

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ГЛОБАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

Янчук О.Є., Трохимець С.М., Шульган Р.Б., Бойчук Б.О.

Національний університет водного господарства та природокористування

Розглянуто можливість використання даних глобальних ЦМР для вирішення задач народного господарства. Проаналізовано точність моделей SRTM та ASTER. Порівняно точність побудови горизонталей за даними ЦМР та існуючими картографічними матеріалами. Наведено приклади вирішення конкретних задач. Змодельовано водозбірні басейни й водотоки, зони покриття сигналу та побудовано профіль лінійної споруди.

Ключові слова: SRTM, ASTER, картограма крутості схилів, профіль, водозбірний басейн, зона покриття.

Постановка проблеми. У багатьох задачах народного господарства дані про рельєф є необхідними. Незамінною формою подання інформації про рельєф земної поверхні від глобального до субрегіонального рівнів є цифрові моделі рельєфу (ЦМР) [1]. Залежно від величини території та вимог до точності відрізняються й методи одержання таких ЦМР, тому вважаємо доречним визначення задач народного господарства, для вирішення яких достатньо точності глобальних ЦМР, що дозволить підвищити ефективність вирішення таких задач та зменшить вартість робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Можливість використання SRTM та ASTER GDEM на території України досліджував, зокрема, Постельняк А.О. [2]. Він виконував комплексне порівняння точності обох моделей рельєфу на території м. Києва. Результати засвідчили, що перша модель, незважаючи на її нижчу роздільну здатність, із більшості показників має вищу локальну точність. Також виявлено, що локальна точність SRTM мінімум у два рази вища заявлених 16 м, а локальна точність ASTER GDEM також перевищує заявлену. Додатково була проаналізована можливість використання цих ЦМР при створенні ортофотокарт і ортофотопланів за космічними знімками високої та надвисокої роздільної здатності. Встановлено, що цифрова модель рельєфу SRTM придатна для створення ортофотокарт масштабу 1:10000 і дрібніших, а ASTER GDEM – для масштабу 1:25000 і дрібніших. За результатами досліджень показники точності моделі SRTM – 3,57 м, а ASTER – 7,53 м.

Проциком М.Т. [3] проходилися дослідження якості висотних моделей SRTM та ASTER GDEM на район басейну р. Західний Буг. У першій частині дослідження оцінювалась точність обох глобальних ЦМР на основі їх відхилення від висот 67 пунктів державної геодезичної мережі. Отримано середні квадратичні помилки визначення висот для моделі мережі SRTM 3,5 м та для моделі ASTER GDEM 6,3 м. Друга частина дослідження передбачала порівняння поверхонь, отриманих за моделями SRTM та ASTER GDEM з еталонною ЦМР, отриманою за картографічними даними (масштаб 1:10000, переріз рельєфу 1 м). Результати засвідчили переважання абсолютних помилок в діапазоні значень від -3 м до 0 м на відкритих і забудованих територіях. Зсув середнього значення на -0,3 м ймовірно відображає неспівпадання рівневої поверхні моря

(еталонна ЦМР побудована в Балтійській системі висот) з поверхнею геоїда EGM96.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Таким чином, виходячи з наведених досліджень, можна зробити висновок що на територію України дані SRTM та ASTER GDEM забезпечують точність по висоті 3-8 метрів. Виходячи з цього спробуємо проаналізувати для вирішення яких задач народного господарства можна використовувати такі дані:

- моделювання задач землеустрою (визначення експозиції схилів, побудова горизонталей, побудова ухилів);
- моделювання гідрологічної мережі (моделювання водотоків та визначення меж водозбірних басейнів);
- аналіз зони покриття радіочастотних вишок (побудова карт із зонами покриття, вибір оптимального розташування вишок мобільних операторів та вишок цифрового телебачення);
- моделювання задач будівництва (планування попередніх трас лінійних споруд – дорожньої мережі, трубопроводів);
- моделювання зон затоплення внаслідок повеней та паводків.

