УДК 004.932

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДЗЗ ВИСОКОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Р.Т. Сулимко, Р.Я. Шувар. Львівський національний університет ім. І. Франка.

In this paper, the technique of improving the accuracy of electronic GIS maps of the region. As input data used topographic maps and remote sensing data of high resolution.

Keywords: *geographic information system, satellite images, threshold segmentation, electronic map.*

Вступ

Останнім часом, з появою нових доступних джерел даних для геоінформаційних систем, актуальним стало покращення інформаційного наповнення та підвищення точності даних ГІС.

Традиційно за основу для розробки геоінформаційних систем використовують топографічні карти. Оскільки масштаб карт обмежений – найточнішими з карт, що є у вільному доступі, є карти з масштабом 1:10000, де 1 см відповідає 1 км на місцевості. Існує проблема точності даних. Тому топографічні карти в сучасних умовах доцільно використовувати тільки на початковому етапі розробки ГІС.

Джерелом для уточнення ГІС можуть стати наземні спостереження з використанням GPS-навігаторів. Але використання такого джерела даних є дуже трудомістким і тому може застосовуватися для невеликих територій або з метою уточнення точок прив’язки. Наявність доступних даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) високої роздільної здатності зумовило їх широке використання у геоінформаційних системах як основного джерела оперативного отримання об’єктивних і повних даних про місцевість та об’єкти. Необхідність опрацювання великих обсягів растрових даних ДЗЗ зумовлює актуальність розробки нових методик їхнього аналізу.

Виклад основного матеріалу та досліджень

В роботі розглянуто питання підвищення точності географічних даних на прикладі розробки електронної карти території Карпатського національного природного парку. Розробка проекту здійснювалася за допомогою ліцензійного програмного забезпечення Easy Trace 9.2 компанії Easy Trace Group.

На першому етапі для побудови електронної карти основою обрано топографічну карту масштабом 1:100000. Сканування топографічної карти виконано з роздільною здатністю 600 dpi, при якій 1 піксель відповідатиме 5-10 м на місцевості.

У процесі додавання картографічного матеріалу в проект необхідно провести корекцію нелінійних спотворень (спотворення під час друку карти чи її сканування). Для цього було виконано прив’язку растру до географічних координат методом корекції нелінійних спотворень по регулярній мережі опорних точок, тобто по вузлах кілометрової мережі. Топографічна карта Карпатського національного природного парку, що складалася з двох растрових елементів, була прив’язана та скоректована по 3400 опорних точках кілометрової мережі (рис. 1).

Для зменшення впливу розмиття кольорів на межі сусідніх елементів карти на сканованому зображенні, вхідні растрові зображення переводилися з режиму TrueColor в режим адаптивної 256-кольорової палітри. Таке перетворення дає, крім того, змогу, не втрачаючи інформативності зображень, значно зменшити розміри файлів і необхідні комп’ютерні ресурси під час їх подальшої обробки.

Електронна карта геоінформаційної системи складається із сукупності векторних шарів. Для їх отримання необхідно перш за все сформувати тематичні растрові бінарні шари. Оскільки на зображенні топографічної карти кожна тематична група елементів виділена певним кольором, що дає змогу легко виділити тематичні шари за їх кольоровими ознаками.

© *Сулимко Р.Т.*, © *Шувар Р.Я.*, 2012.

