

КАРТОГРАФІЯ І АЕРОФОТОЗНІМАННЯ

CARTOGRAPHY AND AERIAL PHOTOGRAPHY

УДК 528.92

Р. А. АБДАЛЛАХ, Б. В. ЧЕТВЕРІКОВ*

Кафедра фотограмметрії та геоінформатики, Національний університет "Львівська політехніка", вул. С. Бандери, 12, Львів, Україна, 79013, тел. +38(063)1671585, e-mail: chetverikov@email.ua

ОБНОВЛЕННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ ІРАКУ МАСШТАБУ 1:50000 ЗА ЗНІМКАМИ, ОТРИМАНИМИ ІЗ СУПУТНИКА IKONOS

Мета. Знаходження точного, швидкого та економічного способу оновлення карт за допомогою інформації, отриманої за даними дистанційного зондування. Проведено усі необхідні дослідження для оновлення карти досліджуваного району міста Кербала (Ірак) масштабу 1: 50000, що востаннє оновлювалась у 1984 році. **Методика.** Оновлення карти здійснювалось у три етапи. Перший етап – цифрова обробка космічних знімків і карт за допомогою професійної ГІС ArcGIS9. Після об'єднання системи координат космічного знімка і карти виконана контрольна класифікація. Оновлення карти здійснювалось за допомогою порівняння кожного шару, отриманого з космічного знімка, з його аналогом на карті, вивчення збільшення міста Кербала і фіксації змін, які відбулися у мережі доріг і каналів. Другий етап – польові дослідження. Цей етап включає виявлення усіх частин досліджуваної території, вибір чітких точок на супутниковому знімку як опорних (GCP). Ці опорні точки використовувались для геометричного коригування зображення. Обов'язковою частиною цього етапу є перетворення даних, отриманих із супутникових зображень, оскільки на супутникових знімках використовується Всесвітня геодезична система координат (WGS84), а опорні точки мають значення координат у старій системі Іраку (Clark). Використовувались 30 точок, розташованих по усій території досліджуваного регіону, кожна з яких є перетином двох і більше ліній або транспортною розв'язкою. Третім етапом досліджень було виготовлення карт. Цей етап передбачає виробництво цифрових карт, які сумісні з ГІС і подальшу оцінку їх точності. **Результати.** В результаті проведених досліджень визначено процедуру оновлення старих топографічних карт з детальними рекомендаціями для їх векторизації, створена оновлена карта з використанням DGPS, дистанційного зондування та ГІС-технологій для отримання високоточних цифрових багатофункціональних карт досліджуваного регіону. **Наукова новизна.** Метод контрольованої класифікації космічних знімків дає змогу швидко оновити застарілі карти з високою точністю нанесення нових об'єктів. **Практична значущість.** Запропонована методика оновлення карт масштабу 1:50000, що ґрунтується на напівавтоматичній класифікації космічних знімків, дає змогу за доволі короткий час внести зміни до об'єктів. Для території Іраку сьогодні це завдання є дуже актуальним, оскільки останні оновлення карт цього масштабу і дрібніше виконувались ще у 1984 році.

Ключові слова: оновлення топографічних карт; дистанційне зондування землі (ДЗЗ); диференціальна глобальна система позиціонування (DGPS); ректифікація зображення; цифрова обробка; векторизація.

Вступ

Оновлення топографічних карт є актуальним завданням для багатьох країн. Зокрема, в країнах зі значною площею території, наприклад, в Республіці Ірак, є тисячі карт, що не оновлювались десятки років, однак вони містять дуже важливу і потрібну інформацію, яку необхідно враховувати і використовувати. У той самий час повністю покладатися на дані, які містяться у цих картах, не можна, оскільки вони

не відображають реальної картини поверхні досліджуваної території у зв'язку зі змінами, які на ній відбулися.

У разі оновлення топографічних карт, що охоплюють величезні території, які доволі швидко видозмінюються, цей процес під час використання традиційних методів вимагає багато часу, зусиль і грошових витрат. Замість традиційних методів сьогодні все частіше застосовують дистанційне зондування і диференціальну глобальну систему позиціонування (DGPS), що

уможливило виконати оновлення топографічних карт з найвищою точністю за мінімальних затрат [Gugan D. J., Dowman J. J., 1988, Manon Carignan, 1998].

Мета

Мета роботи – знайти точний, швидкий та економічний спосіб оновлення карт за допомогою інформації, отриманої за даними дистанційного зондування. Були проведені усі необхідні дослідження для оновлення карти досліджуваного району міста Кербала (Ірак) масштабу 1: 50000, що востаннє оновлювалась у 1984 році.

Методика

Оновлення карти здійснювалось у три етапи. Перший етап – цифрова обробка космічних знімків і карт за допомогою професійної ГІС ArcGIS9. Після об'єднання системи координат космічного знімка і карти була виконана контрольована класифікація. Оновлення карти здійснювалося за допомогою порівняння кожного шару, отриманого з космічного знімка, з його аналогом на карті, вивчення збільшення міста Кербала і фіксації змін, які відбулися у мережі доріг і каналів. Другий етап – польові дослідження. Цей етап включає виявлення усіх частин досліджуваної території, вибір чітких точок на супутниковому знімку як опорних (GCP). Ці опорні точки використовувались для геометричного коригування зображення. Обов'язковою частиною цього етапу є перетворення даних, отриманих із супутникових зображень, оскільки на супутникових знімках викорис-

товується Всесвітня геодезична система координат (WGS84), а опорні точки мають значення координат у старій системі Іраку (Clark). Використовувались 30 точок, розташованих по усій території досліджуваного регіону, кожна з яких є перетином двох і більше ліній або транспортною розв'язкою [J.Grodecki, 2005, Jalal AMINI, 2003]. Третім етапом досліджень було виготовлення карт. Цей етап передбачає виробництво цифрових карт, які сумісні з ГІС, і подальшу оцінку їх точності.

