

ГЕОМЕТРИЧНЕ КОРЕКТУВАННЯ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ ПРИ СТВОРЕННІ ГІС ДЛЯ ЛІСОІНВЕНТАРИЗАЦІЇ

Степан Миклуш, Олег Часковський, Микола Мельничук
Український державний лісотехнічний університет, м.Львів.

Висока інформативність багатозональних супутникових знімків є основою для створення геоінформаційних систем, розробки тематичних карт. Та при використанні таких знімків для зазначених цілей необхідно приводити їх зображення до картографічного. Знімки земної поверхні є центральною проекцією і це є основною і найважливішою їх відмінністю від карти, яка є паралельною проекцією. Причому, величини спотворення знімка залежать від характеристик знімальної апаратури, а також від кута його нахилу до земної поверхні. При зніманні з космічних апаратів ці спотворення усуваються автоматично приймальними наземними станціями. Проте, на знімку залишаються спотворення, спричинені нерівномірністю рельєфу місцевості [1].

Для приведення зображення знімка до картографічного існують математичні способи і різноманітні оптичні апарати. Дана операція залишається досить трудомісткою, потребує високої кваліфікації виконавця і не забезпечує достатній рівень контролю точності коректування.

З розвитком обчислювальної техніки з'явилася можливість застосування

для геометричного коректування різноманітних математичних моделей. Це, насамперед, афінна, проєктивна, поліноміальна [2].

Афінна модель найпростіша. Для розрахунків вона потребує всього 3 наземні контрольні точки і 6 параметрів. Придатна для використання при незначному коректуванні лінійного виду. Складніша проєктивна модель, яка вимагає 4 наземні контрольні точки і 8 параметрів. Та обидві моделі застосовуються переважно для простих геометричних коректувань. Найскладнішою і придатною для коректувань різних порядків є поліноміальна модель n -го порядку, де ступінь коректування можна регулювати порядком поліному. Кількість параметрів в даному випадку становить $(n+1)(n+2)$, а необхідна кількість наземних контрольних точок $(n+1)(n+2)/2$, де n - порядок поліному. Для коректування космічних знімків найдоцільніше використовувати поліноміальну модель, оскільки в даному випадку маємо справу з різноманітними за ступенем розчленування, а, отже і спотворення на знімках, ділянками земної поверхні.

Проте, використання певної математичної моделі і створення трансформаційної матриці є тільки першим етапом геометричного коректування знімків. Наступним кроком є переорганізація всіх точок зображення в іншу систему координат. Для цієї операції також існують відповідні математичні способи, які дають можливість переприсвоювати значення пікселів в залежності від значень пікселів, що їх оточують. Це, насамперед, метод найближчого сусіда, біноміальний і трансформації вищих порядків [3].

Незважаючи на великі напрацювання в цій галузі, вибір методів коректування для конкретної місцевості залишається проблематичним, оскільки він залежить від умов даної місцевості, її рельєфу і від достатнього ступеня трансформації знімків.

Нами була проведена спроба визначення доцільного методу і ступеня трансформації космічних знімків частини території лісових насаджень Львівської області, оскільки дана операція необхідна при застосування матеріалів космічних зйомок в лісовому господарстві при лісовій інвентаризації. Нами застосована для коректування багатозональних знімків території Зіболківського лісництва і прилеглих територій поліноміальна модель.

Використані трьохзональні сканерні знімки космічної системи SPOT, а також для визначення контрольних пробних точок, топографічна карта масштабу 1:200000. Роздільна здатність знімків системи SPOT 20×20 м., що достатньо для крупномасштабної лісової інвентаризації. Було визначено 22

наземні контрольні точки, якими виступали перехрещення доріг, залізниць, мости, осушні канали. Для опрацювання використано пакет програм ERDAS 75, який дає змогу при геометричному коректуванні використовувати поліноміальну модель 1-10 порядків. Досліджувана місцевість переважно рівнинна і тому вирішено при коректуванні обмежитись поліномами до 5-го порядку, оскільки при використанні поліномів вищих порядків існує загроза зміни вихідного зображення. В ході розрахунків аналізувалася сума зміщень всіх контрольних точок (RMS-помилка) [4] для контролю точності коректування координат точок:

$$RMS = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} .$$

Для реорганізації точок зображення використано біноміальний метод. При необхідності “відкидались” точки із значним відхиленням і трансформаційна матриця обраховувалась заново, причому проводився контроль для недопущення втрати істотних для коректування точок. Отримані наступні результати (Табл.).

Таблиця

Залежність суми зміщень всіх контрольних точок (RMS - помилки) від порядку поліному і кількості наземних контрольних точок

Порядок поліному	Кількість наземних контрольних точок	RMS - помилка
1	22	12.91577
	21	8.81855
	20	7.28196
	19	6.55793
2	22	11.55674
	21	8.17355
	20	6.56872
	19	5.57964
3	19	3.78984
4	19	3.07724
5	22	3.65208
	21	0.19089

Як видно з таблиці при видаленні частини наземних точок і збільшенні порядку поліному знижується відхилення всіх контрольних точок та цей процес проводиться до певних меж з метою запобігання втраті важливих наземних контрольних точок і надмірної трансформації зображень.

Оскільки помилка, вирахована для трансформаційної матриці 3-го і 4-го порядків приблизно однакова, а падає вона практично до 0 тільки при застосуванні поліному 5-го прорядку, застосування поліномів 4-го і 5-го порядків недоцільне через невеликий вигравш в точності при значній ступені трансформації зображень, що веде до збільшення часу на їх опрацювання, а також значного спотворення тих ділянок зображень, для яких точне знаходження координат наземних опорних точок є проблематичним. На практиці застосування поліному 3-го порядку для коректування привело до отримання зображення достатнього для використання в лісовій інвентаризації.

Отже, для геометричного коректування багатозональних космічних знімків території Зіболківського лісництва і прилеглих до нього територій доцільно використовувати програмне забезпечення з використанням математичних моделей трансформації. Причому, найпридатнішою для цієї операції є поліноміальна модель 3-го порядку в зв'язку з відповідним рельєфом досліджуваної території. Для кінцевого етапу коректування знімків достатньо використати біноміальний метод, що ґрунтується на вирахуванні значень яскравості пікселя в залежності від значень яскравості двох найближчих. В даному випадку скоректоване зображення не буде мати "зубчатості" контурів і не буде різких відмінностей між контрастностями сусідніх пікселів.

Виконана робота дає можливість стверджувати, що використання поліноміального методу із застосування прикладних пакетів програм типу "Erdas" для трансформування знімків дає добрі результати та є доцільним при вирішенні задач геоінформаційного проектування для лісової інвентаризації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Е.А. Востокова, А.А.Шевченко Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды., М.1982, 251 с.
2. Б.А. Новаковский, А.Н. Чумаченко., Автоматизированное построение карт по результатам тематической интерпритации космических изображений. - Исследование Земли из космоса, №2, 1993, с 109-118.
3. Barbara Koch, Bernchard Förster und Maresa Münsterer. Vergleiche Auswertung unterschiedlicher Bildverarbeitungsalgorithmen für eine Waldkartierung auf Basis von multispektralen SPOT-1-Daten. München.
4. Erdas Field Guide, Second Edition Version 7.5, July 1991, с 143-168.