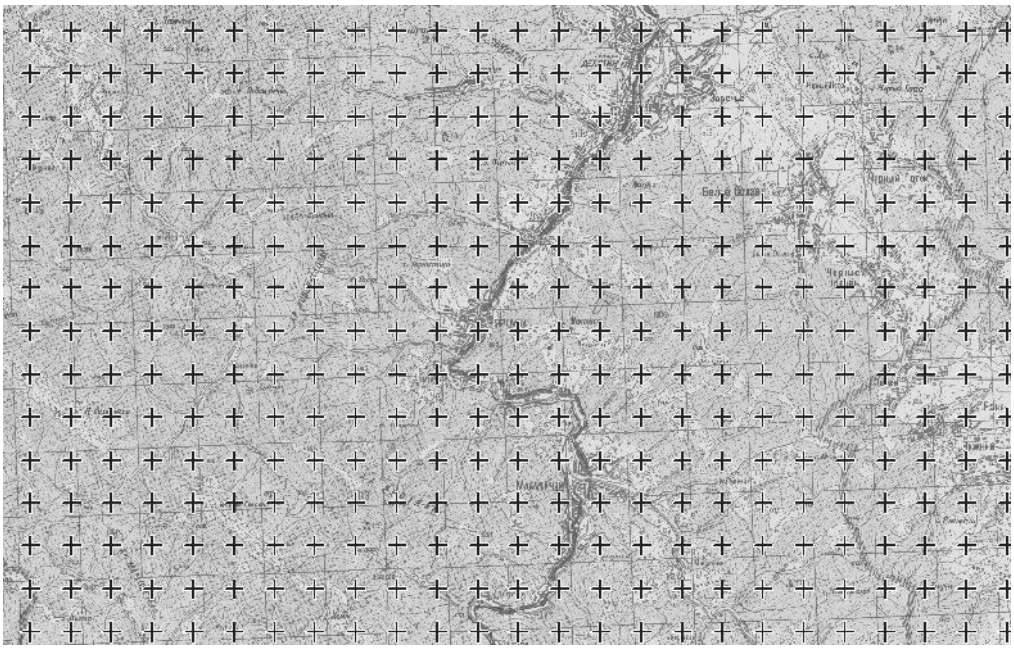


Рис. 1. Прив'язка фрагмента топографічної карти по регулярній мережі опорних точок, для корекції нелінійних спотворень

Під час сканування топографічної карти відбувається розмиття чітко виражених контурів кольорів, тому для того, щоб на кольоровому зображенні виділити тематичний шар, необхідно вказати всі відтінки кольору, з якого він складається (наприклад, для річок – від світло-блакитного до темно-синього).

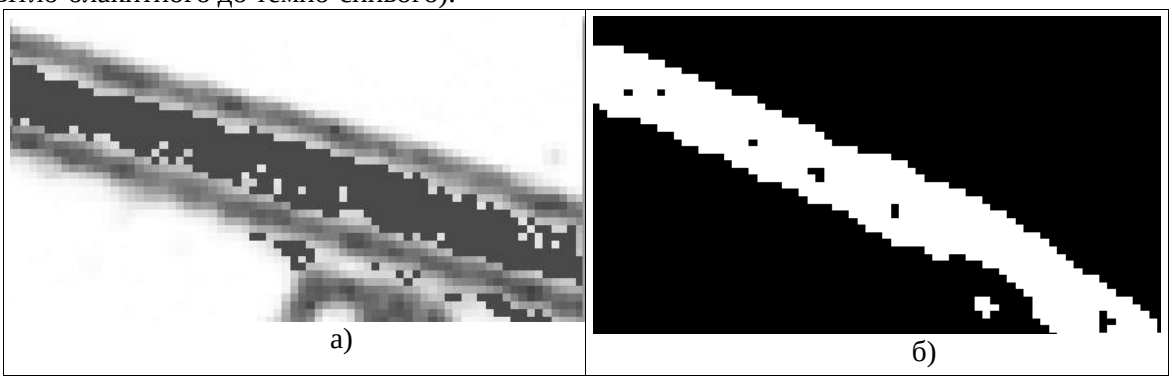


Рис. 2. а) виділення діапазону кольорів для шару "Дороги"; б) збільшений бінарний шар "Дороги"

Тематичні шари являють собою групу кольорових діапазонів (масок), які виділяються з вхідного кольорового растру. Маска (сукупність відтінків кольору) являє собою критерій, по якому приймається рішення про бінаризацію зображення, створення бінарного тематичного растру. В результаті кольороподілу отримано бінарні зображення (рис. 4а) для окремих елементів карти (водойм, зелених насаджень, доріг, населених пунктів) [3].

Дуже рідко вихідний матеріал можна без втрат відсканувати і зберегти як растр, під час зняття зображення з допомогою ПЗЗ матриці сканера виникають випадкові шуми та спотворення. Тому, незважаючи на те, наскільки точно ми б не проводили тематичний кольороподіл, на бінарному зображенні виникають дефекти та шуми (рис. 2б). Для забезпечення можливості напівавтоматичного режиму трасування необхідно провести фільтрацію бінарних растрів. Найбільш проблемними є місця розмиття кольорів, перетину чи накладання різних об'єктів, перекривання з сіткою чи написами.

Основними видами шумів та дефектів є розриви, каверни, тонкі відгалуження, дірки, поодинокі шумові пікселі. Запропоновано методику фільтрації шумів і дефектів для кожного типу бінарних зображень (рис. 3). Було запропоновано оптимальну комбінацію фільтрів і

ефектів, з допомогою яких можна домогтися виправлення і усунення більшості дефектів і шумів на кожному тематичному бінарному шарі (рис. 4). Крім того, знайдену послідовність фільтрів можна застосовувати відразу до великої кількості зображень в пакетному режимі.