Мета статті. Головною метою є встановлення задач народного господарства, для вирішення яких достатньо точності глобальних ЦМР, що дозволить підвищити ефективність вирішення таких задач та зменшить вартість робіт.

Виклад основного матеріалу. На першому етапі для перевірки точності глобальних ЦМР використано порівняння з векторизованими горизонталлями на територію окремого адміністративного району (Дубенський район Рівненської області) (вихідний масштаб 1:100000, переріз горизонталей 20 м).

Подібне дослідження нами вже проводилося [5], однак, тоді використовувалися дані лише однієї GDEM SRTM з роздільною здатністю 3 кутові секунди. У даній роботі використовуються дані GDEM SRTM та ASTER з роздільною здатністю 1 кутова секунда.

За наявними картографічними матеріалами вручну відвекторизовані горизонталі (рис. 1 а) та побудована ЦМР. На основі даної ЦМР створена картограма крутості схилів (рис. 2 а).

За даними SRTM та ASTER побудовано горизонталі з перерізом 20 м, як на вихідному матеріалі (рис. 1 б, в), та створено картограми крутості схилів для досліджуваної території (рис. 2 б, в).

Загальна характеристика форм рельєфу повторюється на всіх матеріалах, однак краща вираженість дрібних форм рельєфу спостерігається у моделях отриманих за даними ASTER. Для визначення числових характеристик точності отриманих поверхонь обчислено різницю поверхонь ЦМР у метрах (рис 3 та 4). Як видно з наведених на рисунках статистичних даних класифікації, СКП відхилення ЦМР SRTM та ASTER від вихідної ЦМР, одержаної за відвекторизованими горизонталями з перерізом 20 м, становить 12,5 та 15,1 м відповідно.

Виходячи з цього, вважаємо, що використання даних SRTM та ASTER для вирішення задач, які виконуються в межах території району (де використовуються картографічні матеріали у масштабі 1:100000 й переріз горизонталей 10-20

метрів) цілком можливе і дозволяє зекономити час на виконання робіт.

На наступному етапі виконано подібне порівняння на територію Богдашівської сільської ради Здолбунівського району Рівненської області, для якої традиційно використовуються картографічні матеріали масштабу 1:10000 з перерізом рельєфу 2,5 метрів. Відвекторизувавши наявні на вихідному растровому матеріалі горизонталі отримано певний недолік – відсутність висотних даних на території населених пунктів (рис. 5 а). Використовуючи модуль 3D Analyst, створена картограма крутості схилів (рис. 6 а).

За глобальними ЦМР SRTM та ASTER побудовано горизонталі з перерізом 2,5 м, як на вихідному матеріалі (рис. 5 б, в), та створено



Рис. 1. Межа та горизонталі Дубенського району:
а) відвекторизовані вручну, б) побудовані за SRTM, в) побудовані за ASTER

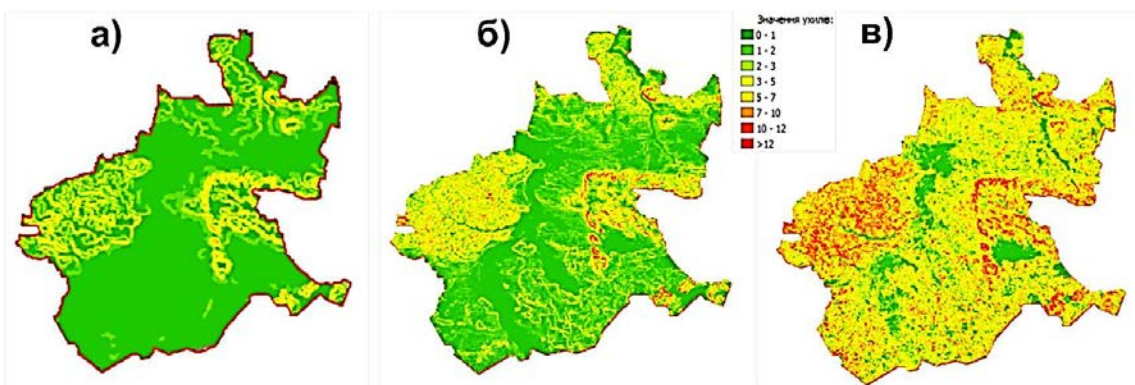


Рис. 2. Картограми крутості схилів для території Дубенського району:
а) за горизонталями відвекторизованими вручну, б) SRTM, в) ASTER

