

УДК 551.4

Г. Р. Байрак

Львівський національний університет імені Івана Франка

## МОЖЛИВОСТІ ГІС ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЄФУ І ПРОЯВІВ СУЧАСНОЇ ЕКЗОДИНАМІКИ

В статті розглянуто методичні прийоми визначення і візуалізації морфометричних показників рельєфу у ГІС. Виконаний поєднаний аналіз морфології рельєфу і проявів зсувних процесів у Верховинських Карпатах. Виявлені певні закономірності у розподілі процесів згідно морфологічних особливостей рельєфу.

**Ключові слова:** морфологія рельєфу, ГІС, поєднаний аналіз морфології рельєфу, геології і проявів зсувних процесів.

Г. Р. Байрак

### ВОЗМОЖНОСТИ ГИС ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА И ПРОЯВЛЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ ЭКЗОДИНАМИКИ

В статье рассмотрены методические приемы определения и визуализации морфометрических показателей рельефа в ГИС. Выполнен совмещенный анализ морфологии рельефа и проявлений оползневых процессов в Верховинских Карпатах. Выявлены определенные закономерности в распределении процессов согласно морфологических особенностей рельефа.

**Ключевые слова:** морфология рельефа, ГИС, совмещенный анализ морфологии рельефа, геологии и проявлений оползней.

G. R. Bayrak

### GIS FACILITIES USEFUL TO DISPLAY THE RELIEF CHARACTERISTICS AND FORMS OF MODERN EXODYNAMICS

The article deals with methodical techniques designed to compute and visualize morphometric parameters of relief in GIS. A combined analysis of morphology and topography and landslide development in Verhovynsky Carpathians is made. Certain patterns in the distribution process by morphological features of relief are identified.

**Keywords:** morphology relief, GIS, combined analysis of morphology, topography, geology, and landslide development.

**Вступ.** Один з аспектів ГІС-аналізу полягає в отриманні та відображенні морфологічних характеристик рельєфу. Дослідження в цьому напрямі активізувались у зв'язку з можливостями автоматичного та напівавтоматичного обчислення показників цифрових моделей рельєфу (ЦМР). ЦМР є частиною цифрової моделі місцевості (ЦММ), що включає дані про ріки, дороги, ліси, населені пункти тощо. Побудова ЦМР важлива для ряду галузей, на об'єкти яких у великій мірі впливають морфометричні показники рельєфу. Так, крутість схилів впливає на вибір площадок для будівництва споруд, прокладання гірськолижних трас, закладання сільськогосподарських угідь. Показник експозиції схилів важливий у сільському господарстві, впливає на характер розміщення житлових та рекреаційних споруд. Кривизна поверхні лежить в основі визначення затрат при прокладанні трас трубопроводів і різного роду шляхів сполучень. Складні і нерівномірні морфометричні характеристики рельєфу є одним із чинників розвитку екологічно несприятливих сучасних екзогенних процесів, які в разі активізації приносять суттєві матеріальні і моральні збитки [5]. Тому морфометричний ГІС-аналіз рельєфу є важливим аспектом сучасних науково-практичних досліджень у різних галузях господарства країни.

**Вихідні передумови.** Дослідження морфології рельєфу активізувались в останнє десятиріччя з розвитком технологій ГІС-аналізу. В Україні існує кілька осередків наукових досліджень в галузі природознавчих ГІС: київська школа науковців центру

аерокосмічних досліджень Інституту геологічних наук НАНУ (М. Попов), університету біоресурсів і природокористування (С. Кохан, А. Москаленко); одеська школа ґрунтознавчих геоінформаційних досліджень ОНУ ім. І. Мечнікова (О. Світличний, С. Плотницький); львівська школа з ландшафтних, флювіальних, геоморфологічних та екологічних геоінформаційних досліджень ЛНУ ім. І. Франка (І. Круглов, Ю. Андрейчук, А. Михнович, Т. Ямелинець, Г. Байрак, О. Мкртчян); харківська школа науковців національного аерокосмічного університету (Г. Красовський), ХНУ ім. В. Каразіна, (І. Черваньов, С. Костріков). Проте власне аналізу морфометричних показників рельєфу та висвітлення чинників розвитку екзогенних процесів засобами ГІС приділена недостатня увага.

