

Якщо з аерозніманням в українських умовах ситуація є некритичною (хоча може погіршитись через часові терміни), і можемо розраховувати на послуги 4-5 підприємств, то з космічними знімками ситуація виглядає дещо гіршою (в порівнянні з країнами Америки чи Європи). Україна хоча і є космічною державою, проте не має своїх знімальних систем високої роздільної здатності. Це означає, що потенційний користувач мусить купувати знімки через дистрибуторську мережу у власників таких систем (Ikonos-Space Imaging, США; Quick Bird-Digital Globe, США; ErosB-Image Sat Int, Ізраїль; OrbView-Orbimage, США; та інші).

Навіть при оформленні замовлення, попередній оплаті, наявності доброї погоди (безхмарності) термін виконання замовлення розтягується на кілька місяців. З нашого досвіду відомо, що деякі постачальники космічних зображень відмовляються приймати замовлення без пояснення причин відмови. А створення такої ситуації на ринку послуг не сприяє популяризації космічних методів. Проте сподіваємось, що це тимчасове негативне явище, яке в найближчому часі буде ліквідоване.

Висновок. На підставі проведених досліджень рекомендується при плануванні кадастрових робіт керуватись критеріями точності карт матеріалів для кадастру, реальною здатністю аерокосмічних зображень, об'єктивною оцінкою радіометрії образу, а також вивчити ринок надання космічних зображень через дистрибуторську мережу в Україні та поза її межами.

1. Державний Комітет України по земельних ресурсах Проект видачі державних актів на право власності на землю в сільській місцевості та розвиток систем кадастру. Позика №4709-UA, Київ, 2006. 2.Перович Л.М. Теоретичні засади функціонування кадастрової системи в Україні // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр.- Львів, 2006.-С. 55-64. 3. Дорожнинський О.Л., Почкін С.В., Дорожнинська О.О. До питання визначення площ і вартості земельних ділянок за матеріалами космічного знімання// Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Львів, 2007. - С. 248-255. 4. Дорожнинський О.Л. Основи фотограмметрії // Підручник для студентів ВНЗ. Вид-во НУ «Львівська політехніка» - Львів, 2003. С. 196. 5. Butowtt I., Kjczyński R. Fotogrametria // Wojskowa Akademia Techniczna –Warszawa, 2003. S. 375. 6.Kurczyński Z., Preuss R. Koncepcja wytworzenia ortofotomapy Polski dla potrzeb systemu identyfikacji działek relnych – LPIS. Szansa i wyzwania // GEODETA, № 8 (87) – Warszawa, 2002. S. 6-10. 7. Сторінку INTERNET: www.digitalglobe.com Space imaging North America: www.spaceimaging.com Orbimage: www.Orbimage.com

УДК 528.72/73

В. Глотов, Ю. Дубик, В. Чижевський
Національний університет "Львівська політехніка"

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ФРОНТАЛЬНИХ ТА ІНТЕР'ЄРНИХ ПЛАНІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ РЕСТАВРАЦІЙНИХ РОБІТ АРХІТЕКТУРНИХ ПАМ'ЯТОК

©Глотов В., Дубик Ю., Чижевський В., 2007

Представлен анализ технологической схемы цифровой съемки фасадов и интерьеров архитектурных памятников, которые подлежат реставрации. Обращается внимание на составление совместного проекта съемки и обработки снимков с реставраторами. Предлагается использование телескопической штанги для съемки цифровой камерой

фасадов и интерьеров последовательно с целью реализации фототриангуляции при последующей обработке изображений.

The analysis of technological scheme of digital of fronts and interiors of architectural monuments planned for restoration is present. Intention is paid on creation of joint project for survey and image processing together with restoration specialists. It is proposed a using of telescope rod for digital survey of fronts and interiors phototriangulation when following image processing.