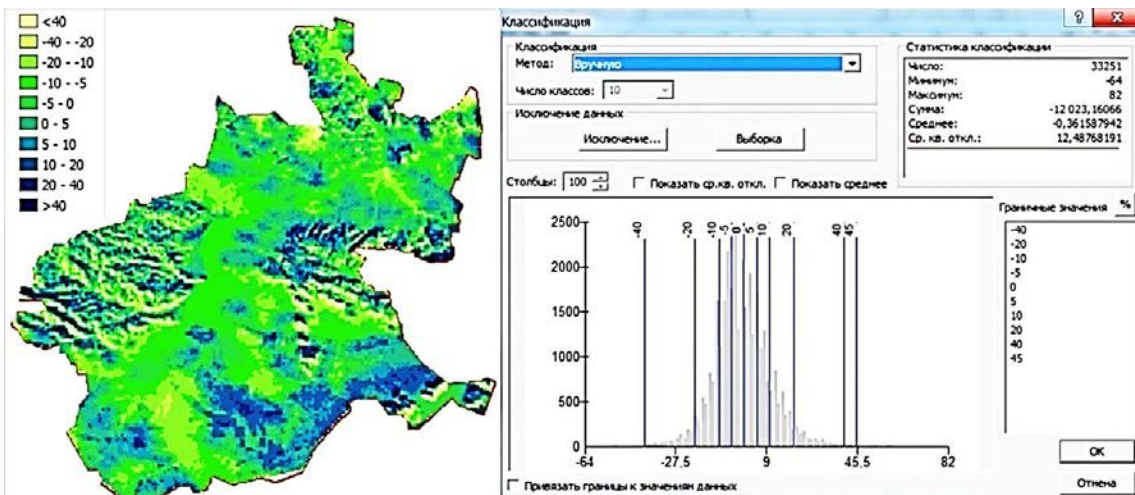


Рис. 3. Різниця поверхонь ЦМР території Дубенського району отриманих класичним способом та за даними SRTM

картограми крутості схилів для досліджуваної території (рис. 6 б, в).

Загальна характеристика форм рельєфу повторюється на всіх матеріалах, однак краща ви-

раженість дрібних форм рельєфу спостерігається у моделях отриманих за даними ASTER. Для визначення числових характеристик точності отриманих поверхонь обчислено різницю повер-

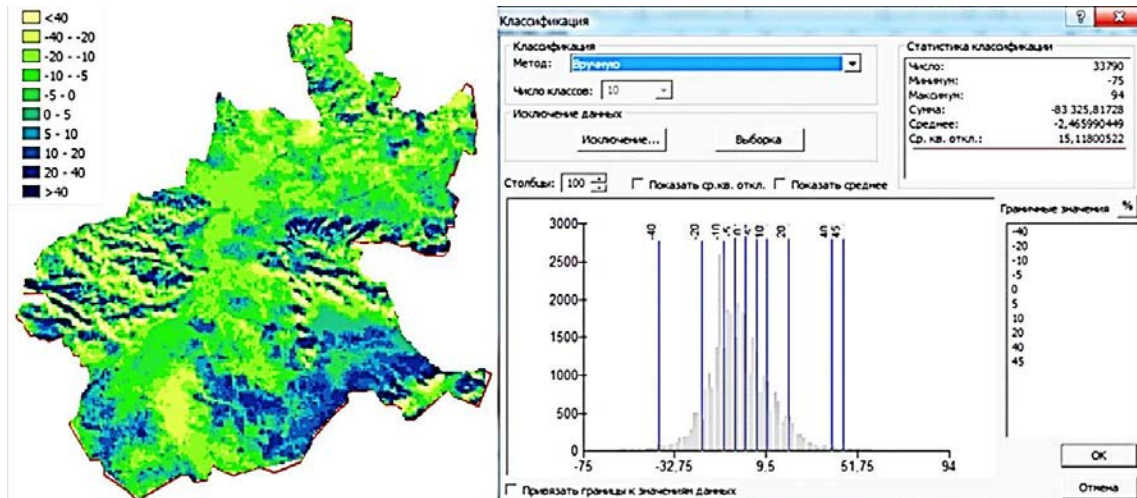


Рис. 4. Різниця поверхонь ЦМР території Дубенського району отриманих класичним способом та за даними ASTER



