

## МОРФОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЛЬЄФУ ПОВЧАНСЬКОЇ ВИСОЧИНИ

Анна Василенко

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Університетська 1, 79000, м. Львів, Україна,  
e-mail: anna.vasylenko@lnu.edu.ua*

Зацікавленість до Повчанської височини не є випадковою, оскільки тут майже не проводили спеціалізованих досліджень, а існуюча фондова інформація не відображає реальної ситуації сучасного рельєфу, постає необхідність для її детальнішого вивчення.

Морфометричний аналіз рельєфу є одним із найефективніших методів його дослідження. Застосування ГІС-технологій та цифрових моделей рельєфу дає можливість створювати тематичні карти найважливіших морфометричних показників рельєфу.

Під час морфометричного аналізу рельєфу використані методи цифрового моделювання рельєфу. Це дозволило схарактеризувати досліджувану територію за кількісними та якісними показниками рельєфу. Висвітлено основні морфометричні показники рельєфу Повчанської височини. Складено серію морфометричних карт з використанням модуля ArcMap.

Розраховано показники вертикального і горизонтального розчленування рельєфу, крутості схилів, експозиції схилів досліджуваної території. Показано їхню диференціацію у просторовому відношенні. Здійснено аналіз морфометричних особливостей рельєфу досліджуваної території у відсотковому співвідношенні.

*Ключові слова:* Повчанська височина, цифрова модель рельєфу, морфометрія, гіпсометрія, крутість схилів, експозиція схилів, горизонтальне розчленування, вертикальне розчленування, ГІС.

Повчанська височина розміщена на південно-західній окраїні Волинської височини в межах Рівненської обл. та займає західну частину Дубнівського р-ну. Розташування – в умовному трикутнику між річками Стир на заході та пониззям її притоки Ікви на сході.

Повчанська структурно-горбиста височина розташовується в північній частині вододілу річок Стиру – Ікви. У південній своїй частині підрайон межує з Малополіською рівниною [3, 4]. Особливості морфології підрайону обумовлені тектонікою. У межах Повчанської височини дислоковані девонські відклади, а частково й верхньокрейдові виходять на денну поверхню, беручи участь в будові схилів балок та ярково-ерозійних форм рельєфу. З форм рельєфу тут поширені горби, балки та яри. Основні показники, які характеризують зміну та інтенсивність розвитку геоморфологічних процесів є вертикальне та горизонтальне розчленування території, а також крутість схилів.

Морфометричні методи ґрунтуються на кількісному вивченні рельєфу. Визначення морфометричних показників рельєфу території (вертикальне і горизонтальне розчленування, крутість та експозиція схилів тощо) здійснювалося за допомогою модуля Spatial Analyst в середовищі ArcGIS 10.5. Просторовий аналіз дає можливість характеризувати місцезорозташування об'єктів, зв'язки між об'єктами у просторі. У процесі створення цифрової моделі рельєфу проводилась перевірка та редагування топологічної структури

даних між векторизованими об'єктами (топологічні залежності, які дають можливості визначити, де і як точки та лінії з'єднуються у вузлах на картографічній моделі, а також здійснити виправлення та редагування).

ArcGIS Spatial Analyst об'єднує у собі можливості ArcView, Spatial Analyst та ARC GRID, і володіє широким набором інструментів, що дають можливість здійснювати "відмивку рельєфу", опрацьовувати дані крутизни та експозиції схилів, а також автоматично обрахувати щільність їхнього розміщення у просторі з можливістю побудови діаграм та графіків. Метод, який застосовується при визначенні крутизни схилів, базується на поясненні швидкоплинності зміни показників у межах сусідніх комірок.

Для визначення експозиції схилів використовувалася команда Aspect, яка дозволяє визначати азимут проекції нормалі схилу на горизонтальну площину. Морфометричні показники, такі як горизонтальне та вертикальне розчленування рельєфу, розраховувались методом рівновеликих квадратів, який ґрунтується на визначенні показника густоти лінійних об'єктів у заданому квадраті площею 1 км<sup>2</sup>. Операція здійснюється наступним чином: вибираємо ArcToolbox, функція Interpolation, що входить у Spatial Analyst. Далі проводяться операції з визначенням середніх, мінімальних та максимальних значень отриманих показників (за допомогою команди Spline). На кінцевому етапі здійснюються інтерполяція отриманих значень. Карта вертикального розчленування побудована аналогічним чином, вихідними даними для неї слугують сумарні значення перевищень одних точок поверхні над іншими [1].

Площа Повчанської височини становить 884 км<sup>2</sup>. Найнижчі абсолютні висоти спостерігаються біля зовнішніх країн досліджуваної території (див. таблицю). Вони становлять 176 м і приурочені до річкових долин Стиру та Ікви. Тут фонові висоти не перевищують 200 м. Висоти понад 300 м зосереджені в центральній частині височини, приурочені до ділянок з неогеновими відкладами [2]. Максимальні величини дорівнюють 369 м. Переважаючими є ділянки з висотами 200–220 м, трохи менше – 180–200 м (див. рис. 1, 2).