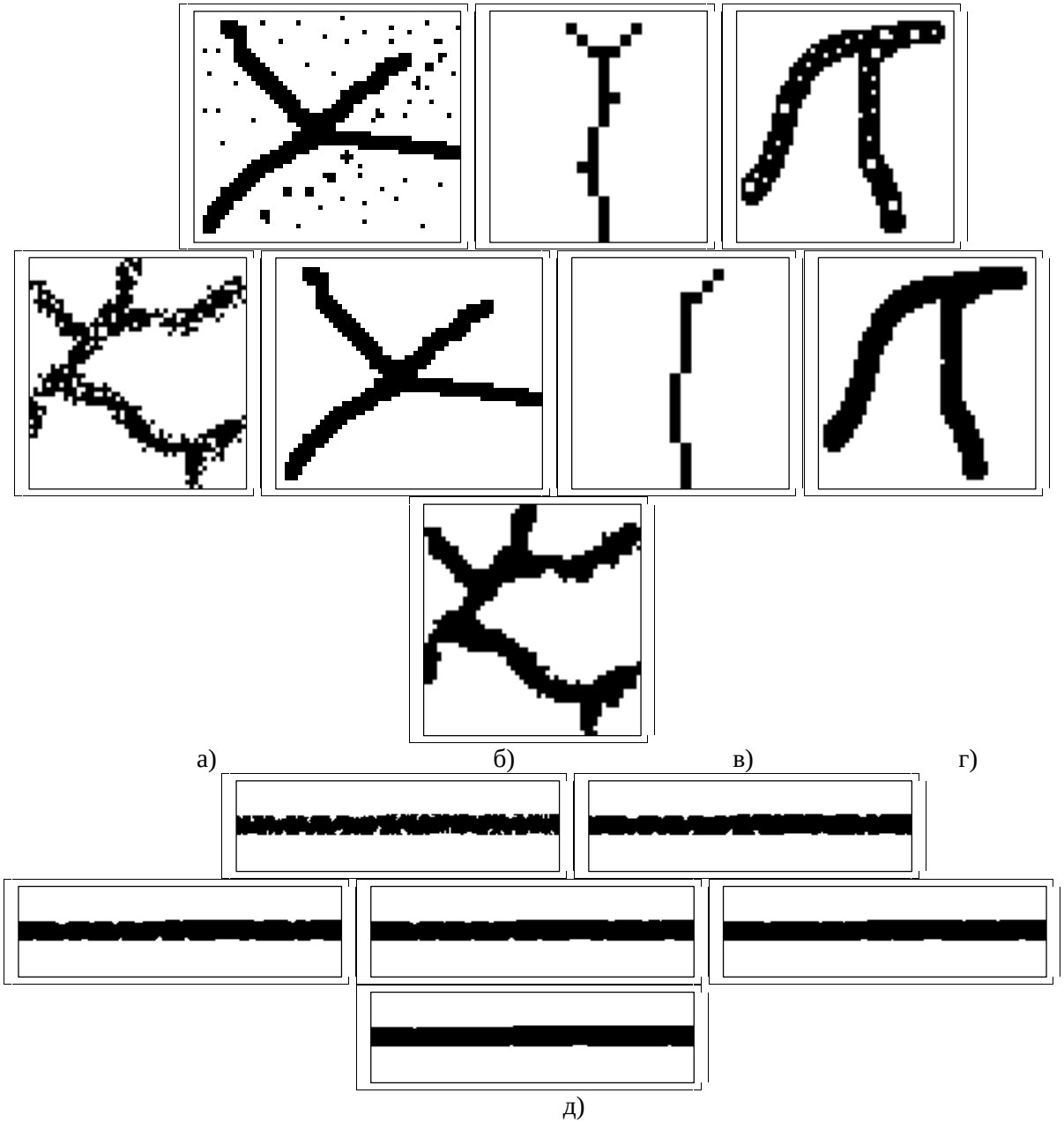


Рис. 3. Фільтрація шарів від: а) плям; б) відростків; в) дірок; г) мозаїки; д) каверн

Після проведеної фільтрації у проекті стає можливо провести векторизацію бінарних зображень у напівавтоматичному режимі трасування. Для прискорення і підвищення точності трасування необхідно підібрати оптимальні налаштування для кожного тематичного шару. Наприклад, для трасування шару зелених лісів та зони житлової забудови (полігони) було використано такі налаштування: стратегія – *“плавні криві”*, інструмент – *“криволінійний”*, трасування – *“по контуру”*. У проекті, зокрема, задано такі параметри трасування: допустимий розрив контуру – 5 пікселів, кут пошуку продовження – 60°, тип фільтру – плавні криві, довжина фільтру – 75 пікселів, апроксимація лінії з точністю 0,7 пікселів.