**Мета роботи** — показати методичні прийоми знаходження і висвітлення морфометричних показників рельєфу у ГІС та можливості їхнього застосування в екзодинаміці.

**Виклад основного матеріалу.** ЦМР отримують векторизацією (оцифруванням) горизонталей у робочому вікні геоінформаційної програми і присвоєнням їм значень висот у табличній формі. Кожна горизонталь стає головним компонентом цифрової моделі і формує зовнішній вигляд рельєфу [4]. Після векторизації горизонталей, записаних у вигляді шейп-файла (.shp), ГІС будує об'ємну модель рельєфу у вигляді TIN — Triangular Irregular Network (трикутної нерегулярної мережі). Нерегулярною вона є тому, що розміри трикутників різні в залежності від щільності горизонталей.

За даними ЦМР визначили такі головні морфометричні характеристики рельєфу: 1) відносне перевищення висот, 2) горизонтальне розчленування рельєфу, 3) крутість схилів та їхній ухил, 4) експозицію схилів, 5) поздовжню і поперечну кривизну контурів, 6) частоту і щільність розміщення об'єктів.

Дані моделі TIN представлені у вигляді класифікації рельєфу за значеннями його висот. Кожній градації висот при цьому присвоєний певний колір. Збільшенням чи зменшенням кількості класів, дістають густішу чи рідшу градацію висот, внаслідок чого зростає чи знижується гіпсометрична деталізація рельєфу. Детальність відображення поверхні рельєфу задають перед класифікацією, виставлянням розмірів комірок моделі (cell size).

Під час обчислення морфометричних показників рельєфу з використанням його цифрової моделі виникає потреба виокремити певні градації висот, верхнє і нижнє значення яких не співпадає з градаціями, виділеними програмою автоматично. Наприклад, у поданих дослідженнях були відображені абсолютні висоти Карпат, на яких найбільше проявляються зсувні екзогенні процеси. Їх треба задати у просторі ЦМР. Звичайно, можна задати стільки класів, щоб рельєф став розбитий за висотами майже через один метр. Тоді виділити потрібні градації через команду «Властивості»/«Символи». Однак, з великою класифікацією погано справляється оперативна пам'ять.

У цьому випадку були виконані обчислення  $H_{min}$ ,  $H_{max}$ . Проміжок висот був розбитий на  $k$  підпроміжків так, щоб серед точок розбиття зустрічались деякі задані висоти  $L_{min}$  та  $L_{max}$ . Тоді визначили найбільший спільний дільник трьох чисел  $NSD(H_{max} - H_{min}, L_{max} - L_{min}, L_{min} - H_{min})$ . Число  $k$  обчислили за формулою:

$$\frac{H_{max} - H_{min}}{NSD(H_{max} - H_{min}, L_{max} - L_{min}, L_{min} - H_{min})}$$

Далі редагували легенду ЦМР і виставили висоти через  $k$  інтервалів. У робочому вікні програми потрібні проміжки підкреслили відповідним кольором (рис. 1).

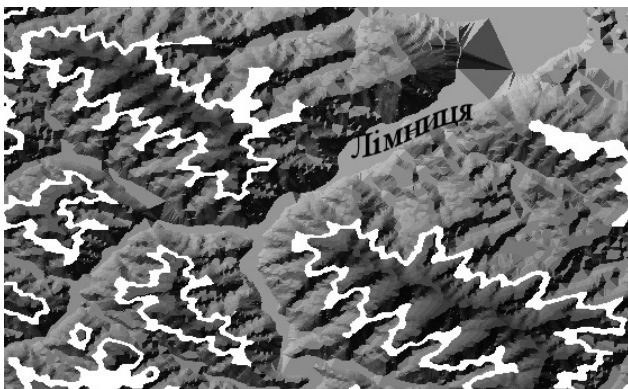


Рис. 1. Виділення інтервалу висот у 960–1000 м на цифровій моделі фрагменту рельєфу Карпат (відображені білуватим тоном). Масштаб 1:100 000.

Такі морфометричні показники, як відносні перевищення вершин над долинами рік, горизонтальне розчленування рельєфу, частоту і густоту розташування об'єктів, форму поверхонь здобувають виконанням вимірювань у просторі ЦМР і подальшими розрахунками за формулами чи аналітичним шляхом.

