

УДК 551.4 (477.81)

СТРУКТУРНО-МОРФОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ КРЕМЕНЕЦЬКИХ ГІР (частина 1)

Бермес Андрій 

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. П. Дорошенка, 41, 79007, м. Львів, Україна,
e-mail: andriybermes@gmail.com*

Схарактеризовано геоморфологічну будову та морфометричні особливості, виконано та проаналізовано структурно-морфометричні побудови території Кременецьких гір. За допомогою програмного забезпечення ArcGis створено різнопорядкові карти базисних і вершинних поверхонь, залишкового рельєфу та локального розмиву. Визначено особливості геоморфологічної будови й етапність розвитку рельєфу. Виявлено певні закономірності в розподілі морфометричних показників на різних ділянках Кременецьких гір. Для аналізу побудовано 12 морфометричних різногенетичних і різнопорядкових карт, описано та проаналізовано побудовані поверхні вершинного, базисного, залишкового й ерозійного рельєфу за гіпсометричними та морфометричними характеристиками. Наведено методику побудови карт-моделей для структурно-морфометричного аналізу. Проаналізовано зіставлення різнопорядкових вершинних, базисних поверхонь, а також однопорядкових вершинно-базисних поверхонь, що дало змогу виявити новітні та сучасні рухи земної кори, виконати кількісну оцінку амплітуди вертикальних рухів. Наведено висотні відмінності в характеристиці зіставлених моделей. Аналіз і співставлення моделей допомогло визначити характер новітніх рухів, співвідношення денудації та акумуляції, інтенсивність ерозійних процесів у різні етапи формування досліджуваної території. Побудовані карти вершинного, базисного, залишкового, ерозійного рельєфу слугують основою для зіставлення різнопорядкових вершинних і базисних поверхонь та однопорядкових вершинно-базисних поверхонь з лінійними й кільцевими тектонічними структурами (аналіз новітнього тектоногенезу).

Ключові слова: базисна поверхня, вершинна поверхня, вододіл, ерозійна мережа, залишковий рельєф, локальний розмив, морфометричний аналіз, неотектонічні рухи, Північноподільський уступ, порядок водотоків, цифрова модель рельєфу.

Кременецькі гори – східна частина Гологоро-Кременецького пасма, що входить до складу Подільської височини. Середні висоти тут становлять 350–400 м. Максимальна висота – 408 м (г. Драбаниха). Простягаються з південного заходу на північний схід на 65 км, їхня ширина – близько 18 км. Північно-західний схил підноситься над рівниною Малого Полісся на висоту 120–150 м [8]. Річки належать до басейнів Ікви та Горині (обидві – басейн Прип'яті) [8, 10]. Кременецькі гори представлені в рельєфі плосковершинними пасмами, плато з останцями. У поверхні гір чітко виражені окремі гори-останці – г. Замкова (Бона) висотою близько 400 м, г. Стіжок – 386 м, г. Маслятин – 398 м, г. Бужа – 366 м та ін. [8, 10]. У межах Кременецьких гір найдавнішими породами, що

виходять на поверхню, є відклади крейди, перекриті палеоген-неогеновими відкладами. Кременецькі гори – це своєрідна за будовою та походженням морфоструктура третього порядку, що є структурно-денудаційною височиною, де поверхня верхньобаденських і нижньосарматських пісковиків займає найвищі відносні висоти. Передбачають, що в основі пасма є великий розлом земної поверхні, який простягається з південного заходу на північний схід. Кременецька монокліналь чітко виражена в рельєфі у вигляді піднятого сильно розчленованого пасма північно-східного простягання [8, 10]. Неогенові відклади, а саме – сарматські піскуваті оолітові вапняки, є причиною розвитку карстово-суфозійних процесів, зокрема, утворення відповідних форм: понор, карстових колодязів, карстових печер. У попередніх публікаціях розглянуто загальні морфометричні показники, морфотектонічний аналіз, співвідношення структури ерозійної мережі з тріщинуватістю порід на території Кременецьких гір [2–4].

Морфометричні карти мають широке практичне значення в геологічних та геоморфологічних дослідженнях будь-якої території. Основними є карти горизонтального та вертикального розчленування, крутості й експозиції схилів. Деяко рідше використовують карти базисних, вершинних поверхонь, залишкового рельєфу та локального розмиву, побудову й аналіз яких застосовують для знаходження зв'язку між морфометричними поверхнями рельєфу та тектонічними структурами.

Однією з методик вивчення геоморфологічної будови й етапів розвитку рельєфу є структурно-морфометричне дослідження сучасного рельєфу, побудова різногенетичних і різновікових карт рельєфу. Методику структурно-морфометричного аналізу розробив В. Філософов, а удосконалив А. Ласточкін [9, 13, 14]. Морфометричні побудови спрямовано на складання карт порядків ерозійних водотоків й вододільних ліній, базисних і вершинних поверхонь, різниці їх різнорівневі і різногенетичні, залишкового рельєфу, локального розмиву. Для відповідного дослідження території Кременецьких гір використано топографічну основу масштабом 1:25 000, оскільки на великомасштабних картах добре зображено всі ерозійні форми. За допомогою програми ArcGis (геоінформаційних систем) виділено горизонталі, тальвеги ерозійних водотоків і вододільних ліній, які також поділено на порядки за методикою Хортон–Страллера [15, 16].

Середовище ГІС дає змогу оптимізувати низку операцій та пришвидшити процес побудови морфометричних карт. Для їхнього виконання проводять векторизацію топографічних карт, створюється база даних лінійних та площинних об'єктів, створюють цифрову модель рельєфу, а з неї – низку морфометричних карт, на основі яких будують моделі поверхонь. Основою для всіх карт є гіпсометрична поверхня, порядки долин і вододільних ліній [1, 5]. Початковий етап побудови карт – оцифрування з топографічних карт горизонталей та ерозійної мережі. Також виділяють вододільні лінії. Після цього будують цифрову модель рельєфу, для чого вагомою інформацією є також відмітки висот та урізи води (див. рис. 1, 2). Ерозійні водотоки та вододіли поділяють за порядковістю, використовуючи дихотомічну класифікацію [5]. Основою для побудови карт базисних і вершинних поверхонь є точки перетину горизонталей із тальвегами та вододілами, відповідно. Для цього використовують модуль "Intersect" (ArcMap, Gis). Наприклад, для побудови карти базисної поверхні третього порядку, до уваги беруть горизонталі й тальвеги третього і вищих порядків. З'єднуючи точки перетинів плавними лініями (застосовуючи методи інтерполяції), будують растрову модель рельєфу відповідного генезису і порядку ("Topo to raster") [5].

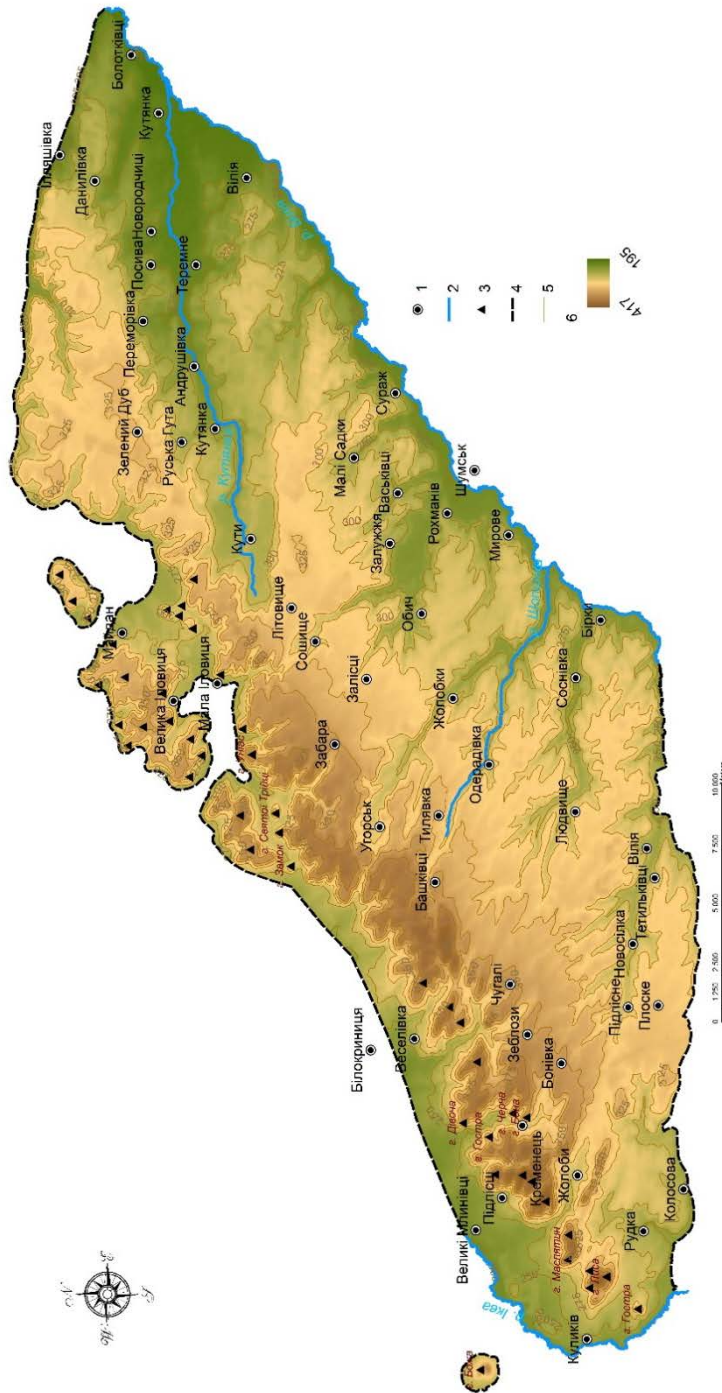


Рис. 1. Кременецькі гори. Гіпсометрична карта: 1 – населені пункти; 2 – головні річки; 3 – основні вершини;