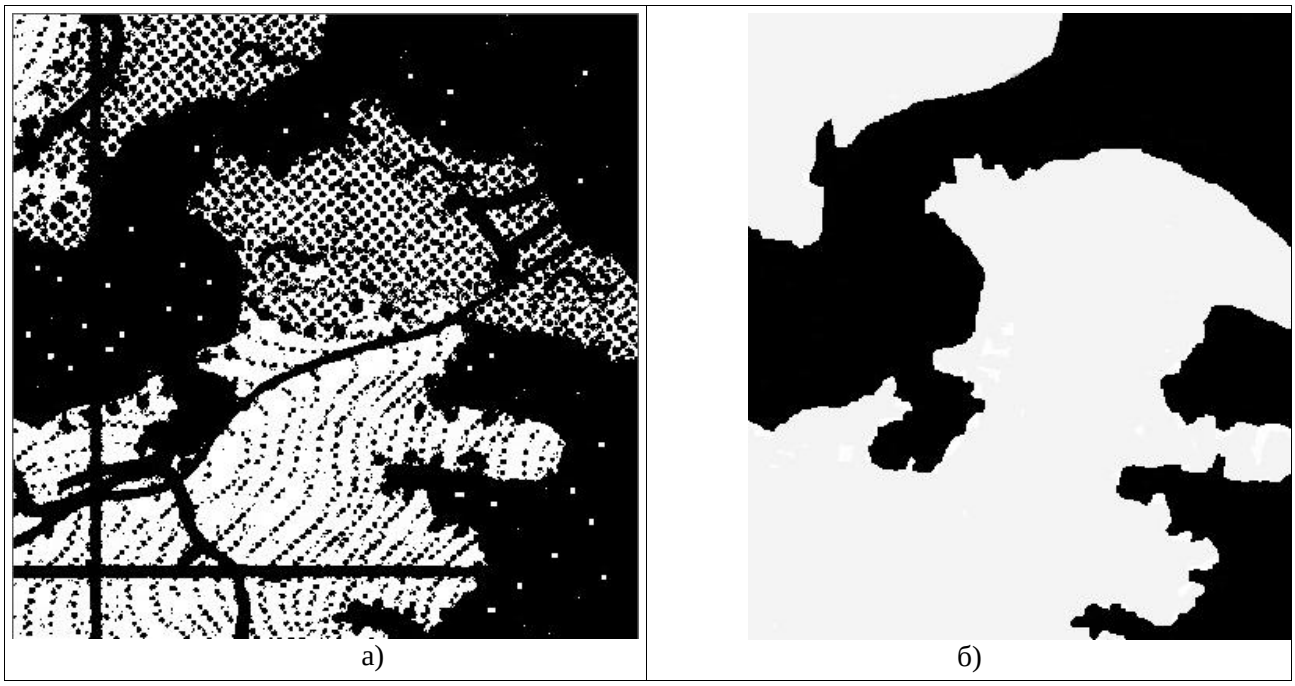


Рис. 4. Бінарний шар «ліси» а) до фільтрації, б) після фільтрації

Для виправлення помилок трасування у проекті проведено перевірку топології на контроль цілісності топологічної моделі. Для полегшення опрацювання в подальшому великих об'ємів супутникових даних у роботі було створено базу даних проекту та задано первинні атрибути об'єктів.

Точність отриманої електронної карти на основі топографічних даних не перевищує 50-100 м. Проблему підвищення її точності та оперативного оновлення топографічної основи можна вирішити з допомогою використання даних ДЗЗ високої роздільної здатності.

Космічна зйомка в багатьох аспектах має переваги: менша вартість даних у розрахунку на 1 км; для проведення космічної зйомки не потрібно ніяких узгоджень; можливість покриття одним знімком великих площ без необхідності подальшого «зшивання» окремих фрагментів; швидкість і зручність обробки цифрових даних і т.д. Слід зазначити, що складність отримання просторової інформації у важкодоступних районах традиційними методами також істотно підвищує цінність ДЗЗ з космосу [5].

Фонд космічних зйомок на сьогодні великий і містить матеріали, отримані знімальними системами різних типів – сканерними (багатозональна, панхроматична), радіолокаційними (на різних довжинах хвиль з різною поляризацією сигналу) і фотографічними (чорно-білими, кольоровими, спектрозональними і багатозональними) у різних ділянках електромагнітного спектру, з різним просторовим (від 0,4 м до декількох кілометрів) і радіометричним розділенням (8, 11, 12, 16 біт/піксель).

Геопортали (Google Earth, Yandex та інші), що не так давно з'явилися в Інтернеті, мають широку популярність, безкоштовно забезпечують користувачів космічною інформацією з розділенням 0,6-30 м, яка оновлюється не рідше, ніж кожні 2-3 роки. Для цього використовуються дані високого розділення з супутників QuickBird і IKONOS.

Для використання супутникових даних потрібно здійснити попередню обробку – корекцію і поліпшення зображень. Геометрична корекція супутникових зображень містить у собі: усунення на зображенні геометричних спотворень і географічну прив'язку.

«Пропущені пікселі» можуть виникнути під час зйомки або передачі даних, трапляється також заміна значень яскравості цілого рядка значеннями сусіднього рядка. Такі явища можуть стати перешкодою під час тематичної обробки знімка. Пропущені пікселі можна відновити інтерполяцією з певною похибкою.

Операцію підвищення контрастності знімка можна використати у процесі візуального дешифрування знімків (наприклад, щоб підкреслити межі об'єктів) [7]. Якщо наше зображення не має чітких контурів і є розмитим, потрібно максимально його відредагувати, тобто збільшити яскравість і контраст.

Пакет Easy Trace дозволяє візуально підібрати оптимальні параметри яскравості, контрастності та інтенсивності растрового зображення.

