УДК 528.722

ІНДИКАЦІЯ ДИНАМІКИ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЗМІН У ЛАНДШАФТАХ БАСЕЙНУ р.ЗАХІДНИЙ БУГ

І. Колб, М. Процик
Національний університет “Львівська політехніка”

Ключові слова: ландшафт, моніторинг територій, космічне зображення, обробка космічних зображень.

Постановка проблеми

В організації багаторівневого моніторингу територій важливим завданням є своєчасне і автоматизоване виявлення потенційно небезпечних природних та антропогенних процесів. Під час моніторингу територій із застосування даних дистанційного зондування окреслене завдання передбачає виявлення змін спектральної відбивної здатності об’ єктів місцевості, їхню локалізацію, класифікацію і, як підсумок, – прийняття рішення про доцільність виконання у виявлених локусах додаткових, детальніших обстежень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Вивчення змін у межах окремих ландшафтних утворень на територіях, що періодично або постійно зазнають антропогенного впливу, є доволі трудо-, часо- і ресурсомістким процесом, що істотно збільшує вартість процесу моніторингу традиційними засобами. Тому розроблені й активно застосовуються дані дистанційного зондування, найчастіше широко доступні матеріали спектрозональних або панхроматичних знімань середнього і високого розрізнення, отримані з різними часовими інтервалами [1–3, 5]. З аналізу цих та інших джерел ми виділили, на нашу думку, ефективну і оперативну методику створення різницевих карт [2, 4]. Основою цих карт є синтезоване в результаті обробки космічних знімків зображення, яке демонструє всі зміни, які відбулись в ландшафтному середовищі в результаті діяльності людини або природних процесів.

Постановка завдання

Описана у вказаних джерелах методика, з деякими нашими доповненнями, використана для оцінювання динаміки змін природного середовища на території басейну р. Західний Буг для часового інтервалу з 2003 до 2010 року.

Для двох різночасових космічних знімків з ідентичними наборами спектральних каналів відшуковують відмінності (нормована різниця значень яскравості) попарно між відповідними каналами знімків, щоб контрастно виділити ділянки території, які за час між отриманням знімків змінили відбивні спектральні характеристики, порівняно з контрастом ділянок, які не зазнали змін, і, отже, не змінили своїх відбивних спектральних характеристик.

Для кожного з відповідних спектральних каналів вихідних знімків створюється своє різницеве зображення. Загальна кількість різницевих зображень дорівнює кількості відповідних спектральних каналів.

Послідовно до всіх відповідних пікселів попарно в кожному зі спектральних каналів двох вихідних зображень (знімки 1 та 2) застосовується функція.

$$d' = S_1 \cdot DN_2 - S_2 \cdot DN_1, \qquad (1)$$

де DN_1 та DN_2 – значення пікселів у відповідних спектральних каналах знімка 1 (більш давній) та знімка 2 (новіший), а S_1 та S_2 – середні арифметичні величини DN у кожному із спектральних каналів знімка 1 та знімка 2.

Якщо величина $d' < 0$, то це означатиме, що коефіцієнт спектрального відбиття ділянки території з часом зменшився, а $d' > 0$ показує, що коефіцієнт відбиття збільшився. Чим більша величина d' за абсолютним значенням, тим вища ймовірність того, що на ділянці території, яка відображає цей піксел, відбулись якісь зміни і коефіцієнт відбиття ділянки збільшився або зменшився з плином часу.

Виклад основного матеріалу дослідження

Практично завдання виконано за допомогою програмного комплексу ENVI. Вихідні матеріали являють собою космічні знімки ASTER, отримані із супутника TERRA в 2003–2010 рр., знімок супутника Landsat 7, 2000 р. та векторні шари цифрової карти-основи масштабу 1:100 000. Відомості про вихідні матеріали наведено в таблиці.

Таблиця

Вихідні матеріали для створення цифрової карти динаміки змін природного середовища на території басейну р. Західний Буг

Назва матеріалу	Зміст	Примітка
Цифрова карта-основа, масштабу 1:100000	Основні елементи місцевості: дороги, ріки, озера, болота, населені пункти	Подана у форматі ArcView shape. Система координат СК 42 (зона 4,5). Стан місцевості – середина 80-х років
Цифрові картографічні шари охоронних природних територій	Границі і назви охоронних природних територій	Побудовано за об’ єктами гідрографії на цифровій карті-основі. Формат ArcView shape. Система координат UTM (зона 35N)
Космічні знімки ASTER	6 знімків, роки знімання – 2003–2010 (літо)	Знімок представлено в світовій географічній стемі координат WGS 84. Розрізнення на місцевості – 30 м
Космічний знімок Landsat 7	Зображення, отримане з 8 каналу (панхром) знімка супутника Landsat 7 (сенсор ETM+), рік знімання – 2000 (травень)	Знімок подано в системі координат UTM (зона 35N). Розрізнення на місцевості – 15 м

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Як основні вихідні матеріали в експериментальній частині роботи використано знімки знімальної системи TerraLook ASTER (США). Знімки поширюються через мережу Інтернет на сайті Геологічної служби США.

