



РОЗВИТОК ЦИФРОВИХ ФОТОГРАМЕТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ДНВП "ГЕОСИСТЕМА"

Описываются достижения ГНПП "Геосистема" по подготовке и изготовлению всей линейки приборов, оборудования и программного обеспечения, которые используются в фотограмметрическом производстве. В последние годы основные творческие усилия коллектива предприятия были направлены на разработку цифровой сканирующей аэрофотокамеры 3-DAS-1. Фотокамера способствовала переходу на полностью цифровую технологию фотограмметрического производства. Возможности камеры 3-DAS-1 позволили автоматически выполнять большинство процессов обработки материалов аэросъемки и овладеть новыми видами работ, например, изготовлением цифровых моделей местности.

In the article it is described the achievements of SSPE "Geosystema" during last 20 years in the field of development and production of all range of devices, equipment and software used in photogrammetric production. During the last years the main efforts of the enterprise team were directed to development of photogrammetric digital scanning aerial camera 3-DAS-1. This aerial camera favoured the transition to completely digital technology of photogrammetric production. The possibilities of photogrammetric digital aerial camera 3-DAS-1 allowed to execute automatically most of operations of photogrammetric materials processing and made possible new kinds of works, particularly creation of digital terrain models.

Вступ. Традиційно аерофотознімання виконувалося на спеціальну фотоплівку завширшки 240 мм з подальшим скануванням на високоточних фотограмметричних сканерах для стереоскопічного оброблення отриманих зображень. Обладнання та програмне забезпечення для таких робіт виготовляло обмежене коло відомих західних компаній – "Carl Zeiss", "Leica", "Wild" та "Intergraph".

Інженери ДНВП "Геосистема" розробили власний високоточний фотограмметричний сканер "Дельтаскан" і станцію цифрового стереоскопічного оброблення "Дельта", які за технічними параметрами не поступаються відомим зарубіжним аналогам.

Починаючи з 1996 р., ця продукція активно реалізується закордонним компаніям, забезпечуючи валютні надходження в Україну, поступове розширення підприємства, зростання чисельності його працівників. Підприємство вкладає значні кошти у нові розробки, постійно вдосконалюючи свою продукцію.

На початку ХХІ ст. у світі стала проявлятися стійка тенденція до витіснення плівкових аерофотокамер цифровими, що й спричинило скорочення попиту на фотограмметричні сканери. Тому ДНВП "Геосистема" негайно розпочало розробляти цифрову аерофотознімальну камеру 3-DAS-1, яку запустило у виробництво в 2005 році. У 2007-му було розроблено ширококутну камеру 3-DAS-2, яка забезпечила вдвічі більшу ширину захоплення і дозволила скоротити час та знизити вартість виконання знімальних робіт.

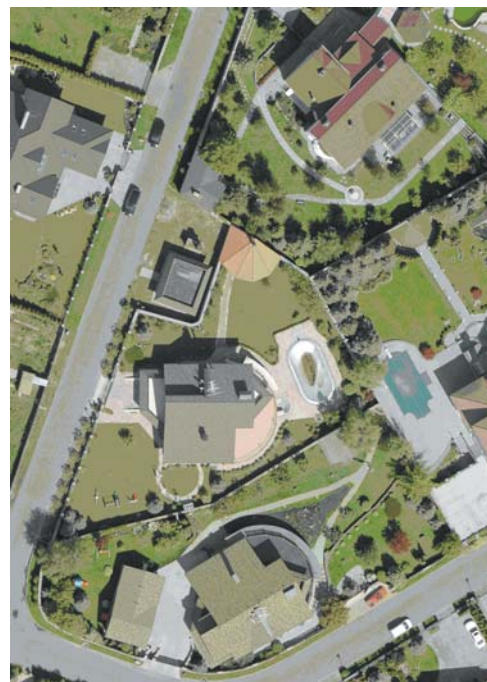
Сучасний стан справ. Інструменти і технології підприємства забезпечують повний цикл фотограмметричного виробництва від планування зальоту й аерофотознімання до створення кінцевої продукції – ортофотопланів, топографічних карт і планів, фотореалістичних 3D-моделей.

