

УДК 629.78

В.І. Присяжний, канд. техн. наук

І.М. Бутко, канд. техн. наук

В.В. Ожінський, канд. техн. наук

В.С. Мороз, заступник начальника оперативно-інформаційного центру
Національний центр управління та випробування космічних засобів, м. Київ, Україна

МОДЕЛЬ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ ОДНОКАНАЛЬНИХ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

В.И. Присяжний, канд. техн. наук

И.Н. Бутко, канд. техн. наук

В.В. Ожинский, канд. техн. наук

В.С. Мороз, заместитель начальника оперативно-информационного центра
Национальный центр управления и испытаний космических средств, г. Киев, Украина

МОДЕЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ОДНОКАНАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Volodymyr Prysiazhnyi, PhD in Technical Sciences

Ihor Butko, PhD in Technical Sciences

Victor Ozhinskyi, PhD in Technical Sciences

Viacheslav Moroz, Deputy Chief of the Operative-Information Centre
National Space Facilities Tests and Control Centre, Kyiv, Ukraine

SINGLE CHANNEL SATELLITE IMAGERY DATA VISUALIZATION MODEL

Запропоновано підхід до візуалізації монохромних супутникових зображень на основі адаптивних палітр кольорів, наведено алгоритм оброблення інформації. Показано результати оброблення зображень з використанням технологій на основі LUT характеристик.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, LUT характеристики, супутникові зображення.

Предложен подход к визуализации монохромных спутниковых изображений на основе адаптивных палитр цветов, приведен алгоритм обработки информации. Показаны результаты обработки изображений с использованием технологий на основе LUT характеристик.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, LUT характеристики, спутниковые изображения.

An approach to the visualization of gray satellite images based on adaptive palettes has been suggested. The results of image processing with LUT are shown.

Key words: Earth remote sensing, lookup table, satellite images.

Постановка проблеми. Особливістю даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) є їх висока інформативність. За секунду зазвичай отримується від сотень тисяч до десятків мільйонів вимірів випромінювання, яке надходить з боку поверхні Землі.

Радіоастрономічне зображення, здебільшого, не має великої кількості елементів, його автокореляційна функція не містить різких спадів, а просторовий спектр концентрується навколо області нульової просторової частоти (рис. 1). Дані такого типу легко дешифрувати.

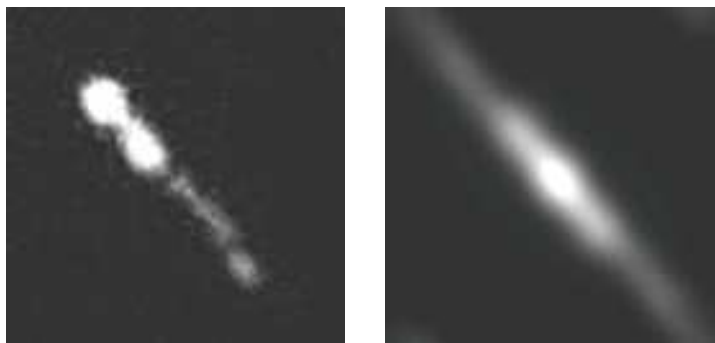


Рис 1. Радіозображення джета квазара 3С 273 та автокореляційна функція його зображення

Космічні знімки поверхні Землі мають високу просторову інформаційну щільність. Кожний елемент масиву такої інформації може розглядатись як окремий інформаційний об'єкт. Просторова автокореляційна функція зображення земної поверхні у видимому діапазоні прямує до дельта-функції (рис. 2).