Всі знімки мають:

- географічну прив'язку у географічній системі координат WGS84;
- близьке до натурального кольорове розфарбування (синтез RED-GREEN-BLUE);
- кожен знімок супроводжується стандартизованими метаданими (координати кутів знімка, тип сенсора, оцінка хмарності, дати знімання та опрацювання тощо);
- невеликий розмір файла (коефіцієнт компресії 12:1);
- низький коефіцієнт jpeg стиснення (0.85);
- інтерполяцію nearest neiqborhood.

Знімки являють собою синтез у натуральних кольорах із синтезованим синім каналом. Червона складова – червоний канал вихідного зображення (0.63–0.69 мкм), зелена складова – (2/3 зеленого (0.52–0.60 мкм) + 1/3 ближнього інфрачервоного (0.76–0.86 мкм)), синя складова – (2/3 зеленого (0.52–0.60 мкм) – 1/3 ближнього інфрачервоного (0.76–0.86 мкм)).

Рівень обробки знімків **L_1_B.**

В комплект також входять: шейп-файли з покриттям сцени, опис продукту в форматі XML, метадані вихідного знімка, файл координат кутів сцени (піксельні й географічні), файл опису обробки даних.

Подібні дані можна безпосередньо використовувати в ArcGIS і пакетах обробки даних дистанційного зондування, таких як ENVI та ERDAS.

Загалом на сайті Геологічної служби США (USGS) ми замовили 6 знімків, підібраних за якістю зображення, з мінімальною хмарністю (до 5 %), отриманих у 2003–2010 рр. в період найщільнішого листяного покриву (травень-вересень). Всі знімки отримано практично в один час доби – близько 9 год 35 хв.

Для нашого дослідження ми вибрали чотири різночасові знімки, які мають значне перекриття між собою:

TL_ASTER_date2010-06-06_lat50.36_lon24.09.jpg
TL_ASTER_date2003-05-27_lat50.52_lon24.58.jpg
TL_ASTER_date2008-08-12_lat49.98_lon24.45.jpg
TL_ASTER_date2003-09-23_lat50.42_lon23.68.jpg

Взаємне перекритття вказаних знімків визначає територію дослідження на північ від м. Жовква – до м. Червоноград.

В ході підготовчих робіт всі вихідні матеріали, а саме топографічна карта, знімки ASTER та знімки LANDSAT було приведено до єдиної системи координат та картографічної проекції. Такою проекцією вибрано побудовану на еліпсоїді WGS 84 поперечно-циліндричну проекцію Меркатора UTM, ділянка міститься в 35-й зоні північної півкулі. Саме в такій проекції постачаються знімки LANDSAT.

Необхідною умовою отримання якісного результату опрацювання зображень є виконання процедури збільшення просторового розрізнення мультиспектральних космічних знімків, відомої в літературі під назвами ***pan-sharpening*** або ***fusion*** [6]. Практично – це збільшення просторового розділення зображень з нижчим просторовим розрізненням (мультиспектральні знімки ASTER, 30 м) за зображенням з вищим просторовим розрізненням (панхроматичним зображенням, у нашому випадку це 8-й канал знімка LANDSAT, 15 м).

Процедуру виконано у програмі ENVI. Результат опрацювання всіх 6 знімків ASTER – знімки з вищим геометричним розрізненням значно більшого контрасту.

На наступному етапі створено псевдопанхроматичні знімки зі спектрозональних (кольорових) знімків. Фактично цей процес зводиться до пошуку суми нормованих значень пікселів різних каналів одного знімка float(b1)+float(b2)+float(b3).

У результаті отримаємо псевдопанхроматичні знімки, необхідні для виконання наступних завдань.

Створення і візуалізація різницевого зображення для однойменних спектральних каналів двох космічних знімків у пакеті програм ENVI передбачає наступні дії стосовно двох різночасових знімків ASTER (попередньо слід обрізати знімки по зоні перекриття). Спочатку знайдемо середнє значення DN для каналу G та B кожного із знімків. Назвемо ці величини S3 – для знімка 1 та S2 для знімка 2.