Постановка проблеми. Технології та засоби цифрового знімання в теперішній час зайняли домінуючі позиції у фотограмметричному виробництві. Це в першу чергу пов'язано зі значним зменшенням собівартості приладного парку та докорінного спрощення технологічного процесу, завдяки, тому що відбулася заміна оптико-механічних та аналітичних приладів на цифрові, які дозволили автоматизувати процеси камеральної обробки зображень. В той же час застосування фотограмметрії у різноманітних галузях не тільки не зменшилося, але і навпаки стало більш різноманітним. Не минуло це і архітектуру. Цифрове фототеодолітне знімання повністю замінило класичні методи створення фронтальних планів споруд, скульптурних груп тощо. Однак, і зараз залишається ще досить багато проблем, які необхідно розв'язати при застосуванні цифрової фотограмметрії в архітектурних вимірах: дисторсійні спотворення, визначення елементів внутрішнього орієнтування тощо.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. Збереження пам'яток архітектури має дуже важливе значення не тільки з точки зору національної але й світової культури. Архітектурні пам'ятники нажалі в теперішній час у своїй більшості знаходяться в аварійному стані. Це пояснюється у першу чергу, мізерним фінансуванням реставраційних робіт. Отже, необхідно розробляти маловартісні технології складання фронтальних планів, а це можна тільки завдяки застосуванню фотограмметричних методів. Таким чином, здешевлення складання фронтальних планів для реставраційних робіт дасть змогу виділити частину фінансування безпосередньо для відбудови споруди.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми. Ефективною технологією для забезпечення відсутніх даних про фасади будинків є отримання зображень з наземних знімків і проектування їх на полігонально побудовані фасади створених моделей, підкреслюється в працях [4, 5, 6]. Так як ручний метод отримання планів та їх відповідне розміщення займає багато часу, то пропонується автоматичний метод, що використовує візуалізацію сучасних 3-D графічних електронних планів. Таким чином, проблема отримання планів може розв'язуватись використовуючи графічні алгоритми, які на сьогодні реалізуються на комп'ютерах і тому є досить оперативними. Як тільки частина будівлі або навіть фасаду є відображена на поодинокій знімок, визначаються самооклюзії будівель, і виконується знімання декількох фотографій з різних положень для того, щоб відтворити кінцеві зображення текстур. Для досягнення високої якості текстур оперативно враховується дисторсія об'єктива камери використовуючи програми попиксельного врахування, які виконуються в програмних модулях графічної обробки.

Необхідно відзначити ще один нюанс при створенні фронтальних та інтер'єрних планів архітектурних комплексів та споруд. У першу чергу, об'єкт, що досліджується несе в собі величезну кількість інформації, тому застосування лазерних сканерів у даній технології не є практичним. Хоча лазерні сканери мають багато переваг, вони не є достатньо портативними або швидко дійними для опрацювання величезної кількості даних, що є не технологічним для того, щоб реєструвати та візуалізувати об'єкт у режимі реального часу [2, 3]. Таким чином, автори прийшли до висновку, що потрібно повністю використати потенціал технологій, що базуються на зображеннях для моделювання архітектурних споруд.

Невирішені частини загальної проблеми. На підставі розробленої технологічної схеми необхідно визначити її особливості при складанні фронтальних планів при реставраційних роботах архітектурних пам'яток.

Постановка завдання. Завдання полягає в тому, щоб остаточно з'ясувати всі нюанси технології цифрового наземного знімання для складання фронтальних планів споруд.

Виклад основного матеріалу. Дамо короткий опис споруди. Костел розташований у західній частині колишнього середмістя Угнева на осі дороги Рава-Руська – Белз, що транзитом проходила через південну частину ринкової площі міста. Окрім костелу на території пам'ятки, на осі головного входу розташована висока вежа дзвіниці. Від сходу та півночі територія оточена високим цегляним муром. Перша згадка про костел датується 1642 р. Найбільш імовірно, на той час костел був дерев'яним. Після пожежі 1680 року, споруда відбудовується в цеглі в 1695 р. Будівничим костелу був майстер мулярського цеху з Любліна Войтех Ленартович, про що свідчить напис на фронтоні головного фасаду. Зміна конструктивної схеми даху та покриття свідчать про перебудову дерев'яних дахових конструкцій над всіма частинами пам'ятки. Відомо, що в 1927 р. відбувалась реставрація споруди.