Коротко охарактеризуємо наявний набір приладів, технологічні особливості створення тривимірних моделей та практичні результати моделювання.

Фотограмметричний сканер "Дельтаскан-6" виконує автоматичне сканування фільмів з розміром кадру до 240×240 мм для переведення аналогових знімків у цифрове растрове зображення високої роздільної здатності.

Цифрова фотограмметрична станція "Дельта" забезпечує весь процес оброблення цифрових знімків від триангуляції/зрівнювання до видачі оформлених карт, ортофотопланів і ортофотокарт. Програмне забезпечення ґрунтується на картографічному ядрі "Digitals" з можливостями стереоукладання, ортофото і 3D-моделювання.

Цифрова триканальна сканувальна фотокамера 3-DAS-1 ідеально підходить для створення ортофото- і високоточного великомасштабного картографування (1:500-1:2000). Маючи вузький кут огляду (36° поперек напрямку польоту), вона мінімізує перспективні спотворення та "завали" будівель. Спотворення відсутні практично повністю, оскільки формування зображення здійснюється завдяки переміщенню літака (мал. 1).



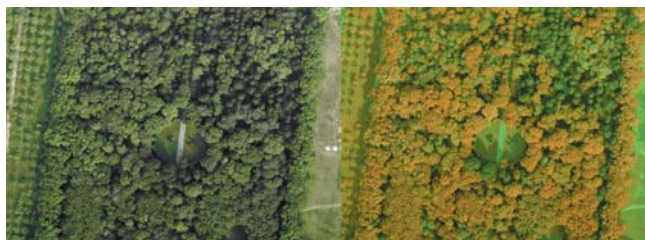
Мал. 1. Вигляд місцевості, відзнятої цифровою аерофотокамерою 3-DAS-1 з роздільною здатністю 0,1 м



До складу знімального комплексу, окрім самої камери, входить стабілізуюча сервоплатформа ASP-4 власного виробництва, яка мінімізує вплив коливань траєкторії літака на вихідні зображення та забезпечує стабільне перекриття між маршрутами.

Камера інтегрована з усіма інерціальними навігаційними системами провідних світових виробників – Arplanix, Leica, Novatel та IGI, що забезпечує пряме геопозиціонування з отриманням елементів зовнішнього орієнтування зображень безпосередньо під час польоту.

Цифрова чотириканальна сканувальна фотокамера 4-DAS-1 з фокусною відстанню 80 мм оснащена додатковим інфрачервоним каналом. Підходить для створення ортофотознімків і картографування, а також для дистанційного зондування та екологічного моніторингу. Інфрачервоне і спектророзональне зображення використовуються у лісовпорядкуванні для аналізу характеру і стану рослинного покриву, лісотаксації та інших цілей (мал. 2).



Мал. 2. Порівняння звичайного та спектророзонального знімків камери 4-DAS-1 (породи дерев вирізняються краще)

Цифрова триканальна сканувальна фотокамера 3-OC-1 призначена для створення фотореалістичних 3D-моделей міст (мал. 3). Має кут нахилу переднього та заднього каналів 45°.



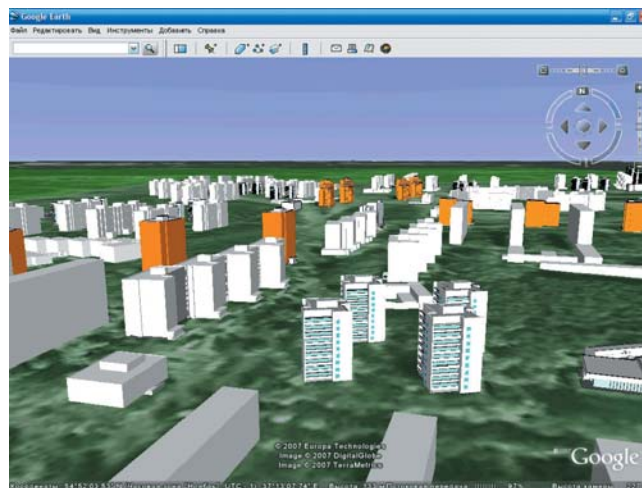
Мал. 3. Фрагмент реалістичної 3D-моделі міста Вінниці, одержаної камерою 3-OC-1

