

Чупило (Байрак) Г. Історико-тектонічні особливості формування гідромережі Українських Карпат на основі аналізу 3d-моделі рельєфу // Зб. наук. праць «Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій» – Львів: Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2006. – С.141-151.

УДК 551.4

ІСТОРИКО-ТЕКТОНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МАЛЮНКУ ГІДРОМЕРЕЖІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ 3D-МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ

Галина Чупило

Львівський національний університет імені Івана Франка

Українські Карпати є одним із найбільш вивчених у геоморфологічному відношенні регіоном України. 200-літня історія досліджень цього регіону почалася з праць С. Сташціца (1805), Р. Зубера, В. Тейсейра, К. Толвінського, продовжилася у роботах Г. Величка, С. Рудницького, В. Боднарчука, М. Муратова, П. Цися, К. Геренчука, І. Гофштейна, А. Яна, Р. Сливки та ін. і завершується на даний час монографією Я. Кравчука (2005). Вивчалась геологічна будова і розроблялась стратиграфічна схема, виявлялись тектонічні структури та їхня кінематика, описувався рельєф, історія його розвитку, тектонічна обумовленість, поверхні вирівнювання, встановлювались особливості річкових долин, особливості їхнього закладання, досліджувались річкові перехоплення та терасові комплекси. Проте деякі аспекти стратиграфії, успадкованості долин, проявів тектоніки в рельєфі залишаються до кінця не вивченими. Поява методів автоматизованого аналізу, зокрема ГІС-аналізу, дозволяє здійснювати дослідження якісно іншими способами і доповнити загальну картину вивченості Української Карпат.

Одним із методів геоморфологічного аналізу є аналіз обрисів форм і комплексів форм рельєфу в плані. Аналіз планової побудови дає можливість виявляти закономірності поширення форм рельєфу, їхню орієнтацію, особливості простягання, тип розчленування, границі між різними морфологічними типами. Такі морфологічні характеристики стають основою для літолого-структурних інтерпретацій та виявлення зв'язку рельєфу із тектонікою регіону. Морфологічні особливості читаються на топографічних, гіпсометричних, спеціальних морфологічних картах, відображаються умовними знаками на геоморфологічних картах, простежуються на аерофото- і космоснімках, а в останній час аналізуються дякуючи рельєфній виразності на тривимірних моделях у геоінформаційних програмах.

На основі ГІС-технологій була побудована 3d-модель рельєфу Українських Карпат у масштабі 1:1 000 000 (при збільшенні на екрані без

втрати роздільної здатності 1:200 000). Отримано вигляд рельєфу із кольоровим поділом абсолютним висот, об'ємними формами та світло-тіньовою передачею урвистих відрізків долин. У результаті стали видимими такі риси рельєфу, які до того часу чітко не виділялися, набули більшої виразності гірські хребти і врізи долин рік. Добре відобразилися видовжені та стіжкові гори Бескид, Горган і Покутсько-Буковинських Карпат. До найменших деталей виділились початкові долинні форми гірської споруди, хоча деякі форми стали більш узагальнені, не читабельні, такі зокрема, як куполовидні вершини Полонинсько-Чорногірського хребта. Принцип побудови 3d-моделей рельєфу, що базується на нерегулярній триангуляційній мережі (TIN), а також дрібний масштаб дослідження не дозволив відобразити останцевоподібні вершини цього хребта, накладені на гірські ланцюги. Проте, з другої сторони, відтворено обриси гребеневої його поверхні, що дало можливість простежити конфігурацію і простягання привершинних ділянок масиву. Окремі гірські ланцюги набули таких форм, які до того не були добре виражені, як, наприклад, масив Свидівець (рис.1).