Рис. 5. Межа та горизонталі Богдашівської сільської ради: а) відвекторизовані вручну, б) побудовані за SRTM, в) побудовані за ASTER



Рис. 6. Картограми крутості схилів для території сільської ради: а) за горизонталями відвекторизованими вручну, б) SRTM, в) ASTER

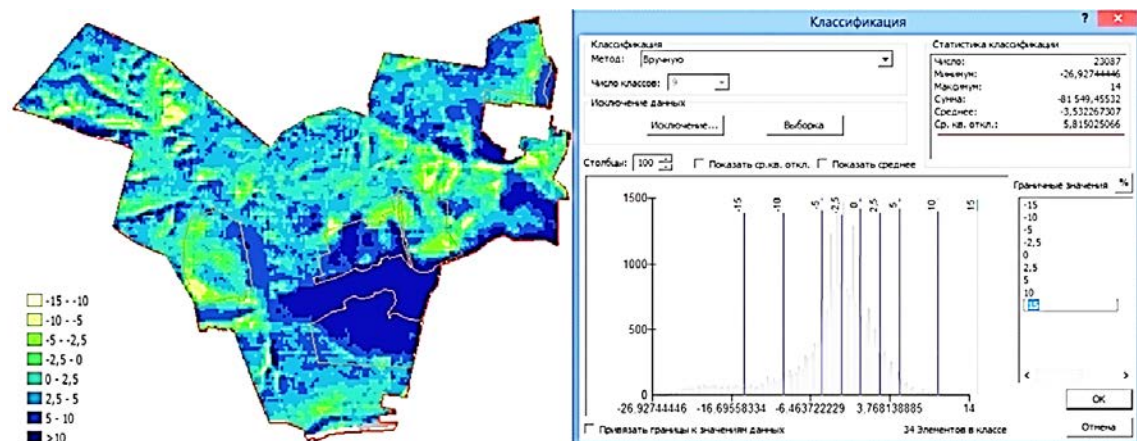


Рис. 7. Різниця поверхонь ЦМР території Богдашівської сільської ради отриманих класичним способом та за даними SRTM

хонь ЦМР у метрах (рис. 7,8). Як видно з наведених на рисунках статистичних даних класифікації, СКП відхилення ЦМР SRTM та ASTER від вихідної ЦМР, одержаної за відвекторизованими горизонталями з перерізом 2,5 м, становить 5,8 та 7,7 м відповідно. Звичайно, додаткова похибка у обчислення внесена відсутністю вихідних даних на територію населених пунктів. Однак, вважа-

ємо, що для картографічних матеріалів масштабу 1:10000 покищо не доцільно використовувати дані радарного топографічного знімання, оскільки їхня точність ще не є достатньою.

Додаткова похибка у одержані результати може вноситися за різницю відлікових поверхонь. У ЦМР SRTM та ASTER в якості відлікової поверхні використовується модель геоїда EGM96.