Переваги тривимірних моделей. 3D-моделі використовують у навігації, для міського та архітектурного планування (розміщуючи проєктовані об'єкти серед існуючих будівель), а також для моделювання (наприклад, для розрахунку зон видимості, поширення радіосигналу, прогнозування наслідків затоплення). На відміну від традиційної карти, тривимірна модель зрозуміліша неспеціалістам і дозволяє наочно уявити навколишню місцевість.

Тривимірна карта з фасадами будівель та під'їздами необхідна для міських комунальних і рятувальних служб. Доповнивши карту моделями інженерних комунікацій, отримуємо надійну основу для управління, моніторингу та ремонту міських інженерних мереж.

Тривимірна модель ідеально підходить для наочної презентації потенційним інвесторам або покупцям для унаочнення розташування об'єктів нерухомості, земельних ділянок та довколишньої інфраструктури.

Технологія створення 3D-моделей міст. Перші тривимірні моделі міст створювали вручну. Кожна будівля моделювалася окремо в AutoCAD, ArchiCAD, 3DS Max або в подібному 3D-редакторі. Процес був дуже трудомістким і тому, зазвичай, моделювалася лише центральна частина міста. Решта будівель являла собою кольорові коробки без текстур і без точного відтворення їхніх форм (мал. 4).

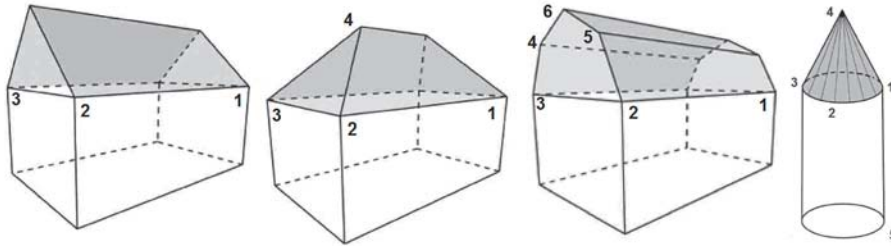


Мал. 4. 3D-модель міста, створена вручну

У програмному забезпеченні Delta/Digitals згодом була реалізована напівавтоматична технологія моделювання міських територій, що дозволило значно скоротити витрати на створення моделей.

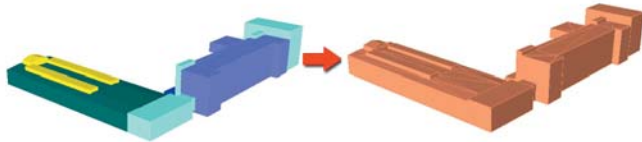
Тривимірні моделі дахів будівель створюємо стереофотограмметричним методом, причому оператор вимірює лише характерні точки контуру даху. Повна фігура добудовується програмою автоматично за відповідним типовим шаблоном. Набір шаблонів містить близько двадцяти основних типів дахів, а складніші форми передаються комбінацією базових елементів (мал. 5).

Паралельно з роботою над моделями дахів створюється традиційна модель рельєфу, яка використовується для ортофото і формування стін будівель. Стіни "встановлюються" автоматично проєктуванням відповідних точок кожного даху на поверхню землі. У підсумку отримуємо готові тривимірні об'єкти, що являють собою будівлі або їх частини. Для об'єднання окремих частин у суцільну будівлю використовується спеціальна команда. Це дозволяє надалі працювати не з окремими геометричними



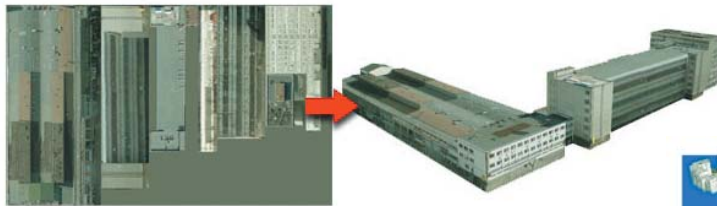
Мал. 5. Приклади шаблонів дахів

фігурами, а з цілими будинками, яким можна присвоїти адресу, показати поверховість, будівельний матеріал та інші атрибути. Крім того, дана операція "прибирає" невидимі грані, оптимізуючи модель (мал. 6).



