

О. Іванік, д-р геол. наук, проф.,
E-mail: om.ivanik@gmail.com;
Л. Тустановська, канд. геол. наук,
E-mail: ljume4@ukr.net;
Д. Кравченко, канд. геол. наук, доц.,
E-mail: dm.vl.kravchenko@gmail.com;
К. Гадяцька, інж.,
E-mail: katkravchuk@gmail.com;

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ІНІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

АДАПТАЦІЯ МЕТОДИКИ СТРУКТУРНО-МОРФОМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ ДО СЕРЕДОВИЩА ГІС ДЛЯ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КАНІВСЬКОГО ПРИДНІПРОВ'Я

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.В. Шевчуком)

Канівське Придніпров'я є унікальним регіоном, що зазнав складної еволюції впродовж неоген-четвертинного етапу. Застосування геологічних та геоморфологічних методів, даних дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій надало можливість виявити генетичний зв'язок між процесами геоморфогенезу та тектогенезу в межах Канівського Придніпров'я та побудувати низку геологічних та геоморфологічних моделей. Адаптовано методику структурно-морфометричного аналізу до середовища ГІС та автоматизовано процес картометричних побудов. Розроблено алгоритм створення карт порядків долин та базисних поверхонь, що являють собою складні поверхні, які об'єднують місцеві базиси ерозії та виражають сумарні рухи земної кори за різні проміжки часу. Дослідження морфогенезу та тектогенезу території Канівського Придніпров'я показали, що неотектонічні рухи у межах цього регіону мали диференційований характер. Встановлено п'ять стадій тектонічної еволюції впродовж неоген-четвертинного етапу його розвитку. Досліджено гіпсометрію базисних поверхонь п'яти порядків, проведено детальне зіставлення морфології однопорядкових поверхонь. На основі отриманих даних щодо характеру поверхонь, абсолютних та відносних відміток, характеру малюнку ізобазит детально проаналізовано геоморфологічну будову регіону, характерну для кожної стадії. Проведені дослідження дали змогу виявити закономірний зв'язок рельєфу з тектонікою, виявити різноманітні тектонічні структури та визначити особливості їхньої будови.

Ключові слова: ГІС аналіз, структурно-морфометричний метод, моделювання, цифрові моделі, дислокації, палеорельєф.

Вступ та постановка проблеми. Тектонічний розвиток різноструктурних регіонів України у новітній час відрізняється особливою складністю, що певною мірою відбивається у рельєфі. У зв'язку з цим на сьогодні існує значна кількість підходів, гіпотез та теорій щодо їх геологічної еволюції, що базуються на різноманітних методах аналітичних та експериментальних досліджень. Одним із регіонів, що характеризується складним поєднанням процесів тектогенезу та морфогенезу впродовж неоген-четвертинного етапу розвитку, є Канівське Придніпров'я, появлення еволюції якого ґрунтується на різноманітних теоріях та гіпотезах із залученням геоморфологічних та геологічних методів (Menshov et al., 2018). Район Канівського Придніпров'я вирізняється складною дислокованістю мезо-кайнозойського осадкового комплексу з розвитком складчастих та лускувато-насувних структур, ускладнених різнопорядковими ін'єктивними формами. Попри тривалу історію геологічних досліджень, походження Канівських дислокацій, розміщених на північно-східному схилі Українського щита (УЩ) поблизу Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), залишається одним із найдискусійніших питань геології України. Локальний прояв таких дислокацій новітнього часу, їхня просторова організація та інтенсивність деформаційних процесів вимагають розробки особливих підходів до їх вивчення, створення геолого-геоморфологічних моделей та встановлення механізмів новітнього тектогенезу і геоморфогенезу.

Завдяки "чутливості" рельєфу щодо послідовності геологічних процесів і стадійності новітнього тектогенезу особливе місце у такому аналізі мають геоморфологічні методи, зокрема метод структурної морфометрії. Цей метод є інструментом виявлення генетичного зв'язку між геоморфологічними та тектонічними процесами, між формами земної поверхні та структурами земної кори. Завданням структурно-морфометричного аналізу є створення математичних моделей земної поверхні з їх подальшою інтерпретацією. За результатами структурно-

морфометричних досліджень виконується реконструкція тектонічного розвитку території через розвиток рельєфу в новітній час, розрахунки амплітуди тектонічних рухів, встановлення етапів тектонічної активізації та аналізу потенційного розвитку небезпечних геологічних процесів.