4 – межі досліджуваної території; 5 – ізогіпси; 6 – гіпсометрична шкала рельєфу

Fig. 1. The Kremets Mountains. Hypsometric map

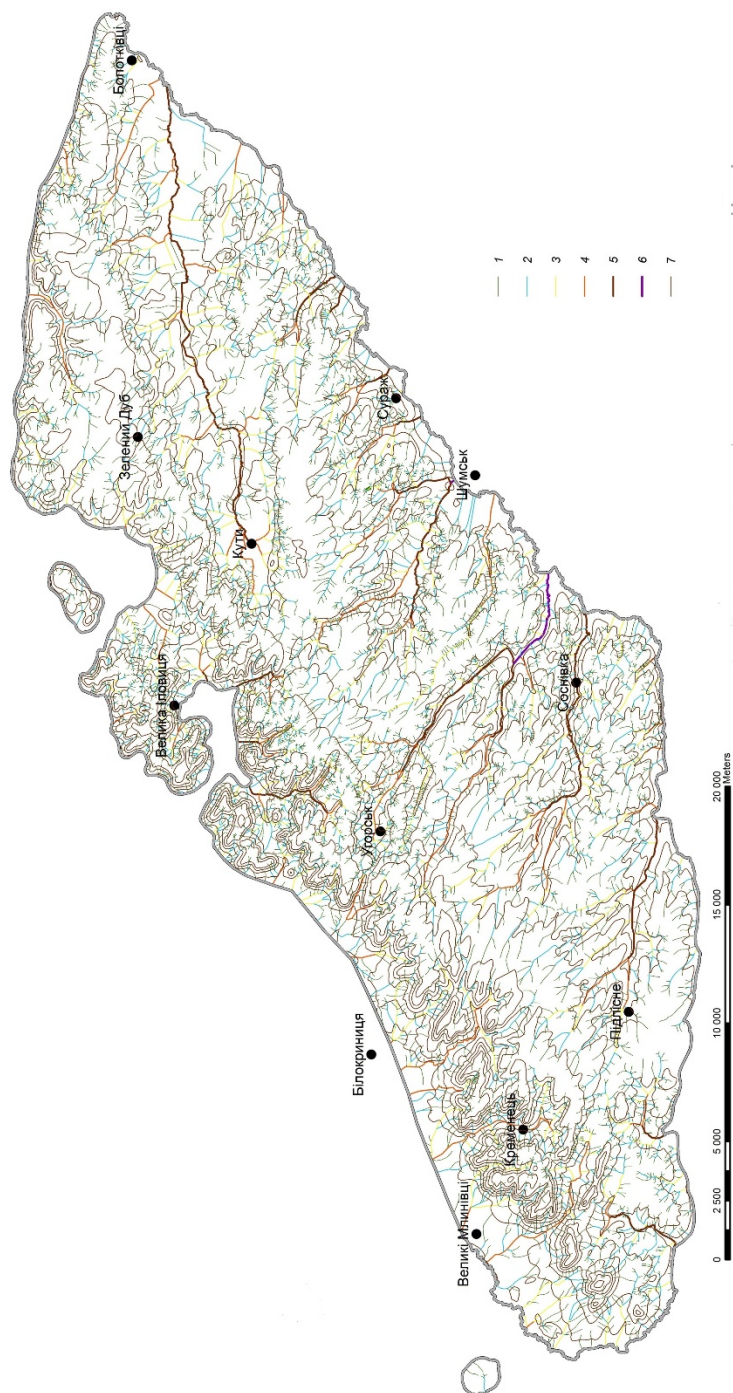


Рис. 2. Карта структури ерозійної мережі та ізогіпсів гіпсометричної поверхні: 1–6 – тальвеги першого (1), другого (2), третього (3), четвертого (4), п'ятого (5), шостого (6) порядків; 7 – ізогіпси

Fig. 2. The structure of the erosion network and isohypsals of hypsometric surface

Базисна поверхня – це складна поверхня, що проходить через тальвеги долин, які є її каркасом. Вона об'єднує місцеві базиси ерозії [7, 14]. Для побудови карт базисних поверхонь використовують топографічні карти з виділенням на них тальвегів ерозійних водотоків відповідних порядків. Перетини ерозійних тальвегів з горизонталями, а також урізи води формують ряд точок. Одновисотні точки об'єднують плавними лініями (ізобазитами), які не мають перетинати чи лежати нижче відповідних їм горизонталей, а лише дотикатись в отриманих точках. Для побудови карт базисних поверхонь певного порядку використовують тальвеги ерозійних водотоків відповідного порядку і вище. На основі великомасштабних топографічних карт будують, головню, карти базисних поверхонь другого, третього, четвертого порядків. Ізобазити не можуть перетинати двічі вододільну лінію чи тальвег [9, 14].

Залишковим рельєфом називають додатні форми рельєфу, що лежать вище базисної поверхні відповідного порядку [14]. Карти залишкового рельєфу відображають відносні висоти перевищення додатних форм рельєфу над базисом ерозії, а також об'єм гірських порід, який у майбутньому може бути видалений ерозією [7, 12]. Для побудови карти залишкового рельєфу певного порядку використовують точки перетину ізобазитів певного порядку з карти базисної поверхні та горизонталей з топографічної основи. Через однакові значення різниці висот точок проводять плавні лінії (ізогіпсопахіти).

Вершинна поверхня – це складна поверхня, що лежить вище від поверхні сучасного рельєфу і торкається тільки вододільних ліній відповідного порядку [14]. Для побудови карти вершинних поверхонь проводять лінії вододілів з топографічної основи та ділять їх на відповідні порядки [9, 12]. Точки перетину ліній вододілу відповідного порядку з горизонталями є основою для проведення плавних одновисотних ліній (ізогіпсобазити). Для виявлення вертикальних рухів, а саме – їхніх амплітуд, найбільш інформативними є карти різниць базисних, вершинних та вершинно-базисних поверхонь [6]. Віднімання виконують за методом П. Рижова, тобто різниці базисних поверхонь створюють відніманням поверхні вищого порядку від поверхні нижчого, а для різниці вершинних поверхонь: від вищого порядку віднімають поверхню нижчого порядку [11].

Карти локального розмиву показують ділянки, у межах яких винесено гірські породи змиванням у період формування рельєфу, а також глибину ерозійних форм щодо вершин вододілів [7, 12]. Для побудови карти локального розмиву певного порядку використовують точки перетину ізогіпсобазитів певного порядку з карти вершинної поверхні та горизонталей з топографічної основи. Через однакові значення різниці висот точок проводять плавні лінії (ізоерозіти).

Унаслідок проведеного структурно-морфометричного аналізу території Кременецьких гір побудовано карти базисної поверхні, залишкового рельєфу, вершинної поверхні та локального розмиву другого, третього та четвертого порядків (рис. 3–14).

З аналізу побудованих карт базисних поверхонь другого, третього, четвертого порядків досліджуваної території бачимо відображення в плані форми схилів у період до формування сучасного рельєфу, а саме формування сучасної ерозійної мережі. Велика щільність ізобазит на картах усіх трьох порядків притаманна території, де проходить Північноподільський уступ, що має круті схили. Також це свідчить про сучасні тектонічні підняття в цьому районі і високий показник процесу денудації. Пологими схилами відображені території басейну р. Вілії, східні і південні території Кременецьких гір, що означає процес опускання території й акумуляції.