Мал. 6. Об'єднання окремих елементів у повноцінну модель

Останній етап, який надає моделі завершеного фотореалістичного вигляду, це текстурування (мал. 7). У програмному забезпеченні Delta/Digitals всі текстури автоматично "витагуються" з аерознімків, але їх можна доповнити матеріалами наземного фотознімання. Головне при цьому, щоб усі знімки мали геодезичну прив'язку.



Мал. 7. Набір текстур для моделювання будівлі

Якість текстур фасадів залежить від ракурсу знімання та наявності надлишкових знімків. Камера 3-ОС-1 забезпечує оптимальну якість зображень фасадів будівель за рахунок кута нахилу 45° для переднього та заднього каналів. Також важливо, щоб кожна будівля була сфотографована з усіх сторін. У результаті всі фасади матимуть якісні текстури. Для цього застосовують перехресний заліт, коли місто знімають спочатку в одному, а потім у перпендикулярному напрямку.

Для зображення поверхні землі (підкладка 3D-моделі) використовується звичайний ортофотоплан, створений за цифровою моделлю рельєфу.

Всі операції, крім створення моделі рельєфу і

вимірювання контурів будівель, повністю автоматизовані й виконуються в груповому режимі. Для цього використовується вбудована у Digitals мова скриптів. Для прискорення процесу є можливість паралельної роботи на кількох комп'ютерах.

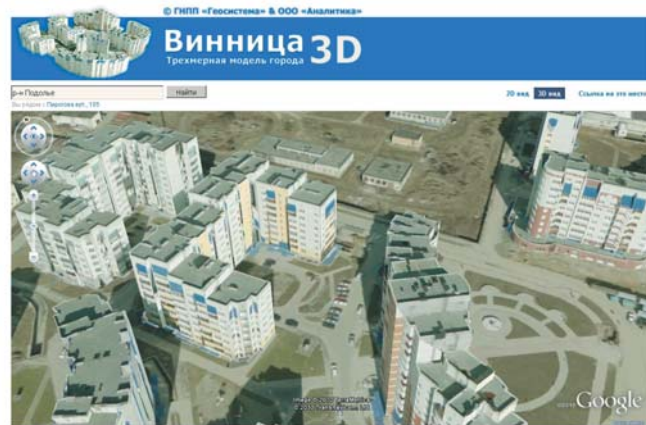
На виході маємо тривимірну модель з реалістичними текстурами, яка практично не відрізняється від фотозображення місцевості з висоти пташиного польоту. Модель легко сприймається не підготовленими користувачами і водночас містить метрично точну і топологічно коректну тривимірну карту. Геометрична точність такої моделі порівнянна з точністю вихідного аерофотознімання, за яким вона створювалася (зазвичай це 10-15 см).

З отриманою тривимірною моделлю можна працювати безпосередньо в Digitals або експортувати її у формат Google Earth KMZ для використання online.

Практичні результати моделювання. Використовуючи розроблену технологію моделювання, у ДНВП "Геосистема" вперше на території СНД було створено повну тривимірну модель великого міста. Кожна вінницька будівля була змодельована і покрита фотореалістичними текстурами на основі даних аерознімання.

Модель підтримує адресний пошук. Крім цього, будь-який об'єкт міста з потрібним збільшенням і ракурсом може бути представлений у вигляді прямого посилання (URL) і переданий по електронній пошті, есемескою або будь-яким іншим способом.

Модель міста Вінниці вільно доступна за адресою www.vin3d.net (мал. 8).



Мал. 8. 3D-модель міста Вінниці з адресним пошуком

Окрім Вінниці, також були створені тривимірні моделі м. Кам'янець-Подільського, аеропорту Бориспіль, Мінського аеропорту (Білорусь), смт Гоголеве та інших об'єктів.

Надійшла 25.10.11