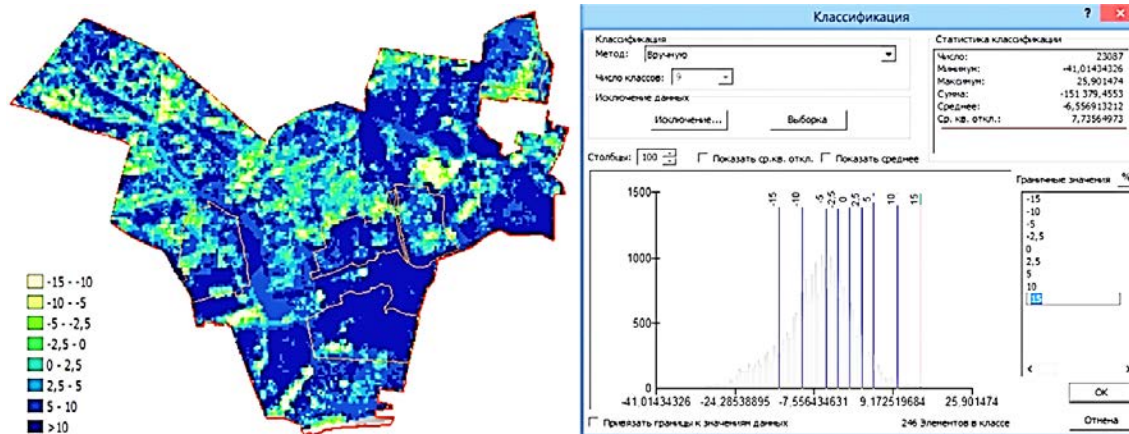


Рис. 8. Різниця поверхонь ЦМР території Богдашівської сільської ради отриманих класичним способом та за даними ASTER

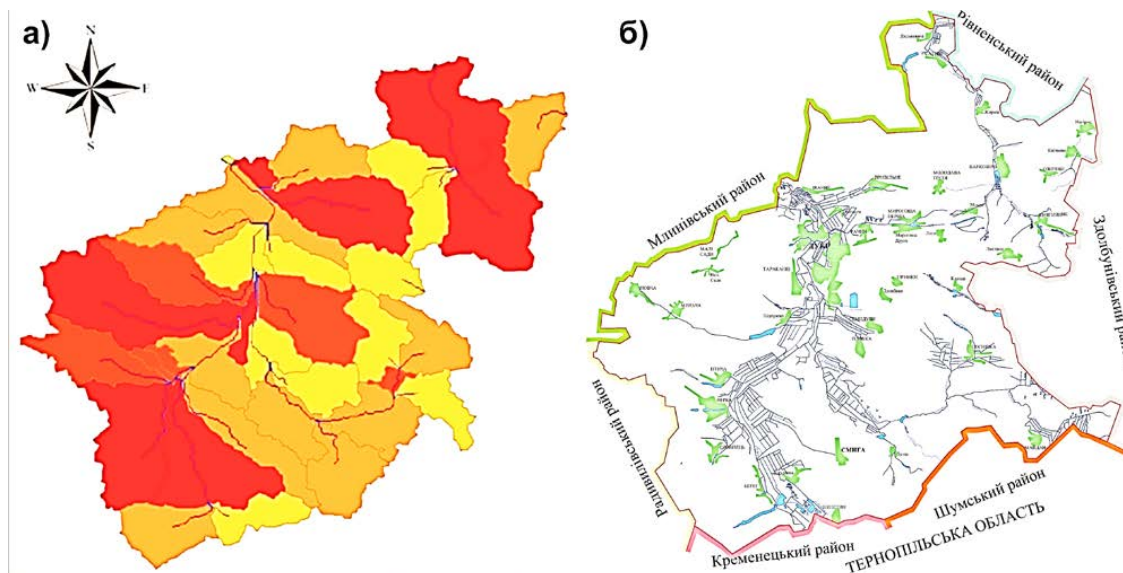


Рис. 9. Гідрографія Дубенського району:
 а) результат побудови водозбірних басейнів річок за GDEM SRTM;
 б) існуючі водотоки відвекторизовані з топографічної карти

