

УДК 528.72

**ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА БУДУВАННЯ
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ И
СТРОИТЕЛЬСТВА
GEODETC SUPPORT OF THE RECONSTRUCTION AND
CONSTRUCTION**

*А.А.Шоломицький, А.А.Шоломицкий, A.Sholomitsky д.т.н. ДонНТУ,
А.О.Луньов, А.А.Лунев, A.Lunov к.т.н. ДонНТУ,,
О.П.Сірих, А.П.Серых, A.Siryx, к.т.н. ДонНТУ,
О.М.Тарасова, О.М.Тарасова, O.Tarasova ООО «Геоинжиниринг».*

Будівництво й реконструкція сучасних будинків і споруд вимагають своєчасного і якісного геодезичного обслуговування. При цьому методи вимірів повинні бути точними й по можливості дистанційними. В умовах сучасного будівництва з постійним контролем якості будівельних робіт, методи, що використовуються, повинні бути максимально ефективними, тобто виконуватися в обмежений час. Основним показником якості є відповідність габаритів конструкції геометричним характеристикам об'єкта, що проектується. Контроль проводиться на етапі проведення виконавчого знімання. Отримана в результаті знімання модель може використовуватися як для контролю геометричних параметрів об'єкта, так і для розрахунку обсягів облицювального матеріалу й розмірів віконних блоків. У зонах, де ведеться активна підробка, таке знімання дозволяє створити „еталон” вихідного положення будинку на земній поверхні. Подальші знімання дозволять стежити за динамікою змін і вживати необхідних заходів за для захисту. Значення виконавчого знімання підвищується при будівництві висотних будинків, які більше піддаються впливу підробки й до яких пред'являються більш високі вимоги за точністю геодезичних робіт.

З найпоширеніших способів проведення виконавчого знімання можна виділити:

- безпосередній вимір за допомогою рулетки й вісків;
- тахеометричне знімання безвідбивним електронним тахеометром;
- стереофотограмметричне знімання;
- сканування з використанням тривимірного сканера й ін.

Перший вид знімання маючи невисоку точність вимірів є витратним за часом і по засобах, тому що вимагає в польових умовах виміру кожної точки об'єкту. У багатьох випадках обов'язковою умовою є спорудження будівельних лісів для виконання цього виду знімання.

Наземне лазерне сканування маючи відносну простоту виконання польових робіт вимагає комп'ютерного оброблення результатів сканування для одержання цифрової моделі, що складається із хмар точок [1]. Ручне оброблення й побудова моделі об'єкта вимагає значних витрат часу. Цілком автоматична побудова неможлива для складних об'єктів і вимагає дорогого програмного забезпечення.

Стереофотограмметричний спосіб у даний момент є єдиною можливою альтернативою для виконання таких робіт [2]. З одного боку він дозволяє швидко виконувати польові роботи, з іншого - побудова тривимірної моделі об'єкта здійснюється в камеральних умовах. За необхідністю цифрова модель у будь-який момент часу може бути доповнена й оновлена.

Така технологія була випробувана на ряді об'єктів геодезичною фірмою "Геоінжиніринг" і кафедрою геоінформатики й геодезії Донецького національного технічного університету.

Найбільш складним об'єктом була Успенська церква в с. Осинове Новопсковського району Луганської області, що є пам'ятником архітектури 19 сторіччя й відноситься до об'єктів культурної й духовної спадщини (№315). На сьогоднішній день церква має потребу в реставрації, але ніякої

обмірної архітектурної документації не збереглося. Тому було поставлене завдання створення тривимірної моделі об'єкта й робочих креслень для проектування реконструкції об'єкта.

Для виконання поставленого завдання була використана цифрова п'ятимегапиксельна камера Olympus-E20P. Камера була попередньо відкалібрована за допомогою плаского тестового полігону – для неї були визначені значення елементів внутрішнього орієнтування й параметри систематичних помилок. [3, 4].

Першим етапом виконувався комплекс робіт з побудови знімальної мережі, із точок якої створювалося знімальне обґрунтування для тахеометричного знімання. Опорна мережа створювалася як лінійно-кутова мережа, де точки стояння не збігалися із закріпленими на місцевості металевими штирями з центрами. Це дозволило створити навколо об'єкта знімання мережу жорстких пунктів, закріплених на місцевості, а станції розташовувати таким чином, щоб зручно було вимірювати опорні точки на стінах будівлі. Вимірювання виконувалися в online-режимі за допомогою комплексу "Візір 3D" [5,6], що добре зарекомендував себе під час виконання високоточних інженерно-геодезичних робіт. Для роботи використовувався електронний тахеометр Sokkia SET330 і керуючий комп'ютер з комплексом "Візір 3D".