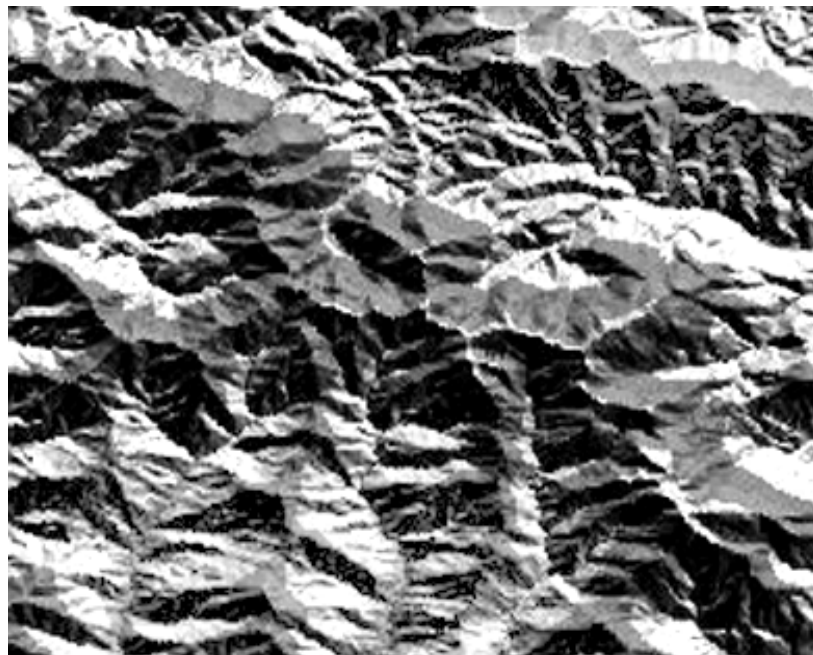


Рис. 1. Гребневий вододіл масиву Свидівець на тривимірній моделі рельєфу

Для покращення результатів дослідження у геоінформаційних програмах застосовано систему фільтрів, що дають можливість акцентувати лінійні елементи рельєфу, а також спосіб зміни джерела освітлення, при зміні якого по чергово підкреслюються поздовжні чи поперечні елементи розчленування. Використано способи зміни висоти та кута огляду моделі, які дозволяють генералізувати зображення і виявляти

регіональні закономірності, або, збільшуючи модель, деталізувати загальний вигляд.

Виходячи із названих особливостей відображення рельєфу, було проаналізовано такі морфологічні його характеристики, як типи розчленування і малюнок гідромережі в плані. Малюнок гідромережі є достовірним індикатором морфології і генезису сучасного рельєфу, тектоніки й неотектоніки, типу та інтенсивності поверхневого стоку. Зазначимо, що на особливості річкової мережі регіону вказували різні автори, зокрема І.Гофштейн (1964, 1995), Д.Свидницький (1964), П. Цись (1963), Я. Кравчук (2005).

Аналізуючи тривимірну модель рельєфу Українських Карпат, встановлено такі типи розчленування їхньої поверхні, які співпадають із морфоструктурами I порядку: *улоговинне паралельно-поздовжнє* (Скибові Карпати); *улоговинно-поздовжнє поперечно-долинне* (Вододільно-Верховинські Карпати); *середньодолинне поперечне* (Полонинсько-Чорногірські Карпати); *великодлинне поздовжньо-поперечне* (Солотвинська улоговина); *ерозійне відцентрове* (Вулканічні Карпати); *дрібнодолинне відцентрове* (Мармароський масив).

Характер розчленування рельєфу зароджувався і переформовувався на кожній з трьох фаз орогенезу Карпатської гірсько-складчастої споруди. Утворення річкової мережі починалося ще у першу фазу складчастості – пізньоолігоценово-нижньоміоценову. Про існування такої давньої мережі можуть лише вказувати широкі фрагменти западинно-улоговинних форм в межах регіону. Такі фрагменти проявляються у вигляді западинно-улоговинних форм у крайовій зоні гірської споруди (долина Стрия, Мізунки-Свічі, Бистриці-Солотвинської, Прута).