Пам'ятка розташована на середині огороженої ділянки та орієнтована зі сходу на захід. Уздовж своєї центральної осі храм ділиться на чотири частини - притвор та хори в другому ярусі, головна нава, пресвітерія, захристія. З обох боків до притвору примикають триярусні вежі, у товщі стіни котрих були влаштовані забіжні гвинтові сходи. Костел має три входи: головний - від східного фасаду, до вітварної частини - у південній стіні пресвітерію, до захристії - у її північній стіні. Поперечні стіни поділу костелу завершуються бароковими фронтонами. Дах над навою та пресвітерією двосхилий, над захристією - односхилий (на західну сторону). Вежі були накріті багатими бароковими завершеннями, що на сьогодні - втрачені. Вистрій фасадів у цілому сформований членуванням стін поодинчими та здвоєними пілястрами тосканського ордеру та пряслами стін з утопленими в штукатурці дзеркалами. Завершуються фасади розкрепованим карнизом. У кожному пряслі верхньої частини стіни влаштоване одне велике вікно або фальш-вікно, проріз котрих декорований профільованим обрамленням. Потиньковані стіни костелу, багато декоровані профільованими архітектурними деталями. Вистрій стін інтер'єру розчленований на окремі прясла поодинчими та здвоєними пілястрами іонічного ордеру. Головна нава, пресвітерія, захристія, притвор - перекриті циліндричними склепіннями з опалубками під вікна та двері. На стінах та склепіннях збережені сліди орнаментального живопису. Круглі в плані сходові клітки перекриті купольним склепінням. Верхні яруси веж збудовані на плані восьмикутника з наріжниками, декорованими пілястрами іонічного ордеру. Під частиною головної нави розташовані, засипані будівельним сміттям крипти, продухи з котрих улаштовані в цоколі споруди.

Після другої світової війни костел використовувався як складське приміщення угнівського колгоспу, причому в приміщенні притвору зберігались хімічні речовини.

Отже, для реставраційних робіт костелу необхідно було створити фронтальні та інтер'єрні плани споруди. Для розв'язання цієї задачі розраховуємо насамперед з якою точністю визначаються координати точок на споруді, враховуючи експериментальні роботи. Для знімальних робіт використовувався макетний зразок цифрового теодоліта, а опрацювання зображень буде проводитись на ЦФС "Дельта-2".

У нашому випадку:

$Y_{\phi} = 20\text{м}, B = 3\text{м}, f_{\kappa} = 170\text{мм}, x = 40\text{мм}, z = 30\text{мм}, m_{x,z,p} = 0.005\text{мм}$. Для координати Y_{ϕ} отримаємо $m_{Y_{\phi}} = 8\text{мм}$, що відповідає II класу точності.

Особливості знімання собору полягали в тому, що не було можливості виконувати знімання більш ніж із 20 метрів. Оскільки територія обмежувалася парканом та деревами із великими кронами. Окрім цього, перед фасадом собору розташована дзвіниця висотою понад 10 метрів. Висота собору складає від 15 до 20 метрів (рис. 1). Звідси постала проблема знімання нормальним

випадком, так як навколо собору немає відповідної висоти будівель, щоб була можливість виконувати знімання із них.



Рис. 1. Загальний вигляд костелу в м. Угнів.

Проаналізуємо технологічну схему, яка була запропонована та апробована авторами..

Польові роботи

1. Усі польові роботи необхідно погодити з архітекторами, які на місці повинні вказати на які елементи архітектурної споруди треба приділити особливу увагу, а де відображення контурів може бути менш детальним. Така співпраця значно скоротить час виконання польових робіт та підвищить їх якість. Разом з архітекторами має бути складений проект усіх геодезичних та фотограмметричних робіт щодо об'єкта із переліком архітектурних елементів, розрізів і точності їх визначення. Кількість опорних точок та їх розташування повинно забезпечувати необхідну точність орієнтування стереопар та складати не менше шести точок на одну стереопару.

2. У зонах, де по проекту має буди опорна точка вибирають чіткий контур, який повинен знаходитись на площині. Це може буди кут цегли, тріщина в тинку, кут штапика вікна, тощо. Не бажано вибирати за опорні точки об'ємні елементи, наприклад, кут карнизу, кут підвіконня, тощо. Під час визначення їх координат методом прямої засічки неможливо однозначно зв'язувати на точку з різних кінців базису. Для всіх опорних точок необхідно зробити фотоабрис. У нашому випадку використовувався телеоб'єктив з фокусною віддалю 300 мм.

3. Після вибору опорних точок виконували знімання за допомогою цифрової камери Canon EOS 350D з об'єктивами із фокусною віддалю 18 мм, 55 мм, 300 мм. Отримані знімки безпосередньо в полі контролювались на якість зображення та на забезпеченість опорою. Якщо схема опорної мережі виявлялась недостатньою, або кількість точок недостатня – маркування корегувалось, а знімання відкоригованих ділянок повторювалось.