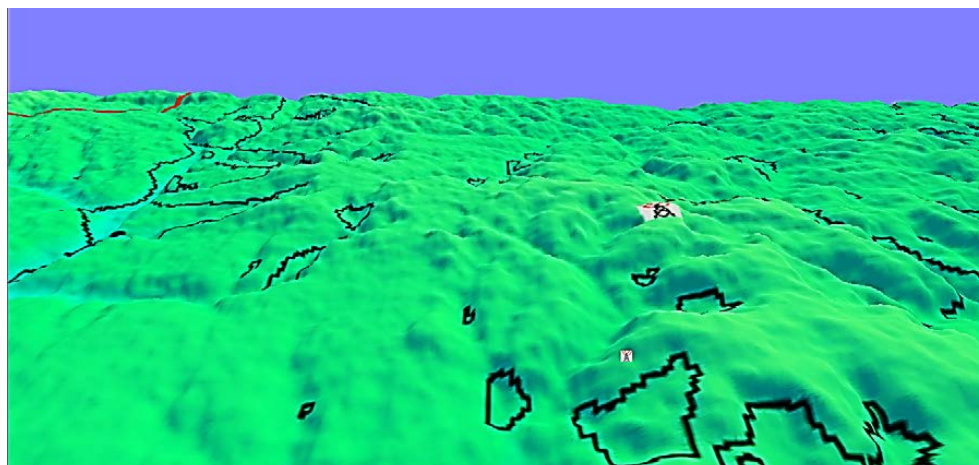


Рис. 10. Моделювання розташування вишки і «мертвих зон» сигналу

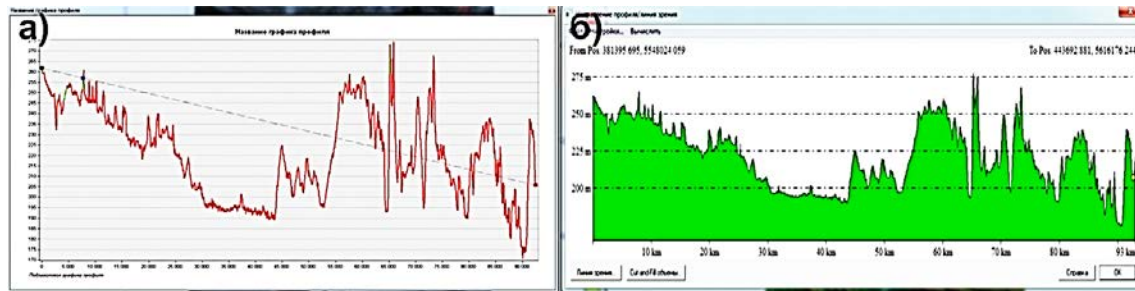


Рис. 11. Результат побудови профілю лінійної споруди а) у програмі ArcGIS, б) у програмі GlobalMapper

Тоді як висоти взяті для порівняння задані у Балтійській системі висот. Для обчислення цієї різниці ми визначили геодезичні висоти, за допомогою GPS-приймача, на 7 точках з відомими координатами в Балтійській системі висот 1977 р. Використавши онлайн калькулятор, доступний за посиланням <http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm96/intpt.html>, обчислили висоту геоїда EGM96 в цих точках. Визначені відхилення висот становлять 48–65 см. Подібні обчислення виконані у роботі [4] на територію Яворівського геодезичного полігону, де встановлено відхилення моделі EGM96 на рівні 49–51 см.

Таким чином, з урахуванням різниці відлікових поверхонь, СКП ЦМР SRTM для території Дубенського району складатиме порядку 12,0 м, ЦМР ASTER – 14,6 м. Аналогічно для території Богдаськівської сільської ради СКП ЦМР 5,3 метра, а ASTER – 7,2 метра.

На наступному етапі визначались площі водозбірних басейнів за даними SRTM1, оскільки згідно попередніх досліджень встановлено, що дані GDEM SRTM є точнішими від ASTER.

Моделювання гідрологічних характеристик басейнів річок проводилася в середовищі ArcGIS за допомогою інструментів Hydrology та модуля просторового аналізу SpatialAnalyst. Кінцевий результат побудови водозбірних басейнів річок наведено на рисунку 9.

Черговою задачею було моделювання розташування та зон покриття радіочастотних вишок, яке виконувалось в GlobalMapper 14.0. У програмі є можливість вибрати місце розташування вишки та задати параметри для неї

(назву, висоту вишки, кут огляду, висоту приймачів, які будуть приймати сигнал та інші). Результат, який доступний і в 3D, відображає місце розташування вишки і так звані «мертві зони» – ділянки місцевості куди сигнал доходить не буде (рис. 10).