Таблиця

Розподіл абсолютних висот Повчанської височини відносно площі  
Distribution of elevations of the Povcha Upland relative to the area

Інтервали абсолютних висот, в м	% площі
176–180	1,20
180–200	23,60
200–220	27,46
220–240	20,36
240–260	13,93
260–280	7,64
280–300	3,59
300–320	1,62
320–340	0,43
340–360	0,15
360–380	0,02

Рельєф Повчанської височини є горбистим, спостерігається значне вертикальне і горизонтальне розчленування. Густота або інтенсивність горизонтального розчленування рельєфу визначається характером розвитку ерозійної сітки і щільністю розміщення додатних та від'ємних форм (западин, горбів, ярів).

На території Повчанської височини показник горизонтального розчленування рельєфу розподілений нерівномірно. Він визначається кількістю тальвегів на одиницю площі (див. рис. 3). У межах досліджуваної території цей показник коливається від 0 до 4,52 км/км<sup>2</sup>. Найбільші його значення зустрічаються місцями поблизу південно-західної межі Повчанської височини. Вони становлять 4,52 км/км<sup>2</sup>. Найнижчі відмітки цього показника наближаються до 0 км/км<sup>2</sup>. Щодо просторового розташування, то вони знаходяться в південно-східній частині досліджуваної території.

Територія Повчанської височини характеризується різною густиною долинно-балкової сітки. Горизонтальне розчленування набуває вагомих змін і в напрямку течії основних річок його величина збільшується.

Загалом спостерігається тенденція зменшення горизонтального розчленування рельєфу від периферії до центру височини. Існують ділянки в центральній частині Повчанської височини, які розташовані поблизу сіл Рудки, Глибока Долина, Буди, Повча, Птича та Копань, де їхні значення набувають максимальних позначок даного показника і коливаються в межах від 1,1 до 4,5 км/км<sup>2</sup>. Це пояснюється більш густою гідромережею. Рухаючись на північ і південь від центру величина показника зменшується, становить 0,5–1,5 км/км<sup>2</sup> і досягає максимальних відміток на крайніх північних та південних та західних межах Повчанської височини.

Менша величина горизонтального розчленування пояснюється меншим ерозійним врізом, а також відсутністю або меншою кількістю ерозійних форм – ярів та балок.

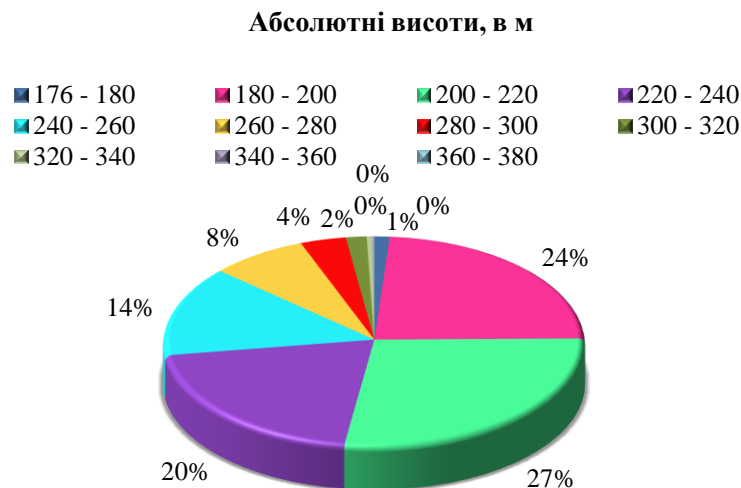


Рис. 1. Розподіл значень абсолютних висот на території Повчанської височини  
Fig. 1. Distribution of values of absolute heights on the territory of the Povcha Upland