Рис. 2. Знімок радіометра Modis KA Terra, його автокореляційна функція

Інформаційна різноманітність зображення зростає з пониженням просторового розрізнення. Це відбувається внаслідок того, що велика кількість процесів та явищ, які впливають на вигляд земної поверхні, мають геометричні розміри, менші за розмір елементу розрізнення. Піксель має високу ступінь генералізації, тобто він утворюється внаслідок узагальнення великого обсягу відбитого від земної поверхні сонячного випромінювання. Значення одиничного елементу таких даних буде являти собою узагальнену суму всіх енергетичних потоків, які збуджують сенсор пристрою зарядового зв'язку (ПЗЗ). У таких умовах говорити про належність будь-якої ділянки зображення до певної групи об'єктів можна лише приблизно, навіть в умовах наявності великої кількості спектральних діапазонів зйомки. У зв'язку з цим виникають складнощі дешифрування зображень, які приводять до низької інформаційної віддачі дослідження даних ДЗЗ, у реальному житті. Особливо це стосується радіометрів та сканерів низького та середнього просторового розрізнення.

Зниження ефективності аналізу відбувається внаслідок таких причин: оперування великим обсягом інформації, відсутність чітких правил щодо класифікації типів об'єктів, які наявні на знімку, дані ДЗЗ не можуть бути представлені у звичному для людського сприйняття вигляді, тому їх важко аналізувати візуально, без допоміжної інформації. Більшість корисної інформації, похідної від інформації ДЗЗ, отримується за допомогою автоматичних розрахунків. Вони дозволяють отримати різноманітні індекси, координати теплових аномалій, просторові розподіли різних класів об'єктів. Незважаючи на існування великої кількості автоматизованих процедур оброблення космічної інформації візуальний аналіз знімків також відіграє важливу роль. Сучасні досягнення у сфері оброблення інформації відкривають нові можливості візуалізації даних ДЗЗ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оброблення космічної інформації тісно пов'язана з математичним обробленням зображень. Класичними публікаціями в цій галузі науки є роботи [1; 2]. Використання ГІС-технологій для аналізу й оброблення інформації ДЗЗ у задачах підготовки і прийняття рішень широко представлені в [3].

Традиційно засоби відображення космічних знімків використовують статичні палітри кольорів, зокрема градації яскравості. Нині завдяки новітнім технологіям існує можливість застосування більш ефективних способів відображення.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є розроблення принципів побудови моделі відображення інформації ДЗЗ, яка динамічно змінює свої властивості відповідно до потреб оператора, для підвищення продуктивності його роботи. Результати дослідження можуть бути використані в розробленні окремих модулів перспективних геоінформаційних систем.

Виклад основного матеріалу. Найбільш актуальні завдання супутникового моніторингу направлені на спостереження за людською діяльністю. Їх успішне виконання ставить певні вимоги до системи ДЗЗ, а саме: просторове розрізнення знімку повинно на порядок перевищувати розміри просторових змін на поверхні Землі, радіометричне розрізнення та рівень шуму мають бути достатніми для визначення просторового розподілу фізичних величин, які реєструє сканер.

На перший погляд масштаби людського впливу на великі території здаються мізерні, проте поглиблений аналіз знімків вказує на існування великої кількості непрямих ознак людської діяльності. Завдяки цьому космічні знімки низького та середнього розрізнення завжди затребувані.

Одноканальне зображення зазвичай відображується в сірих тонах. Процедури відображення даних, переважно, не використовують інформацію з географічної бази знань. Разом з тим сучасні пакети геоінформаційних систем (ГІС) та програмні продукти з оброблення інформації ДЗЗ мають широкі можливості маніпуляцій з векторними шарами, записами БД та растровими даними. Існує безліч варіацій поєднання різнопланової інформації для підготовки вихідної продукції, а сучасні мультимедійні можливості дозволяють формувати динамічні звіти, які включають анімацію та інтерактивні об'єкти.

За результатами дослідження розроблено модель візуалізації одноканальних та панхроматичних знімків. Вхідні дані до моделі: двомірний масив даних зйомки, шари географічних карт, записи БД, додаткові матеріали. Вихідні дані моделі: фізичне динамічне зображення знімка з нанесеними шарами інформації.