Метод структурної морфометрії базується на графічному розкладанні рельєфу на базисні, залишкові, вершинні й ерозійні поверхні відповідно до порядків долин і вододільних ліній. Метод передбачає виконання низки картографічних операцій, що ускладнює його використання у регіонах із складним, різко розчленованим рельєфом. Однак використання спеціалізованого програмного забезпечення із функціональними можливостями просторового аналізу значно полегшує процес морфометричних побудов. Відомими геоінформаційними системами, що дозволяють проводити різноманітні операції з векторизації, математичного та просторового моделювання, а також створення різноманітних тематичних карт, є програмні пакети ArcGIS, ArcView GIS, ArcInfo (ESRI Inc.), Easy Trace (EasyTrace Group), MapInfo (MapInfo Corp.), GeoMedia (Intergraph Corp.), MicroDEM / Terra Base (U.S. Naval Academy) та ін. Геоінформаційні системи є дієвим інструментом у різнобічному дослідженні рельєфу, насамперед, для кількісної та якісної інтерпретації різногенетичних побудов, а також для виділення й розпізнавання об'єктів за набором даних. Програмні продукти компанії ESRI (ArcGIS, ArcView GIS, ArcInfo) є найефективнішими ГІС для виконання структурно-морфометричного аналізу. Для аналізу палеорельєфу та визначення його морфогенетичних особливостей використано програмне забезпечення ArcGIS 10.6 (ESRI) та його спеціалізовані модулі з потужними функціональними можливостями загального просторового аналізу, картометричних побудов, перетворення і аналізу ізолінійних та ґрид-поверхонь, а також просторово-часового моделювання.

Структурно-морфометричний аналіз території Канівського Придніпров'я та автоматизація картометричних побудов. Побудова моделей рельєфу Канівського Придніпров'я за методом структурної морфометрії вимагає створення реляційної бази геоданих, яка б містила об'єднану картографічну та атрибутивну інформацію щодо різнопорядкових долин та різногенетичних поверхонь рельєфу. Для побудови цієї геобази даних, що об'єднує набори класів об'єктів, автономні об'єктні класи, класи просторових об'єктів, класи відношень та атрибутивні домени, використовувались загальні принципи таких побудов (Бурштинська, 2003).

У ході досліджень було використано дані дистанційного зондування Землі (зокрема, цифровий знімок супутника Landsat 8), які дали можливість отримати відомості про район досліджень у вигляді зображень у цифровому діапазоні. Для обробки супутникових зображень використано спеціалізовані модулі ГІС. Оптикоелектронні системи дистанційного зондування землі надвисокої розрізненості дали найбільш якісне кольо-

рове зображення, а інфрачервона зйомка надала можливість спостерігати аномальні ділянки на поверхні Землі (Menshov, 2018).

Першим етапом структурно-морфометричного аналізу є створення карт порядків долин і вододільних ліній. Встановлено, що зазвичай долини успадковують активні розломні порушення, напрямом яких збігається з векторами градієнтів геопотенціалів. Для аналізу долин, а саме їх поділу на порядки, В.П. Філософовим було запропоновано дихотомічну класифікацію, в основі якої є збільшення порядку долини при злитті однопорядкових одиниць.

Для побудови карти порядків долин Канівського Придніпров'я було використано розроблений алгоритм із використанням функціональних модулів Spatial Analyst та інструментів Tool "Hydrology". Послідовність картометричних перетворень полягає у побудові та згладжуванні поверхні, визначенні напрямку долин та напрямку стоку, перетворенні растрової поверхні у векторну та ін. (послідовність операцій: "Fill", "Flow Direction", "Flow Accumulation", "Stream Order") (рис. 1).

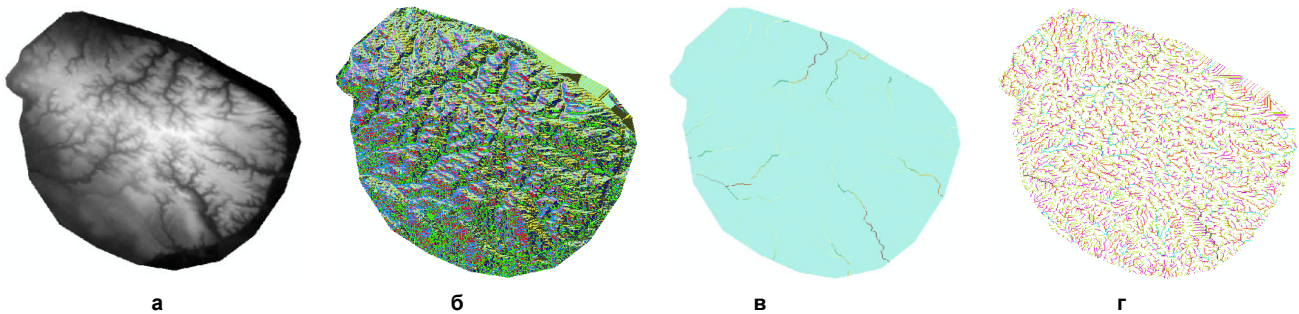


Рис. 1. Алгоритм створення карт порядків долин:

а – вирівнювання поверхні "Fill"; б – визначення напрямку долин "Flow Direction"; в – визначення напрямку стоку "Flow Accumulation"; г – розподіл долин за порядками "Stream Order"

При цьому кожний порядок долин диференційовано за віком та кольором (рис. 2).