Відносні перевищення висот ЦМР обчислили як відношення різниці найбільшої ( $H_{max}$ ) і найменшої ( $H_{min}$ ) висот місцевості:  $\Delta H = H_{max} - H_{min}$  з використанням вікна Властивості шару/Символи/Класифікувати. Окрім перевищень рельєфу, за відмітками абсолютних висот, зазначених у легенді ЦМР, встановили середню висоту місцевості та амплітуду абсолютних висот. Ці показники ілюструє поперечний профіль рельєфу, який виконаний у модулі 3d Analyst командами «Інтерполювати лінію» і «Створити графік профілю» після побудови TIN (рис. 2). Після відображення точкового шару зсувів, їхня локалізація стала видима на поперечному профілі, що дозволило виявити закономірності їхнього розташування на привершинних, середніх чи нижніх частинах схилів.

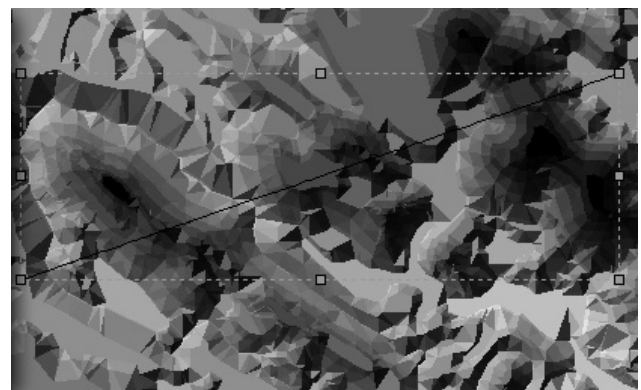


Рис. 2. Відображення поперечного перерізу рельєфу гілянки Славської Верховини. Масштаб 1:50 000.

Вертикальне розчленування рельєфу і його візуалізацію у ГІС задавали також іншим шляхом — через використання комплексу ArcToolbox в рядку «Інструменти Spatial Analyst» обранням команди «Сусідство».

Горизонтальне розчленування визначають як відношення суми довжин ліній, що розчленовують міс-

цевість ( $\Sigma L$ ), до площі досліджуваної території ( $S$ ):

$$\Delta D = \frac{\sum L}{S}$$

Показниками горизонтального розчленування є також середня площа елементарних схилів поверхонь, середня довжина орографічних ліній, сумарна довжина рік, густина орографічних ліній [1].

Найбільш поширеним способом розрахунку густоти розчленування є визначення суми довжин тальвегів до площі в 1 км<sup>2</sup>. Акцентуємо увагу, що в даній роботі за площу ділянок не взяті не квадрати кілометрової мережі, оскільки такі картограми, слабо відображають закономірності розподілу густоти розчленування на території досліджень. Були обчислені площі басейнів рік другого порядку, в їхніх межах визначені суми тальвегів, і складені результуючі картосхеми з розподілу густоти розчленування рельєфу відносно початкових басейнів рік. Результати є більш інформативними щодо природного розподілу щільності долинних форм на досліджуваній території [2]. Густану розчленування рельєфу також можна автоматично візуалізувати за допомогою команд ArcToolbox/Інструменти Spatial Analyst/«Плотность». За їх допомогою відобразили та обчислили також щільність розташування проявів зсувів

Зазначимо, що автоматично у модулях Spatial Analyst і 3d Analyst через команди «Ізолинія», «Уклон», «Експозиція» були зображені відповідно кривизна контурів рельєфу, його крутість (град.) та експозиція схилів.

Морфометричні показники ЦМР знаходять своє застосування в екзодинамічних дослідженнях і візуалізації морфологічних чинників сучасних екзогенних процесів.

Одним із прикладів застосування ЦМР рельєфу стала спроба відображення у її просторі точкового шару зсувів на території Верховинських Карпат. На початку досліджень були виконані геокодування карт і векторизація рельєфу, а також відображені всі прояви зсувів за даними власних польових спостережень і геологіч-

них експедицій. Після цього була зроблена класифікація проявів зсувних процесів за механізмом розвитку і формою в плані, після чого в ArcGIS відображені ці показники. Посьданий аналіз морфометричних карт рельєфу і точкового шару зсувів, показав, що більшість зсувів розвиваються на ділянках з підвищеним вертикальним і горизонтальним розчленуванням рельєфу. Абсолютні висоти, на яких здебільшого розвиваються зсуви, становлять 675–900 м. Переважаюча експозиція схилів – північно-східна і південно-західна, що пояснюємо специфікою простягання гірських хребтів. Крутість схилів здебільшого 25–45° (рис. 3). Приурочені зсувні тіла до нижньої, придоліної частини схилів, рідше – до середньої. На привершинних схилах зсувів майже немає.