Досліджувана територія обрана у місті Кербела, розташованого в центрі Іраку. Місто Кербела межує з провінцією Бабіль на півночі і сході країни, обмежена мухафазами Бабел на півночі і сході країни, Анбар на заході і Наджаф – на півдні. На рис. 1 показана досліджувана територія, а на рис. 2 – фрагмент супутникового знімка, що показує центр міста.

Як вихідні дані використовувались знімки місцевості, отримані із супутника Ikonos.

Спостереження за опорними точками здійснювалося за допомогою DGPS і ці точки використані для прив'язки багатоспектрального зображення, отриманого із супутника Ikonos. Наступним кроком було виконання геометричного коригування архівної карти з тим, щоб вона була спроектована на супутникове зображення. Після об'єднання проєкції карти і проєкції зображення виявлення змін між картою і зображенням здійснювалося внесенням змін до архівної карти, що призвело до створення нової карти в ГІС.

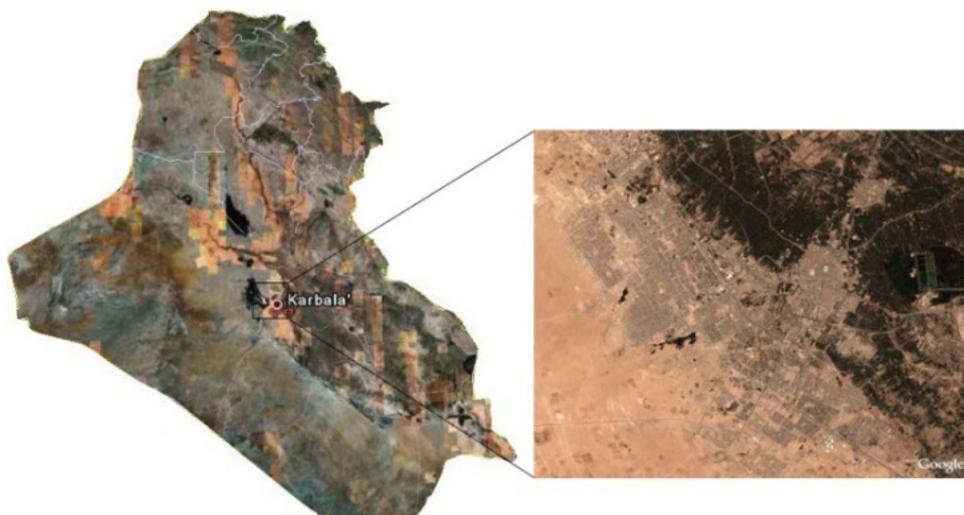


Рис. 1. Фотоабрис досліджуваної території
Fig. 1. Photoabris of the study area



Рис. 2. Фрагмент космічного знімка, отриманого за допомогою супутника IKONOS, центр міста Кербела

Fig. 2. Fragments of satellite images obtained by satellite IKONOS, Karbala city center

Першим етапом роботи було проведення дослідження на місцевості. Цей етап включав відвідування досліджуваної території, оцінку рекомендацій для досягнення мети дослідження, знімання базової станції за допомогою DGPS, знімання опорних точок, які використовувались для редагування супутникових зображень, спостереження за опорними точками, які використовувались для отримання перетворення даних і, нарешті, подробиці рельєфу, які не можуть бути вилучені ні з космічного знімка, ні з топографічної карти.

Диференційний GPS, а також усі необхідні прилади, такі як антена і ресивер, були головними інструментами для проведення польових робіт [OPUS: Online Positioning User Service, 2009].

Спостереження за базовою станцією тривало протягом трьох годин, для того, щоб отримати якнайточніші координати для бази даних. Для розрахунку координат базової станції використаний метод обробки у режимі реального часу. Цей метод обробки розташований за адресою: www.ngs.noaa.gov/OPUS. Цей веб-сайт використовується для розрахунку координат будь-якої точки світу, використовуючи CORS-станції (Комплексна система збору та передачі оперативної інформації). На рис. 3 показно розташування CORS-станцій в Іраку. Існує шість CORS-станцій, розміщених армією США, у містах Мосул, Хадіта, Балад, Багдад, Насирія і Басра.

Після отримання координат базової станції здійснювалося спостереження за опорними точками за допомогою двох приймачів. Для спостереження за 16 станціями, які розташовані по усьому периметру території міста Кербела,

використаний швидкий статистичний метод вимірювання. Спостереження за опорними точками тривало протягом семи днів, після чого дані оброблялися за допомогою програмного забезпечення Trimble. На рис. 4 показано розташування первинних даних на космічному знімку.

