1,6
30	14,889	14,900	1,1
		M_x=	**-0,4**
		m_x=	**2,2**
		$3m_x$=	**6,6**

7. Заключение

Направено е сравнение на ефективността по следните критерии: продължителност на полска работа, продължителност на канцеларска работа и брой на заснети точки. Резултатите са показани в табл. 2. БЛА имат своите предимства в процеса по набиране на пространствени данни. В сравнение с класическите методи, продължителността на въздушното заснемане е много по-кратък процес, не е необходим екип от много хора и за малки територии обработката не отнема продължително време.

Таблица 2. Сравнение на ефективността на използваните методи

Критерий	Тотална станция	БЛА
Полска работа [h]	5,3	1,3
Канцеларска работа [h]	16	2,32
Брой точки	383	61 272 218

Резултатите показват, че заснемането на сгради със сложна пространствена геометрия в гъсто застроени територии с помощта на БЛА има своите недостатъци, както е показано на фиг. 12.

Фиг. 12. Недостатъци на 3D модела, получен чрез въздушно заснемане с БЛА

Използването само на БЛА не е достатъчно за получаване на цялостен триизмерен модел, заради трудността на заснемане на скритите фасадни елементи. Качествен и пълен модел може да бъде изработен чрез комбинация на двата метода – въздушно заснемане с БЛА и класически методи.

На по-късен етап данните от създадените модели могат да бъдат въведени в ГИС среда. ГИС се използват много често за представяне на данни и анализ, за подпомагане на вземането на решения в управлението, за наблюдение на развитието и идентифициране на промените в градската среда [12]. Използването на ГИС за подобно изследване е, за да се представи промяната на градската среда чрез използването на двуизмерно и триизмерно моделиране, както и да се направят пространствено-времеви анализи [13].

Благодарности

Авторката изразява своите благодарности на Центъра за научни изследвания и проектиране (ЦНИП) към УАСГ за осигуреното финансиране и подкрепата за

извършената дейност по научноизследователски проект по договор № Д 147/2022 на тема: „Анализ на методите за набиране на пространствени данни“.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mickrenska-Cherneva, C., Alexandrov, A.* Mobile laser scanning in highly urbanized area – a case study in Sofia. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, September 2020, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W2-2020-29-2020, License CC BY 4.0, https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLIV-4-W2-2020/29/2020/.

2. *Mickrenska-Cherneva, C.* Land surveying measurements with total station in coordinate mode. International Conference UACEG2009: Science & Practice, Jubilee annual of UACEG 2009.

3. *Milev, G., Hristov, Hr.* Trasirane i kontrolirane pri izgrazhdane na sgradi sas slozhni prostranstveni geometrichni reshenia. Geodesy, Cartography and Land management journal, ISSN 0324-1610, vol. 3-4, 2021.

4. *Ivanov, R.* Engineering Surveying and Deformation Surveys. ISBN 978-954-12-0272-2, Monograph, Sofia, 2020.

5. *Antova, G.* SIMbioza ot tochki. ISBN 978-954-724-142-8, UASG, 2022.

6. *Remondino, F., Barazzetti, L., Nex, F., Scaioni, M., Sarazzi, D.* UAV photogrammetry for mapping and 3D modeling – current status and future perspectives. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-1/C22, 2011.

7. *Metodiev, Kr.* 3D modelirane na obekti, zasneti chrez dron, https://geomapix.files.wordpress.com/2021/11/drone-photogrammetry.pdf, poseten na 12.2022.

8. *Hristozova, Iv., Kalchev, Iv.* Analiz i otsenka na prilozhimostta na vazdushnoto bezpilotno zasnemane v geodeziyata i kadastara. ISSN 0324-1610, Geodezia, kartografia, zemeustroystvo 1-2, 2016, 26-33.

9. *Gospodinova, V., Neycheva, R.* Zasnemane na stadion „Natsionalna sportna akademia“ s bezpilotna letatelna sistema i posledvashti sravnenia mezhdu dva ot nay-chesto izpolzvanite softueri. ISSN 0324-1610, Geodezia, kartografia, zemeustroystvo 5-6, 2021, 12-17.

10. *Antova, G., Kunchev, I. Mickrenska-Cherneva, C.* Point clouds in BIM, World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2016). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 44 (2016) 042034, https://doi.org/10.1088/1755-1315/44/4/042034\.

11. *Nedyalkov, D.* Experimental Study of Possibilities for Developing a Building Information Model of a Laser-Scanned Physical Object. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 906 012051, https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/906/1/012051.

12. *Pavlov, P.* GIS – application in the development and management of large settlements. Geodesy, cartography and land management journal. ISSN 0324-1610 – XXXIX, Vol. 4, 1999, pp. 16-20.

13. *Ilieva, T.* Analysis and GIS-based modeling of free and open data for tracking the dynamics of the urban environment: Case study for Sofia, Bulgaria. Proceedings of 22nd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 8. Geoinformatics, 2022 (in print).

COLLECTING SPATIAL DATA WITH UNMANNED AERIAL VEHICLE

G. Simeonova[1]

Keywords: *spatial data, unmanned aerial vehicle, drone, 3D model, point cloud, classical land surveying measurements*

ABSTRACT

The paper briefly discusses the nature and advantages of unmanned aerial vehicles (UAV) as a spatial data acquisition method. This method and its possibilities are subject of scientific research in the area of geodesy, cadaster, architecture, construction of infrastructure objects and facilities, agricultural activities, cultural and historical heritage and even more over the last decades.

This publication discusses in short, the principles and possibilities for creating a three-dimensional data model using the advantages of unmanned aerial vehicles. The Office Center "Bulgaria 2000", situated in the highly urbanized area of Lozenets, Sofia City is selected for the purpose of the task. Classical land surveying measurements with a total station and the data collected with an unmanned aerial vehicle are used for the creation of the three-dimensional models.

A comparison and evaluation of the obtained models is made. The result of this evaluation indicates that the technology of unmanned aerial vehicles is efficient for representation of high-quality data with a wide scope of advantages such as high range, fast data collecting and processing.

[1] Gabriela Simeonova, Eng. PhD Student, Dept. "Geodesy and Geoinformatics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: gsimeonova_fgs@uacg.bg