4. Оскільки висота стін костелу сягала 15-ти метрів, то для зменшення кутів нахилу фотокамери було запропоновано використовувати телескопічну штангу висотою 8-м метрів. Камера закріплювалась на верхньому кінці телескопа та була з'єднана USB-кабелем з ноутбуком

який був розташований на столику, що закріплений на нижній частині телескопа (рис. 2). За допомогою ноутбука виконувалось керування камерою і контроль якості отриманого знімка. Це особливо є актуальним під час знімання інтер'єру, оскільки використовувати підйомну люльку у внутрішній частині споруд неможливо. Дах, вежі, фронтони костелу знімались за допомогою телеоб'єктиву з відстані 200 – 300 метрів.



Рис. 2. Знімання фасаду цифровою камерою зі штанги.

5. Після завершення знімальних робіт вибирались та фіксувались точки теодолітних базисів для виконання геодезичних робіт. Оскільки, при обробці матеріалів на ЦФС „Дельта” важливо, щоб вісь архітектурного об’єкту була направлена паралельно або перпендикулярно до системи координат, необхідно визначити кут відхилення першого базису до однієї зі стін споруди, або цей базис встановити паралельно стіні.

6. Всі точки базисів необхідно вмикати в замкнений теодолітний хід. Висоти точок визначають геометричним або тригонометричним нівелюванням.

7. Точки на даху, вежі, хрести, там де немає контурів однозначних для вимірювання теодолітом, або є сумнів до точності засічки, засічку виконують з подвійного базису, для того, щоб можна було перевірити величину похибки наведення.

8. Після завершення знімальних робіт вибирались та фіксувались точки теодолітних базисів для виконання геодезичних робіт. Оскільки, при обробці матеріалів на ЦФС „Дельта”

важливо, щоб вісь архітектурного об'єкту була направлена паралельно або перпендикулярно до системи координат, необхідно визначити кут відхилення першого базису до однієї зі стін споруди, або цей базис встановити паралельно стіні.

9. Доцільним є виконання обміру архітектурної споруди де це можливо, за допомогою рулетки. По-перше, результати обміру стануть контролем під час камеральної обробки матеріалів. По-друге, бувають ситуації, коли одних обмірів достатньо для викреслювання на плані тої чи іншої деталі споруди. Її знімання та планово-висотна прив'язка буде лише зайвою витратою часу. У нашому випадку таким елементом був верх хору, де знімання було недоцільне, а обмірів достатньо для його викреслювання.

Камеральні роботи

1. Усі знімки, які були отримані за допомогою об'єктива з фокусною відстанню 18 мм., попіксельно калібрувались за вплив дісторсії [1].

2. Знімки, які утворювали поодинокі стереопари, орієнтувалися в програмі Models за звичайною схемою. Знімки, які утворювали блок орієнтували із допомогою програми Triada та BlockMSG. У нашому випадку, вказаним вище способом орієнтувалися знімки, які були отримані під час знімання бокових стін всередині костелу. Знімки кожної стіни розглядалися нами, як окремі знімальні маршрути. Кожний маршрут мав достатню кількість опорних точок для фототріангуляційної мережі згущення. Точки згущення вимірювали в програмі Triada, а побудову та врівноваження виконували за допомогою програми BlockMSG.

3. Стереоскопічний збір та редагування планів виконували в програмі Digitals. Загалом було виконано шість обмірних планів костелу, з них чотири фасади та два ростина; шість робочих креслень із вказаними втратами, з них так само чотири фасади та два ростина; окремі плани усіх архітектурних деталей костелу (двері, вікна, карнизи, капітелі пілястр, фронтони, хрести, тощо), їх профілі, ростины (рис. 3, рис. 4).



Рис. 3. Лівий фасад костелу.