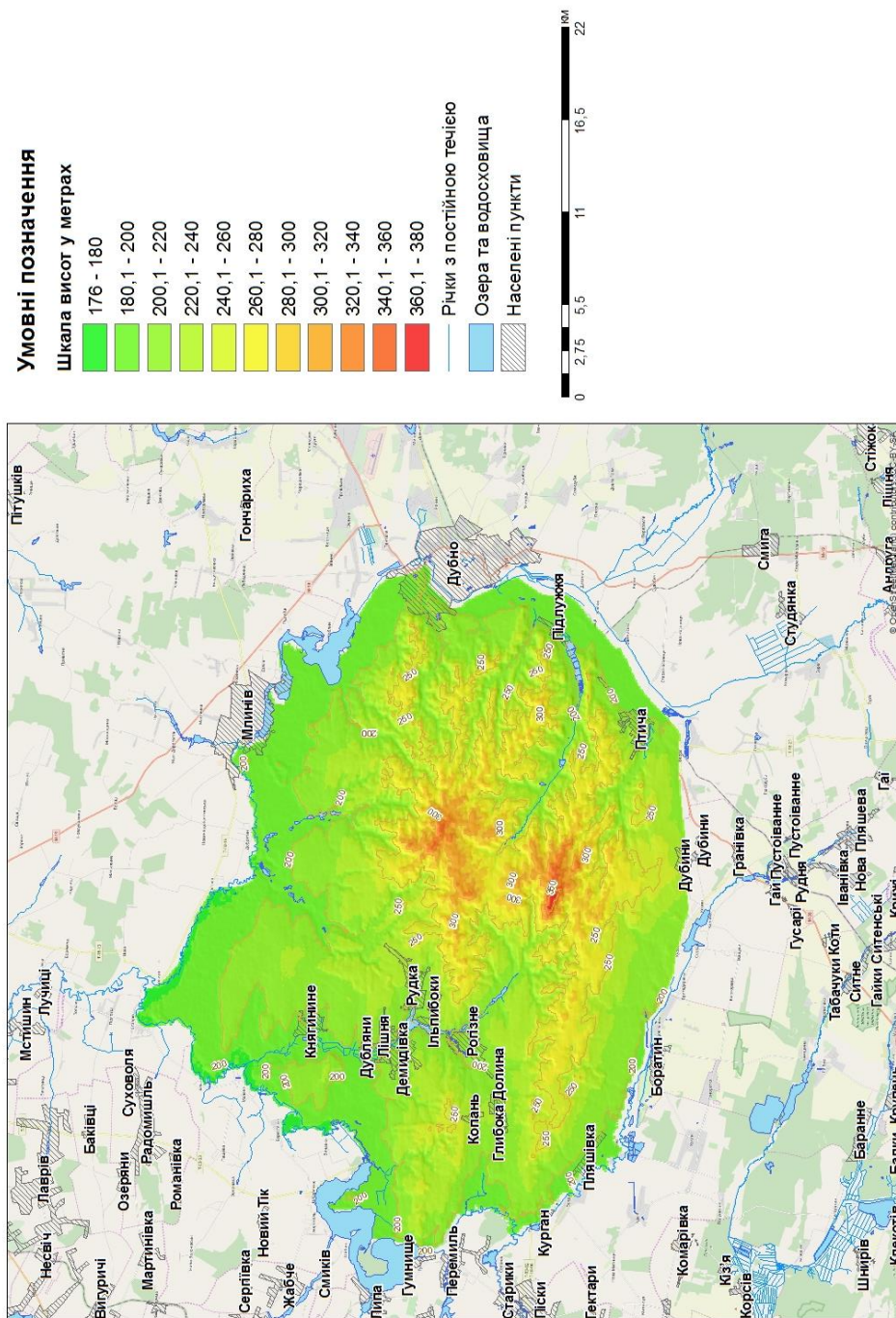


Рис. 2. Гіпсометрична карта Повчанської височини [5]

Fig. 2. Hypsometric map of the Povcha Upland [5]