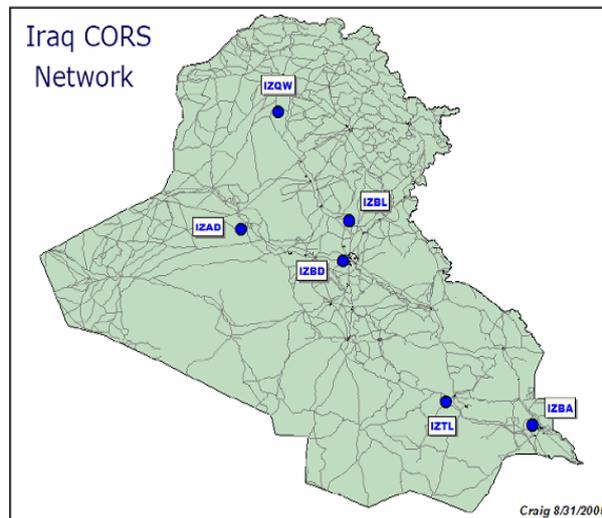


Рис. 3. Розташування CORS-станцій в Іраку
Fig. 3. Location CORS stations in Iraq

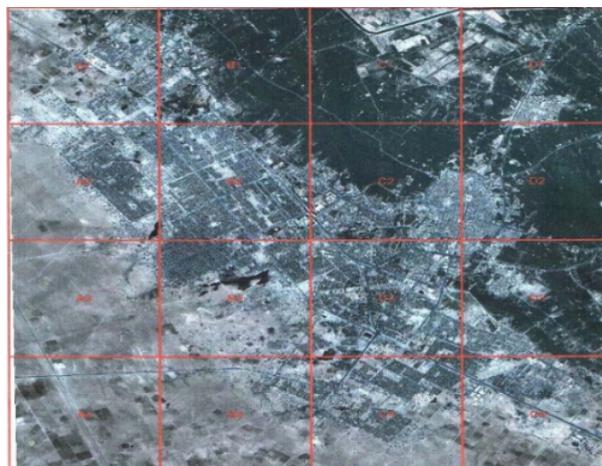


Рис. 4. Розташування опорних точок на космічному знімку
Fig. 4. Location of control points on satellite images

Етап цифрової обробки зображень дав можливість виконати оновлення карти.

Розмір пікселя зображення вибирають відповідно до масштабу оригіналу карти для того, щоб зберегти точність мережі планових опорних точок (тобто 0,2 мм у масштабі карти) [Thomas R., 2005]: 10 м – розмір пікселя для карти масштабу 1: 50 000; 5 м – розмір пікселя для карти масштабу 1: 25 000.

Оскільки в розвинених країнах значна частина карт масштабу 1: 50 000 була отримана за допомогою генералізації карт масштабу 1: 25000 з проміжним картографічним плануванням, потрібно використовувати мультиспектральні знімки Ikonos з просторовим розрізненням 4 м (через відсутність зображення з просторовим розрізненням 2 м). Ця обставина деякою мірою вплине на точність оновлюваної карти, але похибка буде незначною – кілька сантиметрів [Thomas R., 2005, Mohamed H.D., 1999].

Для перетворення паперової карти у растрову форму використано барабанний сканер форматом А0 з роздільною здатністю сканування 250 dpi. Використання сканера з більшою роздільною здатністю призвело б до збільшення розміру файла і зниження швидкості обробки зображення [Al marzooqi Y., 2004]. На рис. 5 зображено скановану растрову карту міста Кербела.

Наступним кроком було проведене геометричне коригування зображення. Результатом геометричного коригування є усунення геометричних спотворень оригіналу зображення. Це спотворення виникає внаслідок стиснення або розтягування карти. Для геометричного коригування використовувалися поліноми другого степеня.

Наступний крок оновлення карти – це створення ДТМ (цифрової топографічної моделі). Для трансформації одинарних або стерео-2D-знімків в 3D-знімок використовувався метод

відновлення форми об'єкта за тінями (SFS), а саме: метод мінімізації [Rajabi M.A., Blais J.A., 1999, Michael Kostiuk, 2004]. Спираючись на цей підхід, можна створити ДТМ-знімок з будь-якого градієнтного файла [Mohamed ETTARID, 2006]. У цій роботі використовувався DEM-файл з розрізненням 90 м. В результаті отримано низькосортне зображення через низьке просторове розрізнення DEM-файла (рис. 6).

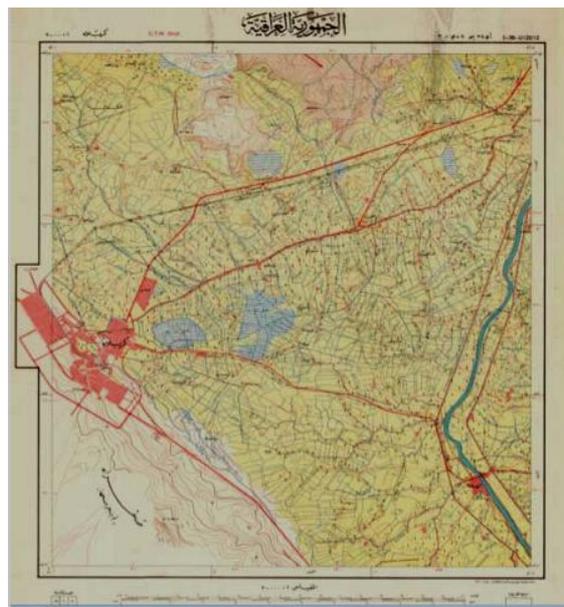


Рис. 5. Карта міста Кербела в масштабі 1: 50 000, що була використана для цифрової обробки
Fig. 5. Karbala City map scale of 1: 50,000, which was used for digital processing