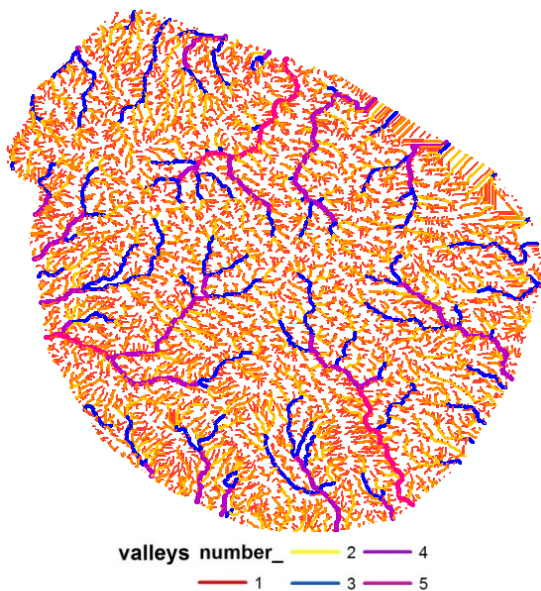


Рис. 2. Фрагмент карти порядків долин Канівського Придніпров'я

Розроблений модуль дав можливість закартувати всі ерозійні форми дослідженого регіону. Виділено шість порядків долин. Гідрографічна сітка має радіальний рисунок, оконтурюючи Канівський горст як геоструктуру (Філосо-

фов, 1961). Отримана таким способом карта порядків долин дозволяє автоматизувати побудову карт базисних поверхонь та здійснити їх подальшу інтерпретацію.

Для аналізу неотектогенезу та морфогенезу Канівського Придніпров'я побудовано карти базисних поверхонь, що являють собою складні поверхні, які об'єднують місцеві бази ерозії. Базисні поверхні виражають сумарні рухи земної кори за різні проміжки часу. У побудові карт базисних поверхонь, основою якої є карта порядків долин та цифровий рельєф місцевості, велику роль відіграє використання атрибутивних запитів та аналіз просторових даних. У результаті досліджень проведено вибірку за атрибутивними даними кожного окремого порядку та створено окремі класи об'єктів за просторовими даними. Необхідність вибору полягає у відокремленні одних порядків від інших та збереженні їх атрибутивних даних. Також є можливим варіант вибірки порядків долин через властивості шару та функцію Symbols, при цьому вибірка даних не візуалізується, однак використовується для подальших побудов (Іванік та Тустановська, 2011).

На основі використання супутникових зображень було побудовано карту ізоліній рельєфу з інтервалом горизонталей 5 м (рис. 3), що має значення для точності подальших побудов, оскільки для традиційних побудов використовуються переважно топографічні карти масштабу 1 : 25 000.

Для визначення точок перетину горизонталей із відповідними порядками долин використано інструменти Analysis Tools – Overlay – Intersect. За отриманими даними точкових об'єктів створено растрові та векторні моделі палеорельєфу залежно від порядків, що дають можливість візуалізувати морфологію палеорельєфу району (рис. 4).

Для більш повного аналізу базисних і вершинних поверхонь використовують TIN-моделі (Triangulated Irregular Network), що будуються за допомогою модуля Spatial Analyst (ArcMap, ArcView GIS) на основі ізолінійних поверхонь. Карти базисних поверхонь та карти вершинних поверхонь є статичними, вони дають можливість проаналізувати зв'язок між морфометричними поверхнями та тектонічними структурами. Тому для аналізу та

інтерпретації даних, отриманих традиційним та автоматизованим методом, та відповідної побудови базисних поверхонь рельєфу, використано TIN-моделі, які є багатограничними поверхнями – нерегулярною сіткою трикутників, вершинами яких є вихідні опорні точки, а також точки – метрики структурних ліній і площ заповнення постійним значенням.

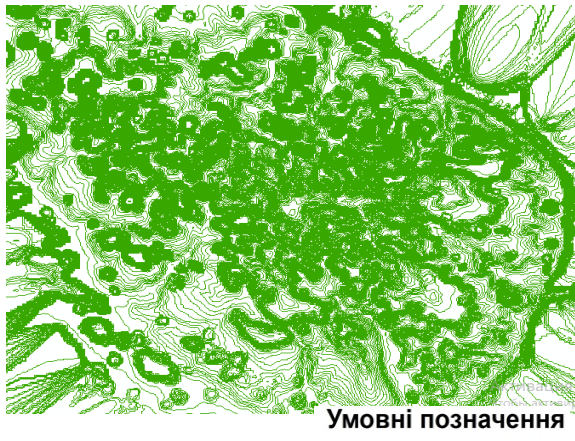


Рис. 3. Ізолінійна модель сучасного рельєфу (інтервал горизонталей 5 м)