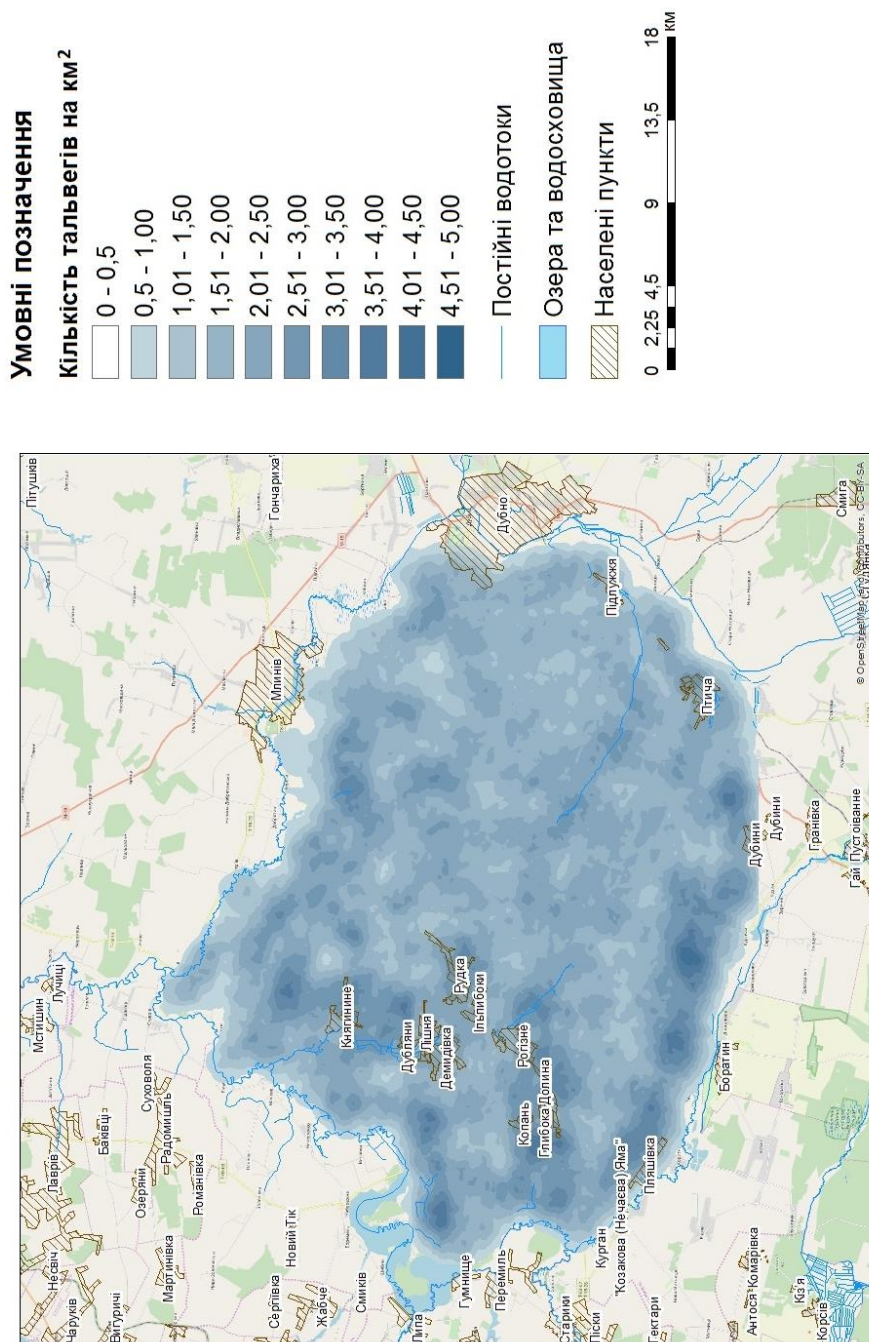
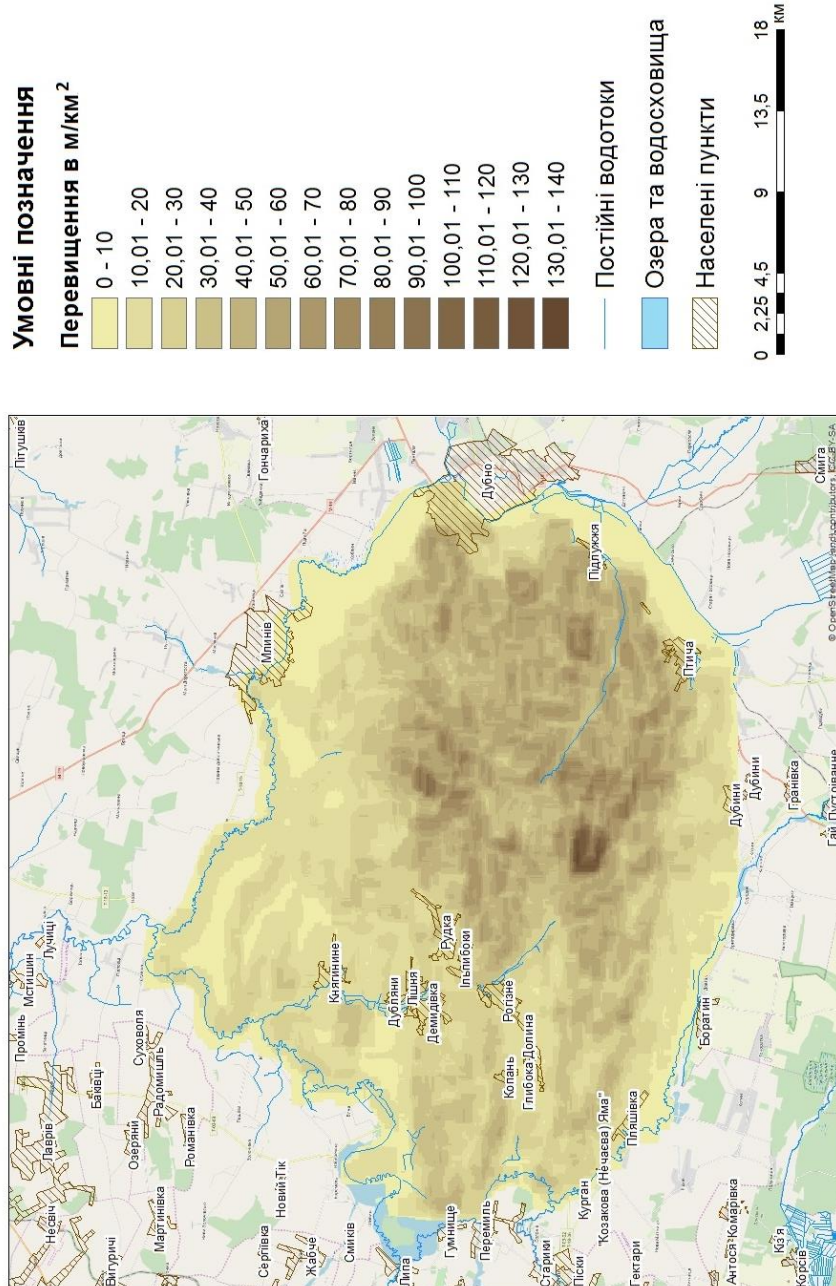


Рис. 3. Горизонтальне розчленування Повчанської височини  
 Fig. 3. Horizontal partition of a relief of the Povcha Upland



МАСШТАБ 1:200 000

Рис. 4. Вертикальне розчленування Повчанської височини  
 Fig. 4. Vertical dismemberment of the Povcha Upland

Також простежується певний зв'язок між відкладами, які залягають на досліджуваній території та рельєфом: чим дрібніший матеріал, тим більший річковий вріз, породи краще піддаються розмиванню, що призводить до розвитку бокової ерозії, в результаті чого утворюються потужні річки, яри та балки. Це у свою чергу спричинює зростання значень показника горизонтального розчленування території.