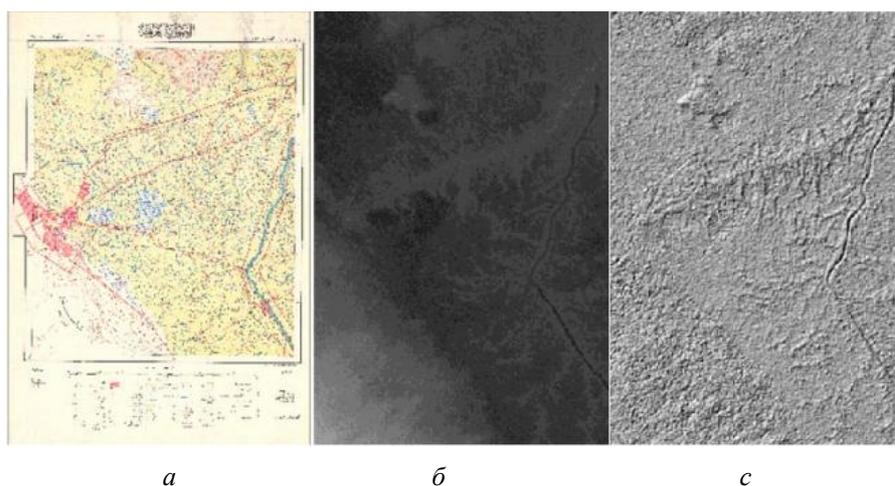


Рис. 6. Створення цифрової топографічної моделі: а – оригінальна топографічна карта; В – DEM (цифрова модель рельєфу) для топографічної карти; с – створена цифрова топографічна модель для топографічної карти із збільшенням в 10 разів
Fig. 6. Creation of digital topographic model: a – original topographic map; B – DEM (digital elevation model) to topographic maps; c – a digital topographic model for the topographic map with an increase by 10 times

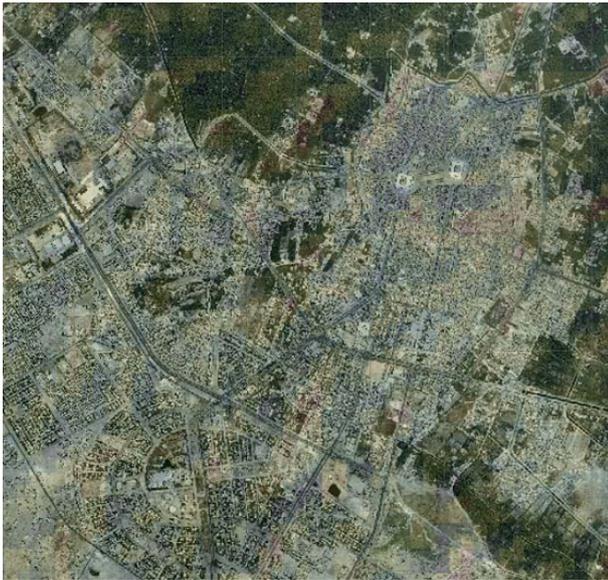


Рис. 7. Ортотрансформоване зображення досліджуваної території

Fig. 7. Ortotransformation image of the study area

У процесі ортотрансформації використано цифрову модель рельєфу з просторовим розрізненням 90 м і файл GCP, отриманий за допомогою GPS. За умови наявності коректної цифрової моделі рельєфу надземні об'єкти проєктуються у правильні географічні координати точок.

Однак навіть за наявності точних даних цифрової моделі рельєфу немає жодної гарантії отримання правдивого ортозображення. Фактично, якщо невидимі зони не визначені і в належний спосіб не відкориговані, прогалини заповнюються тими самими елементами, що призводить до подвоєного зображення. На рис. 7 показано ортотрансформоване зображення космічного знімка міста Кербела.

Перетворення даних

Складність процесу трансформації полягає у тому, щоб перетворити ці карти в ортозображення. У цій роботі використано таке рівняння для трансформації вихідних даних в WGS84 [Al marzooqi Y. 2004]:

$$\begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_L \\ Y_L \\ Z_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta s & rz & -ry \\ -rz & \Delta s & rx \\ ry & -rx & \Delta s \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_L \\ Y_L \\ Z_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dx \\ dy \\ dz \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де X_w, Y_w, Z_w – геоцентрична Декартова система координат WGS 84-даних, отриманих за допо-

могою GPS; X^L, Y^L, Z^L – геоцентрична Декартова система координат основних вихідних геодезичних даних, отриманих раніше; Δs – коефіцієнт ефекту масштабу (невідомий); rx, ry, rz – обертання навколо осі абсцис, осі ординат і осі аплікват (невідомі); dx, dy, dz – параметри положення (невідомі).

Розв'язавши це рівняння, отримано сім коефіцієнтів, за допомогою яких ці карти трансформовані у систему координат WGS 84.

Залежно від мети використання топографічна карта і супутниковий знімок піддавалися трансформації за допомогою численних методів обробки цифрових зображень. У цьому випадку використано програму ArcGIS 9 для обробки космічного знімка і карти [Bruno RAZZA, 2005].

Для космічного знімка досліджуваної території було виконане вирівнювання гістограми за допомогою нелінійного (логарифмічного) перетворення спектра вхідного зображення. На рис. 8 наведено результат такого вирівнювання. Вирівнювання гістограми допомагає “побачити” ті об'єкти, які невидимі на оригіналі. Крім того, цей метод надає корисну інформацію, на основі якої ми можемо успішно класифікувати зображення, що, своєю чергою, створює щільність рівномірного розподілу пікселів.