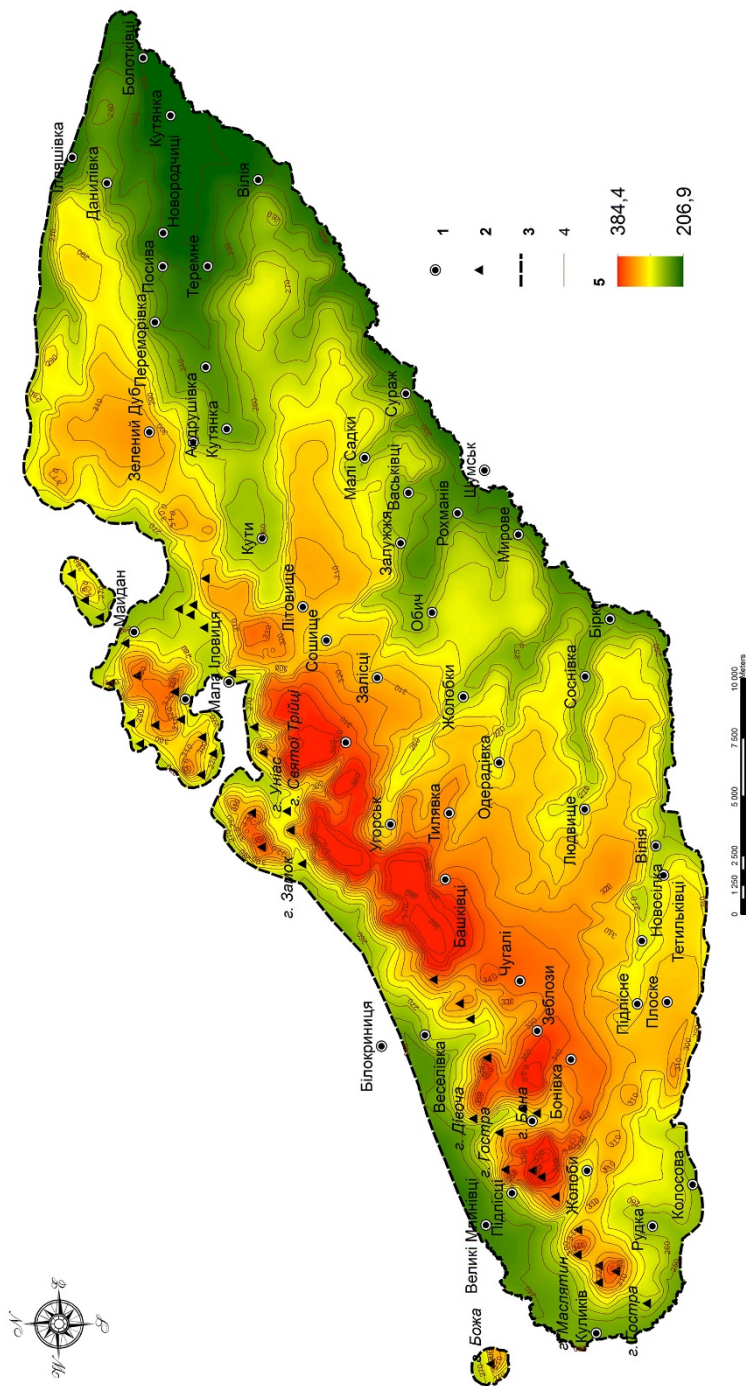


Рис. 3. Карта базисних поверхонь другого порядку: 1 – населені вершини; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізобазити другого порядку; 5 – шкала висот базисних поверхонь другого порядку
 Fig. 3. The basic surface of the second order

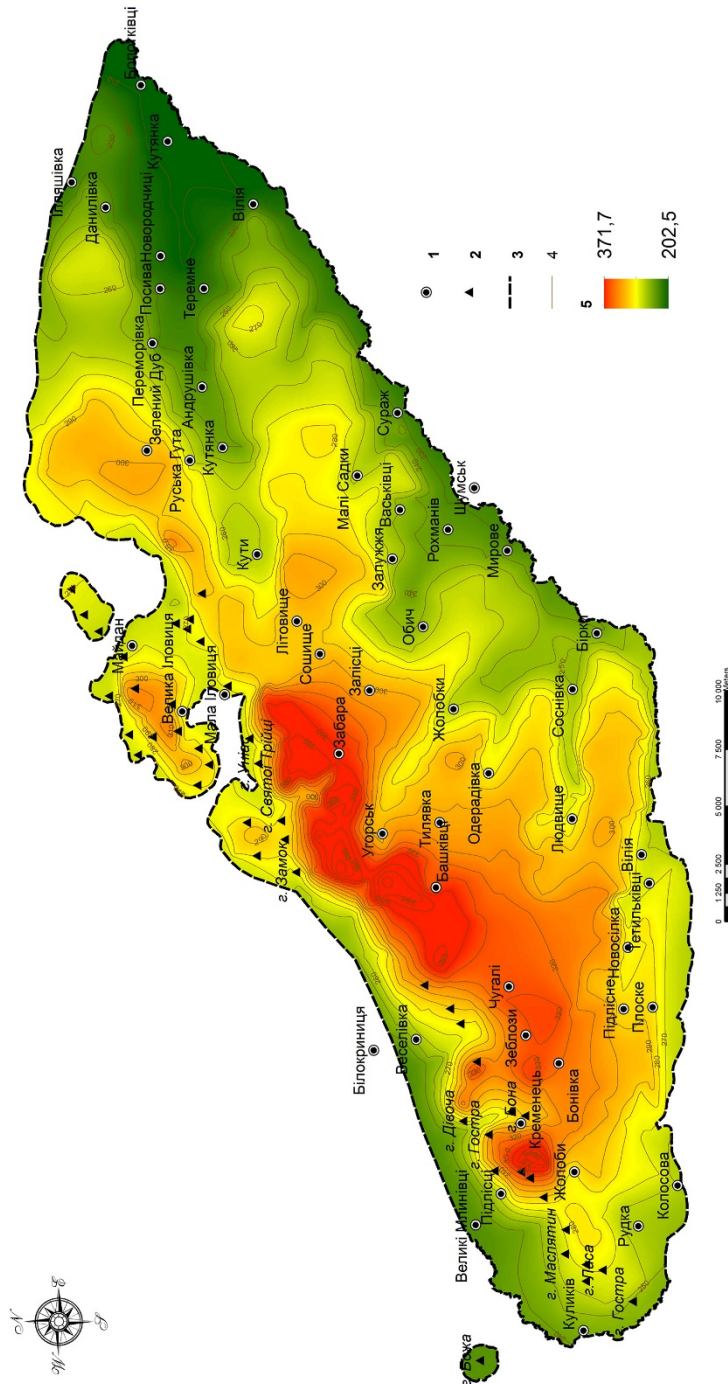


Рис. 4. Карта базисних поверхонь третього порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізобазити третього порядку; 5 – шкала висот базисних поверхонь третього порядку
Fig. 4. The basic surface of the third order

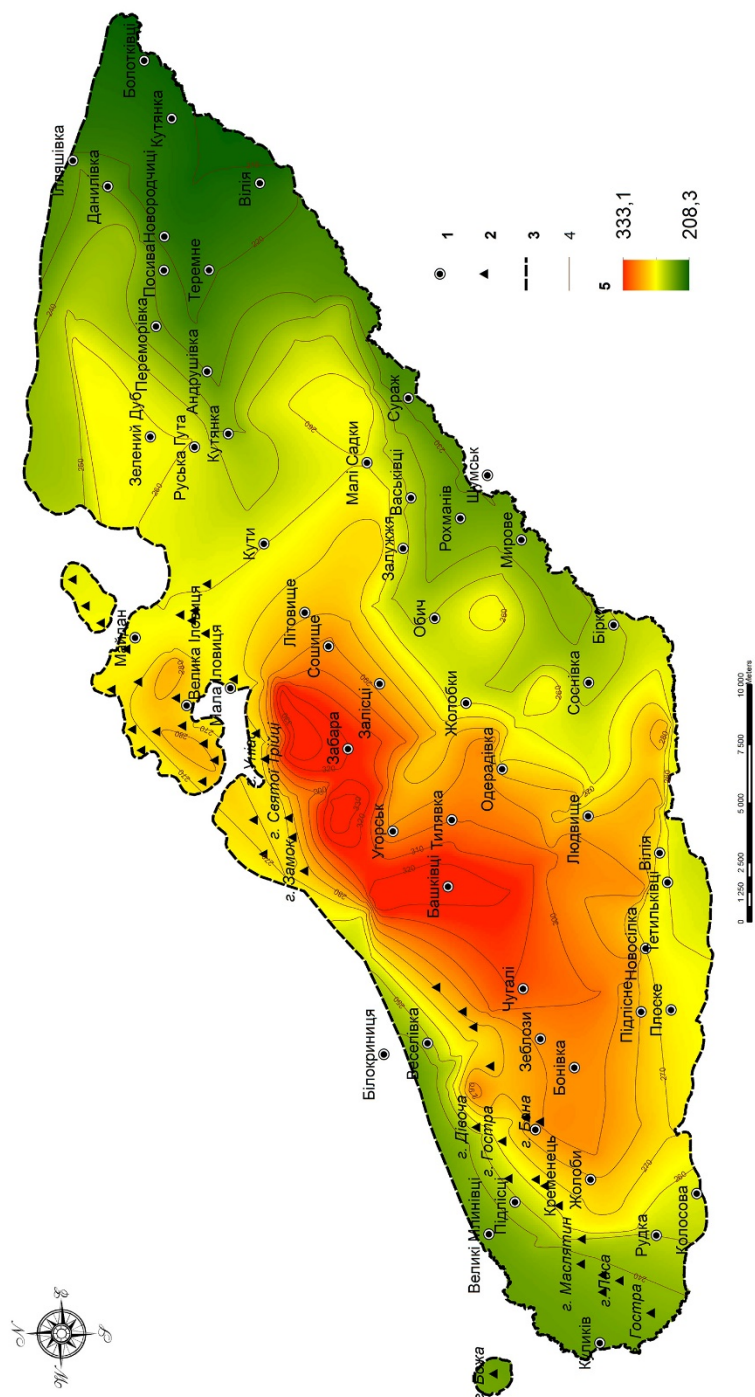


Рис. 5. Карта базисних поверхонь четвертого порядку: 1 – населені вершини; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізобазити четвертого порядку; 5 – шкала висот поверхонь четвертого порядку
 Fig. 5. The basic surface of the fourth order