На відміну від наявних способів відображення знімків у ГІС, під час відображення зображень пропонується використовувати адаптивні lookup table (LUT), які беруть до уваги не лише дані вхідного масиву, але й векторні пласти географічних даних та інформацію з маніпуляторів. Принцип роботи описано на рис. 3. Візуалізація знімка являє собою поелементне оброблення зображення. Кожному значенню вхідного масиву присвоюється псевдоколір згідно з LUT. Суть способу полягає в тому, що для відображення

використовується складна таблиця LUT, яка змінюється залежно від того, до якого класу об'єктів відноситься піксель.

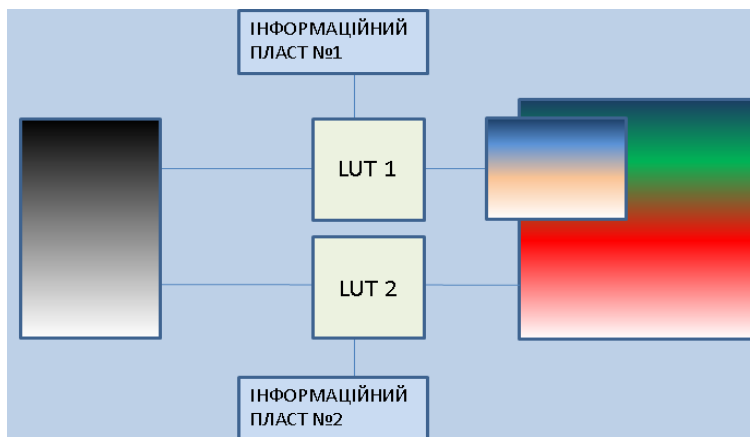


Рис. 3. Модель візуалізації даних ДЗЗ

Нехай маємо деякі об'єкти різних класів з відомими географічними координатами $(x, y) \in U_i$, тоді математично процес вибору LUT та її змін описується так

$$F(x, y, f) = N_i, \quad (1)$$

де $F(x, y, f)$ – функція трансформування значення елемента в псевдокольорову палітру;

U_i – множина класів об'єктів;

x, y – географічні координати елемента зображення;

f – значення елемента вхідного зображення;

N_i – множина псевдокольників.

Таким чином, кожний клас об'єктів знімку на засобах відображення буде мати певні кольорові властивості. Наприклад, діапазон кольорів водних об'єктів може бути від темно-синього до яскраво-блакитного, а клас лісів від темно-зеленого до салатого.

Описаний спосіб відноситься до загальної методики візуалізації інформації ДЗЗ (рис. 4).