Отже, найбільшого горизонтального розчленування зазнала західна та південна частина височини, найменшого – південно-східна.

Вертикальне розчленування рельєфу базується на визначенні висот території та площі. Показником глибини вертикального розчленування рельєфу є амплітуда коливання висот земної поверхні, тобто перевищення додатних ділянок над від'ємними. Якщо порівняти карти вертикального розчленування та крутості схилів, то можна побачити зв'язок між ними. Вони є подібними. Це пояснюється тим, що вертикальне розчленування рельєфу напряму залежить від крутості схилів. У межах досліджуваної території найбільші значення вертикального розчленування – 135 м/км<sup>2</sup>. Перевищення є неоднаковими на всій території. Найменші значення спостерігаються в східній частині Повчанської височини, біля її крайньої межі. А саме починаючи від сіл Птича, Підлужжя та міста Дубно, цей показник різко зменшується в східному напрямі і дорівнює 0–10 м/км<sup>2</sup> (рис. 4).

Центральна частина височини є найбільш розчленованою, максимальні відмітки перевищень можна спостерігати поблизу сіл Повча та Будераж. Існує закономірність: на найвищих ділянках досліджуваної території спостерігається найбільша величина вертикального розчленування рельєфу.

Найбільші величини мають точкове поширення. Відбувається зменшення перевищень від центру до периферії в східному та південному напрямках. У долині річки Стир перевищення сягають до 20 м/км<sup>2</sup>. Також збільшення показника спостерігається поблизу села Гумнище і становить від 40 до 50 м/км<sup>2</sup> (рис. 5).

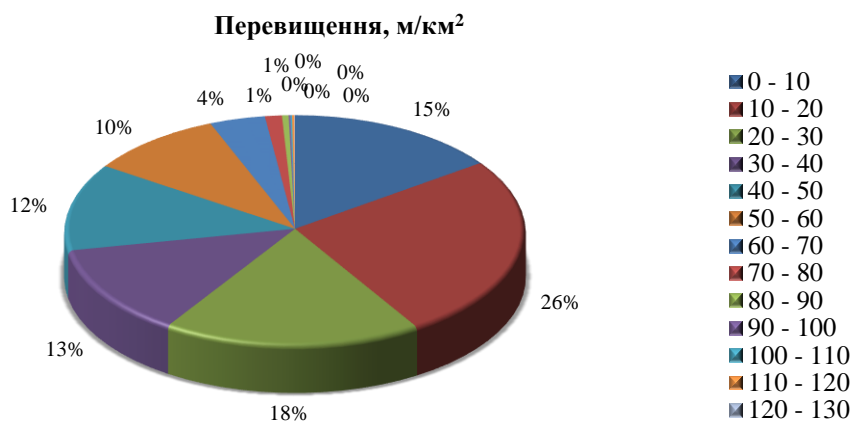


Рис. 4. Розподіл показників вертикального розчленування на території Повчанської височини

Fig. 4. Distribution of indicators of vertical dismemberment on the territory of the Povcha Upland

Мінімальні показники розчленування розміщені на півночі, північному сході та південному сході території. Вони приурочені переважно до заплави річки Іква та межиріччя Стиру та Ікви на крайній півночі, які переважно заболочені.

Отже, найбільше розчленована центральна частина Повчанської височини. Відповідно на північ та південний схід від неї значення зменшуються до мінімальних.

Показники крутості схилів характеризуються нерівномірним розподілом на території Повчанської височини. Загалом схили досліджуваної території мають незначну крутість (рис. 6). Переважають схили крутістю 1–3°, тобто похилі. Вони займають 39 % площі. Поширені вони в північній, східній та південній території. Зазвичай вони приурочені до долин річок Стир і Іква та Пляшівка. Також значне поширення мають схили з крутістю 0–1° (рівні), розташовані в східній частині Повчанської височини, де протікає річка Іква. Спостерігається тенденція зростання крутості схилів від периферії до центру (див. рис. 7).