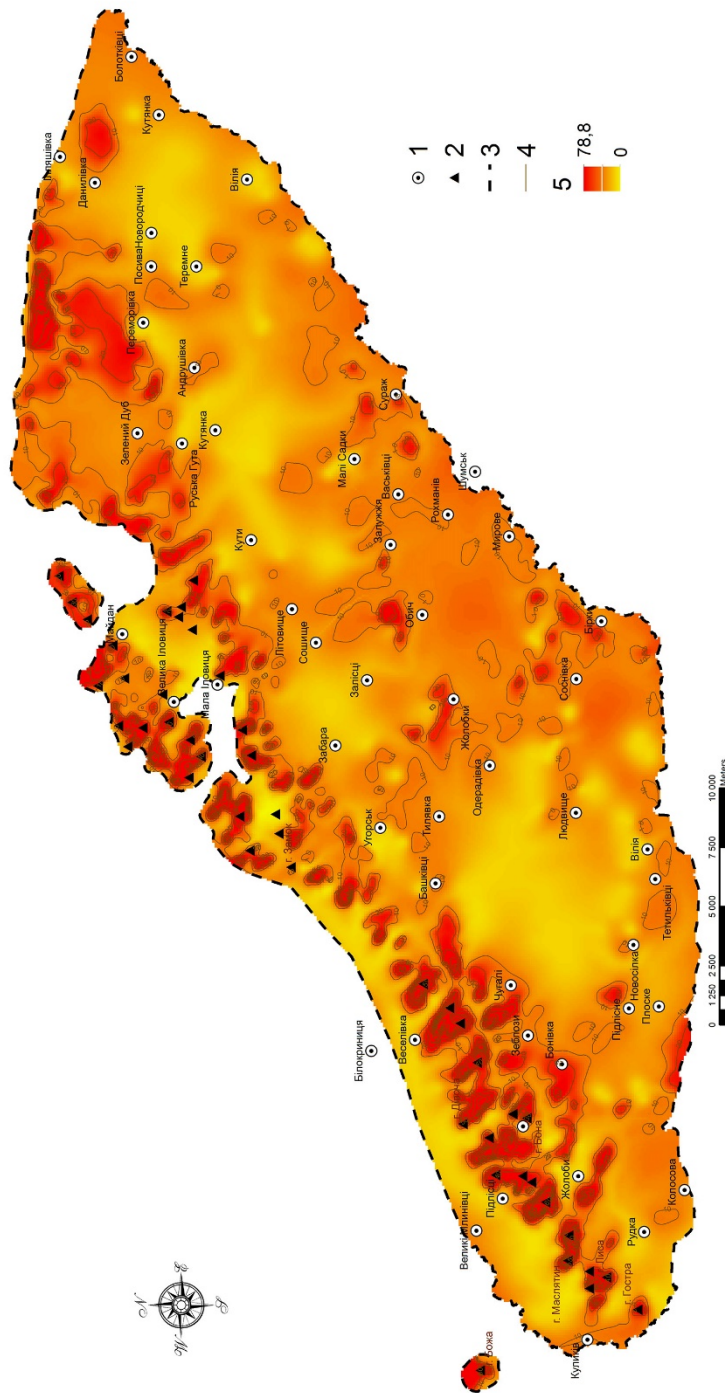


Рис. 6. Карта залишкового рельєфу другого порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізолісонахтіи другого порядку; 5 – шкала висот залишкового рельєфу другого порядку

Fig. 6. The residual relief of the second order

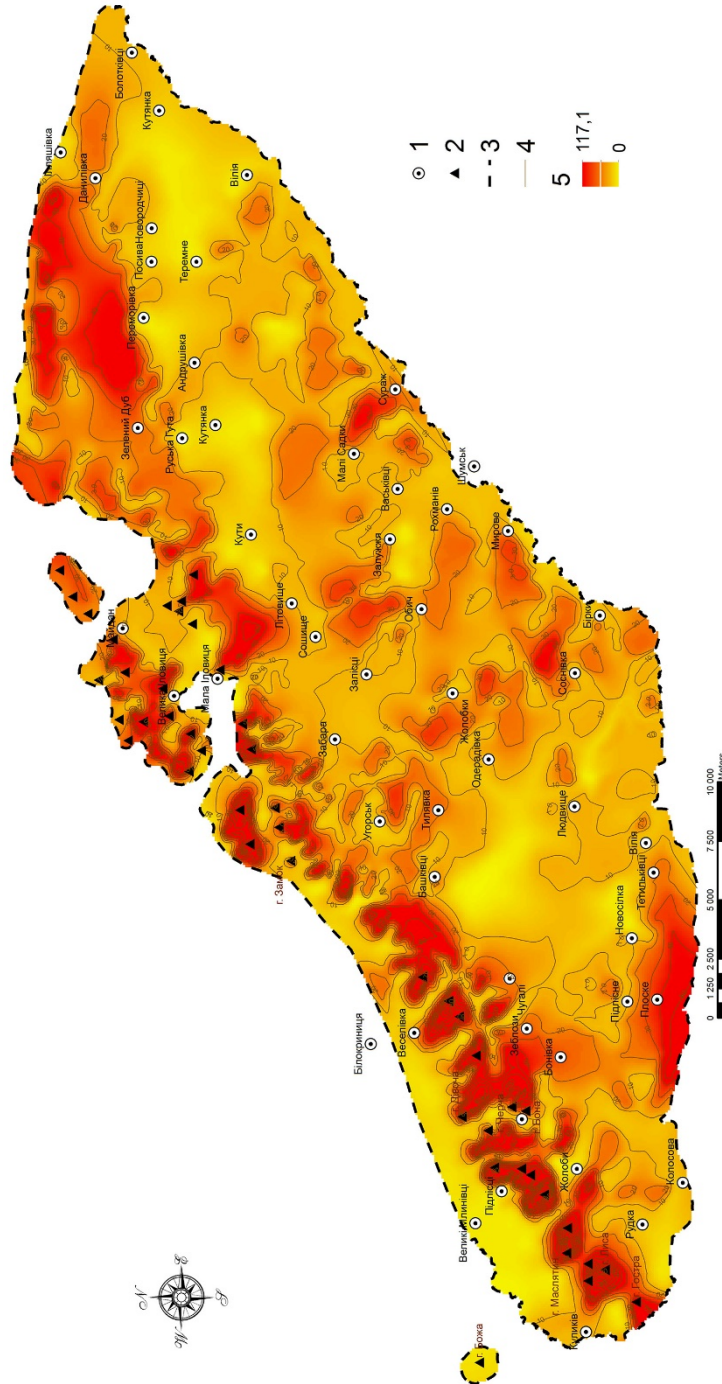


Рис. 7. Карта залишкового рельєфу третього порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізогіпсахіті третього порядку; 5 – шкала висот залишкового рельєфу третього порядку
Fig. 7. The residual relief of the third order

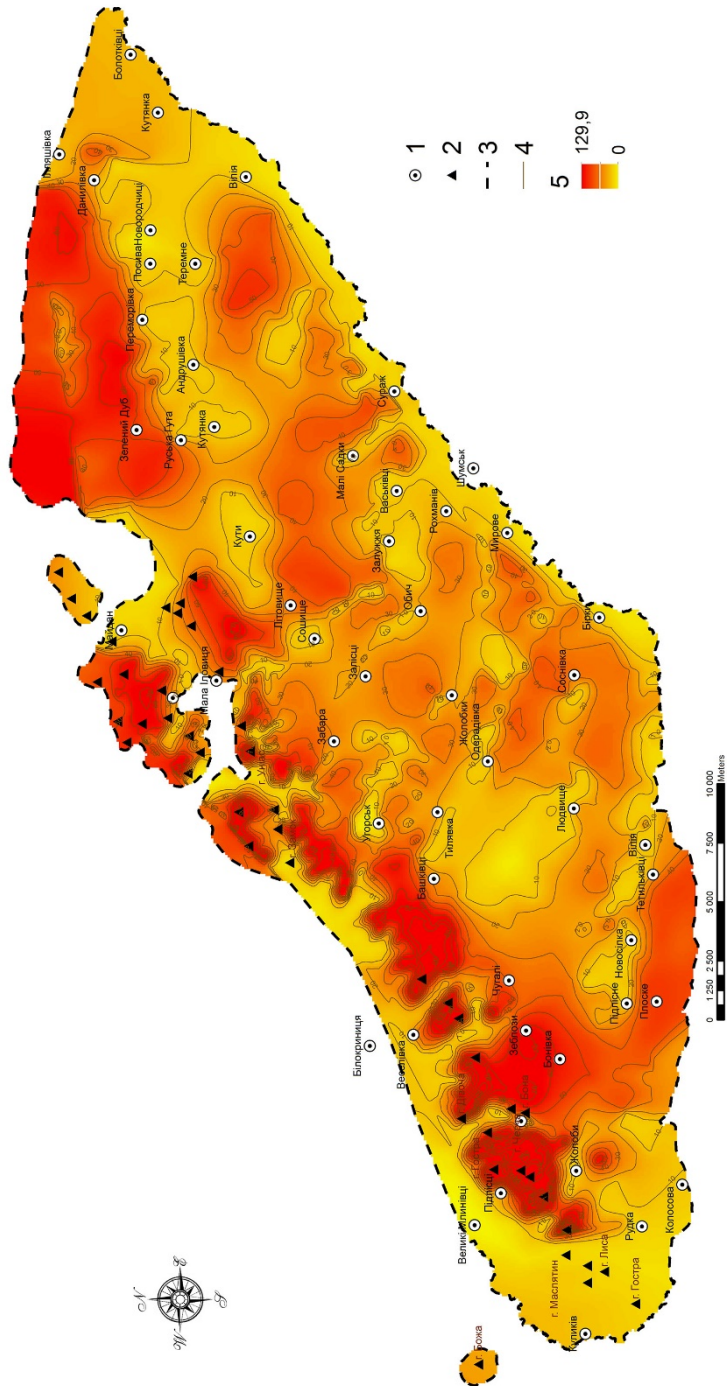


Рис. 8. Карта залишкового рельєфу четвертого порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізогіпсахіти четвертого порядку; 5 – шкала висот залишкового рельєфу четвертого порядку
Fig. 8. The residual relief of the fourth order