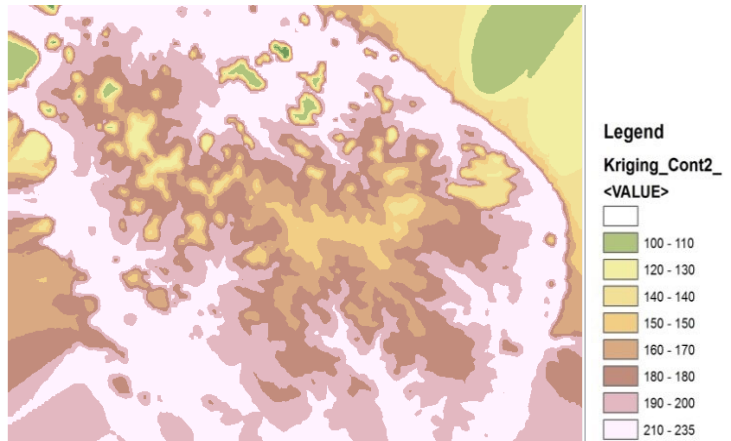


Рис. 4. Побудова базисної моделі 2-го порядку із застосуванням методу інтерполяції Kriging

На основі застосування спеціалізованого модуля Spatial Analyst векторні теми ізообазит перетворено у растровий формат та застосовано доступні аналітичні можливості ґрід-аналізу: створення поверхонь, буферизація просторових об'єктів та ін. Проведено інтерполяцію даних із використанням різних методів інтерполяції – зворотню зважених відстаней та сплайну (створення поверхонь із мінімальною кривизною). Програмні можливості спеціалізованих модулів дозволяють порівняти різницю висот між вершинами кожної грані TIN з відповідними горизонтальними відстанями (Тустановская, 2014).

Наступні аналітичні операції з виконання ґрід-аналізу передбачали використання функціональних можливостей спеціалізованих модулів 3D Analyst та Spatial Analyst. Так,

зокрема, виконано статистичний аналіз побудованих морфометричних поверхонь з отриманням даних щодо максимальних та мінімальних висот, їх розподілу та стандартного відхилення (Шевчук та ін., 2012).

Оскільки долини 1-го порядку – це елементи сучасних ерозійних систем, то цифрова модель рельєфу, побудована за аналізом космічного знімку, відповідає карті базисної поверхні 1-го порядку. Для побудови карти базисної поверхні 2-го порядку використано точки перетину ізоліній (горизонталей) із долинами 2-го порядку, без врахування долин інших порядків (рис. 5, б). Аналогічно побудовано карти базисних поверхонь 3-го – 5-го порядків (Хромих та Хромих, 2007).

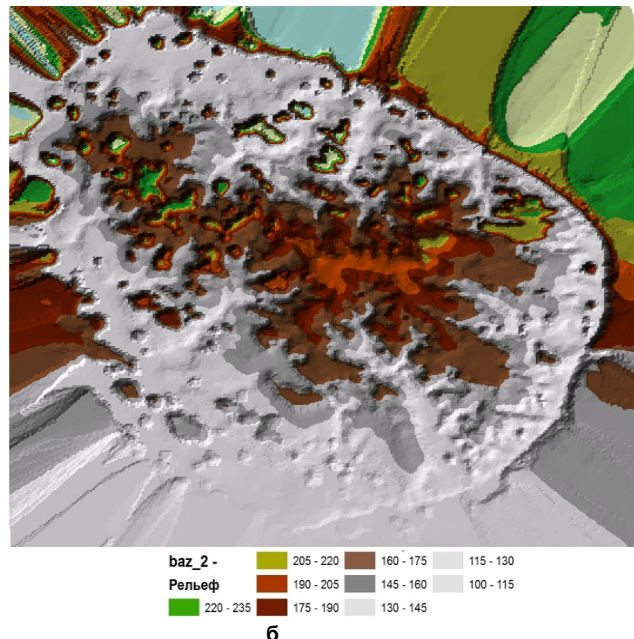
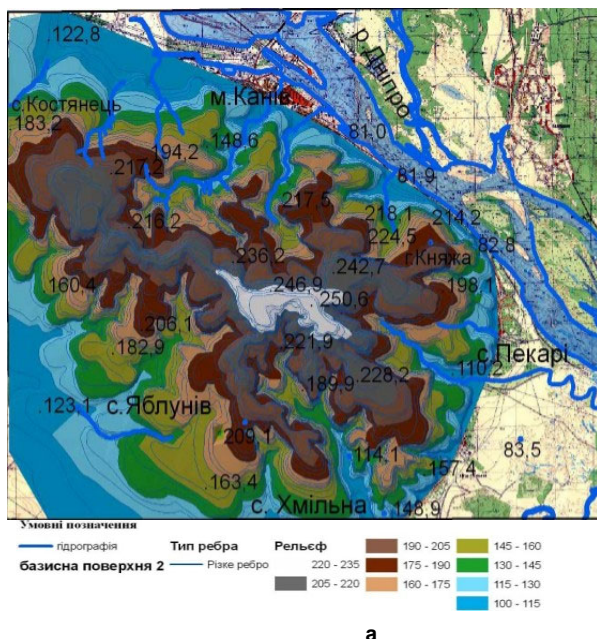