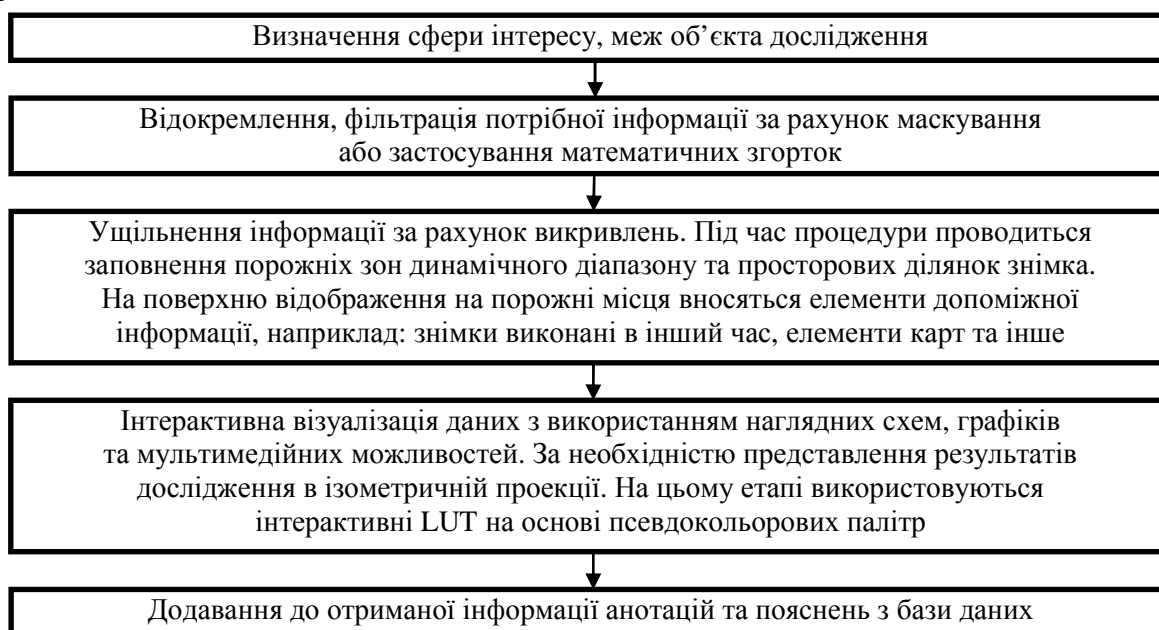


Рис. 4. Блок-схема проходження і перетворення інформації

Результати оброблення інформації за блок-схемою (рис. 4) з використанням адаптивних LUT наведені на рис. 5–10.

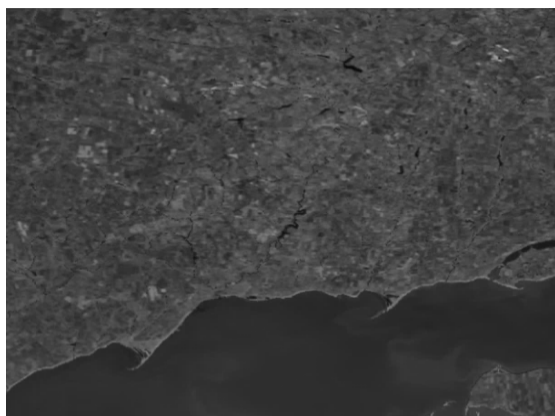


Рис. 5. Вхідне зображення



Рис. 6. Векторний шар водойми



Рис. 7. Векторний шар лісових масивів

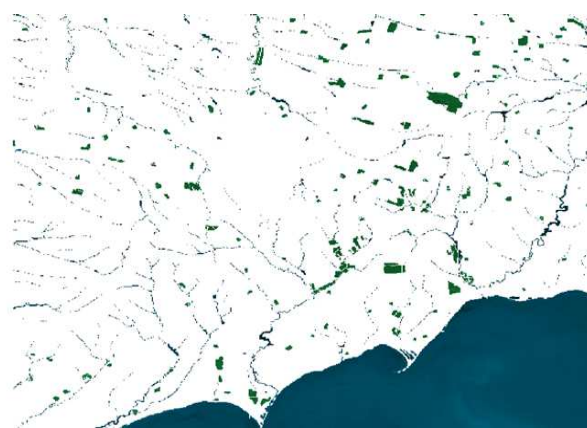


Рис. 8. Відокремлення інформації водойми та лісових масивів



Рис. 9. Застосування адаптивних LUT



Рис. 10. Поєднання інформації карти та об'єктів дослідження

На рис. 10 об'єкти дослідження, у статті водойми та лісові масиви, нанесено на карту.

Висновки і пропозиції. В роботі пропонується підхід до візуалізації монохромних супутникових зображень. Його особливістю є використання адаптивних LUT характеристик, які змінюються залежно від інформації географічних карт. Цей підхід полегшує аналіз зображень поверхні Землі фахівцям, які поверхнево володіють обробленням ін-

формації ДЗЗ, але є висококваліфікованими спеціалістами іншого профілю. Результатом є підвищення інформаційної віддачі корисної інформації з даних ДЗЗ.

Список використаних джерел

1. *Прэтт У.* Цифровая обработка изображений : в 2 кн. Кн. 1 / У. Прэтт. – М. : Мир, 1982. – 310 с.
2. *Гонсалес Р.* Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2006. – 1072 с.
3. *Основы геоинформатики* : в 2 кн. Кн. 1 / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др. ; под ред. В. С. Тикунова. – М. : Академия, 2004. – 352 с.
4. *Шовенгерт Р. А.* Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р. А. Шовенгерт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина. – М. : Техносфера, 2010. – 591 с.