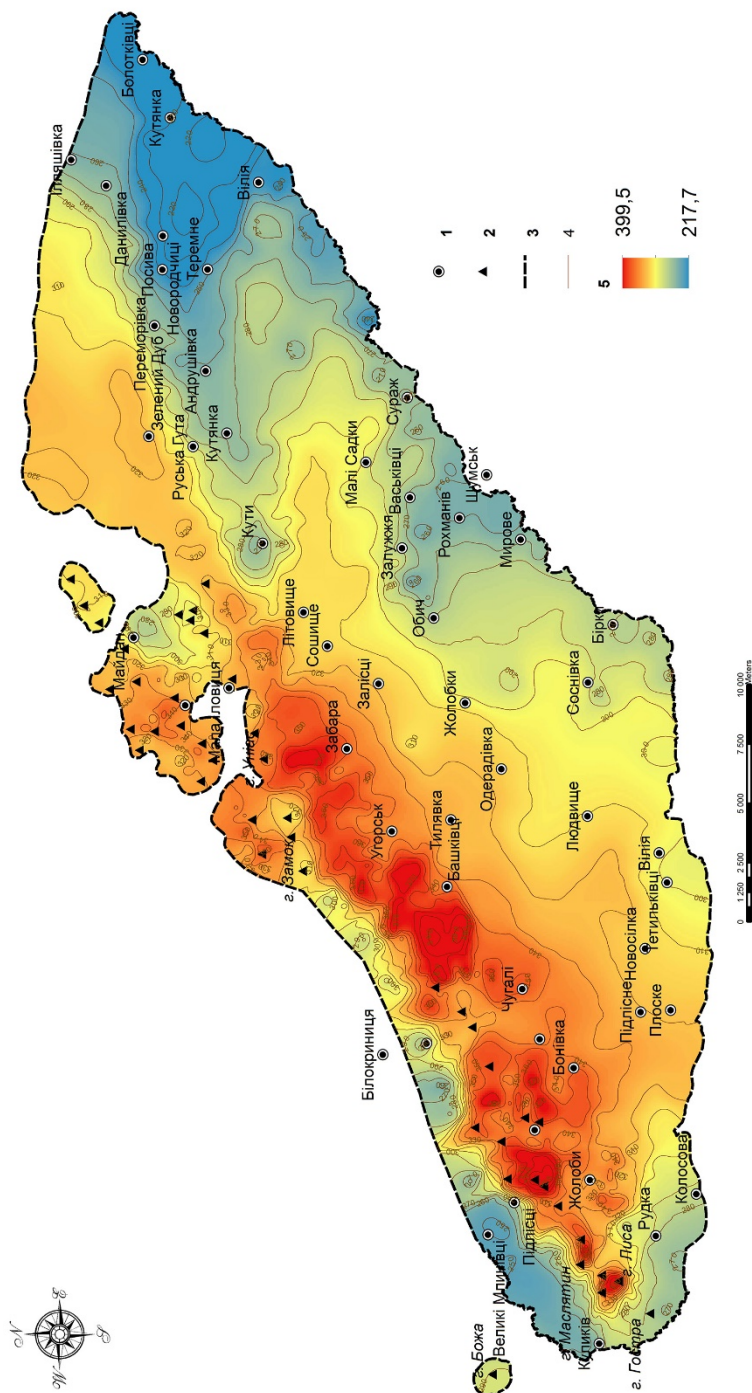


Рис. 9. Карта вершинних поверхонь другого порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні пункти; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізогіпсобазиси другого порядку; 5 – шкала висот вершинних поверхонь другого порядку
Fig. 9. The vertex surfaces of the second order

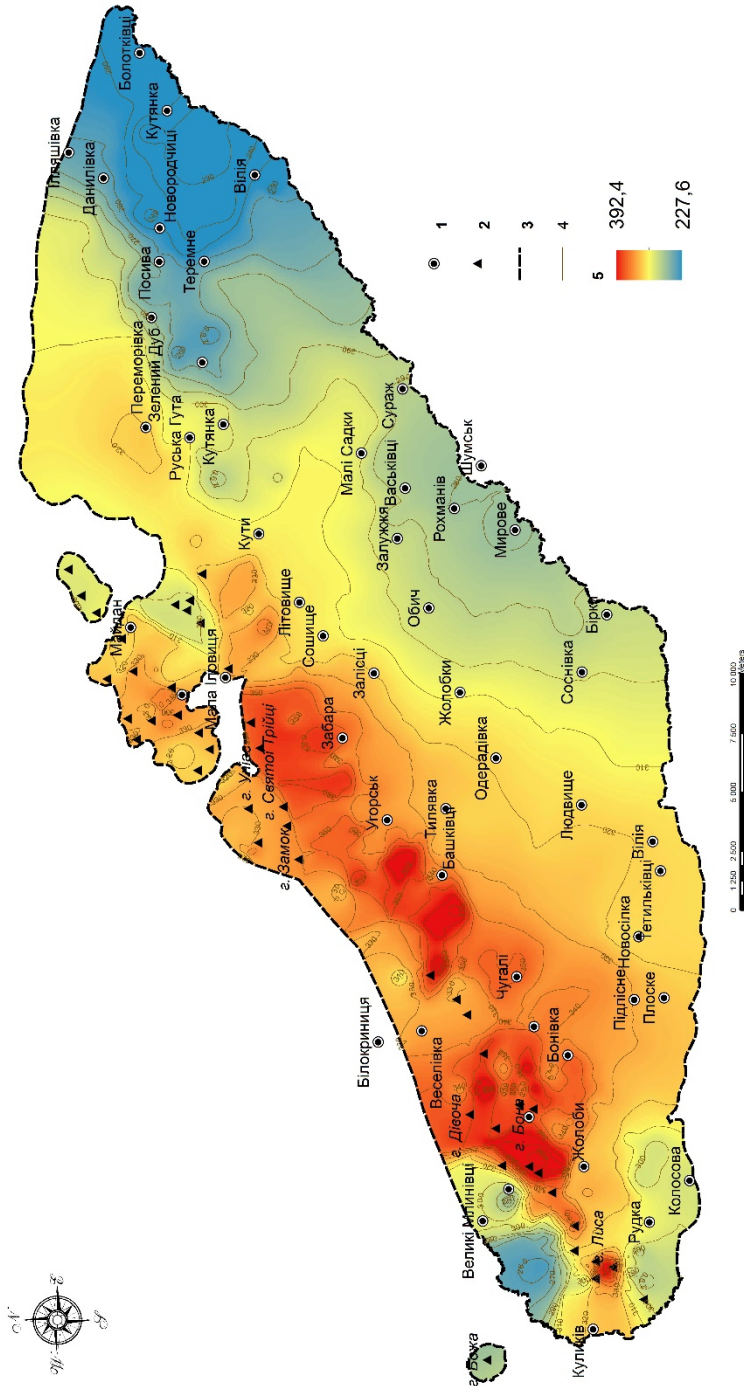


Рис. 10. Карта вершинних поверхонь третього порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізогіпсазити третього порядку; 5 – шкала висот вершинних поверхонь третього порядку

Fig. 10. The vertex surfaces of the third order

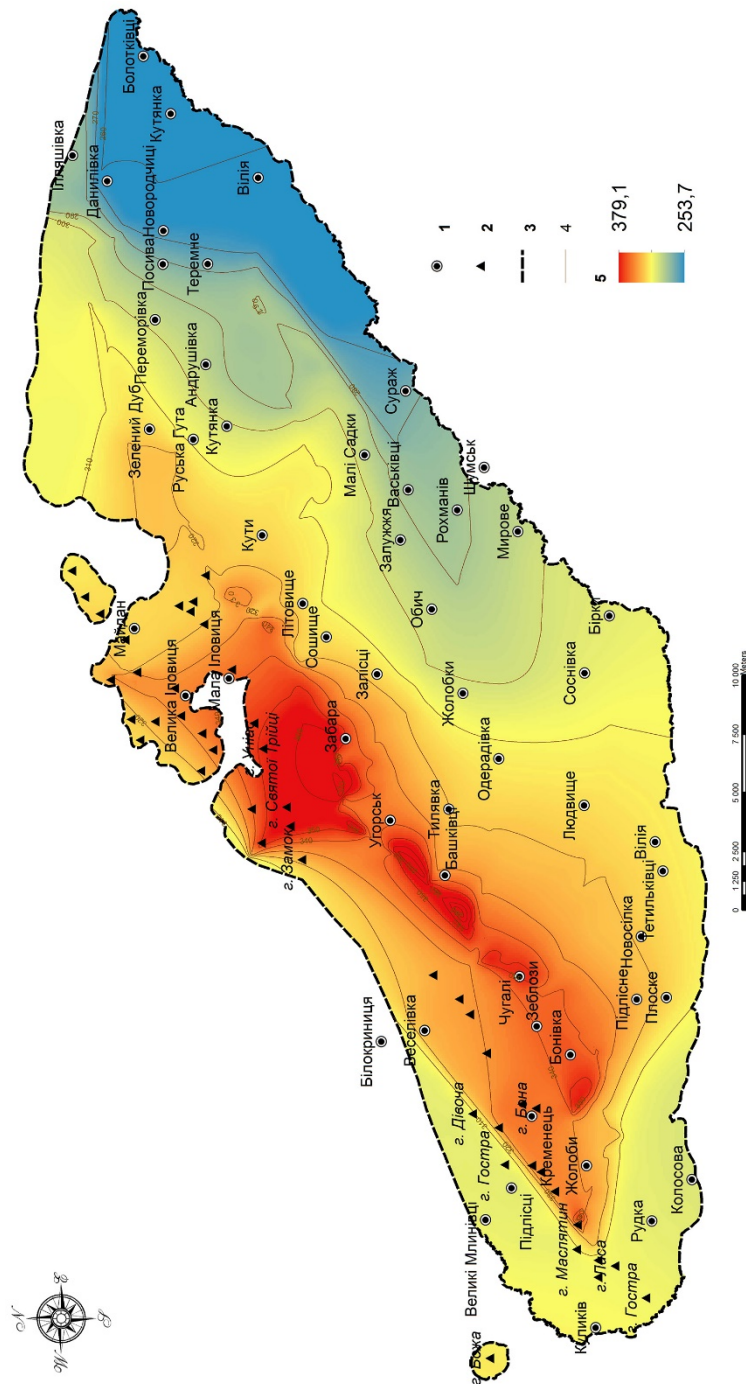


Рис. 11. Карта вершинних поверхонь четвертого порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізолінобазили четвертого порядку; 5 – шкала висот вершинних поверхонь четвертого порядку
 Fig. 11. The vertex surfaces of the fourth order