Рис. 5. Карти базисної поверхні 2-го порядку Канівського Придніпров'я, створені традиційним (а) та автоматизованим способом (б)

У результаті порівняння моделей базисних поверхонь, побудованих традиційним та автоматизованим способом, визначено переваги та недоліки використання обох методів. Так, на картах базисної поверхні 2-го порядку фіксується подібна морфологічна будова поверхні (рис. 5). Найвищі ділянки у межах карт збігаються за площею та формою. На карті, отриманій автоматизованим способом, виділяються більше локальних структур, ніж на карті, побудованій традиційним шляхом. Ймовірно, це пов'язано з тим, що при автоматичній побудові не враховуються такі елементи рельєфу, як перехвати русел річок, які на території району розташовані дуже близько. Особливо це стосується периферійних ділянок, де яружна сітка сильно розгалужена та характеризується різким перепадом висот. Для усунення цих неточностей необхідно застосувати функцію згладжування рельєфу.

У результаті аналізу побудованих двома способами карт базисних поверхонь 3-го та 4-го порядку підтверджено подібну морфологічну будову палеорельєфу в межах цих моделей (рис. 6, 7).

На карті базисної поверхні 4-го порядку, створеній автоматизованим способом, виділяються деякі локальні

ділянки із максимальними показниками висот. Тобто алгоритм коду враховує та виділяє такі елементи рельєфу, як сідловини, що розмежують форми рельєфу на ділянки, утворюючи окремі структури.

Порівняльна характеристика карт базисної поверхні 5-го порядку за обома методами показала, що максимальні та мінімальні показники висот на обох картах збігаються, але спостерігаються значні відміни за абрисом, особливо це стосується периферійних ділянок, де зображення дещо розмиті та неточні (рис. 8). Це підтверджує необхідність залучення для картографічних побудов більших за площею ділянок при побудові базисних поверхонь вищих порядків.

Таким чином, автоматизований метод побудови карт порядків долин та базисних поверхонь надає можливість створення моделей палеорельєфу, однак не завжди враховує існування таких локальних форм рельєфу, як перехвати річкових русел та сідловини. На растрових моделях створюються поверхні гострокутних ізобазит, які змінюють форми та вигляд структур. Для виправлення цих неузгоджень та спотворень необхідно підключати додаткові інструменти та модулі.

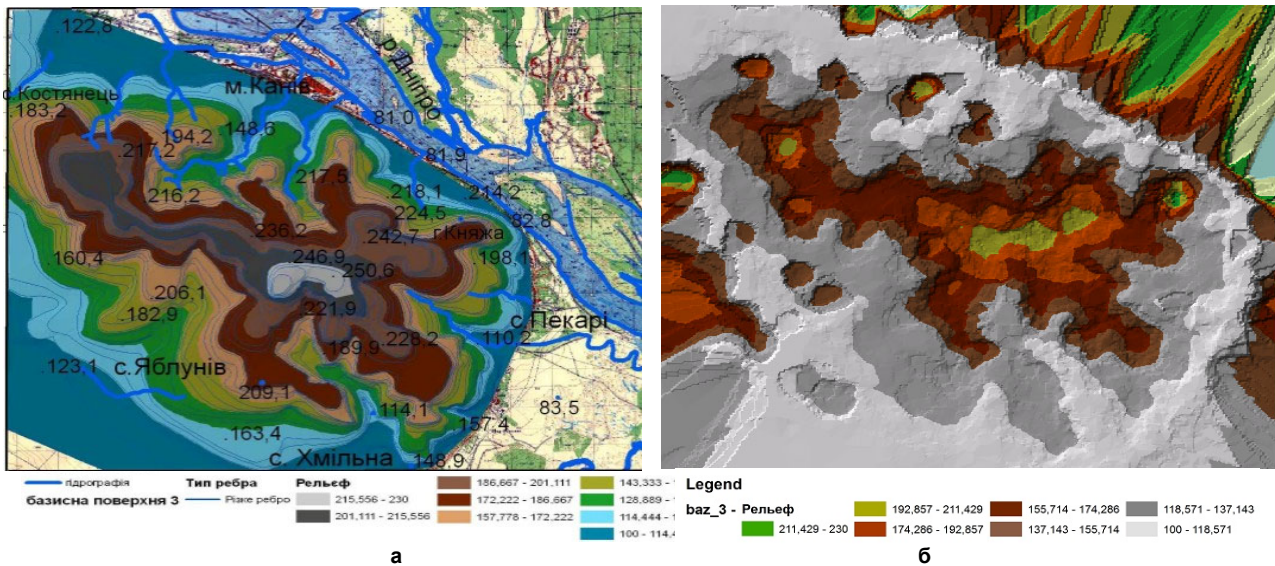


Рис. 6. Карти базисної поверхні 3-го порядку Канівського Придніпров'я, створені традиційним (а) та автоматизованим способом (б)