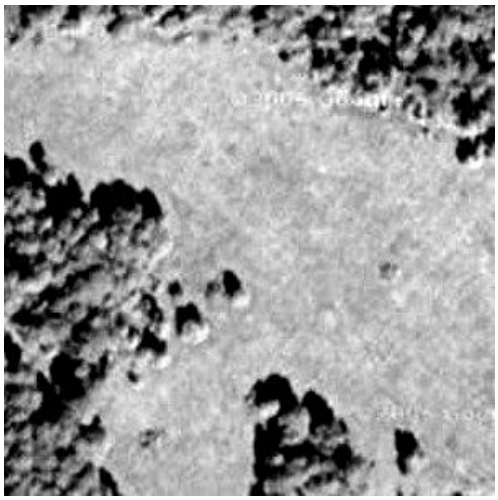
Для уточнення векторних шарів електронної карти необхідно у проекті обрати певну область карти, яку потрібно уточнити. Прив'язка супутникових знімків здійснювалася у два етапи. Для уникнення геометричних спотворень прив'язують знімок спочатку по двох опорних точках, після чого здійснюють точну трансформацію супутникового знімка по довільному набору опорних точок. Для цього потрібно задати опорні точки з координатами і поставити їм у відповідність їх векторні координати на полі проекту. Опорні точки обираються довільним чином по характерних ознаках, щоб точно визначити їхні координати (кут будинку, перехрестя доріг).

Наступним кроком є вибір інформативного елемента, який необхідно уточнити (наприклад дорога, річка чи ліс). Векторизувати супутникові знімки в ручному режимі недоцільно, для використання напіватоматичного режиму векторизації необхідно виділити тематичні бінарні шари. Оскільки супутникові знімки складаються з багатьох інформаційних об'єктів з різними текстурами, виникає проблема тематичної обробки, тому для отримання бінарного шару супутникового зображення доцільно провести сегментацію.

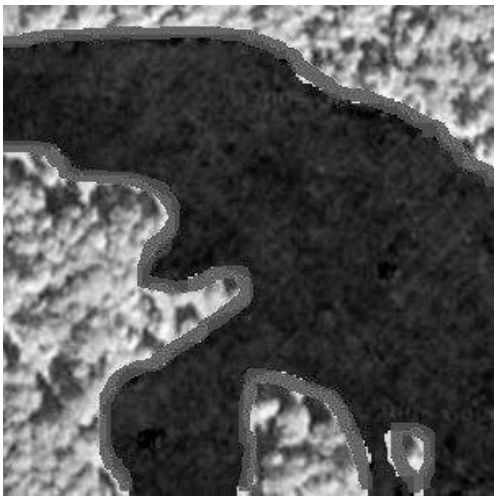
Автори використали методику порогової сегментації супутникових знімків, яка, крім кольорових характеристик, враховує також їхні текстурні характеристики. В її основі лежить використання швидкого дискретного двовимірного Фур'є-перетворення для аналізу зображень.

На першому етапі зі вхідного растрового зображення формують масиви, елементами яких є величини градацій інтенсивностей складових каналів кольору (Red, Green, Blue). Для отримання кількісних характеристик елементів зображення обирають на вхідному зображенні сегмент, колірні та текстурні характеристики якого будуть опорними під час прийняття рішення про виділення подібних сегментів вхідного зображення. Далі проводять швидке дискретне перетворення Фур'є величин інтенсивності градації кожного каналу кольору пікселів опорного та вхідного зображень.

Для кожної матриці Фур'є-гармонік опорного і вхідного зображень обчислюємо середньоквадратичне відхилення амплітуд гармонік, з врахуванням коефіцієнта вагомості гармонік.



а)



б)

Рис. 5. Виділення галявин методом порогової сегментації

Для визначення внеску кожної складової кольору (червоного, зеленого, синього), обраховуємо розподіл кольорів для опорного зображення, вводимо коефіцієнт значимості

величин величин складових каналів кольору. Обчислюємо узагальнений коефіцієнт відхилення на основі отриманих коефіцієнтів, з врахуванням коефіцієнту значимості величин складових каналів кольору. Відповідно до порогового значення коефіцієнта відхилення виділяємо подібні сегменти. З відповідних сегментів формуємо вихідне чорно-біле зображення, на якому чорним кольором позначені виділені сегменти [2].

Для підвищення точності сегментації важливим є підбір параметрів: розмір опорного сегмента та порогове значення коефіцієнта відхилення. У процесі роботи виявлено, що опрацювання різних текстур вимагає різних наборів параметрів. Так, для виділення дрібної текстури (наприклад, галявини) розмір опорного сегмента становить 10*10 пікселів, чого достатньо, щоб людське око могло визначити, що це частина галявини. Розміри опорного сегмента для виділення доріг зумовлені шириною самої дороги на супутниковому зображенні. Для виділення зелених насаджень (лісу) з добре вираженою текстурою найефективнішими розмірами опорного сегмента є 50*50 пікселів.