На кожній станції, розташованій навколо об'єкту, вимірювалися характерні й контурні точки для складання топографічного плану масштабу 1:500. З них же, одночасно з вимірюваннями мережі, виконувалося знімання характерних точок фасадів, які у свою чергу служили опорними точками для фотограмметричного знімання. При цьому за попередньо виконаними цифровими знімками об'єкту створювався абрис для кожного фасаду. Усього було виміряно 437 точок по фасадах - від цоколя до хрестів, таким чином,

щоб можна було окремо зорієнтувати кожну стереопару. Крім того, ці точки використовувалися для побудови тривимірної моделі у випадку, якщо виникали "мертві зони" під час оброблення фотограмметричних моделей.

Об'єкт, що знімався, був умовно розділений на вісім частин, кожна з яких покривалася чотирма стереопарами, розташованими по висоті стінки. Дальність фотографування при цьому не перевищувала 70.0 м. Частина об'єкта, що знімався, на яких була розташована велика кількість дрібних деталей архітектури, були додатково сфотографовані із близької відстані. Фотографування виконувалося зі штатива методом конвергентного знімання з кутом конвергенції не більше 60° . Знімки по кожній стіні були згруповані за окремими маршрутами, кожний з яких вимірювався самостійно. Після вимірювання стереопар по всіх маршрутах дані були об'єднані в єдиний блок для врівноваження в програмі аналітичної фототріангуляції BlockMSG [7]. Схема процесу побудови моделі наведена на рисунку 1.



Рисунок 1 - Технологія одержання тривимірної моделі

Отримані на всіх стереопарах вимірювання поєднувалися в єдину тривимірну модель (рис.1), за якою з використанням даних тахеометричного

знімання й додаткових вимірювань в "мертвих зонах" виконані креслення фасадів (рис. 2) і вид зверху.

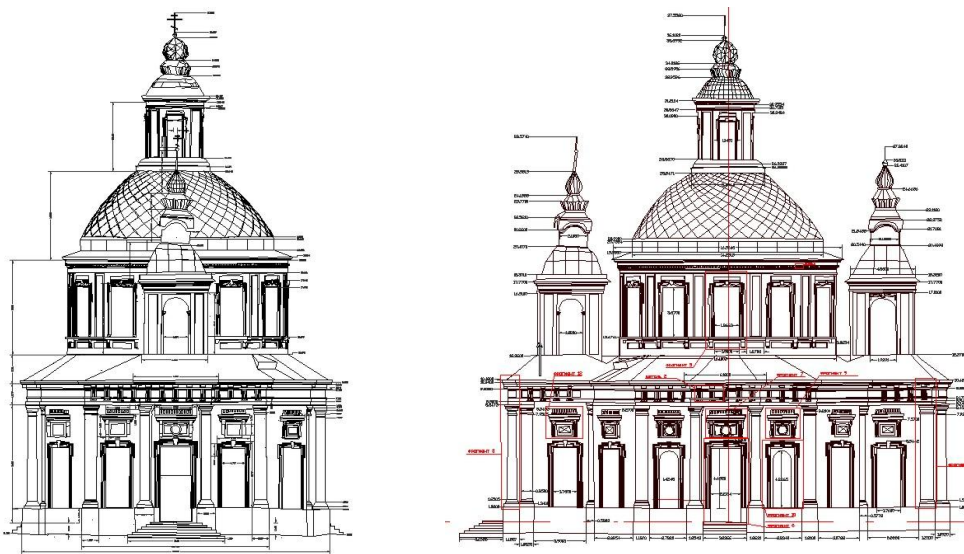


Рисунок 2 - Креслення фасадів

Всі польові вимірювання, включаючи закладку пунктів, вимірювання геодезичної опорної мережі й топографічне знімання, створення фотограмметричної опорної мережі й фотографування об'єкту зайняли два дні для бригади із чотирьох чоловік. Камеральне оброблення фотограмметричних зніманих виконувалося двома інженерами не більш 20 днів.

Другим типовим об'єктом є 24 поверховий офісний будинок у центральній частині м. Донецька. Висота поверху будинку 3,3 метри. На будинку немає балконів, карнизів і навісів, які могли б створювати "мертві зони". Метою роботи була виконавче знімання будинку для наступного проекту облицювання. Точність вимірів елементів конструкції не повинна бути нижче точності вимірів рулеткою, тобто не більше 1см. Відповідно до

технічного завдання в результаті знімальних робіт необхідно було одержати габарити будівлі в плані й відхилення фасадів від вертикальної площини. Це дозволило спростити технологію, виконавши знімання кожного фасаду у своїй системі координат. Приклад одного з фасадів будинку й стереопар по фасаду представлені на рисунку 3.