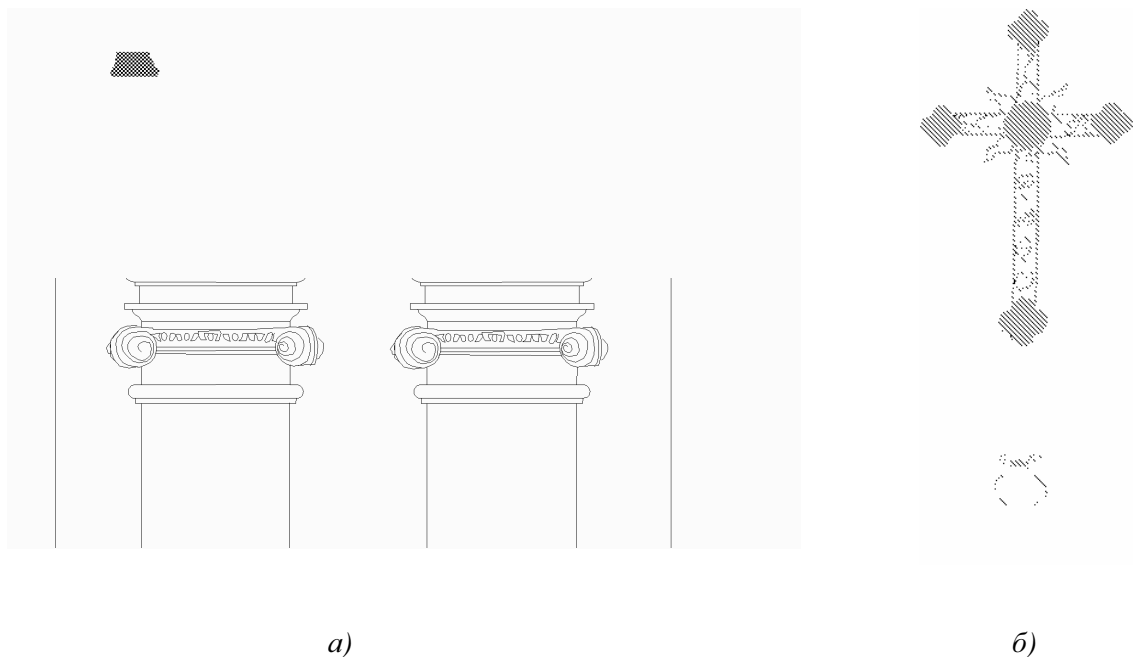


Рис. 4. Відображення окремих деталей споруди:
а) фрагмент капітелі пілястри; б) хрест на фронтоні апсиди.

Висновки:

1. Проведений аналіз польових та камеральних процесів запропонованого методу.
2. Застосування телескопічної штанги дало можливість зробити планове знімання фасадів та інтер'єрів споруди, тобто підвищити точність визначення координат точок об'єкту. Окрім цього, значно здешевіло собівартість польових робіт, оскільки не треба застосовувати автомобіль із підмною люлькою.
3. Запропонований спосіб використання фототріангуляції дав можливість підвищити точність фасадних та інтер'єрних планів а також спростив технологію приведення планів цілої споруди до єдиної системи координат.

1. Глотов В.М., Чижевський В.В. Вдосконалений спосіб визначення дисторсії цифрових знімальних систем // *Наук.-техн. журн. „Вісник геодезії та картографії”*. - Київ. - 2005 р. - № 2. - С. 42 – 45. 2. Bacigalupo, C., Cessari, L., *Survey techniques and virtual reality for recovery plan of a fortified Mediterranean town. In Workshop Vision Techniques for Digital Architectural an Archaeological Archives, Ancona, July, 2003. P. 40-42.* 3. Gonzo Lorenzo, El-Hakim Sabry, Picard Michel, Girardi Stefano, Whiting Emily. *Photo-realistic 3-D reconstruction of castles with multiple-sources image-based techniques // The international archives of the remote sensing and spatial information sciences. XXXV congress ISPRS. Istanbul, - 2004. P. 120-126.* 4. Kada Martin. *Hardware-based texture extraction for building facades. // The international archives of the remote sensing and spatial information sciences. XXXV congress ISPRS. Istanbul. - 2004.у. P. 420-426.* 5. Kochi, N., Ito, T., Noma, T., Otani, H., Nishimura, S. *PC-based 3D Image Mesuring Station with Digital Camera An Example of Its Actual Application on a Historical Ruin : The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIV, Part 5/W12, July 2003. P. 195-199.* 6. Saderholn M. *About creation of photogenetic spatial model of building // Sirv. Scir. Fiul. 1999 y. 17, - №1-2, - P. 118-125.*