На мал. 5 і мал. 6 наведено приклади сегментації елементів зображення з різними текстурами. Затемнені ділянки на малюнках зображають сегментовані області, широка лінія проводиться вручну, виходячи з критерію – як людське око сприймає межі розділу областей.

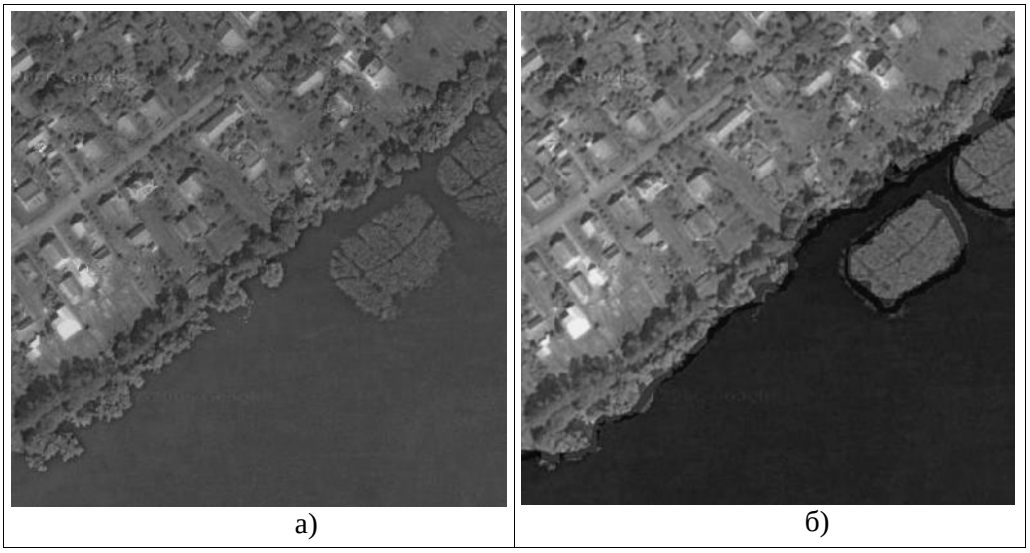


Рис. 6. Виділення водойм методом порогової сегментації

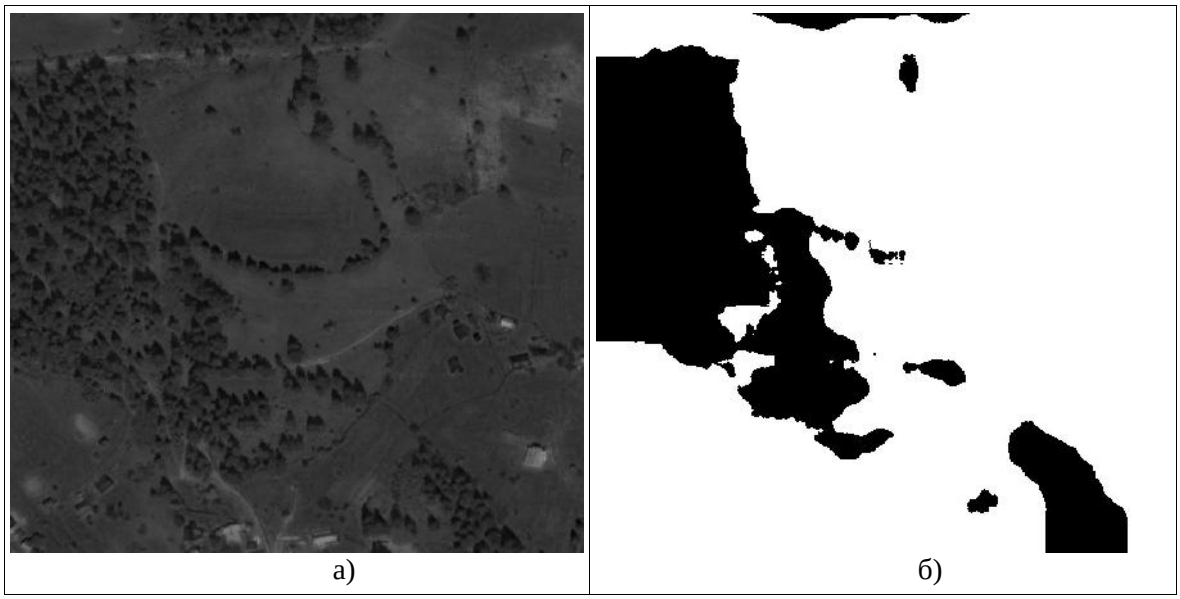


Рис. 7. Виділення зелених насаджень методом порогової сегментації:
а) супутниковий знімок; б) бінарне зображення

Під час виділення зелених насаджень (рис. 7) програма сегментації працює вдало, проте виникає проблема з розпізнаванням поодиноких насаджень. Це спричинено тим, що розміри опорного сегмента для виділення зелених насаджень (50x50 пікселів) охоплює більшу територію, ніж ці поодинокі насадження. Зменшити розміри опорного сегмента недоцільно тому, що втрачаються текстурні характеристики зони зелених насаджень. Зміна критерію (порогу), по якому приймається рішення про сегментацію, призведе до появи зайвих шумів, що зашкодить подальшій векторизації.