Для ефективного моделювання необхідно використовувати DSM (Digital Surface Model – цифрова модель поверхні, яка відображає природний рельєф місцевості з рослинністю та різноманітними штучними перешкодами), тому що будинки і рослинність теж будуть заважати проходженню сигналу.

Останньою задачею стала побудова профілю при плануванні попередніх трас лінійних споруд. Для її вирішення розглянемо результати побудови профілю по одній і тій же лінії у програмі ArcGIS (рис. 11 а) та Global Mapper (рис. 11 б).

Висновки і пропозиції. Таким чином продемонстровано можливість використання даних глобальних ЦМР для побудови горизонталей та картограм крутості схилів; моделювання водотоків та визначення межі водозбірних басейнів; побудови профілів для попереднього вибору трас лінійних споруд; розташування та зон покриття радіочастотних вишок. У тій чи іншій мірі глобальні ЦМР можуть забезпечити вирішення поставлених задач, навіть без залучення додаткових даних. Однак остаточне рішення має прийматися на основі вимог до точності конкретного об'єкту.

Варто зазначити, що список розглянутих задач, де можуть використовуватися глобальні ЦМР не є вичерпним і він потребує подальшого розширення і аналізу.

Список літератури:

1. Бурштинська Х. В. Теоретичні та методологічні основи цифрового моделювання рельєфу за фотограмметричними та картометричними даними: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.24.02 «Фотограмметрія та картографія» / Х. В. Бурштинська. – Л., 2003.
2. Постельняк А. А. Оцінювання точності висот цифрових моделей рельєфу SRTM та ASTERGDEM / А. А. Постельняк // Вісник геодезії та картографії. – 2013. – № 4. – С. 17–22.
3. Процик М. Т. Методи фотограмметричного та картографічного супроводу багаторівневої системи моніторингу ерозійних ґрунтових процесів: дис. канд. техн. наук: 05.24.01 Геодезія, фотограмметрія та картографія / Процик М. Т. – Львів, 2012. – 26 с.
4. Тревого І. Аналіз результатів нових експедицій на метрологічних об'єктах науково геодезичного полігону / І. Тревого, І. Цюпак // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, Львів, 2015 – Випуск 1. – С. 66–69.
5. Янчук О. Є. Аналіз можливості використання даних радарного топографічного знімання у задачах землестрою / О. Є. Янчук, М. О. Гурій, Б. О. Бойчук // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. пр. – Рівне, 2014. – Вип. 2 (66). – С. 235–246.

Янчук А.Е., Трохимец С.Н., Шульган Р.Б., Бойчук Б.А.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация

Рассмотрена возможность использования данных глобальных ЦМР для решения задач народного хозяйства. Проанализирована точность моделей SRTM и ASTER. Проведено сравнение точности построения горизонталей по данным ЦМР и существующими картографическими материалами. Приведены примеры решения конкретных задач. Смоделированы водосборные бассейны и водотоки, зоны покрытия сигнала и построен профиль линейного сооружения.

Ключевые слова: SRTM, ASTER, картограмма крутизны склонов, профиль, водосборный бассейн, зона покрытия.

Yanchuk O.E., Trohimets S.M., Shulgan R.B., Boychuk B.O.

National University of Water and Environmental Engineering

ANALYSIS OF APPLICATION DATA FROM GLOBAL DIGITAL ELEVATION MODELS IN SOLVING PROBLEMS OF NATIONAL ECONOMY

Summary

The possibility of using data from global DEM for solving problems of the national economy. The accuracy of the models from SRTM and ASTER are analyzed. Comparative accuracy of building contour according to the DEM and existing cartographic materials. Examples given of specific tasks. Modelled catchment areas and watercourses, area of signal coverage and constructed a profile of linear structures.

Keywords: SRTM, ASTER, steepness of the slopes cartogram, profile, catchment area, coverage area.