Посьднання морфометричних і геологічних карт [3], а також точкового шару зсувів у середовищі ArcGIS дозволив виконати аналіз їхніх даних. Встановили, що зсуви-течії, які приурочені до середніх частин схилів, розвинені здебільшого у делювії флішових палеогенових порід. Зсуви блокового ковзання та опливини, локалізовані у нижніх ділянках схилів, відбуваються у глинистих відкладах четвертинного віку. Виконані дослідження дозволяють подати рекомендації щодо передбачення раціонального комплексу протизсувних заходів, які базуються на морфометричних показниках рельєфу із врахуванням геологічної його структури.

**Висновки.** Можливості ГІС для вивчення морфології рельєфу полягають у створенні ЦМР, які забезпечують зручність, континуальність та об'єктивність відображення морфометричних показників. Пошарове відображення геокодованих карт дає змогу виконувати посьданий аналіз цих показників з іншими об'єктами середовища, зокрема, проявами сучасних екзогенних процесів. В результаті встановлено приуроченість проявів зсувних процесів у Верховинських Карпатах до схилів певної крутості, експозиції, відміток абсолютних висот та положення у рельєфі.

**Рецензент:** кандидат географічних наук, доцент  
А. В. Михнович

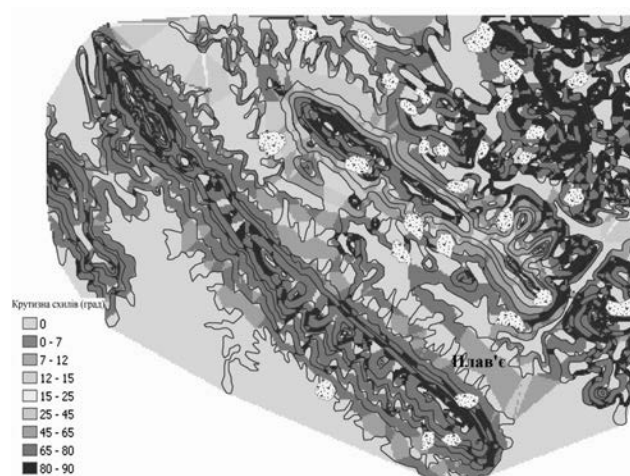
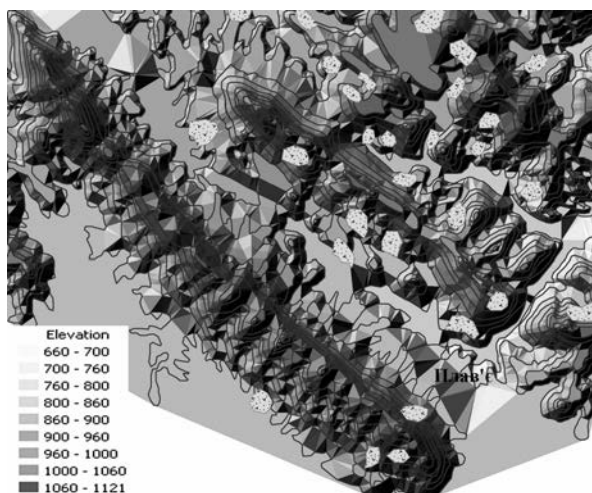


Рис. 3. Локалізація проявів зсувних процесів району Славської Верховини відносно абсолютних висот рельєфу (ліворуч) і крутості схилів (праворуч), виконана у середовищі ArcGIS