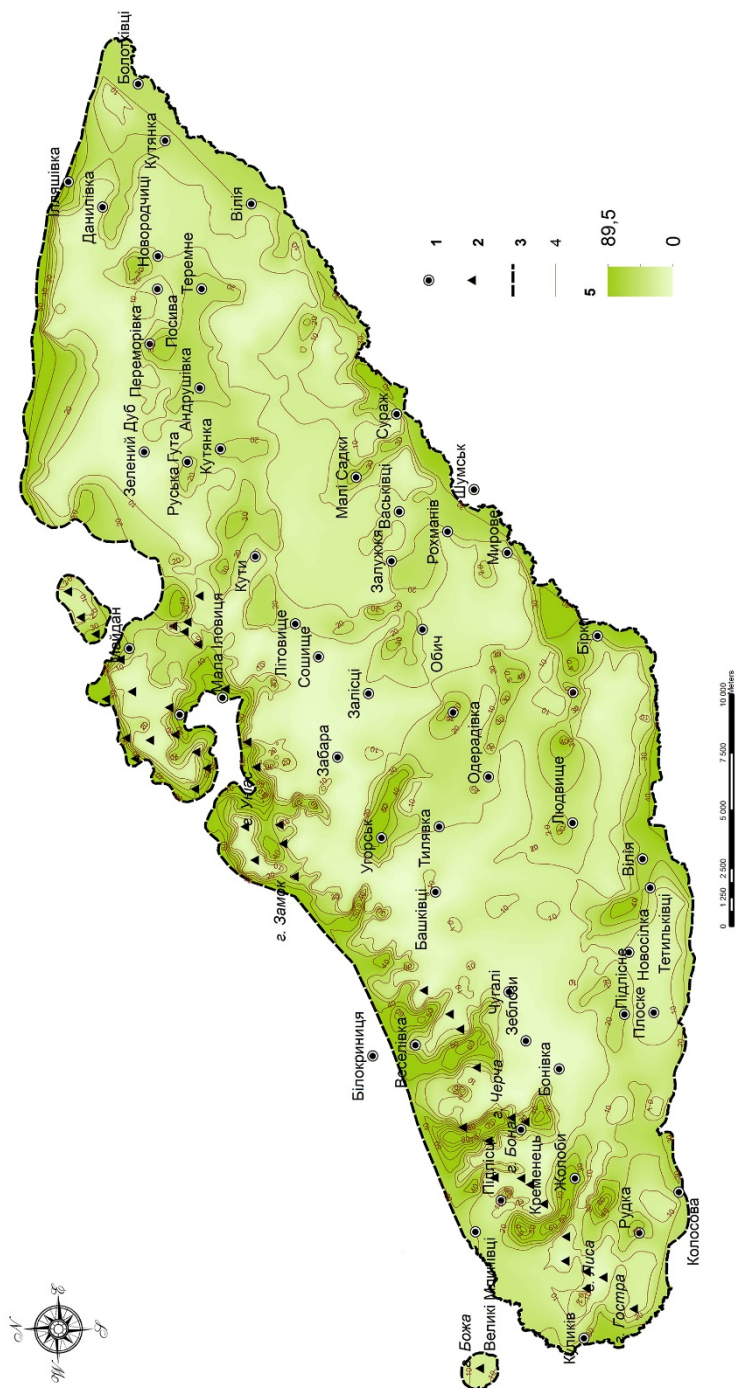


Рис. 12. Карта локального розмиву другого порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізоерозії другого порядку; 5 – шкала висот локального розмиву другого порядку
 Fig. 12. The local erosion of the second order

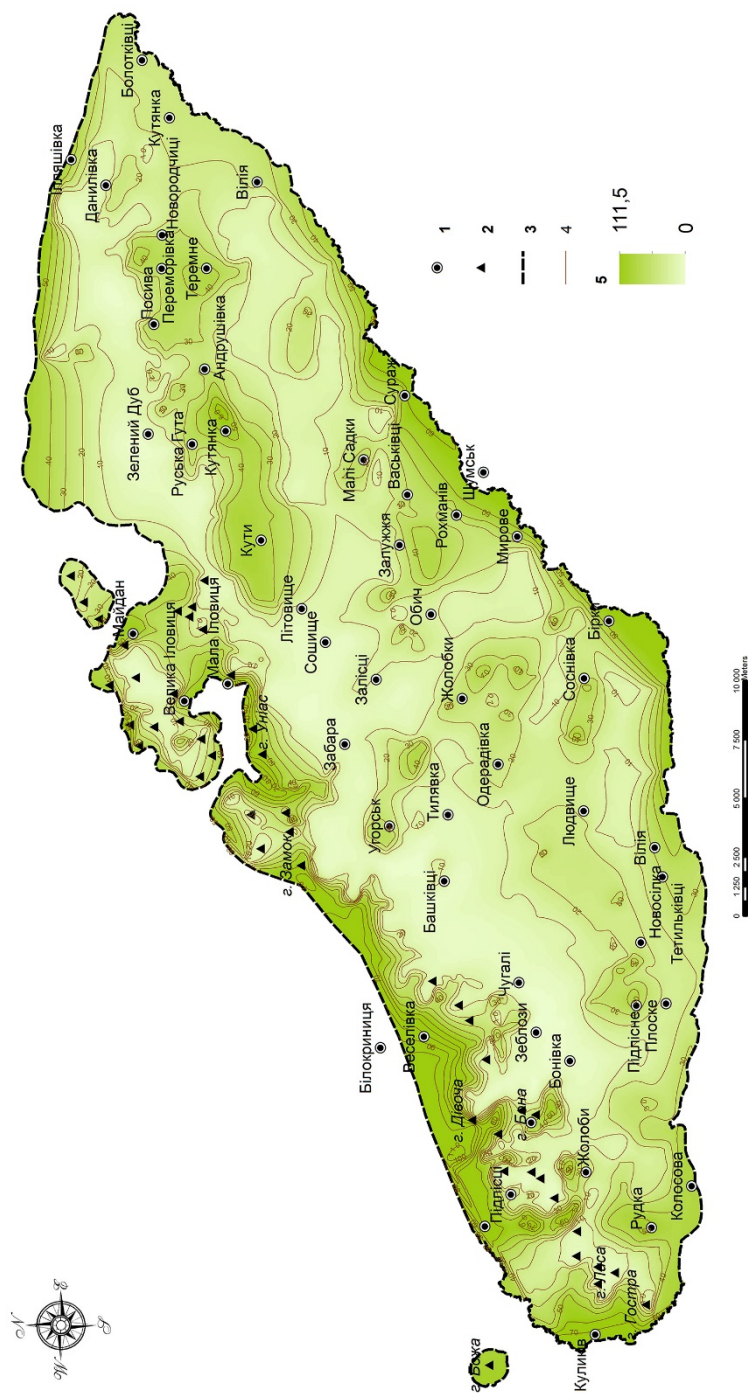


Рис. 13. Карта локального розмиву третього порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізоерозити третього порядку; 5 – шкала висот локального розмиву третього порядку
Fig. 13. The local erosion of the third order