Далі реалізується формула (1). У спеціальному діалозі ENVI введемо вираз ***b2*S3-b1*S2***. В цьому виразі замість S2 та S3 необхідно підставити їх значення. Далі зіставимо b2 канал G знімка 1, а b1 – канал G знімка 2. Нові об'єкти на отриманому зображенні відобразяться завдяки зміні з плином часу спектрального коефіцієнта відбиття.

Аналогічно створюємо різницеве зображення для двох псевдопанхроматичних знімків, створених на попередньому етапі.

При візуалізації різницевих зображень створимо RGB зображення з таких спектральних каналів: R – Знімок2_панхром B, G – Різницевий_панхром. На отриманому за таких умов зображенні червоним кольором відображаються ділянки території, на яких коефіцієнт відбиття з часом збільшився, сіро-зеленим кольором – ділянки, на яких коефіцієнт відбиття з часом зменшився.

На наступному етапі опрацювання застосовано адаптивну фільтрацію для покращення якості зображень. У пакеті програм ENVI різницеві зображення оброблено фільтром Фроста.

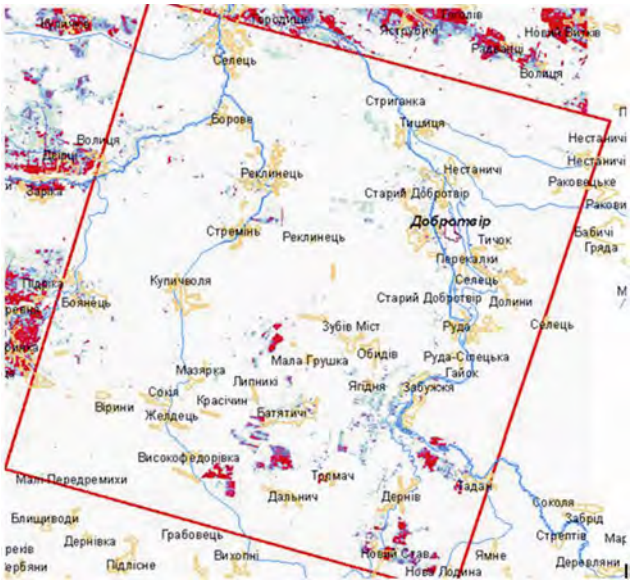
На рис. 1 та 2 наведено сформовані карти динаміки в цифровій формі, доповнені тематичними шарами з цифрової топографічної карти.

Висновки

Методика дає змогу чітко встановити межі районів активної господарської діяльності. За наявності серії космічних знімків можна встановити інтенсивність проходження природних та антропогенних процесів.

Зауважимо, що здебільшого виявлені зміни стосуються сільськогосподарських угідь і пояснюються зміною видів та сортів культивованих рослин (рис. 3). Практично не виявлено змін у межах лісових масивів. Зареєстровано наявність змін у долинах річок, що може пояснюватись заболоченням, надмірним зволоженням чи навпаки – осушенням лугових долин (рис. 4). Отримані карти буде використано для формування програм детальнішого вивчення ландшафтів у районі досліджень.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua



На карті показано зміни, що відбулись в період 2008.08.12 до 2010.06.06.

ЛЕГЕНДА РІЗНИЦЕВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Рис. 1. Карта динаміки природного середовища (район с. Добротвір)