Під час виділення доріг (рис. 8) сегментація добре розпізнає лінії дороги, проте виникає проблема з появою зайвих об'єктів. Це зумовлено тим, що текстура та колір дороги (сірий) співпадає з деякими об'єктами на супутниковому знімку (наприклад, дахи будинків). Проблема зайвих об'єктів вирішується чисткою растра послідовністю фільтрів, запрограмованих на пошук ліній.

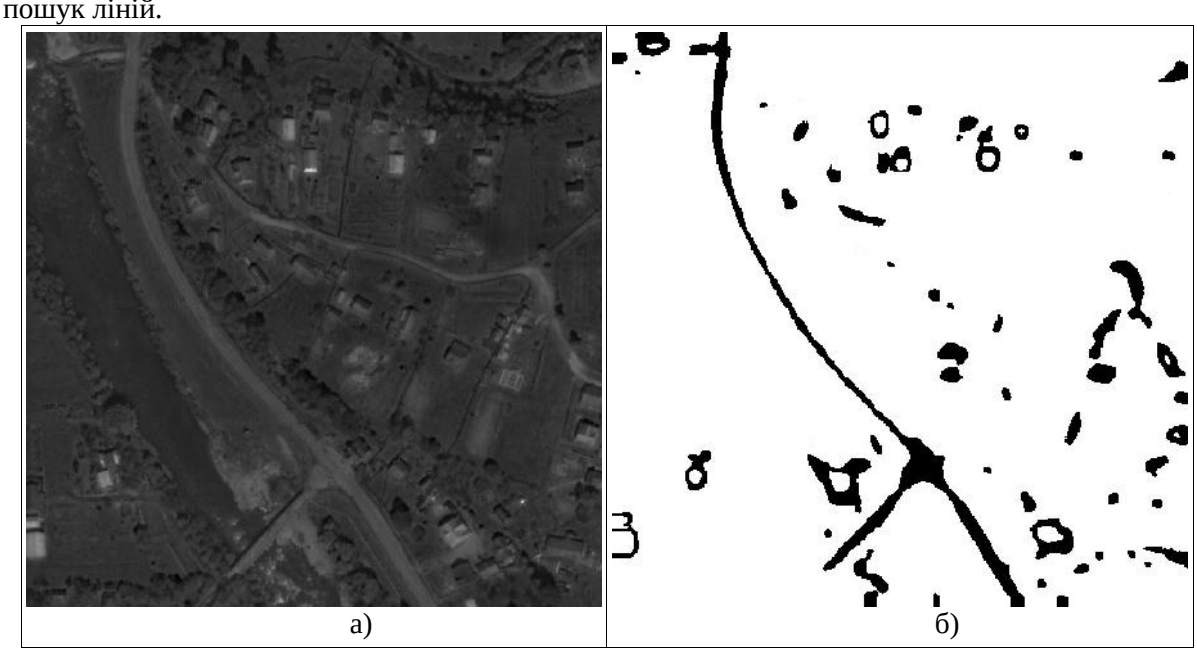


Рис. 8. Виділення доріг методом порогової сегментації: а) супутниковий знімок; б) бінарне зображення

Усунути похибки сегментації на отриманих бінарних шарах можна з допомогою описаної вище процедури фільтрації основних видів дефектів та шумів.

Наступним етапом роботи була корекція та уточнення векторних шарів відповідно до даних супутникових знімків Землі. Наклавши відповідні векторні шари на бінарні растри супутникових знімків, здійснюють корекцію та уточнення проекту.

На мал. 9 і мал. 10 наведено приклад корекції векторного шару доріг. Наклавши векторний шар на супутниковий знімок (рис. 10а), спостерігаємо незначне зміщення вліво, яке легко виправляється (рис. 10б). Якщо необхідно додати новий об'єкт, то векторні шари накладаються на бінарні зображення, а засобами напіватоматичної векторизації доповнюються потрібні об'єкти.