Наступна фаза складчастості (середньоміоценова) зумовлює формування лусок Скибових Карпат, локальні піднесення Горган і Внутрішньої зони Карпат, відкладання корелятних відкладів у прогинах. Карпатська споруда виступає як острівна країна всередині спочатку тортонського, а потім сарматського морських басейнів. У низів'ях деяких поперечних рік формуються дельти (Сирет, Пістинка) [8].

Починаючи з нижнього пліоцену формувались поздовжні долини Скибової і частково Вододільно-Верховинської морфоструктури. На даний час вони виявляються широкими улоговинними зниженнями поміж гірськими хребтами, що простягаються у північно-західному–південно-східному напрямі. Сліди пліоценових поздовжніх водостоків виявлено в багатьох випадках (пра-Сян, пра-Дністер, пра-Ріка, пра-Теребля, пра-Тересва, Ясиня-Черемоська долина). Одночасно з названими поздовжніми долинами існували й поперечні [9]. Планова побудова долин на тривимірній моделі показує, що це могли бути такі ріки, як Уж, Боржава, Ріка, Тересва (нагадаємо, Вулканічних Карпат ще не було на той

час), на північно-східному макросхилі – Стрий, Лімниця, Бистриця-Надвірнянська, частково Сирет. Саме ці ріки починали заповнювати знесеним карпатським матеріалом Закарпатський й Передкарпатський прогини і формувати потужну товщу молас. Вони простежуються у вигляді лопастеподібних долинних розширень у крайовій смугі Карпатської споруди.

На тривимірній моделі видно, що вузькі й широкі долинні улоговини простягаються майже поміж кожним гірським ланцюгом Скибових і Вододільно-Верховинських Карпат. Вважаємо, що на їхнє формування у більшій мірі вплинув тектонічний фактор, ніж літологічний. Горизонтальні стискання з боку Східно-Європейської платформи [6] стали поштовхом до видавлювання стійких порід у хребтах і прогинання податливих порід, у яких закладались поздовжні долини. Крім того, геодинамічні GPS-спостереження вказують на існування тектонічних розтягів у північно-західному і південно-східному напрямі, центром яких є морфоструктура Горган. У центральній частині Українських Карпат поперек до осі їхнього простягання відбувся також скид, про що свідчать дослідження рівнів ерозійного врізу М.Жукова (1961) і нижньої ерозійної поверхні А.Яна (1992) [4]. Звідси можна припустити, що активізація такого скидо-розтягу могла вплинути на поздовжнє простягання долинної мережі. Нижньопліоценові піднесення Горган сформували поперечний вододіл, що розділяв північно-західні і південно-східні басейни долин. Не слід також применшувати роль літологічного фактору, оскільки узгодження долин із податливими палеогеновими породами, пришвидшувало денудацію схилів і призвело до формування широких розлогих улоговин. Подальші нижньоплейстоценові інтенсивні піднесення у Зовнішніх Карпатах та прогинання у Передкарпатті вплинули на перебудову долинної мережі і їхній поперечний до осі Карпат стік та глибокий вріз. Поперечні долини у Скибових Карпатах, перетинаючи гірські хребти, мають круті врізи та різкі обриси. Лише на виході з гір їм властиві широкі днища. Винятки становлять деякі перетини поперечних і поздовжніх долин або вузли тектонічних зон, у яких зустрічаються широкі западиноподібні зниження. Проте основним виступає паралельно-поздовжній тип розчленування Скибових Карпат і його виразно передає 3d-модель рельєфу.