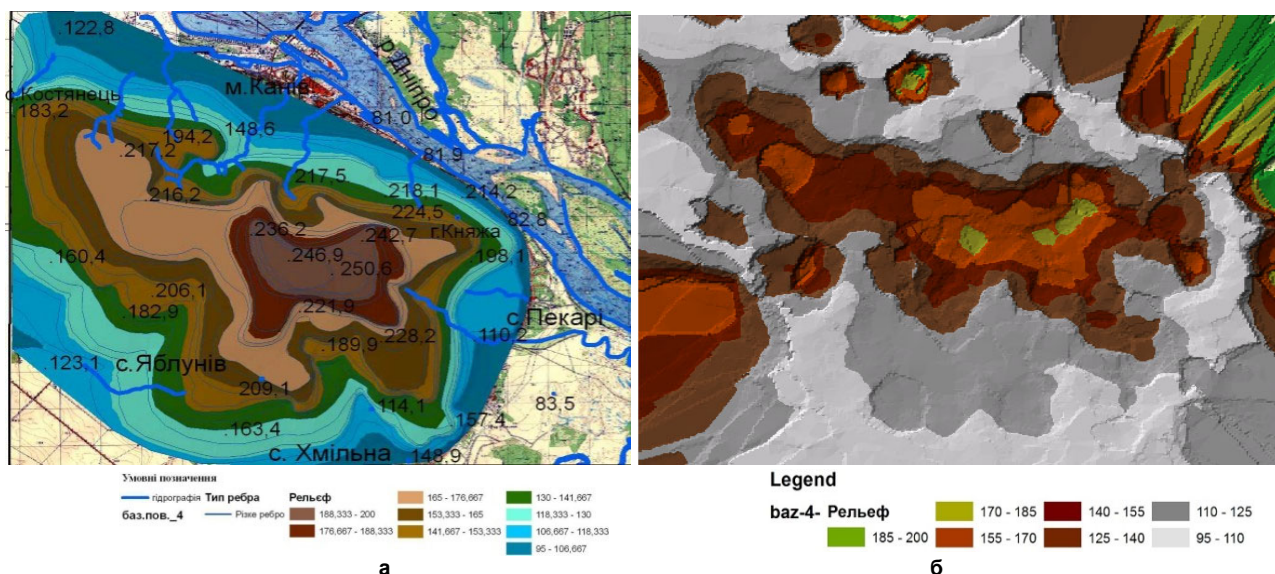


Рис. 7. Карти базисної поверхні 4-го порядку Канівського Придніпров'я, створені традиційним (а) та автоматизованим способом (б)

У цілому аналіз базисних поверхонь Канівського Придніпров'я дозволив поетапно простежити розвиток рельєфу цієї території впродовж неотектонічного етапу. Встановлено п'ять стадій морфогенезу Канівського Придніпров'я, що характеризують їх тектонічну еволюцію. Досліджено гіпсометрію базисних поверхонь п'яти порядків, проведено детальне зіставлення однопорядкових поверхонь, визначено морфологію рельєфу. На основі отриманих даних щодо характеру поверхонь,

абсолютних та відносних відміток, характеру малюнку ізобазит детально проаналізовано геоморфологічну будову регіону, характерну для кожної стадії. Зіставлення та уточнення отриманих результатів із даними польових геолого-геоморфологічних спостережень, геолого-структурними та літолого-стратиграфічними даними дозволило встановити геологічну еволюцію цього регіону впродовж неотектонічного та сучасного етапів.

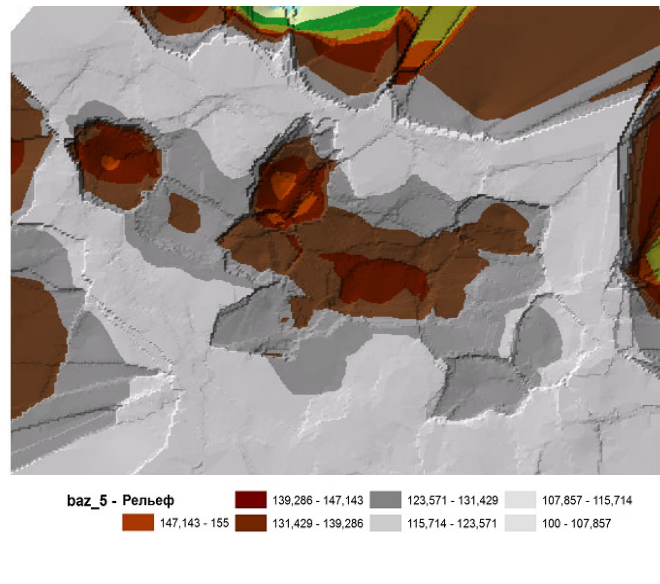
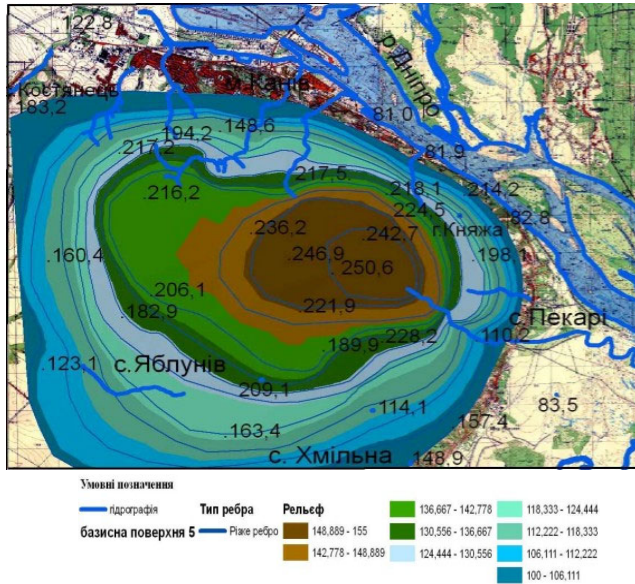