Рис. 8. Результат вирівнювання гістограми зображення

Fig. 8. Result of equalization of the histogram image

Наступним етапом була класифікація карти і знімка. Результати класифікації збережено в окремих векторних шарах, кожен шар зберігає інформацію про ґрунтово-рослинний покрив і типи землекористування.

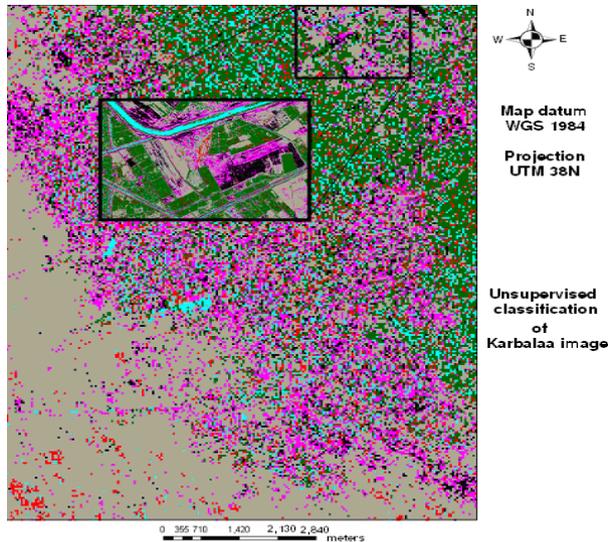


Рис. 9. Результати контрольованої класифікації зображення для досліджуваної території
Fig. 9. The results of controllable classification of images of the study area

Також виконано контрольовану класифікацію зображень. Для етапу навчання обрано п'ять класів: чотири класи рослинного покриву (вода, вода з хлорофілом, рослинність і ґрунти) і

один клас землекористування, що складається з урбаністичних об'єктів (дороги, будівлі і споруди). Результат етапу класифікації показано на рис. 9. Ця карта створена за допомогою класифікатора, побудованого за методом максимальної правдоподібності. Кожному класу присвоєний спеціальний колір і номер з узагальненими поясненнями. До складу цієї карти входять шість класів, які являють собою класи рослинного покриву досліджуваної території.

З космічного знімка за допомогою контрольованої класифікації було виділено сім шарів. Додатково проведена робота зі створення унікальних шарів, які б зливалися з іншими подібними шарами. Наприклад, шар річкової води і води з хлорофілом злилися в один шар під назвою "вода". За таким самим принципом створено шар "дороги": асфальтовані дороги злилися із шаром неасфальтованої дороги і з дорогами, які потребують ремонту. Після процесу класифікації виконаний візуальний контроль для визначення помилок. Одні помилки зумовлені особливостями рельєфу місцевості, інші виникли через те, що водна гладь покрита водоростями і тому вода здається рослинним покривом (рис. 10), у той час, як інші об'єкти були правильно класифіковані (рис. 11). Щоб прибрати подібні помилки, потрібно застосувати знімки з великою кількістю спектральних смуг.

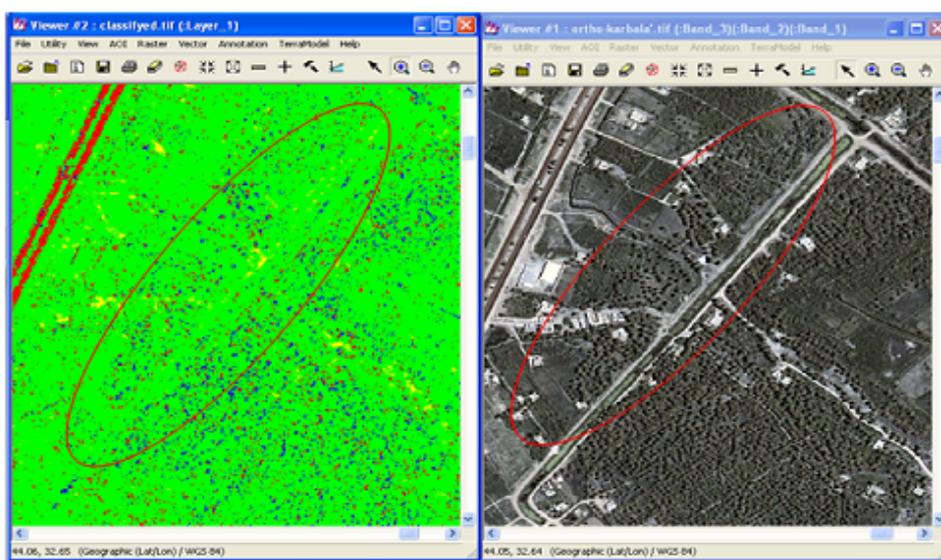


Рис. 10. Вода, покрита водоростями, здається рослинним покривом
Fig. 10. The water covered with algae seem vegetation

