

УДК 528.72/73

В.М. ГЛОТОВ, В.В. ЧИЖЕВСЬКІЙ

Національний університет "Львівська політехніка"

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ЦИФРОВОГО ФОТОТЕОДОЛІТНОГО ЗНІМАННЯ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ФРОНТАЛЬНИХ ПЛАНІВ

© Глотов В.М., Чижевський В.В., 2003

Представлена разработанная авторами технологическая схема составления фронтальных планов зданий цифровой фототеодолитной съемкой.

Приводятся особенности полевых и камеральных работ. Представлен анализ процессов метода.

It is presented in the article the technological scheme of digital phototeodolite surveying for creation of frontal plans of buildings which was developed by authors. The peculiarities of field and office work are shown. The analysis of processes of the method is done and presented.

Постановка проблеми

Цифровий метод у теперішній час став основним у фотограмметричному виробництві. На зміну аерофотокамерам та фототеодолітам приходять цифрові камери. Ці технології та засоби знаходять застосування і в прикладній фотограметрії, а саме в архітектурних вимірюваннях. Однак є ще багато нюансів щодо властивостей цифрових камер та обробки зображень. У зв'язку з цим необхідно розробити технологічну схему складання фронтальних планів фасадів будинків при застосуванні цифрового методу.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями

Складання фронтальних планів необхідно передусім для вирішення архітектурно-реставраційних робіт, оскільки продуктивність праці при обмірних роботах складних споруд із застосуванням фотограметрії зростає до 10–15 разів та більше, причому, чим споруда складніша, тим більше зростає продуктивність робіт. З іншого боку вартість робіт знижується у значно більшому ступені за рахунок виключення необхідності будівництва риштування для вищевказаних видів робіт [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми

Розробку технологічних схем застосування фототеодолітного знімання для складання фронтальних планів споруд виконано у роботах [3, 4, 5]. Однак ці дослідження та розробки виконані для фототеодолітних камер, а не для цифрових.

У роботі [6] наведена технологічна схема знімання з подальшим скануванням знімків, але це в свою чергу ускладнює технологію, а відтак, і оперативність обробки та отриманих результатів обмірів.

Невирішенні частини загальної проблеми

Для підвищення технологічності та зменшення собівартості архітектурно-реставраційних робіт будівель, що мають історичне значення, необхідно розробити схему складання фронтальних планів цифровим стереофотограмметричним методом.

Постановка завдання

Основним завданням є розробка технологічної схеми цифрового фототеодолітного знімання та цифрової обробки зображень для складання фронтальних планів споруд.

Для розв'язання цієї задачі розрахуємо насамперед з якою точністю визначаються координати точок на споруді, враховуючи експериментальні робіт, що виконувались при відпрацюванні технології в центральній частині м. Львова. Для знімальних робіт використовувався макетний зразок цифрового теодоліта [1], а обробка зображень проводилась на ЦФС "Дельта" 2". У нашому випадку: $Y_\phi=20 \text{ м}$, $B=3 \text{ м}$, $f_k=170 \text{ мм}$, $x=40 \text{ мм}$, $z=30 \text{ мм}$, $m_{x,z,p}=0,005 \text{ мм}$ [4]. Для координати Y_ϕ отримаємо $m_{y\phi}=8 \text{ мм}$, що відповідає II класу точності.

На перший погляд, можливо зробити висновок, що поставлена задача розв'язується шляхом прямої фотограмметричної засічки, але це не так, оскільки є присутність цілої низки похибок: непаралельність оптичних осей камери та теодоліта, неперпендикулярність ПЗЗ-матриці до головного оптичного променя, похибки вимірю базису тощо. Для ілюстрації цього негативного явища достатньо привести наступні розрахунки впливу похибки нахилу камери (ПЗЗ-матриці). Згідно з формулами [4]

$$\Delta\omega = \frac{f\Delta z}{f^2 + z^2} \rho'' \quad (1)$$

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta x}{f}$$

за вищеведеними даними відповідно отримаємо $\Delta\omega = 6''$, $\Delta\varphi = 6''$.

Звідси видно, що похибки непаралельності оптичних осей приладів технологічно встановити практично неможливо.

Враховуючи викладене, необхідно зробити висновок про неможливість застосування прямої засічки при виконанні таких високоточних робіт.

Тому застосовуємо обернену фотограмметричну засічку, тобто на об'єкті визначаємо опорні точки для подальшого орієнтування зображень.

У нашему випадку вибиралися контури, що добре та однозначно опізнаються на зображеннях та рівномірно розташовані по всій площині фасаду. Причому, зважаючи на міркування подальшої обробки, необхідно визначити координати не менш ніж 8–9 точок, що дає змогу зорієнтувати стереопару з проектною точністю.

Отже, остаточна схема польових робіт буде виключати такі процеси: вибір станцій, промір базису, виконання знімання, визначення координат опорних точок.

Розглянемо деякі особливості вищеведеної технологічної схеми. Стосовно вибору станцій необхідно відмітити, що в цьому випадку бажано зробити двосторонній підхід, а саме довжина базису повинна задовільняти вимоги знімання та оптимальне розташування теодоліта при кутово-вимірних спостереженнях. При вузьких вулицях старого міста це цілком можливо поєднати. Далі, оскільки базис є досить малим, з цієї ж причини, то його промір виконується вимірною стрічкою, причому відразу враховується перевищення.

