

Шифр та назва теми

“Розроблення науково-методичного забезпечення поліпшення точності геоприв’язки даних космічних апаратів”.

Етап 3. “Розробка індуктивного методу відносного калібрування даних дистанційного зондування Землі високого просторового розрізнення”.

Завдання на рік

1. Розробка індуктивних моделей перехресного калібрування даних спектральних каналів супутникових зображень високого просторового розрізнення.

2. Програмна реалізація розроблених алгоритмів калібрування супутникових зображень високого просторового розрізнення. Проведення чисельних експериментів.

В ході виконання науково-дослідної роботи вдосконалено існуючий метод перехресного калібрування супутникових даних високого просторового розрізнення та побудовано відповідні індуктивні моделі калібрування.

Вдосконалений метод базується на перехресному калібруванні даних космічної системи ДЗЗ «Січ-2» і продукту атмосферної корекції Landsat7 ETM+ slc-off. Експериментально показано, що існує лінійна залежність між цифровою інформацією супутникових даних КА «Січ-2» і продуктом атмосферної корекції Landsat7 ETM+ (рис. 1.). За допомогою алгоритму MAD здійснено пошук псевдоінваріантних об’єктів на еталонних та каліброваних даних. На основі співставлення цифрової інформації знайдених об’єктів побудовані індуктивні моделі для калібрування супутникових даних КА ДЗЗ «Січ-2» в класі однофакторних регресійних лінійних залежностей. Для забезпечення стійкості до можливих наявних викидів у вимірюваннях використано модель робастної регресії:

$$Sich_{SR} = a_0 + a_1 \cdot \frac{Sich_{DN} - m}{s},$$

де $Sich_{DN}$ – значення пікселя у відповідному спектральному каналі некаліброваного зображення Січ-2; m, s – середнє значення каліброваного каналу та стандартне відхилення; a_0, a_1 – коефіцієнти регресії; $Sich_{SR}$ – відкаліброване значення пікселя зображення «Січ-2» у відповідному спектральному каналі.

Важливою перевагою запропонованого підходу є можливість переводити цифрову інформацію зображень високого просторового розрізнення («Січ-2») у відносні значення коефіцієнта відбиваючої здатності поверхні Землі. Моделі апробовані на 19-ти архівних знімках «Січ-2», відзнятих над територією України за 2011-2012рр (для яких попередньо виконано процедуру географічної прив’язки). Для архівних зображень знайдено еталонні

дані в часовому діапазоні, що не перевищує трьох діб. Адекватність створених моделей, виражена коефіцієнтом детермінації, становить в середньому 0,88, 0,95 і 0,98, для «зеленого», «червоного» і «ближнього інфрачервоного» спектральних діапазонів електромагнітного випромінювання відповідно для 17 знімків. Ідентифіковано випадки, в яких модель лінійної робастної регресії є непридатною для калібрування. Визначено, що середня похибка калібрування варіюється в діапазоні від 0.04% до 0.06% в залежності від спектрального каналу.

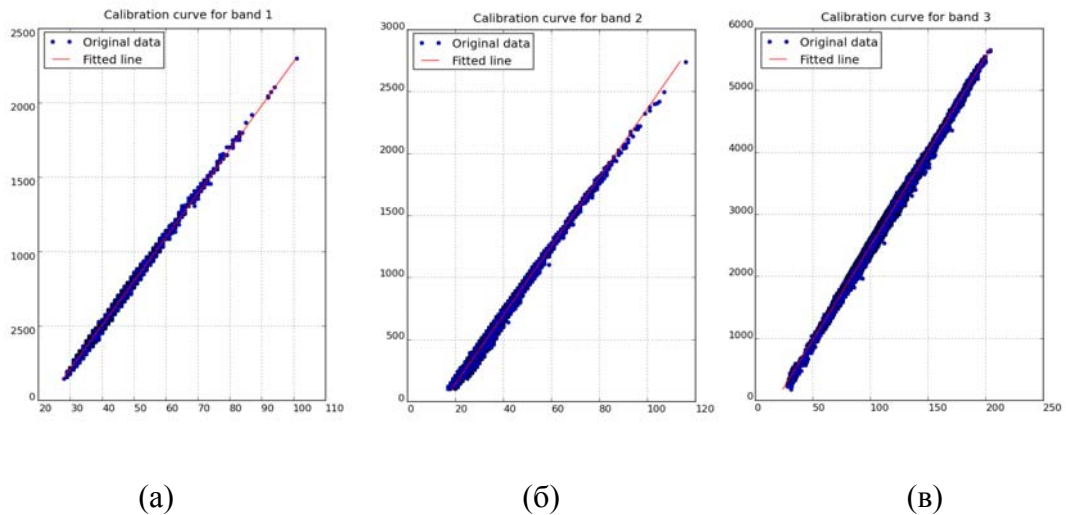


Рис. 1. – Графіки залежності цифрової інформації псевдоінваріантних об'єктів мозаїки зображень Landsat7 (вісь абсцис) та зображення «Січ-2» (вісь ординат) в зеленому (а), червоному (б) і ближньому інфрачервоному (в) спектральних діапазонах.