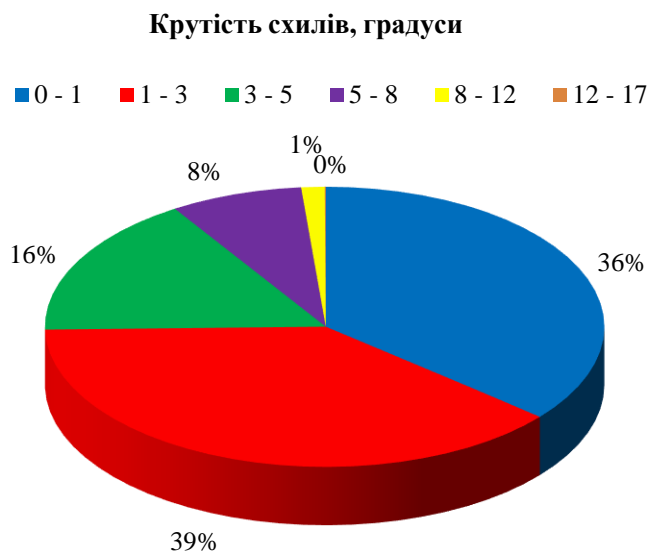
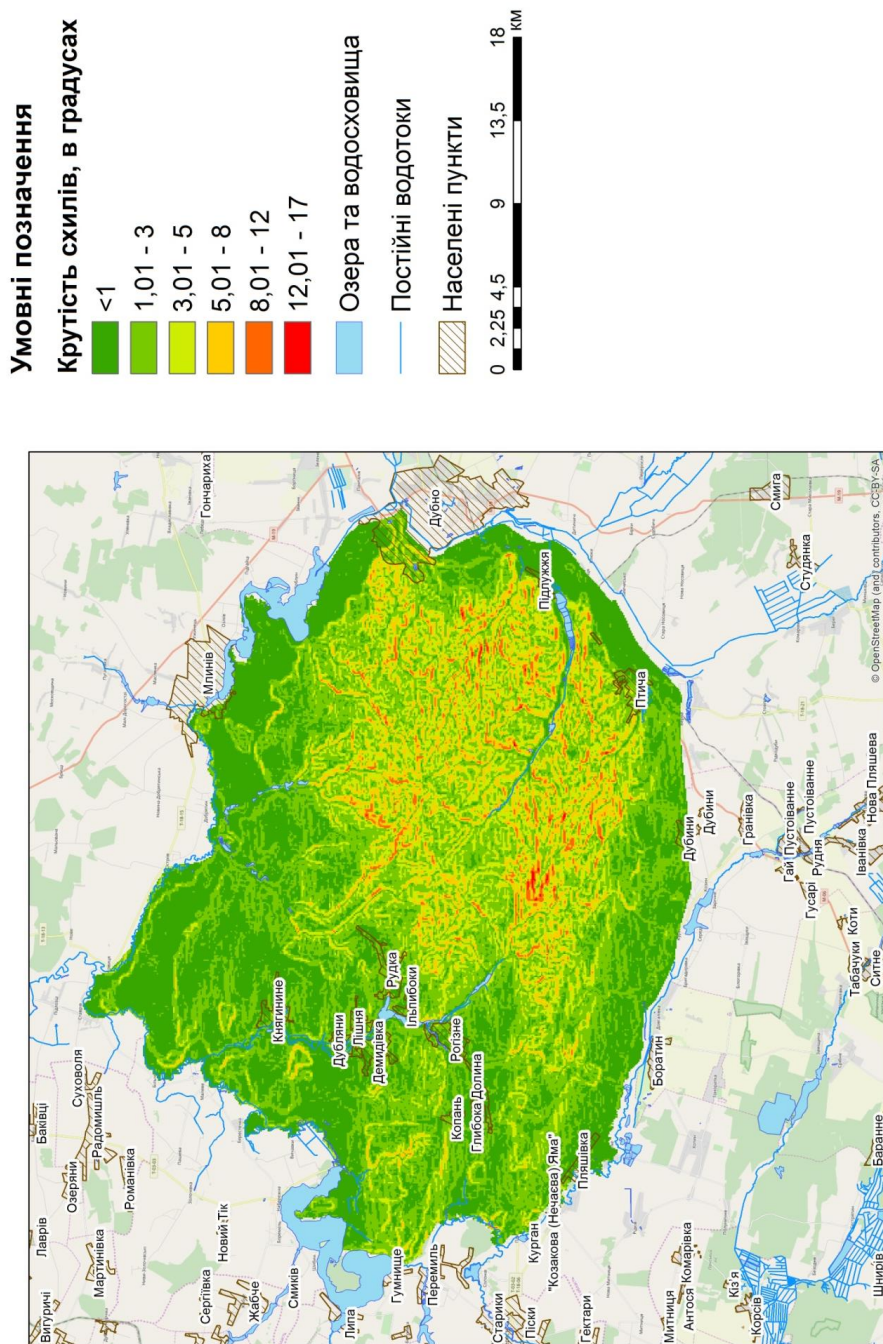


Рис. 6. Розподіл схилів за крутістю на території Повчанської височини  
Fig. 6. Distribution of slopes by steepness on the territory of the Povcha Upland

Менші площі займають схили крутістю 3–5° (слабоспадисті) та 5–8° (спадисті), по 16 та 8 %, відповідно. Ділянки з такою величиною поширені в центральній частині, а також Менше 2 % зайнятої площі мають схили 8–12° (сильно спадисті) та 12–17° (круті). Вони розвинуті біля сіл Повча і Будераж.

Простежується певна неоднорідність розподілу експозиції схилів на території Повчанської височини. Переважають схили північної (17 %) та трохи рідше південної (15 %) експозицій. Помітно простежується домінування схилів північної та південної експозиції в центральній частині, приурочені до водотоків, які протікають у широтному напрямі (див. рис. 8).