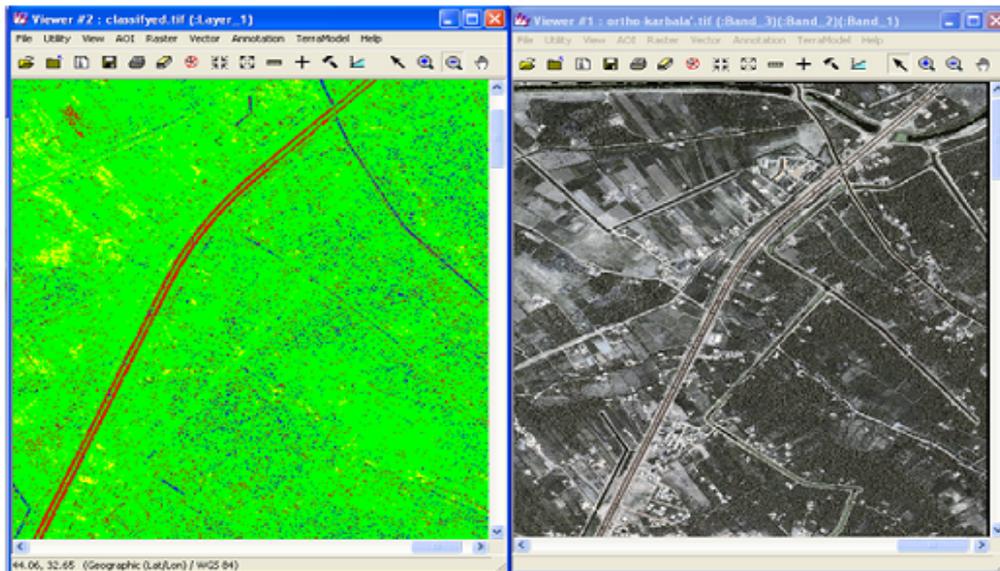


Рис. 11. Точно класифіковані асфальтовані дороги

Fig. 11. Similarly classified the asphalted roads

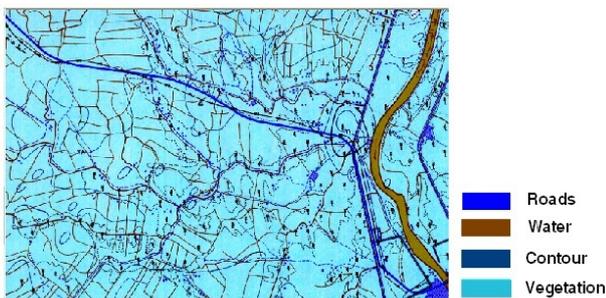


Рис. 12. Результат контрольованої класифікації топографічної карти досліджуваної території

Fig. 12. The result of controllable classification of topographic maps of of the study area

За контрольованої класифікації топографічної карти для навчання були обрані ті самі п'ять класів. Результат етапу класифікації показаний на рис. 12. Ця карта була створена на основі класифікатора за методом максимальної правдоподібності.

З топографічної карти були виділені чотири шари: вода, урбаністичні ознаки, стратоізогіпса (горизонталі, що показують рельєф стратиграфічної поверхні) і рослинний покрив. Урбаністичні ознаки (будівлі та дороги) були нанесені на карту одним кольором, тобто будівлі і дороги були обрані, як один шар.

Після отримання виділених растрових шарів з космічного знімка і з топографічної карти виконано безпосередньо оновлення.

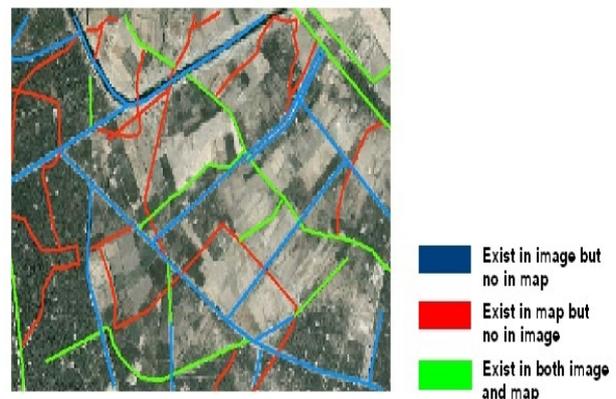


Рис. 13. Результат оновлення карти для водного шару

Fig. 13. The result of update maps for water layer

Цей вид обробки залежить від таких кроків для оновлення карти:

- якщо растр існує на карті, а на знімку його немає, тоді растр буде видалений;
- якщо растр існує на знімку, але відсутній на карті, то растр буде доданий;
- якщо растр існує і на карті, і на знімку, змін не буде [David Holland, Пол Маршалл, 1998].

На рис. 13 відображено процес оновлення карти для водних каналів для досліджуваної території.

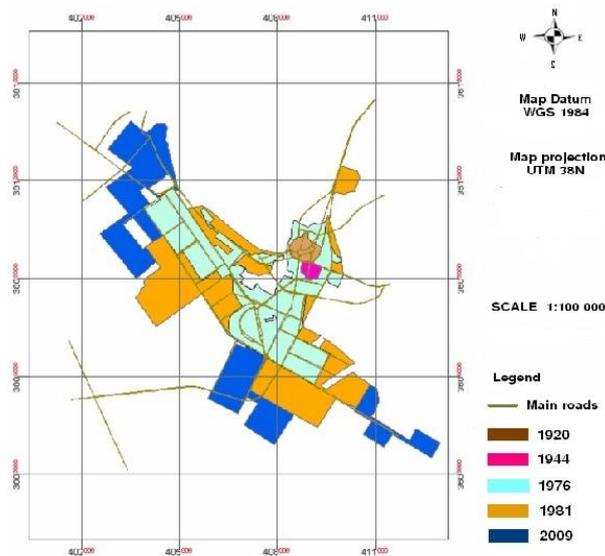
Межі міста Кербела у період з 1920 по 2009 роки істотно збільшилися, що проілюстровано на рис. 14. Були використані дані чотирьох

карт, створених у різні роки: в 1920, 1944, 1976, 1981 рр., а також дані космічного знімка, створеного у 2009 році.