Рисунок 3 - Загальний вид об'єкту й стереопари по фасаду

Роботи з проведення виконавчого знімання проводились в наступній послідовності:

1. Калібрування цифрової камери за допомогою тестового полігона;
2. Створення знімального обґрунтування;
3. Створення мережі опорних точок на поверхні об'єкту;
4. Фотограмметричні знімальні роботи;
5. Орієнтування знімків, створення моделей фасадів;
6. Вимір моделей.

Використовувана для знімання цифрова камера Canon Rebel Xs з об'єктивом Kit EF-S18-55 IS, з фіксованою фокусною відстанню рівною 55 мм, досліджувалася на калібрувальному полігоні кафедри геоінформатики й геодезії. Для зменшення впливу дисторсії, знімання й відповідно калібрування велися з максимальною фокусною відстанню. Для того щоб не коректувати знімки за дисторсію, для оброблення використовувалася не повна площа зображення, а лише 90% знімка від центру, де значення систематичних помилок, які викликані дисторсією, не перевищують допуску за точністю.

Створення знімального обґрунтування виконувалося за допомогою тахеометра SET 330 в умовній системі координат. Знімальна мережа складалась з 5 пунктів. З кожної точки знімальної мережі виконувалося знімання характерних точок об'єкту. За всією знімальною площиною об'єкту було набрано 84 опорних точок.

Вимір знімків з метою орієнтування виконувався на фотограмметричній станції "Дельта". Врівноваження вимірів виконувалося в програмному комплексі BlockMSG. Середні квадратичні помилки координат опорних точок знаходяться у межах 0.004 – 0.006м. Стереофотограмметричний вимір фасадів виконувався у модулі "Digitals" ЦФС "Дельта". Точність точок контурів об'єкту, що знімався, становить 0.01м, що відповідає точності технічного завдання.

Кінцевим результатом виконаних робіт є складання креслень за кожним фасадом: план габаритів будівлі, у якому показані всі проміри між елементами в площині фасаду, і план відхилень фасаду від вертикальної площини (рис. 4).

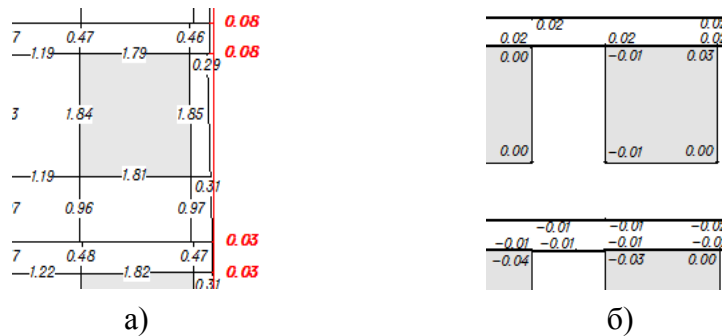


Рисунок 4 – Креслення:
 а) габарити будівлі; б) відхилення від вертикальної площини

План габаритів будинку містить розміри елементів будинку (віконні прорізи, бетонні плити, цегельна кладка), спроектовані на площину фасаду. За крайніми видатними точками фасаду ліворуч і праворуч проведені дві лінії й зазначені відстані від лінії до бетонної плити. Негативні значення вказують на поглиблення фасаду щодо умовної площини, позитивні - на виступ фасаду.

Висновки: Описана технологія показала високу ефективність для складних в архітектурному відношенні об'єктах, дозволяючи виконувати в обмежений час знімання і його оброблення з високою точністю. Метод є цілком дистанційним і безпечним.

Список використаних джерел

1. Белоус Н., Горб А., Ковтун В. Лазерное 3D сканирование в дальних и варяжских пещерах свято-успенской Киево-Печерской лавры // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. – Львів, –2007. - Вип.1 (13). С. 139-145.
2. Гельман Р.Н. Возможности использования обычных цифровых камер для наземной стереосъемки // Геодезия и картография. – 2000. - №4. – С. 31 – 41.
3. Шоломицкий А.А., Лунев А.А. Вимір стенда для калібрування цифрових камер за допомогою електронного тахеометра // Вісник Житомирського державного технологічного університету, 2008, Випуск II (41), с. 131-135.

4. Лунев А.А. Выбор оптимальных параметров калибровки цифровой камеры // Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія: гірничо-геологічна, 2006, випуск 111, Том 2., с. 30-37.
5. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Ревуцкий В.Н., Пригаров В.А. Измерительный комплекс «Визир 3D» на предприятиях Украины: Геодезический контроль и выверка технологического оборудования. Геопрофиль №3 (6), –2009. –С.12-19
6. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Шморгун Є.І. Трьохкоординатний вимірювальний комплекс «Визир 3D» Наукові праці ДонНТУ: Серія гірничо-геологічна. Вип. 9(143), –Донецьк: ДонНТУ, 2009. –С.13–25
7. Могильный С.Г. Зрівнювання мереж аналітичної фототріангуляції // Вісн. геодез. та картогр. – 2000. - №4. – С. 19-23.