Виконання знімання ведеться за класичною схемою, а за необхідності і в декілька "поверхів", це так само пов'язано з особливостями старожитньої забудови. Знімання виконують при можливо максимальній фокусній відстані (починаючи з $f_k=25-30 \text{ мм}$) [2]. Це пов'язано, по-перше, за максимальним зменшенням дисторсії, а, по-друге, збільшенням масштабу знімання, що дає можливість детальніше та точніше в подальшій обробці опрацьовувати матеріали. За наявності різноманітних скульптурних прикрас невеликих розмірів необхідно провести окреме знімання цих

площ, що в значній мірі полегшує обробку та підвищує точність викреслювання архітектурних елементів. Однак при застосуванні цього процесу в регіонах знімання необхідно визначити 1-2 опорних точки для точнішого орієнтування цих деталей. Okрім цього, знімання можливо робити окремо від орієнтуючого пристрою (теодоліта) безпосередньо з рук, це як вже підкresлювалось вище, можливо, оскільки застосовується обернена фотограмметрична засічка. Знімання бажано виконувати при одноманітному освітленні (повна хмарність), щоб уникнути різних тіней, які в значному степені погіршують камеральну обробку зображень. Координати опорних точок визначають за допомогою орієнтуючого пристрою, тобто теодолітом (Theo 010B), який має високу точність вимірювання кутів, що дає змогу отримати координати точок з точністю не більше 1 мм.

За експериментальними дослідженнями виконання польових робіт при спостереженні фасаду розміром 15×15 м з визначенням 9 опорних точок займає 1 год.

Проаналізуємо камеральну обробку матеріалів знімання. Розглянемо послідовно особливості процесів орієнтування та обробки цифрових зображень.

При орієнтуванні цифрових зображень як відомо не потрібно виконувати процес внутрішнього орієнтування. Okрім цього немає необхідності виконувати і процес взаємного орієнтування, оскільки обробляються наземні знімки. Отже, відразу переходимо до зовнішнього орієнтування знімків. Для опрацювання цього процесу застосовується обробка двох поодиноких знімків. За наявності елементів зовнішнього орієнтування їх вводять у відповідні вікна. Процес виконується методом послідовних наближень, візууючи марку на відповідні точки, притримуючись класичної схеми.

Починаючи стерео зображення зручніше скласти шаблони шарів за кольорами (наприклад: штукатурне пофарбування, цегла червона, цегла біла тощо) та за елементами (наприклад: скульптури, капітель, фрізи тощо) обробку різних фасадів одного будинку необхідно робити окремими файлами. Analogічно окремими файлами вести збір складних елементів фасаду, а при завершенні зробити з'єднання цих файлів у загальний.

У той же час у налагодженнях програми "Digital" повинно бути встановлено нульове значення точності визначення координат за картою у графічному вигляді.

Нескладні деталі, а також основу складних елементів бажано цифрувати тільки полігонами, пильнуючи відстання елементів. Так, наприклад, відмалювання віконного поглибління проводиться за зовнішнім периметром та внутрішнім – окремо.

Стосовно відображення скульптур та елементів оздоблення, то ці деталі технологічніше викреслювати у вигляді профільних ліній або фронталей.

Особливу увагу необхідно приділити точності візуування вимірювання марки ножним штурвалом, оскільки у сучасних версіях "Digital" немає можливості візуально контролювати аплікату і похиби можуть бути виявлені тільки після конвертування у програмі, що працює з 3-D моделями.

Якщо окремі елементи фасаду повторюються, або повторюється група елементів, то можливо копіювання і перенесення цих елементів на аналог (однаке ці дії повинні бути обумовлені із замовником).

Висновки

1. Розроблена та опробована на реальному об'єкті технологічна схема складання фронтальних планів з застосуванням цифрового фототеодолітного знімання.

2. Проведений аналіз польових та камеральних процесів запропонованого методу.

3. Точність визначення просторових координат відповідає попереднім розрахункам.

1. Глотов В.М. Розробки та дослідження фототеододіта на базі цифрової камери Kodak DC-260 та оптичного теодоліта Theo-010B // Зб. наук. праць V Міжнар. наук.-техн. симпозіуму

- “Геоінформаційний моніторинг навколошнього середовища GPS i GIS-технологій”. – Львів, 2000.
2. Глотов В.М. Особливості визначення фокусної відстані цифрових фототеодолітних камер // Геодезія, картографія і аерофотознімання: Міжвідомчий наук.-техн. зб. – Львів, 2003. – № 63.
3. Катушков В.О., Сердюков В.М. та ін. Прикладна фотограмметрія. – Київ: Вид-во КДТБА, 1994.
4. Лобанов А.Н. Фототопография. – М.: Недра, 1983. – С. 223–224. 5. Цветков В.Я. Использование архивных и любительских снимков для реставрационного проектирования // Геодезия и картография. – 1991. – № 8. – 29–33 с. 6. Basili D., Gllivanone M. Modalite fotogrammetrico-informatiche per la reppeesenta zione delle architetture. Riv. Cetasto e serv.tecn.erar. – 1991. – 46, № 1. – P. 105–134.