Рис. 8. Карти базисної поверхні 5-го порядку Канівського Придніпров'я, створені традиційним (а) та автоматизованим способом (б)

Висновки. Комплексне застосування геологічних та геоморфологічних методів (структурно-морфометричного аналізу, методу порівняльної тектоніки та структурного аналізу), даних дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій надало можливість виявити генетичний зв'язок між процесами геоморфогенезу та тектогенезу в межах Канівського Придніпров'я, визначити фактори формування та активізації небезпечних геологічних процесів, а також побудувати низку геологічних та геоморфологічних моделей. Адаптовано методіку структурно-морфометричного аналізу до середовища ГІС та автоматизовано процес картометричних побудов. Розроблено алгоритм створення карт порядків долин та базисних поверхонь, що являють собою складні поверхні, які об'єднують місцеві бази ерозії та виражають сумарні рухи земної кори за різні проміжки часу. Для уточнення тектонічної схеми регіону, виявлення локальних та похованих структур, разом з різногенетичними морфометричними побудовами, застосовано геоморфологічні, геолого-геофізичні та геодезичні дані, що, у свою чергу, підвищило інформативність структурно-морфометричного аналізу, а також збільшило точність та достовірність інтерпретації морфометричних побудов.

Список використаних джерел

Бурштинська, Х.В. (2003). Теоретичні та методологічні основи цифрового моделювання рельєфу за фотogramметричними та картометричними даними. Л.: Національний ун-т "Львівська політехніка".
 Іванік, О.М., Тустановська, Л.В. (2011). Застосування класичних методик структурно-морфометричного аналізу для реконструкції новітнього тектогенезу на основі ГІС. *Вісник Київського національного університету. Геологія*, 53, 4-7.
 Костин, А.В. (2011). Цифровая модель рельефа. Методы создания и направления использования. Т. 1.
 Меньшов, О. (2018). Роль магнетотактичних бактерій у формуванні природного магнетизму ґрунтів України. *Вісник Київського національного університету. Геологія*, 8(01), 40-45.

Тустановская, Л.В. (2014). Исследования зон новейших движений Среднего Приднепровья инструментами ГИС. *Международный научно-технический и производственный электронный журнал "Наука о Земле"*, 3, 18-27.
 Философов, В.П. (1961). Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур.
 Хромих, В.В., Хромих, В.О. (2007). Цифрові моделі рельєфу. ТМЛ-Пресс.
 Шевчук, В.В., Іваннік, Е.М., Тустановская, Л.В., Андриец, Т.В. (2012). Структурно-морфометрический анализ горного рельефа на основе ГИС (на примере Каневского Приднепровья). *Материалы X Международной научной конференции "Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты"*, Киев.
 Menshov, O., Kruglov, O., Vyzhva, S., Nazarok, P., Pereira, P., Pastushenko, T. (2018). Magnetic methods in tracing soil erosion, Kharkov Region, Ukraine. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 62(4), 681-696.