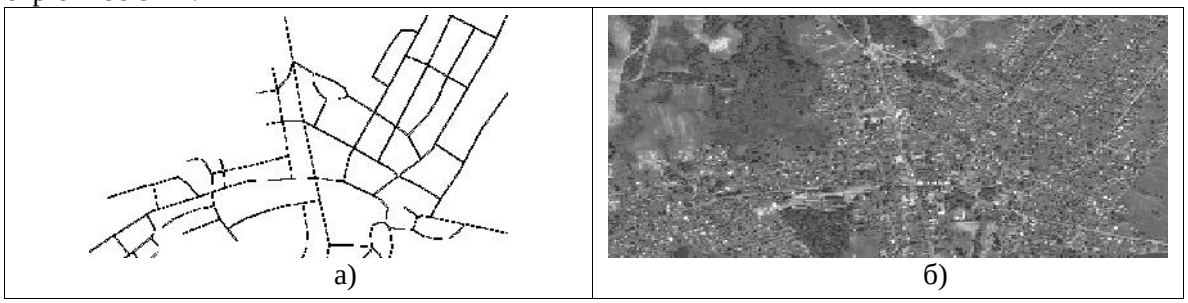


Рис. 9: а) векторна карта доріг; б) супутниковий знімок

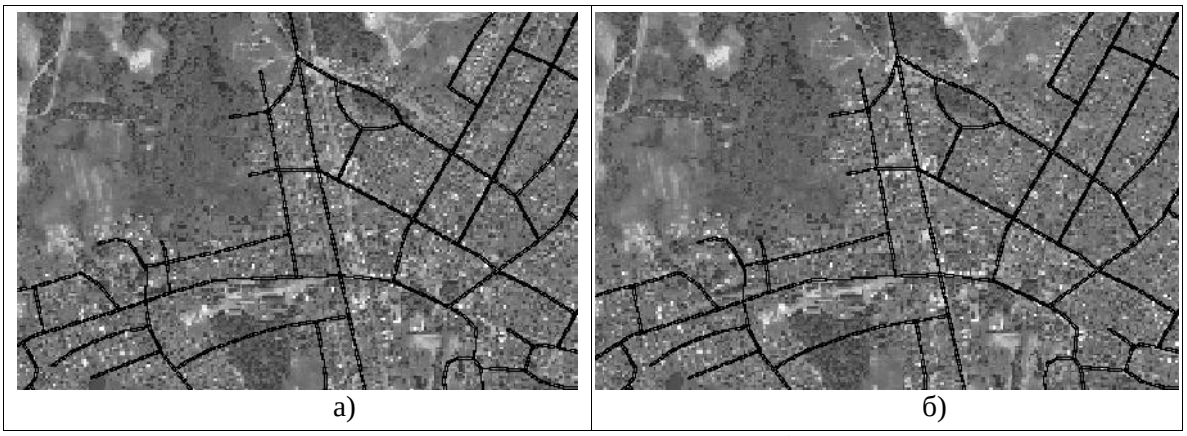


Рис. 10: а) накладання векторного шару на знімок; б) результат корекції

Висновок

У цій роботі запропоновано використання супутникових знімків для покращення точності даних геоінформаційних систем.

Побудову електронної карти регіону на прикладі території Карпатського національного природного парку розділено на такі етапи:

- покращення якості вхідних растрових зображень, масштабування та геометрична корекція зображень;
- сегментація растрових зображень;
- фільтрація бінарних зображень;
- векторизація бінарних зображень;
- перевірка топологічної моделі проекту та задання необхідної додаткової інформації.

Отриману електронну карту, доповнивши її необхідною додатковою інформацією про об’єкти, можна використовувати для геоекологічного моніторингу Карпатського національного природного парку.

Запропоновані методики опрацювання супутникових знімків можна використовувати як для створення нових так і для оновлення існуючих геоіформаційних систем.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Сулимко, Р. Т. Підготовка вхідних даних для геоінформаційної системи регіону / Р. Т. Сулимко // Тези Міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “ЕВРИКА-2012” : 19-22 квітня 2012 р. – Львів : Львівський національний університет, 2012. – С. В25.
2. Сулимко, Р. Т. Підвищення точності геоінформаційних даних / Р. Т. Сулимко, Р. Я. Шувар // Тези IV науково-практичної конференції “Електроніка та інформаційні технології” (ЕлІТ-2012) : 30 серпня – 2 вересня 2012 р., Львів – Чинадієво. – Львівський національний університет, 2012. – С. 66-67.
3. Map digitization, service and sofware [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.easytrace.com/
4. GIS-Lab: Геоинформационные системы и Дистанционное зондирование Земли [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://gis-lab.info/
5. Беленов, А. В. Использование данных ДЗЗ. ГИС / А. В. Беленов, Б. А. Дворкин, Р. В. Бабкин // GEOMATICS. – 2009. – № 2. – С. 63-65
6. Лабутина, И. А., Балдина, Е. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : метод. пособ. / И. А. Лабутина, Е. А. Балдина.
7. Обработка данных ДЗЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?table=Menu&id=26
8. Сегментація зображень [Електронний ресурс]. // Вікіпедія. – Режим доступу: http://uk.wikipedia.org/wiki/

Отримано редакцією 24.09.2012 р.

Сулимко Роксолана Тарасівна, аспірант. *E-mail:* rsulymko@ukr.net
Шувар Роман Ярославович, к.ф.-м.н., доц.
Львівський національний університет ім. І. Франка.