МАСШТАБ 1:200 000

Рис. 7. Крутість схилів Повчанської височини  
Fig. 7. The steepness of the slopes of the Povcha Upland

Великий ареал поширення схилів південної експозиції знаходиться в крайній південній частині Повчанської височини. Він огинає ділянку долини річки Пляшівки. Однакову площу поширення мають схили із північно-східною та південно-західною експозицією (по 13 %). Дещо меншу територію займають схили з північно-західною експозицією (11 %), західною, східною, та південно-східною (по 10 %).

Характерною для Повчанської височини є наявність плоских поверхонь з нульовою крутизною. Такі ділянки поширені переважно в північній частині досліджуваної території та приурочені до річкових долин Стиру. Ці вирівняні ділянки також спостерігаються біля сіл Торговиця, Малеве та Берестечко, які знаходяться в північно-західній частині Повчанської височини. Повсюдного поширення плоскі поверхні не мають і займають лише 1 % площі досліджуваної території (див. рис. 9).

Загалом територія характеризується строкатим розподілом експозиції схилів, що пов'язано з густою мережею річок та струмків.

#### Експозиція схилів

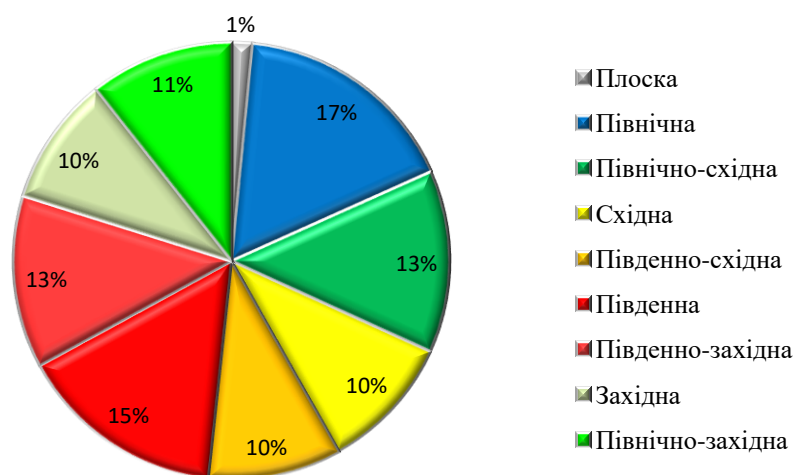
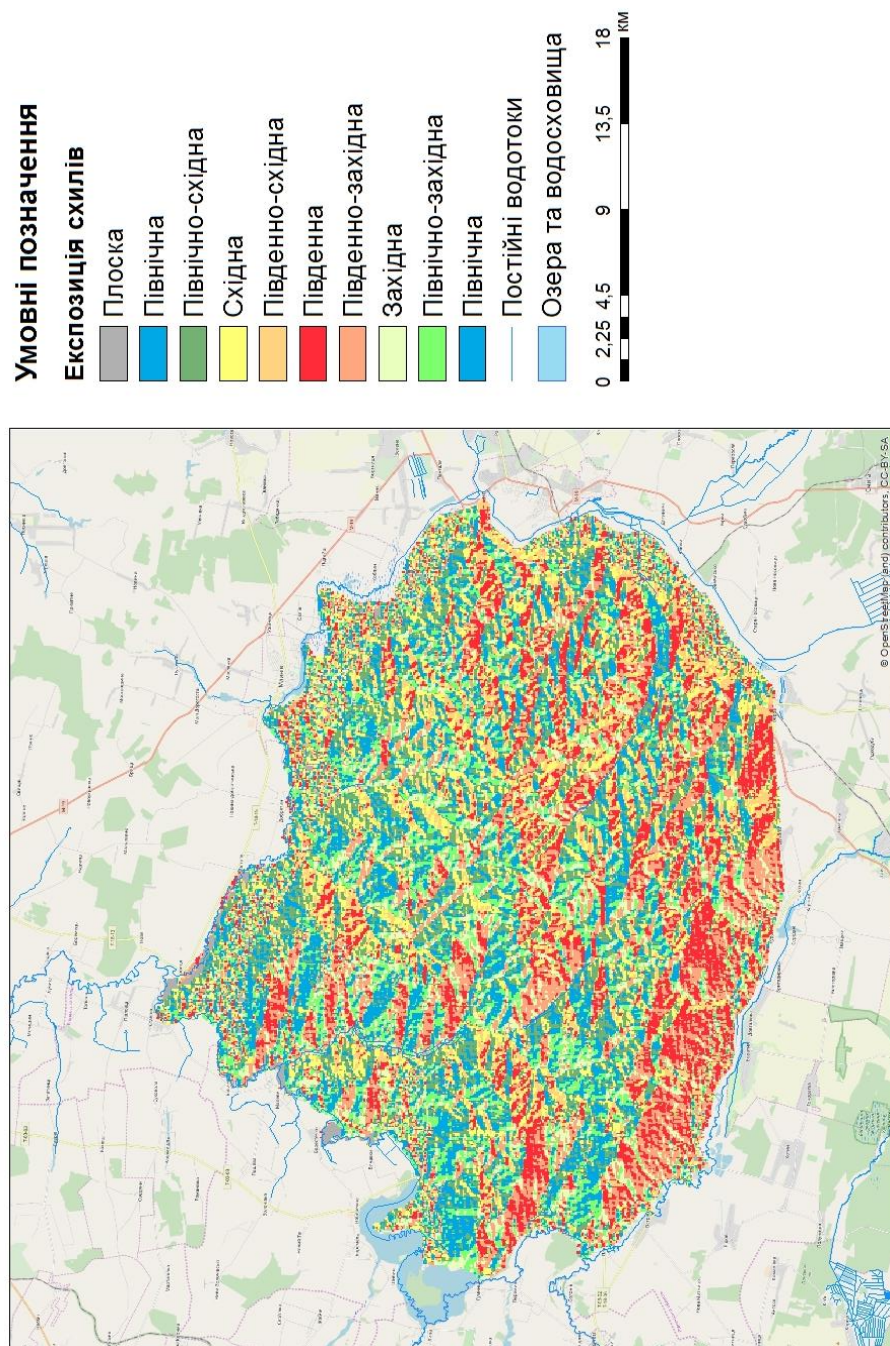