References

Burshytynska, H.V. (2003). Theoretical and methodological foundations of digital terrain modeling based on photogrammetric and cartometric data. Lviv: Lviv Polytechnic National University. [in Ukrainian]
 Filosofov, V.P. (1961). A brief guide to the morphometric method of searching for tectonic structures. [in Russian]
 Hromih, V.V., Hromih, V.O. (2007). Digital terrain models. TML-Press. [in Ukrainian]
 Ivanik, O.M., Tustanovska, L.V. (2011). Application of classical methods of structural and morphometric analysis for reconstruction of modern GIS-based tectogenesis. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 53, 4-7. [in Ukrainian]
 Menshov, O. (2018). The role of magnetotactic bacteria in formation of natural magnetism of Ukraine soils. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 8(01), 40-45. [in Ukrainian]
 Menshov, O., Kruglov, O., Vyzhva, S., Nazarok, P., Pereira, P., Pastushenko, T. (2018). Magnetic methods in tracing soil erosion, Kharkov Region, Ukraine. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 62(4), 681-696.
 Shevchuk, V.V., Ivanik, O.M., Tustanovska, L.V., Ivankevych, G.E. (2012). Structural-morphometric analysis of mountain relief based on GIS (on the example of the Kanev Dnieper). *Abstract of X International Scientific Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects"*, Kyiv. [in Ukrainian]
 Tustanovska, L.V. (2014). Investigation of the zones of the most recent movements of the Middle Dnieper region by GIS instruments. *International scientific-technical and production electronic journal "Earth Science"*, Moscow, 3, 18-27. [in Russian]

O. Ivanik, Dr. Sci. (Geol.), Prof.
E-mail: om.ivanik@gmail.com;
L. Tustanovska, PhD (Geol.)
E-mail: ljume4@ukr.net;
D. Kravchenko, PhD (Geol.)
E-mail: dm.vl.kravchenko@gmail.com;
K. Hadiatska, Engineer
E-mail: katkravchuk@gmail.com;
Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Institute of Geology, 90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

ADAPTATION OF THE METHOD OF STRUCTURAL-MORPHOMETRIC ANALYSIS TO THE GIS ENVIRONMENT FOR PALEOGEOMORPHOLOGICAL STUDIES OF THE KANIV DNIEPER

Kaniv Dnieper area is a unique region that has evolved through the Neogene-Quaternary phase. The application of geological and geomorphological methods, remote sensing data and GIS made it possible to identify the genetic relationship between the processes of geomorphogenesis and tectogenesis within the Kaniv Dnieper region, to build a number of geological and geomorphological models. The methodology of structural-morphometric analysis is adapted to the GIS and the process of cartometric constructions is automated. An algorithm for creating order maps of valleys and basal surfaces has been developed. Basal surfaces are complex surfaces that combine local erosion bases and express the total movements of the earth's crust over various time intervals. A study of the morphogenesis and tectogenesis of the territory of the Kaniv Dnieper region showed that the neotectonic movements within this region had a differentiated character. Five stages of tectonic evolution were determined during the Neogene-Quaternary stage of its development. Hypsometry of basic surfaces of five orders was investigated, and a detailed comparison of the morphology of single-order surfaces has been made. On the basis of the obtained data on the nature of the surfaces, absolute and relative elevations, the nature of the isobasite pattern, the geomorphological structure of each stage has been analyzed in detail. The conducted studies revealed a regular relationship between the relief and tectonics.

Keywords: GIS analysis, structural-morphometric method, modeling, digital models, dislocations, paleorelief.

Е. Иваник, д-р геол. наук, проф.
E-mail: om.ivanik@gmail.com;
Л. Тустановская, канд. геол. наук
E-mail: ljume4@ukr.net;
Д. Кравченко, канд. геол. наук, доц.
E-mail: dm.vl.kravchenko@gmail.com;
К. Гадяцкая, инж.
E-mail: katkravchuk@gmail.com;
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, Киев, 03022, Украина

АДАПТАЦИЯ МЕТОДИКИ СТРУКТУРНО-МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К СРЕДЕ ГИС ДЛЯ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАНЕВСКОГО ПРИДНЕПРОВЬЯ

Каневское Приднeпровье является уникальным регионом, характеризующимся сложной эволюцией на протяжении неоген-четвертичного этапа. Применение геологических и геоморфологических методов, данных дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий позволило выявить генетическую связь между процессами геоморфогенеза и тектогенеза в пределах Каневского Приднeпровья, а также построить ряд геологических и геоморфологических моделей. Адаптирована методика структурно-морфометрического анализа к среде ГИС и автоматизирован процесс картометрических построений. Разработан алгоритм создания карт порядков долин и базисных поверхностей, представляющих собой сложные поверхности, которые объединяют местные базисы эрозии и выражают суммарные движения земной коры за различные промежутки времени. Исследование морфогенеза и тектогенеза территории Каневского Приднeпровья показали, что неотектонические движения в пределах этого региона имели дифференцированный характер. Выделены пять стадий тектонической эволюции на протяжении неоген-четвертичного этапа его развития. Исследована гипсометрия базисных поверхностей пяти порядков, проведено детальное сопоставление морфологии однопорядковых поверхностей. На основе полученных данных о характере поверхностей, абсолютных и относительных отметок, характере рисунка изобазит детально проанализировано геоморфологическое строение региона, характерное для каждой стадии. Проведенные исследования позволили выявить закономерную связь рельефа и тектоники, выявить разноранговые тектонические структуры и проанализировать особенности их строения.

Ключевые слова: ГИС анализ, структурно-морфометрический метод, моделирование, цифровые модели, дислокации, палеорельеф.