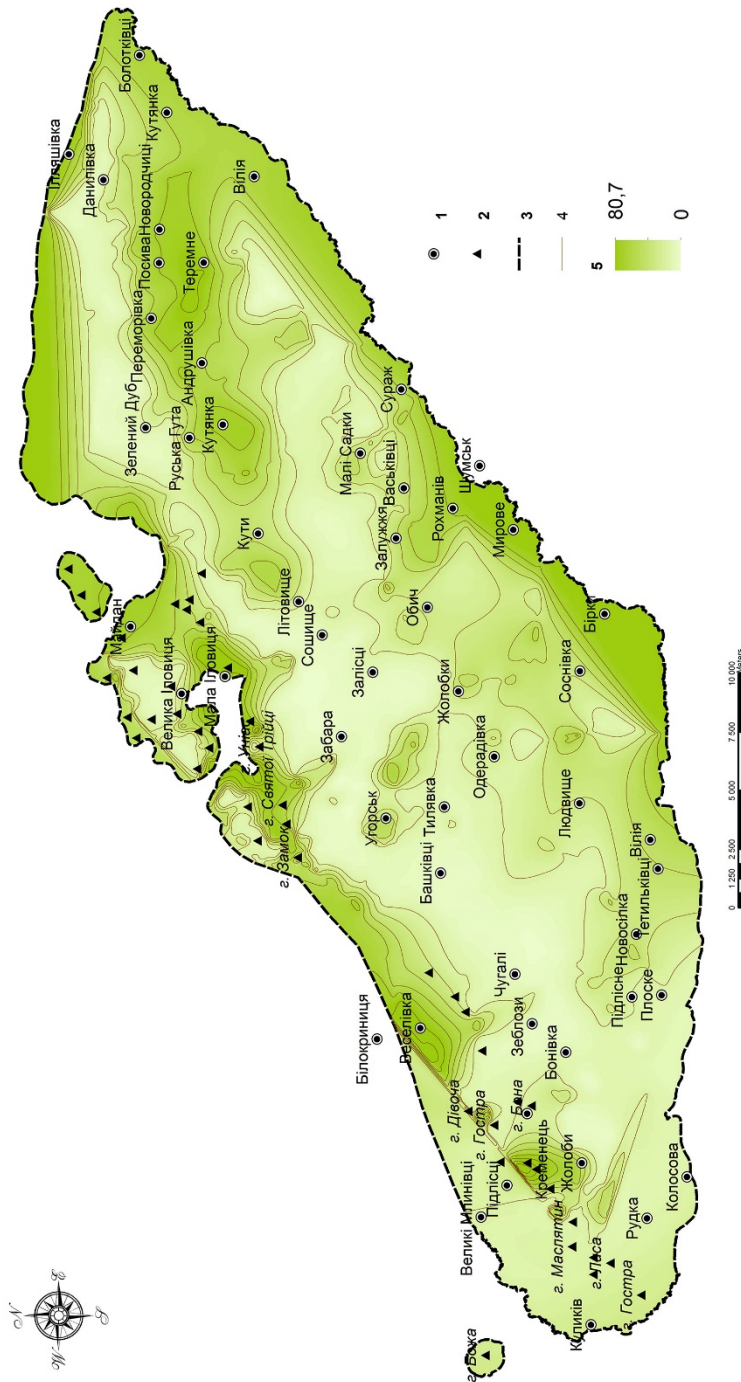


Рис. 14. Карта локального розмиву четвертого порядку: 1 – населені пункти; 2 – основні вершини; 3 – межі досліджуваної території; 4 – ізоерозії четвертого порядку; 5 – шкала висот локального розмиву четвертого порядку

Fig. 14. The local erosion of the fourth order

Щодо базису ерозії, то він поступово знижується в межах як уступу, так і досліджуваної території. Як випливає з аналізу базисної поверхні четвертого порядку (найдавнішу), видно, для початкового етапу формування характерні висоти найвищі в центральній частині височини – у діапазоні 310–330 м (див. рис. 3–5). Найнижча ділянка – басейн р. Кутянка з висотами дещо вище 200 м. З карти бачимо гіпсометрично однорідне підняття в центральній частині, воно неправильної форми і видовжене в напрямі з південного заходу на північний схід, має плоскі вершини, слабе розчленування. Базисна поверхня третього порядку засвідчує загальне підняття території в порівняно з поверхнею четвертого порядку та інтенсивним глибинним урізом і зниженням у басейнах річок Вілія, Іква та Кутянка. Південно-східні схили є пологими і більш розчленованими на цьому етапі, на відміну від північно-західних, які більш круглі та слабко розчленовані. Максимальні й мінімальні висоти є на тих самих територіях, що й на попередній поверхні та коливаються у діапазоні 370–220 м. Як бачимо з карти, територія сучасного Північноподільського уступу почала підніматись не тільки в центральній, а й у західній та східній частинах. Саме на цьому етапі сформувалось висотне зниження уступу із заходу на схід, що свідчить про нерівномірність підняття. Базисна поверхня другого порядку найбільше подібна до сучасного рельєфу. Мінімальні висоти сягають 206 м, а максимальні – 385 м. На цьому етапі, триває загальне підняття, проте з меншою інтенсивністю, ніж на попередньому етапі. Сильне розчленування зафіксоване на північно-західних схилах, збільшується кількість ярів. Також відбувається повне, а в деяких випадках часткове, відокремлення останців від основної частини уступу.

Карті залишкового рельєфу відображають кількість породи, яка може бути винесена в майбутньому за допомогою ерозійних процесів. З побудованих карт другого, третього, четвертого порядків бачимо, що чим вищий порядок поверхні, тим більша кількість породи може бути винесена за допомогою ерозійних процесів. Зазначимо, що залишковий рельєф Кременецьких гір, а саме – його найбільші значення, притаманні окремим кільце-подібним формам, які відображають горбо-останцеву структуру території, а їхня висота – це перевищення над місцевим базисом ерозії. Карті залишкового рельєфу є своєрідним доповненням до карт вертикального розчленування. Зокрема, на карті залишкового рельєфу другого порядку в басейні р. Вілія, а саме – у східній та південній частині дослідженої території, нема значних показників висот залишкового рельєфу, а їхнє максимальне значення не перевищує 20–25 м. У долині р. Кутянка цей показник ще менший – до 10 м. Це можна інтерполювати на низький процес денудації в цьому районі та високий показник процесу акумуляції. Карті третього і четвертого порядків відображають підвищення рівня висот залишкового рельєфу цього району. Це свідчить про практично рівномірне співвідношення процесу денудації та акумуляції, проте з подальшою тенденцією до збільшення процесу акумуляції в близький період до остаточного формування рельєфу. У західній і північній частинах Кременецьких гір переважає домінування денудаційно-ерозійних процесів. Також саме на карті залишкового рельєфу другого порядку чітко видно оконтуреність горбів останців з їхнім відділенням від основної частини уступу ерозійними процесами в час, близький до формування сучасної форми рельєфу Кременецьких гір. Крім того, для них характерні й найвищі значення на карті будь-якого порядків, що коливається в межах 70–110 м і більше. Залишковий рельєф четвертого порядку має максимальні висоти 130 м (див. рис. 6–8). Північна та північно-східна частини мають майже суцільне високе положення, з чого можна припустити про зв'язок з тектонічними структурами на північ від Кременецьких гір (Мізоцьке пасмо). Залишкова поверхня

третього порядку досягає максимально 117 м. Вищі ділянки залишкової поверхні, окрім сучасної території уступу, характеризуються і території північно-східної та південної частин Кременецьких гір. Високі значення залишкового рельєфу другої поверхні утворюють колоподібні замкнуті ділянки. Висоти досягають приблизно до 80 м. Найвищі значення притаманні території сучасного уступу й останцевих горбів.

Побудовані карти вершинних поверхонь відображають розмір денудаційного врізу, а саме – різницю між найвищими і найнижчими значеннями. Із карт третього і четвертого порядків бачимо слабку ерозійну діяльність та невисокий показник розчленування, а також монолітність Північноподільського уступу та відсутність останцевих форм, окрім гори Божа, яка відображена і на карті четвертого порядку. Чіткість останцевих форм на карті вершинних поверхонь другого порядку є на висотах 320–400 м, що близько до сучасних абсолютних відміток. Найдавнішою вершинною поверхнею є поверхня четвертого порядку – асиметрична поверхня, з максимальними висотами 380 м у межах території сучасних вододільних ділянок і найнижчими значеннями 253 м у долині р. Вілія (див. рис. 9–11). Аналіз вершинної поверхні третього порядку демонструє максимальні висотні значення 390–395 м та мінімальні – 227 м. Найвищі значення характерні для західної частини уступу Кременецьких гір, а найнижчі – для долини річки Кутянка. Вершинна поверхня другого порядку має висоти з максимальними значеннями до 400 м та мінімальними 217 м. Найвищі значення висот приурочені до сучасних територій уступу та горбів-останців. Найнижчі значення – ділянка впадіння р. Кутянка в р. Вілія та долина р. Іква.

Базисні та вершинні поверхні першого порядку практично повторюють контури поверхні сучасного рельєфу. Порівнюючи різниці базисних і вершинних поверхонь різних порядків, бачимо незначну різницю у 10–20 м, а якщо зіставити однопорядкові різниці між самими поверхнями, то перевищення середніх значень вершинної поверхні над базисною збільшується зі збільшенням порядку поверхні (другий – 20 м, третій – 35 м, четвертий – 50 м) (див. таблицю).

Поверхня локального розмиву відображає ділянки, у відповідні періоди формування яких відбувалось винесення гірських порід у наслідок змивання. З побудованої карти третього порядку бачимо формування в цей час ерозійної мережі наближеної до сучасної, і процеси змиву в цих ділянках. Також зафіксовано майже повне оконтурення змивними процесами горбів-останців та візуальне відокремлення їх від основної частини височини. Ерозійні поверхні (локальний розмив) четвертого порядку відображають глибину ерозійних форм, а також ділянки у межах яких у найдавніший досліджуваний етап були видалені гірські породи (див. рис. 12–14). Як бачимо, максимальні висоти, близькі до 80 м, є на сучасній ділянці північно-західного схилу. Західна частина карти не презентабельна через малу кількість тут вододілів четвертого і вищих порядків та ізогіпсобазит четвертого порядку. Ерозійні поверхні третього порядку відображають вищі значення висот – 112 м, що є наслідком інтенсивнішої ерозійної діяльності в цей період. Найвищі значення також характерні для території навколо горбів-останців та яркової мережі північно-західного схилу Кременецьких гір. Аналіз локального розмиву другого порядку характеризує зображення, близьке до сучасного з високими значеннями винесення порід на північно-західному схилі, та низькими – у південно-східному. Максимальні висоти – 90 м.