Табл. 1 демонструє збільшення меж міста за кожен період часу у процентному відношенні.

**Збільшення меж міста Кербела
з 1920 по 2009 рокик
Increasing the Karbala city limits
from 1920 to 2009**

Рік	Збільшення площі, м ²	Територія	Загальна територія	Збільшення меж, %
1920	554961	221,98	221,98	
1944	250699	100,28	322,26	31
1976	11950405	4780,16	5102,42	39
1981	11507962	4603,18	9705,60	47
2009	11166022	4466,41	14172,01	31



*Рис. 14. Збільшення меж міста Кербела
1920–2009 рр.*

*Fig. 14. Increasing the Karbala city limits from
1920 to 2009*

Результати

У результаті проведених досліджень визначено процедуру оновлення старих топографічних карт з детальними рекомендаціями для їх векторизації, створено оновлену карту з використанням DGPS, дистанційного зондування та ГІС-технологій для отримання високоточних цифрових багатofункціональних карт досліджуваного регіону.

Наукова новизна і практична значущість

Запропонована методика оновлення карт масштабу 1:50000, що базується на напівавтоматичній класифікації космічних знімків, дає змогу за доволі короткий час внести зміни до об'єктів. Для території Іраку сьогодні це завдання є дуже актуальним, оскільки останні оновлення карт цього масштабу і дрібніше виконувались ще у 1984 році.

Висновки

За поданою в статті методикою використання контрольованої класифікації космічних знімків з використанням даних DGPS створено оновлену топографічну карту м. Кербела (Ірак). Для цього виконано геометричне коригування знімка та зведено усі дані до єдиної проекції і системи координат. Визначено недоліки проведених досліджень на певних ділянках території, які успішно усунуті. Підраховано кількісні характеристики збільшення міста у період з 1920 по 2009 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Gugan D. J. & Dowman J. J. Topographic mapping from Spot Imaging, PE&RS VOL. LIV, No.10 Oct 1988. – P. 224.
- Manon Carignan and Guy Dumoulin. Topographic mapping at the 1:100,000 scale. – Bureau E-304, Charlesbourg. 1998. – P. 348.
- J. Grodecki and G. Dial. Ikonos geometric accuracy. 2005. – P. 280.
- Jalal AMINI. Geometric Correction in Ikonos Images – Case Study. – Tehran, Iran. 2003. – P. 346.
- <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/about.html#input.OPUS>: Online Positioning User Service, 2009.
- R. Thomas. Digital map updating from satellite imagery. – Ramonville Saint Agne Cedex, France, 2005. – P. 322.
- Mohamed H. D. Use of Satellite Imagery for Digital Map Production & Revision, Mcs. Thesis. – University of Baghdad, 1999. – P. 109.
- Y. Al marzooqi. Derivation of Datum Transformation Parameters for Dubai. – Emirate, 2004. – P. 182.
- M. A Rajabi, J. A. Blais. Densification of dtm grid data using single satellite imagery. – Dept. of Geomatics Eng., University of Calgary. 1999. – P. 232.
- Michael Kostiuk, MA Geography. Using remote sensing data to detect sea level change. – Ontario, Canada. 2004. – P. 352.

- Mohamed ettarid. Digital True Orthophotos Generation. 2006. – P. 168.
- Bruno RAZZA. Recent Developments in the Sector of Navigation Satellite System Reference Stations (GNSS) and Possible Links with the Typical Surveying Measurements Carried Out by the Surveyors. – Cairo, Egypt, 2005. – P. 194.
- David Holland, Paul Marshall. Updating maps in a wellmapped country using high resolution satellite imagery. – Ordnance Survey, Romsey Road, Southampton. 1998. – P. 278.

Р. А. АБДАЛЛАХ, Б. В. ЧЕТВЕРИКОВ *

Кафедра фотограмметрии и геоинформатики, Национальный университет “Львовская политехника”, ул. С. Бандеры, 12, Львов, Украина, 79013, тел. +38 (063) 1671585, e-mail: chetverikov@email.ua

ОБНОВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ ИРАКА МАСШТАБА 1: 50000 ПО СНИМКАМ, ПОЛУЧЕННЫМ СО СПУТНИКА IKONOS

Целью работы является нахождение точного, быстрого и экономичного способа обновления карт с помощью информации, полученной по данным дистанционного зондирования. Были проведены все необходимые исследования для обновления карты исследуемого района города Кербала (Ирак) масштаба 1: 50000, которая в последний раз обновлялась в 1984 году. **Методика.** Обновление карты осуществлялось в три этапа. Первый этап – цифровая обработка космических снимков и карт с помощью профессиональной ГИС ArcGIS9. После объединения системы координат космического снимка и карты была выполнена контролируемая классификация. Обновление карты осуществлялось путем сравнения каждого слоя, полученного из космического снимка с его аналогом на карте, изучение увеличения города Кербала и фиксации изменений, которые произошли в сети дорог и каналов. Второй этап – полевые исследования. Данный этап включает выявление всех частей исследуемой территории, выбор четких точек на спутниковом снимке в качестве опорных (GCP). Данные опорные точки использовались для геометрической коррекции изображения. Обязательной частью этого этапа является преобразование данных, полученных со спутниковых изображений, поскольку на спутниковых снимках используется Всемирная геодезическая система координат (WGS84), а опорные точки имеют значения координат в старой системе Ирака (Clark). Использовались 30 точек, расположенных по всей территории исследуемого региона, каждая из которых является пересечением двух и более линий или транспортной развязкой. Третьим этапом исследований было изготовление карт. Данный этап предусматривает производство цифровых карт, которые совместимы с ГИС и дальнейшую оценку их точности. **Результаты.** В результате проведенных исследований определена процедура обновления старых топографических карт с подробными рекомендациями по их векторизации, создана обновленная карта с использованием DGPS, дистанционного зондирования и ГИС-технологий для получения высокоточных цифровых многофункциональных карт исследуемого региона. **Научная новизна.** Метод контролируемой классификации космических снимков позволяет быстро обновить устаревшие карты с высокой точностью нанесения новых объектов. **Практическая значимость.** Предложенная методика обновления карт масштаба 1: 50000, основанная на полуавтоматической классификации космических снимков, позволяет в достаточно короткий срок внести изменения объектов. Для территории Ирака в настоящее время эта задача является очень актуальной, поскольку последнее обновление карт данного масштаба и мельче выполнялось еще в 1984 году.