Рис. 8. Розподіл схилів Повчанської височини за експозицією  
Fig. 8. Distribution of the slopes of the Povcha Upland by exposition

Морфометричний аналіз дає змогу оцінити параметри рельєфу Повчанської височини. Морфометричні показники нерівномірно розподілені на території. На підставі проведених досліджень, створено морфометричні карти: горизонтального розчленування, вертикального розчленування, крутості схилів, експозиції схилів. Крутість схилів та величина вертикального розчленування зменшується від центру до периферії.

**Подяки.** Дослідження частково фінансоване Національним фондом досліджень України і є частиною проекту “Розвиток палеокріогенних процесів у плейстоценовій лесово-грунтовій серії України: інженерно-геологічний, ґрунтовий, кліматичний, природоохоронний аспекти” (реєстраційний номер 2020.02/0165).



МАСШТАБ 1:200 000

Рис. 9. Експозиція схилів Повчанської височини  
Fig. 9. Exposition of the slopes of Povcha Upland

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жданюк Б. С., Ковальчук І. П., Андрейчук Ю. М. Геоекологічний аналіз Мізоцького кряжу і його змін під впливом природних та антропогенних чинників: монографія. Луцьк, 2015. 275 с.
2. Уженков Г. А., Герасимов Л. С. Геологическая карта листа М–35–XIV. Серия Вольно-Подольская. Москва, 1966.
3. Цысь П. М. Геоморфологія УРСР. Львів: Вид-во ЛДУ, 1962. 224 с.
4. Цысь П. Н. Схема геоморфологического районирования западных областей УССР // Учёные записки ЛГУ. Львов: Изд-во ЛГУ, 1951. Т. XVIII. Вып. 1. С. 11–62.
5. SRTM 90m DEM Digital Elevation Database [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://srtm.csi.cgiar.org/download>.

## REFERENCES

1. Zhdanyuk, B., Kovalchuk, I., & Andreychuk, Yu. (2015). *Geoeological analysis of the Mizotsky ridge and its changes under the influence of natural and anthropogenic factors*. Lutsk, 275 p. (in Ukrainian).
2. Uzhenkov, G. & Gerasimov, L. (1966). Geological map of sheet M–35–XIV. Series Volhyn-Podolsk. Moscow (in Russian).
3. Tsys, P. (1961). *Geomorphology of the USSR*. Lviv, 224 p. (in Ukrainian).
4. Tsys, P. (1951). Scheme of geomorphological zoning of the western regions of the USSR. *Uchenye zapiski LSU, XVIII(1)*, 11–62 (in Russian).
5. SRTM 90m DEM Digital Elevation Database. URL: <https://srtm.csi.cgiar.org/download>.

Стаття: надійшла до редакції 23.10.2020  
доопрацьована 13.11.2020  
прийнята до друку 21.11.2020

## MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE RELIEF OF THE POVCHA UPLAND

**Anna Vasylenko**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
P. Doroshenko St., 41, UA – 79007 Lviv, Ukraine,  
e-mail: [anna.vasylenko@lnu.edu.ua](mailto:anna.vasylenko@lnu.edu.ua)*

The interest in the Povcha Upland is not accidental. There has been almost no specialized research and the existing stock information does not reflect the real situation of modern relief; there is a need for more detailed research. Morphometric analysis of the relief is one of the most effective methods for its study. The use of GIS technologies and digital elevation models makes it possible to create thematic maps of the most essential morphometric relief indicators.

Methods of digital elevation modelling were used during morphometric relief analysis. It allowed us to characterise this area by quantitative and qualitative indicators of relief. The key morphometric indicators of the relief of Povcha Upland are highlighted. A series of morphometric maps was made using ArcMap.

Based on the digital elevation model of SRTM using GIS, the complex morphometric assessment of the Povcha upland territory is executed. Maps of hypsometry, slopes, aspect ratio, range relief and drainage density are constructed.

*Key words:* Povcha Upland, digital elevation model, morphometry, hypsometry, slope, aspect, horizontal dismemberment of a relief, vertical dismemberment of a relief, GIS.