З усіх побудованих карт трьох порядків простежено певну закономірність: карти вершинних, базисних поверхонь та локального розмиву другого і третього порядків ближчі за окресленням, а карти четвертого порядку дещо відрізняються від них. Це пояснюють певною різницею у співвідношенні і поширенні водотоків другого, третього з ерозійними

водотоками четвертого порядку. Наприклад, беручи до уваги тільки відповідний порядок водотоку, без урахування вищих, на території Кременецьких гір ерозійних водотоків другого порядку нараховано орієнтовно 1 450 одиниць, третього – 400, а четвертого порядку – тільки 46. Натомість карта залишкового рельєфу другого порядку відмінна від аналогічних третього і четвертого порядків. Це пояснюють підвищенням рівня денудації на ділянці вздовж уступу в час, близький до сучасного.

Гіпсометричні характеристики вершинних і базисних поверхонь Кременецьких гір
Hypsometric characteristics of the watershed and basic surfaces of the Kremenets Mountains

Поверхня	Максимальні абсолютні відмітки, м	Мінімальні абсолютні відмітки, м	Перепад висот між вершинними, базисними та сучасними поверхнями, сер. м	Перепад висот між поверхнями різного порядку, сер. м	Перепад висот між вершинними і базисними поверхнями, сер. м
вершинна поверхня четвертого порядку	379	253	12	3–5	50–55
вершинна поверхня третього порядку	392	227	9–11	6–9	35–37
вершинна поверхня другого порядку	400	217	3–5		20–22
базисна поверхня другого порядку	385	206	8–11	–	10–12
базисна поверхня третього порядку	371	202	18–21	8–10	
базисна поверхня четвертого порядку	330	208	27–30		

Отже, на території Кременецьких гір можна виділити два етапи формування рельєфу з побудованих поверхонь. Для першого (давнішого) етапу характерний рельєф слабко-середньо розчленований, по всій території гір майже рівномірне співвідношення процесів денудації та акумуляції, майже нема чітких ерозійних форм, відбуваються процеси підняття й опускання відповідних ділянок території, а горби-останці ще є складовою основної частини уступу. На другому (молодшому) етапі переважали процеси денудації в північно-західній частині гір та процеси акумуляції в південно-східній, відбувалися

відокремлення останців-горбів від основної частини уступу, зниження базису ерозії, ерозійні процеси і формування рельєфу, наближеного до сучасного, із великою кількістю ярів і балок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Байрак Г. Р., Кравчук Я. С.* Построение морфометрических карт средствами ГИС для изучения истории развития Гологоро-Кременецкой гряды // Геоморфологи. Современные методы и технологии цифрового моделирования рельефа в науках о Земле М.: Медиа-ПРЕСС, 2016. С. 40–44.
2. *Бермес А. Р.* Морфометричні особливості рельєфу Кременецьких гір // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2015. Вип. 49. С. 3–12. doi:10.30970/vgg.2015.49.8509
3. *Бермес А. Р.* Морфотектоніка Кременецьких гір // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2016. Вип. 50. С. 34–44. doi:10.30970/vgg.2016.50.8675
4. *Бермес А. Р.* Тектонічна обумовленість річкової мережі Кременецьких гір // Фіз. географія та геоморфологія. 2018. Вип. 1(89). С. 23–29.
5. *Іванік О. М., Тустановська Л. В.* Застосування класичних методик структурно-морфометричного аналізу для реконструкції новітнього тектогенезу на основі ГІС // Вісник Київ. ун-ту. Геологія. 2011. Вип. 53. С. 4–7.
6. *Тустановська Л. В.* Еволюція рельєфу Канівського Придніпров'я на основі аналізу базисних та вершинних поверхонь // Вісник Київ. ун-ту. Геологія. 2011. Вип. 54. С. 11–15.
7. *Кравчук Я. С.* Інженерно-геоморфологічне картографування: навч. посіб. Львів: Світ, 1991. 143 с.
8. *Ласкарев В. Д.* Геологические исследования в Юго-Западной России (17 лист общей геологической карты России) // Труды Геол. комитета. Новая серия. 1914. Вып. 77. 710 с.
9. *Ласточкин А. Н.* Рельеф земной поверхности. Ленинград: Недра, 1991. 340 с.
10. *Природа Тернопільської області* / [за ред. К. І. Геренчука]. Львів, 1979. 167 с.
11. *Рыжов П. А.* Геометрия недр. Москва, 1964. 500 с.
12. *Спиридонов А. И.* Геоморфологическое картографирование. Москва: Недра, 1985. 183 с.
13. *Философов В. П.* Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. Саратов: Изд. Саратов. у-та, 1960. 94 с.
14. *Философов В. П.* Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Изд. Саратов. у-та, 1975. 232 с.
15. *Horton R. E.* Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology // Bulletin of the Geological Society of America. 1945. Vol. 56(3). P. 275–370. doi:10.1130/0016-7606(1945)56[275:edosat]2.0.co;2
16. *Strahler A. N.* Quantitative analysis of watershed geomorphology // Transactions of the American Geophysical Union. 1957. Vol. 38(6). P. 913–920. doi:10.1029/tr038i006p00913

REFERENCES

1. Bayrak, G. R., & Kravchuk, Y. S. (2016). Construction of morphometric maps using GIS for studying the history of the development of the Gologoro-Kremenets ridge. *Geomorphology. Modern methods and technologies of digital relativity modeling in the Earth sciences*. Moscow: Media-PRESS, 40–44 (in Russian).
2. Bermes, A. (2015). Morphometric relief features of Kremenets Mountains. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 49, 3–13. doi:10.30970/vgg.2015.49.8509 (in Ukrainian).
3. Bermes, A. (2016). Morphotectonics of Kremenets Mountains. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 50, 34–44. doi:10.30970/vgg.2016.50.8675 (in Ukrainian).
4. Bermes, A. R. (2018). Tectonic conditionality of the river network of the Kremenets upland. *Physical geography and geomorphology*, 1(89), 23–29 (in Ukrainian).
5. Ivanik, O. M., & Tustanovskaya, L. V. (2011). Application of classical methods of structural-morphometric analysis for reconstruction of the latest GIS-based tectogenesis. *Visnyk of the Kyiv University. Series geology*, 53, 4–7 (in Ukrainian).
6. Tustanovskaya, L. V. (2011). The evolution of the Kaniv Dnieper basin relief based on the analysis of basal and vertex surfaces. *Visnyk of the Kyiv University. Series geology*, 54, 11–15 (in Ukrainian).
7. Kravchuk, Y. S. (1991). *Engineering geomorphological mapping*. Lviv, Svit, 143 pp. (in Ukrainian).
8. Gerenchuk, K. I. (Ed). (1979). *Nature of Ternopil region*. Lviv, Lviv University Press, 167 pp. (in Ukrainian).
9. Laskarev, V. V. (1914). Geological Investigations in Southwestern Russia (17 sheets of the Common Geological Map of Russia). Proceedings from *Geological Committee. New series*, 77, 710 pp (in Russian).
10. Lastochkin, A. N. (1991). *Land surface relief*. Leningrad: Nedra, 340 pp. (in Russian).
11. Ryzhov, P. A. (1964). *Subsoil geometry*. Moscow, 500 pp. (in Russian).
12. Spiridonov, A. I. (1985). *Geomorphological mapping*. Moscow: Nedra, 183 pp. (in Russian).
13. Filisofov, V. P. (1960). *A brief guide to the morphometric method of searching for tectonic structures*. Saratov, 94 pp. (in Russian).
14. Filisofov, V. P. (1975). *Fundamentals of the morphometric method of searching for tectonic structures*. Saratov, 232 pp. (in Russian).
15. Horton, R.E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, 56(3), 275–370. doi:10.1130/0016-7606(1945)56[275:edosat]2.0.co;2
16. Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions, American Geophysical Union*, 38(6), 913. doi:10.1029/tr038i006p00913

Стаття: надійшла до редакції 18.09.2019
доопрацьована 22.10.2019
прийнята до друку 29.10.2019

**STRUCTURAL-MORPHOMETRIC ANALYSIS OF KREMENETS MOUNTAINS
(part 1)****Andrii Bermes**

*Ivan Franko National University of Lviv,
P. Doroshenko St., 41, UA – 79007 Lviv, Ukraine,
e-mail: andriybermes@gmail.com*

The geomorphological structure and the morphometric features are characterized, the structural-morphometric constructions of the territory of the Kremenets Mountains are conducted and analyzed. The multi-order maps of the baseline and vertex surfaces, the residual relief, and the local erosion are created with the help of the software called AcrGis. The features of the geomorphological structure and the stage of the relief development are determined. Some regularities in the distribution of the morphometric indicators of the different parts of the Kremenets Mountains are revealed. Twelve morphometric different-genetic and different-order maps are constructed, and the surface of the top, baseline, residual and erosion relief are made and analyzed in accordance with the hypsometric and morphometric characteristics for this analysis. The method of the constructing of the map models for the structural and the morphometric analysis are presented. The comparison of vertices and bases of different order, as well as vertex – basal surfaces are analyzed, which allowed revealing the latest and modern movements of the earth's crust, the quantitative estimation of the amplitude of the vertical movements. The altitude differences in the characteristics of model comparisons are presented. The analysis and the comparison of the models allowed establishing the nature of the latest movements, the ratio of the denudation and the accumulation, the intensity of the erosion processes of the formation of the different stages of the investigated territory. The maps of the apex, basal, residual, erosion relief, which are created, serve as a basis for the comparison of the different top and base surfaces and the single-row top-base surfaces with the linear and the annular tectonic structures (the analysis of the latest tectonogenesis) in the future publications.

Key words: basic surface, vertex surface, watershed, erosion network, residual relief, local erosion, morphometric analysis, digital terrain model, watercourses order, neotectonic movements, North-Podillia ledge.