На основі вдосконаленого методу калібрування створено алгоритм (рис.2.) та реалізовано автоматизований програмний модуль калібрування супутникових даних високого просторового розрізнення. Розроблений з використанням засобів мови програмування Python програмний модуль калібрування дозволяє в автоматизованому режимі здійснювати калібрування великих об'ємів даних ДЗЗ, за рахунок чого час обробки даних в задачах супутникового моніторингу зменшується більше ніж на 15%.

Результати, отримані в даному дослідженні дозволили провести попередню обробку часових рядів супутникових зображень в автоматичному режимі, в результаті чого були створені карти земного покриття для території України за 1990, 2000 та 2010 рр. [1] з загальною точністю 97%, а також карта посівів Київської області [2-4] з загальною точністю більше ніж 85%.

Таким чином, використання розроблених методу та програмного модулю калібрування супутникових даних в задачах супутникового агромоніторингу дозволило значно скоротити

час обробки даних, а також привести процедури попередньої обробки супутникових зображень до автоматичного рівня.

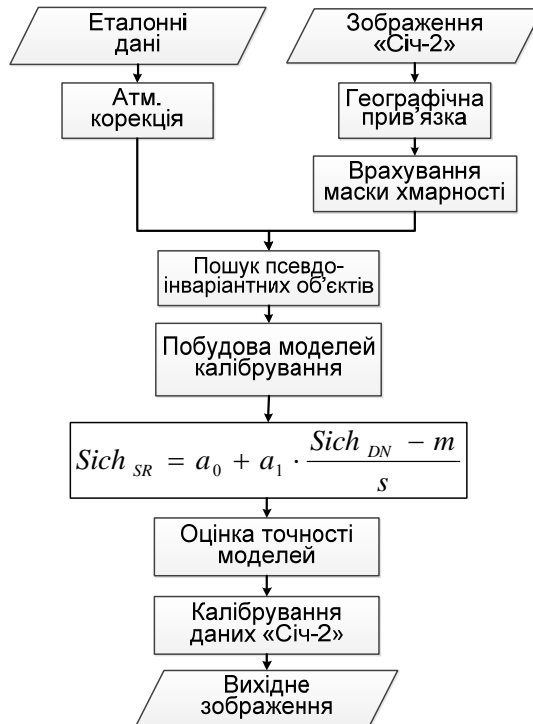


Рис. 2.2. – Схема алгоритму перехресного калібрування даних «Січ-2» з використанням еталонних даних Landsat-7

За результатами дослідження захищено 1 дисертацію на тему «Індуктивні методи попередньої обробки данх ДЗЗ (Січ-2)» та опубліковано 4 наукові статті (3 в журналах, що входять до наукометричної бази SCOPUS та 1 саттю у фахових виданнях України).

В майбутньому результати дослідження будуть використані для побудови карт біофізичних параметрів (LAI, FAPAR, Fcover) на основі каліброваних супутникових зображень високого просторового розрізнення та даних наземних досліджень. Карти біофізичних параметрів використовуватимуться для моніторингу стану рослинності.

Перелік публікацій за проектом

1. Н.М. Куссуль, А.Ю. Шелестов, С.В. Скакун, Р.М. Басараб, Б.Я.Ййлимов, М.С. Лавренюк, А.В. Колотій, Д.Ю. Ящук. Ретроспективна регіональна карта земного покриву для України: методологія побудови та аналіз результатів // Космічна наука і технологія. - 2015. - Т. 21, № 3. - С. 31–39.
2. N.Kussul, A.Shelestov, R.Basarab, S.Skakun, O.Kussul, M. Lavreniuk. Geospatial intelligence and data fusion techniques for sustainable development problems // 11th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, ICTERI 2015 (14-16 May 2015, Lviv, Ukraine). - 2015. - Vol.1356. - P. 196-203.
3. S.Skakun, N.Kussul, A.Y. Shelestov, M.Lavreniuk, O. Kussul Efficiency Assessment of Multitemporal C-Band Radarsat-2 Intensity and Landsat-8 Surface Reflectance Satellite Imagery for Crop Classification in Ukraine // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. - 2015. - DOI: 10.1109/JSTARS.2015.2454297.
4. N. Kussul, S. Skakun, A. Shelestov, M. Lavreniuk, B. Yailymov, O. Kussul. Regional scale crop mapping using multi-temporal satellite imagery // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. – 2015. - P. 45-52.