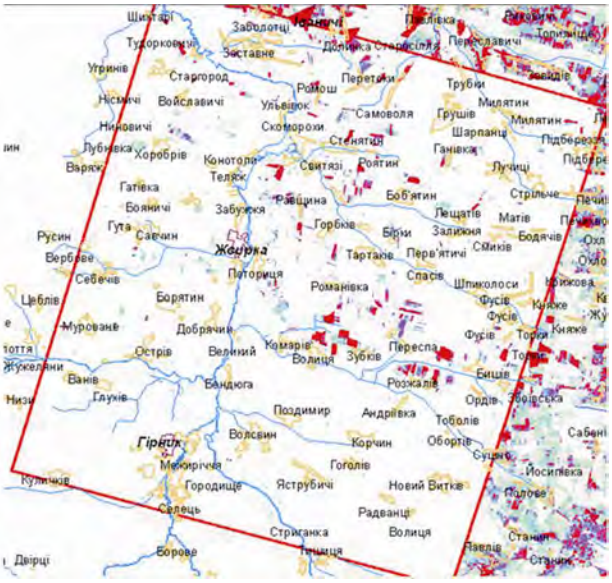
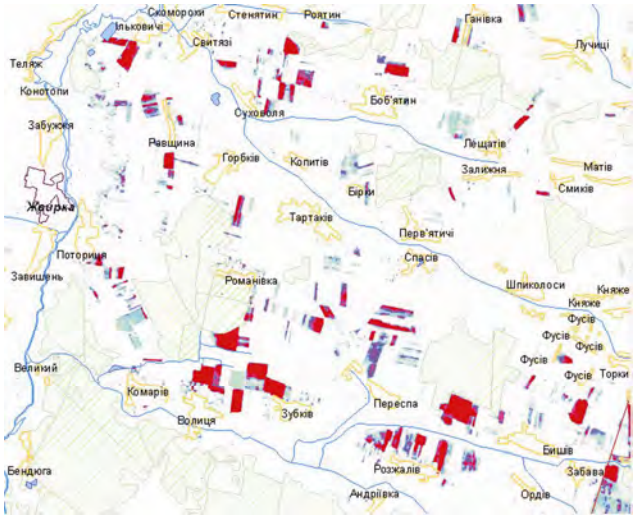
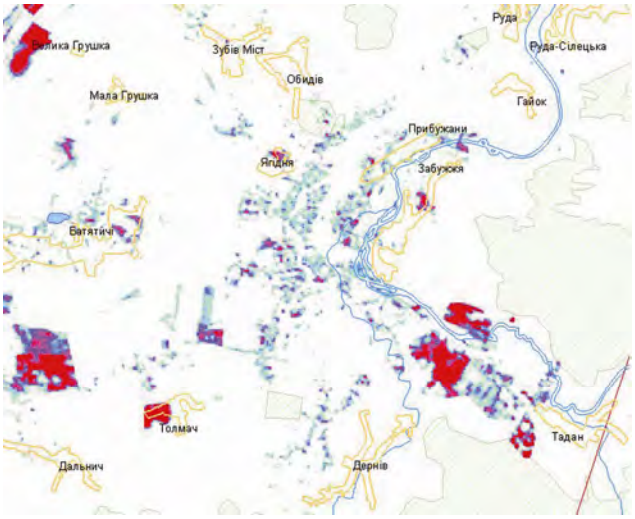


Рис. 2. Карта динаміки природного середовища (район с. Гірник-жвирка)



ЛЕГЕНДА РІЗНИЦЕВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Рис. 3. Район з вираженим антропогенним впливом – активне рільництво



ЛЕГЕНДА РІЗНИЦЕВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Рис. 4. Район з вираженими природними змінами ландшафту – заболочення та осушення лугових долин

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Література

1. Готинян В.С. Дослідження динаміки процесів вітрової та водної ерозії на території Херсонської області з використанням космічних знімків / Готинян В.С., Арістов М.В., Томченко О.В. // Збірник наук. праць регіональної наради "Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішенню проблем Херсонщини". Сайт:http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=673
2. Замятин А.В. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли / Замятин А.В., Марков Н.Г. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 176 с.
3. Лурье И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений / Дистанционное зондирование и географические информационные системы / Лурье И.К., Косиков А.Г.. – М.: Научный мир, 2003. – 186 с.
4. Нурпеисова М. Создание цифровых карт динамики природной среды на основе данных космической съемки / М. Нурпеисова, Т. Нурпеисова,
5. Ормамбекова А. // Промышленность Казахстана. – 2007. – № 10. – С. 52–54.
6. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ: метод. пособ. / Лабутина И.А., Балдина Е.А.; Всемирный фонд дикой природы (WWF России). Проект ПРООН/ГЭФ/МКИ "Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона" – М., 2011. – 88 с.
7. Zhang Y. Highlight Article: Understanding Image Fusion // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 70, No. 6, pp. 657–661.

Індикація динаміки природних та антропогенних змін у ландшафтах басейну ріки Західний Буг

І. Колб, М. Процик

Подано результати оцінювання динаміки змін ландшафту на основі даних дистанційного зондування Землі на території басейну ріки Західний Буг. Сформовано карти, що характеризують зміну спектральної відбивної здатності природних та антропогенних об' єктів.

Индикация динамики природных и антропогенных изменений в ландшафтах бассейна реки Западный Буг

И. Колб, М. Процык

Представлены результаты оценки динамики изменений ландшафта на основе данных дистанционного зондирования Земли на территории бассейна реки Западный Буг. Сформированы карты, характеризующие изменение спектральной отражательной способности природных и антропогенных объектов.

Indication of dynamics and Natural and Anthropogenic changes in the landscapes in basin Zachidnyy Bug river

I. Kolb, M. Procyk

The paper presents the results of evaluation of the changes in the landscape based on remote sensing in rivers basin Zachidnyy Bug. Formed maps, the changing spectral reflectivity of natural and man-made objects.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua