УДК 528.72/73

В.М. Глотов, В.І. Нікулішин, В.В. Чижевський
Національний університет “Львівська політехніка”

СПОСІБ СКЛАДАННЯ ВЕЛИКОМАСШТАБНИХ ПЛАНІВ ЗА МАТЕРІАЛАМИ АЕРО- ТА НАЗЕМНОГО ЗНІМАННЯ

© Глотов В.М., Нікулішин В.І., Чижевський В.В., 2007

Запропоновано технологічну схему складання великомасштабних планів у горбистій та гірській місцевості за матеріалами аерофотознімання, яке зроблено в минулі часи, та сучасним цифровим фототеодолітним зніманням. Підкреслюється рентабельність методики щодо складання планів невеликих територій.

It is proposed the technological scheme of creation of large – scale plans in hilly and mountain terrains using two kinds of materials: aerial survey implemented in the past and modern digital phototheodolite survey. The profitability of methodology for creation of plans for small territories is underlined.

Постановка проблеми. Завдяки впровадженню новітніх технологій у фотограмметричному виробництві за останні роки відбулися значні зміни. На зміну аналітичних прийшли цифрові методи, що дозволило значно розширити діапазон застосування різноманітних технологій та їх поєднання. Наприклад, сьогодні аерогеодезичні підприємства мають великий обсяг аерофотоматеріалів минулих років, створювати карт матеріали за якими вже практично не рентабельно, оскільки вони є застарілими. З іншого боку, виконувати аерознімання на невеликі об’єкти немає сенсу з економічного погляду.

Стосовно застосування геодезичного методу, необхідно відзначити, що під час застосування тахеометричної зйомки, є великий обсяг польових робіт під час зйомки за допомогою GPS-приймача, окрім того, можливе обмеження супутникових сигналів, що пов'язане з гірською місцевістю.

Для вирішення цієї проблеми пропонується використати комбінований метод. Для його реалізації необхідно розробити технологічну схему для отримання цифрових векторних карт з використанням аерофотознімання минулих років, та цифрового наземного фототеодолітного знімання.

Зв’язок із важливими науковими і практичними завданнями. Останнім часом в Україні інтенсивно розвивається зимовий гірський туризм у Карпатському регіоні. Для попереднього проектування різноманітних туристичних комплексів та витягів потрібно застосувати великомасштабні топографічні плани. Ці плани повинні відповідати сучасним вимогам подання інформації, тобто: інтерпретуватися в цифровому вигляді, відображати сучасний стан місцевості та створюватись методами, які мають низьку собівартість.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми. У роботі [1] розглядається технологія великомасштабного знімання із борта гелікоптера Ми-2 для невеликих забудованих територій, причому підкреслюється, що навіть під час застосування цього носія собівартість робіт досить висока.

Праці [2,3] присвячені застосуванню наземного цифрового фототеодолітного знімання для складання великомасштабних планів. Зокрема у них підкреслюється про технологічність та економічність застосування цього методу для реалізації поставлених задач.

Рис. 1. Блок-схема комбінованого способу створення та оновлення планів

Невирішені частини загальної проблеми. Актуальною проблемою сьогодення є необхідність отримання великомасштабних карт матеріалів Карпатського регіону з метою попереднього проектування туристичних комплексів, позаяк розвиток відпочинкового бізнесу дасть змогу працевлаштування місцевого населення та надасть можливість значно збільшити надходження прибутків у державний бюджет країни.

Постановка завдання. Необхідно розробити метод складання великомасштабних планів для горбистої та гірської місцевості із застосуванням аерознімальних матеріалів минулих часів та сучасного цифрового наземного знімання.

Виклад основного матеріалу. Загальна блок-схема запропонованого методу показана на рис 1.

Розглянемо та стисло проаналізуємо процеси вищенаведеної технологічної схеми.

1. **Підготовчі роботи**

Для апробації запропонованого способу був виконаний комплекс експериментально-дослідницьких робіт на об’єкті замовника: населених пунктів Ялинкувате та Верхня Рожанка Сколівського району Львівської області. На цю територію у 1996 році зроблено аерофотознімання в масштабі 1:8000 камерою АФА-ТЕ із фокусною віддаллю 100 мм. Кількість знімків відповідно

для першого населеного пункту становила в I маршруті – 10, а в II – 5; для другого був виконаний один маршрут із 13 знімків.

У населених пунктах лініями сполучення є автомобільні шляхи з асфальтовим покриттям. Рельєф місцевості гірський, відносні перевищення місцевості для Ялинкуватого становлять 750–950 м, а для Верхньої Рожанки від 680–850 м над рівнем моря. Будівлі селищ розташовані в основному по березі річок; деякі споруди у вигляді хуторів на схилах водороздільчих хребтів. Навколо населених пунктів розташовані городи та луки. На околицях сільських рад, недалеко від водорозділів, починається ліс.

З метою підтвердження можливості застосування запропонованої технології було виконано розрахунки апріорної оцінки точності просторових координат точок об'єкта. Для розв'язування цієї задачі скористаємось формулами [5]

$$m_{x,y} = 0.75m\sqrt{3(2ns + kn - rs)/(2kns)},$$

$$m_z = (0.25H / p)\sqrt{3(2ns + kn - rs)/(2kns)}. \quad (1)$$

де n – кількість знімків у блоці, S – кількість знімків, на яких зобразилась точка (залежить від повздовжнього та поперечного перекриття), k – кількість точок мережі на кожному знімку, r – число опорних точок у блоці, H – висота фотографування, p – середнє значення поздовжнього паралакса. Користуючись вищенаведеними даними відповідно отримаємо $m_{X,Y}$=0.28 м, m_Z=0,45 м. Отже, точність визначення просторових координат відповідає точності створення великомасштабних планів ряду 1:2000 – 1:5000.

2. Польові геодезичні роботи

Під час виконання польових робіт комплексно виконували такі процеси: цифрове наземне знімання за допомогою цифрової камери Cannon EOS 350D, причому знімання велося "з руки" із верхньої частини схилів (рис. 2).

Оператор переміщався схилом по можливості на одній висоті й через відповідні відстані, із метою отримання знімків з проектним повздовжнім перекриттям, виконував знімання. За необхідності, коли ситуаційних об'єктів було багато, знімання виконувалося зі збільшеною фокусною віддалю (рис. 3). Аналізуючи знімання, необхідно відзначити, що знімання населених пунктів цього регіону потрібно виконувати з двох схилів, оскільки особливості рельєфу не дають можливості повністю зазнимкувати будівлі та інші елементи ситуацій. До того ж знімання необхідно виконувати в міжвегетаційний період, позаяк рослинність присадибних ділянок у значному ступені перешкоджає відображенню будівель тощо (рис. 4).

Рис. 2. Знімання цифровою камерою с. Верхня Рожанка (f=18 мм)

Рис. 3. Цифрове знімання фрагменту території селища (f=85 мм)

За збільшеними аерофотознімками паралельно виконувалося польове дешифрування місцевості. При тому виконавець відмічав на знімках райони, де ситуація змінилася, що дало надалі можливість вибрати необхідні наземні знімки для опрацювання.

Визначення координат опорних точок для фототріангуляції виконувалося за допомогою двочастотного GPS-приймача. Згідно з проектом були визначені координати 9 точок на територію населеного пункту Глинкувате та 8 точок для с. Верхня Рожанка.

Рис. 4. Цифрове знімання, виконане у вегетаційний період

Польові роботи згідно з вищевказаними процесами вдалося виконати за один світловий день на кожне селище (площа приблизно 8 кв. км кожного селища).

3. Камеральні роботи

Першим етапом камеральних робіт було виконання фототріангуляції аерознімків. Для цього аерознімки сканували на фотограмметричному сканері “Дельта-скан”. Для кращого орієнтування знімків у проекті передбачено розташування 9 опорних точок на стереопару.

Після виконання всіх процесів технологічної схеми на ЦФС розрахована апостеріорна оцінка точності за контрольними точками, у результаті середні квадратичні похибки становили: $m_{\Delta X}$=0.18 м., $m_{\Delta Y}$=0.15 м., $m_{\Delta Z}$=0.30 м. Як видно з розрахунків отримані координати відповідають вимогам точності, що висуваються до складання планів у масштабі 1:2000–1:5000.

По закінченні опрацювання аерофотознімків на відібраних стереопарах наземних знімків були перенесені опорні точки і знімки зорієнтовані. Після чого виконувалося опрацювання наземних знімків з метою визначення координат новітніх ситуаційних змін, а тоді вже створювався загальний план за аерофотознімками та наземними цифровим зніманням. Варто відзначити, що точність орієнтування наземних знімків становила за контрольними точками, відповідно: $m_{\Delta X}$=0.30 м., $m_{\Delta Y}$=0.24 м., $m_{\Delta Z}$=0.42 м.. що так само відповідає точності великомасштабних планів. Це пониження точності пояснюється передусім похибками наземних знімків [4].

Висновки

1. Запропонована технологічна схема пройшла виробничу апробацію і в результаті отримані великомасштабні плани масштабу 1:5000 селищ гірської місцевості Карпатського регіону.

2. Апріорна та апостеріорна оцінки точності є одного порядку. Це свідчить про можливість використання методу для складання вищезгаданих планів.

3. Надалі необхідно детальніше проаналізувати всі процеси схеми та виявити можливості підвищення точності та оперативності складання великомасштабних планів на горбисту та гірські місцевості за наявності попередніх аероматеріалів.

1. Волчко П.І., Глотов В.М., Чижевський В.В. Технологія створення великомасштабних планів локальних об’єктів цифровим стереофотограмметричним методом // Збірн. матер. десятого наук.-техн. симпозіуму ”Геоінформаційний моніторинг – навколишнього середовища – GPS і GIS – технології”. – Львів, 2005. – С. 133 – 135. 2. Гельман Р.Н., Никитин М.Ю. Применение принципа фототеодолита при наземной цифровой с’емке // Геодезия и картография. – М., 2004. – С. 32–37. 3. Глотов В.М. Особливості цифрового знімання при створенні великомасштабних планів Антарктичного узбережжя в районі станції “Академік Вернадський” // Наук.-техн. журн. “Вісник геодезії та картографії”. – Київ. – 2005 р. – № 3. – С.22–25. 4. Глотов В.М., Чижевський В.В. Вдосконалений спосіб визначення дисторсії цифрових знімальних систем // Наук.-техн. журн. “Вісник геодезії та картографії”. – Київ. – 2000. – № 2. – С. 42 – 45. 5. Дорожинський О.Л. Основи фотограмметрії. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2003.