Ключевые слова: обновление топографических карт; дистанционное зондирование земли (ДЗЗ) дифференциальная глобальная система позиционирования (DGPS); ректификация изображения; цифровая обработка; векторизация.

R. A. ABDALLAH, B. V. CHETVERIKOV

Department of Photogrammetry and Geoinformatics, Lviv Polytechnic National University, S. Bandery str., 12, Lviv, Ukraine, 79013, +38(063)1671585, e-mail: chetverikov@email.ua

UPDATE OF TOPOGRAPHIC MAPS OF IRAQ, SCALE OF 1: 50 000 USING SATELLITE IMAGE – IKONOS

The aim is to find accurate, fast and economical way to update maps with information obtained by remote sensing data. There were all the necessary research to update the maps of the study area city of Kerbala (Iraq) scale 1: 50,000, which was last upgraded in 1984. **Method.** Updating map was carried out in three stages. The first stage – the

digital processing of satellite images and maps using GIS professional ArcGIS9. After combining the coordinate system of satellite images and maps was performed controlled classification. Updating map was carried out by comparing each layer derived from satellite images, with its analogue map, study increase the city Kerbala and fixing changes that have occurred in the network of roads and canals. The second phase – field research. This phase includes identification of all parts of the study area, the choice of clear points on the satellite image as a reference (GCP). These reference points used for geometric correction of the image. The obligatory part of this stage is to convert the data obtained from satellite images, since the satellite images used World Geodetic Datum (WGS84), and the reference points have the coordinates in the old system of Iraq (Clark). We used 30 points located throughout the region under study, each of which is the intersection of two or more lines or transport interchange. The third stage of the research was to manufacture cards. This stage involves the production of digital maps that are compatible with GIS and further assess their accuracy. **Results.** As a result of the research determined how to update old topographic maps with detailed recommendations for their vectorization, updated map created using DGPS, remote sensing and GIS technology for high-precision digital multifunction cards studied region. **Scientific novelty.** The method of controlled classification of satellite images to quickly update the old maps accurately applying new facilities. **The practical significance.** The technique of updating map scale of 1: 50,000, which is based on semi-automatic classification of satellite images allows a sufficiently short time to change objects. For Iraq at present, this problem is very important, since the last update maps of smaller scale and still enforced in 1984.

Key words: Update the topographic maps; Remote sensing (R.S); Differential global positioning system (DGPS); Geographic information system (GIS); Image rectification; Digital processing; Vectorization.

REFERENCES

- Gugan D. J. & Dowman J. J. Topographic mapping from Spot Imaging, PE&RS VOL. LIV, No.10 Oct 1988. P. 224.
- Manon Carignan and Guy Dumoulin, TOPOGRAPHIC MAPPING AT THE 1:100,000 SCALE. Bureau E-304, Charlesbourg. 1998. P. 348.
- J.Grodecki and G.Dial. IKONOS GEOMETRIC ACCURACY. 2005. P. 280.
- Jalal AMINI. Geometric Correction in Ikonos Images – Case Study. – Tehran, Iran. 2003. P. 346.
- <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/about.html#input>. OPUS:Online Positioning User Service, 2009.
- R. Thomas. DIGITAL MAP UPDATING FROM SATELLITE IMAGERY. – Ramonville Saint Agne Cedex, France, 2005. P. 322.
- Mohamed H.D. Use of Satellite Imagery for Digital Map Production & Revision, Mcs. Thesis. – University of Baghdad, 1999. P. 109.
- Y. Al marzooqi. Derivation of Datum Transformation Parameters for Dubai. – Emirate, 2004. P. 182.
- M.A Rajabi, J.A. Blais, DENSIFICATION OF DTM GRID DATA USING SINGLE SATELLITE IMAGERY. – Dept. of Geomatics Eng., University of Calgary. 1999. P. 232.
- Michael Kostiuk, MA Geography. USING REMOTE SENSING DATA TO DETECT SEA LEVEL CHANGE. – Ontario, Canada. 2004. P. 352.
- Mohamed ETTARID. Digital True Orthophotos Generation. 2006. P. 168.
- Bruno RAZZA. Recent Developments in the Sector of Navigation Satellite System Reference Stations (GNSS) and Possible Links with the Typical Surveying Measurements Carried Out by the Surveyors. – Cairo, Egypt, 2005. P. 194.
- David Holland, Paul Marshall. UPDATING MAPS IN A WELL-MAPPED COUNTRY USING HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGERY. – Ordnance Survey, Romsey Road, Southampton. 1998. P. 278.

Надійшла 04.04.2016 р.