## Література:

1. Байрак Г. Висвітлення морфометричних показників рельєфу методами ArcGIS/Г. Байрак//Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. Матеріали міжн. семінару. — Львів, 2008. — с. 135 – 140.
2. Байрак Г. Р. Методичні прийоми визначення та відображення густоти розчленування рельєфу у середовищі ArcGIS/Г. Байрак//Фізична географія та геоморфологія. Вип. 58. — К.: ВГЛ «Обрії», 2010. — с. 137 – 143.
3. Мкртчян О. С. Геоінформаційний аналіз просторових зв'язків морфометрії рельєфу з геологічною структурою (на прикладі західної частини Вододільно-Верховинських і Полонинських Карпат)/Мкртчян О. С. Чушило (Байрак) Г. Р.//Зб. наук праць «Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики». — К., 2008. — С. 144 – 158.
4. Світличний О. О. Плотницький С. В. Основи геоінформатики: Навч. посібн. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. — 295 с.
5. Mykhnovych A. Model based assessment of flood risk and mitigation impacts for the Upper Dnister/[I. Kovalchuk, J. Quast, A. Mykhnovych, V. Ehlert et. al.]/Progress in managing water for food and rural development. — Lviv, UKCID, 2009. — 10 P. (el. publication).

УДК 634.0.9(634.0.2)

В. В. Богомолов\*, А. В. Полупан\*\*, Т. А. Кочнева\*\*, Л. В. Алексеева\*\*, О. В. Остапчик\*\*, О. І. Борисенко\*\*

\*Харківська лісовпорядна експедиція

\*\* Український НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

## ДЕРЖАВНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «ЛІСИ УКРАЇНИ» — ОСНОВА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ЛІСОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Охарактеризовано стан інформатизації лісового господарства України та обґрунтовано необхідність створення єдиної інформаційної системи для всіх рівнів управління галуззю. Завданням цієї системи є створення єдиної бази даних (картографічної та атрибутивної) на всю територію країни та розробка автоматизованих робочих місць фахівців різних рівнів. Наведена схема інформаційних потоків між суб'єктами господарювання. Описано структуру Державної інформаційної системи «Ліси України» та функціональність її блоків: АРМ інженера-таксатора, АРМ інженера лісового господарства, та АРМ фахівця обласного управління та Державного агентства лісових ресурсів.

**Ключові слова:** інформаційна система, ГИС, лісочористування, лісовпорядкування

V. V. Bogomolov, A. V. Polupan, T. A. Kochneva, L. V. Aleksieieva, O. V. Ostapchik, O. I. Borisenko

### ДЕРЖАВНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «ЛІСИ УКРАЇНИ» — ОСНОВА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ЛІСОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Охарактеризовано состояние информатизации лесного хозяйства Украины и обоснована необходимость создания единой информационной системы для всех уровней управления отраслью. Задачей этой системы является создание единой базы данных (картографической и атрибутивной) на всю территорию страны, и разработка автоматизированных рабочих мест специалистов разных уровней. Приведенная схема информационных потоков между субъектами хозяйствования. Описана структура Государственной информационной системы «Леса Украины» и функциональность ее блоков: АРМ инженера-таксатора, АРМ инженера лесного хозяйства, и АРМ специалиста областного управления и Государственного агентства лесных ресурсов.

**Ключевые слова:** информационная система, ГИС, лесопользование, лесоустройство

V. V. Bogomolov, A. V. Polupan, T. A. Kochneva, L. V. Aleksieieva, O. V. Ostapchik, O. I. Borisenko

### STATE INFORMATION SYSTEM "FORESTS OF UKRAINE": FOUNDATION OF INFORMATIZATION OF FORESTRY SECTOR IN UKRAINE

State of forestry informatization in Ukraine is characterized and the necessity of a unified information system for all levels creation for management of the industry is substantiated. Objective of this system is creation of a single database (cartographic and attributive) for the territory of the country, and development of workstations for professionals of different levels. Scheme of information flow between business entities is shown. The structure of the State information system "Forests of Ukraine" and functionality of its blocks: APMs of an appraiser, forestry engineer, regional manager, and the State agency manager — are described.

**Keywords:** information system, GIS, forest management, forest inventory

**Вступ.** Для реалізації лісової політики в сучасному динамічному середовищі необхідно мати гнучкий інструмент управління, побудований на основі останніх досягнень інформатики і комп'ютерної техніки. Використання цих засобів комунікацій у системі управління лісами може принципово підвищити опе-

ративність її роботи. Розвиток засобів збирання та обробки матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє широко використовувати їх як для створення точної топографічної основи лісовпорядних матеріалів, так і для безперервного моніторингу стану лісів [1, 2, 3].