Малюнок гідромережі в плані цього регіону є здебільшого *смугастиий*. Проте зустрічаються локальні ділянки із *пір'ястим* малюнком, як, наприклад, у масиві г.Парашки; хребтах Зелем'янка; Аршиця; у масиві г.Скупової (межиріччя Білого і Чорного Черемошу); басейн Прутця-Чемеговського (права притока Прута) (рис.2а). *Відцентровий* малюнок формує г.Біла Кобила на межиріччі Ільця та Бережниць (притоки Білого Черемошу). *Решітчастий* малюнок утворюють субсеквентні притоки на

межиріччя Дністра – Стрия (в районі с.Топільниця); Мізунки – Свічі (район с.Вишкова); в басейні р.Зелениця (правої притоки Бистриці-Надвірнянської) (рис.2б). На формування цих локальних типів малюнку гідромережі вплинули такі фактори, як піднесення купольних структур,

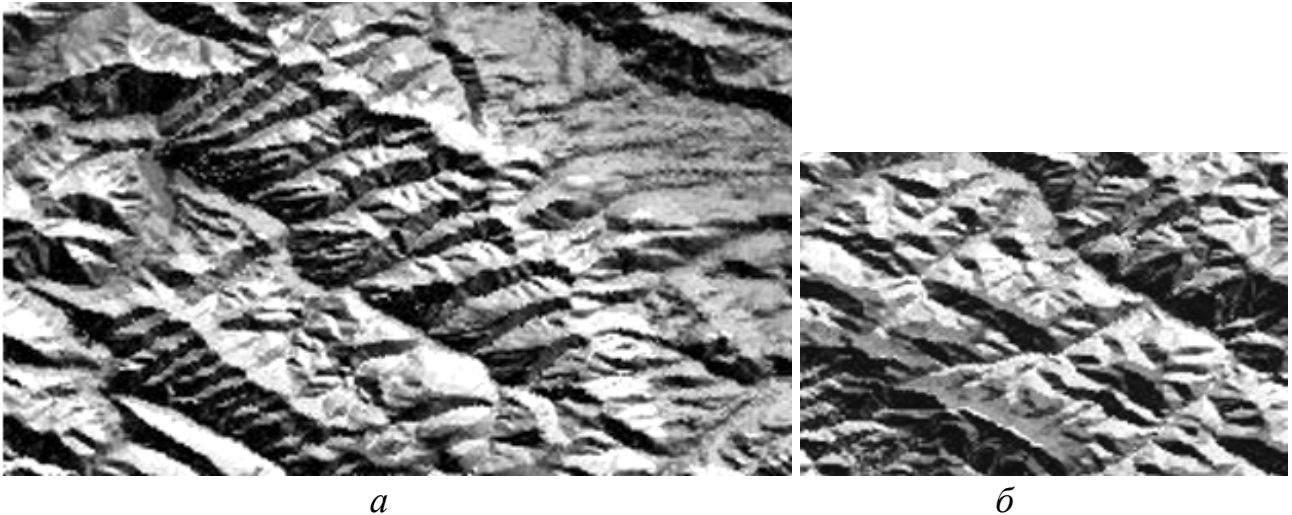


Рис.2. Пір'ястий (а) і решітчастий (б) малюнок гідромережі у басейні Прута

вузли перетину розломних зон, літологічний склад порід. В цілому, дотримуємося тієї думки, що коли на гідромережу більший вплив мають тектонічні структури, то її малюнок є впорядкованим: кільцевий, доцентровий, відцентровий, смугастий, решітчастий; коли впливають у більшій мірі літологічні особливості – малюнок безсистемний: деревовидний, пір'ястий, хаотичний.

Вододільно-Верховинська морфоструктура є перехідною зоною між Скибовою й Полонинсько-Чорногірською морфоструктурами і, як у будь-якій перехідній зоні, тут виражені елементи розчленування однієї й другої морфоструктур. Це зона впливу насувів зі сторони Полонинсько-Чорногірської морфоструктури, а також глибинного Ужокського розлому, що трасує вздовж простягання дану структуру. Названі особливості впливають на її планові обриси. У західній частині (Сянсько-Дністерська верховина, Воловецька верховина) більше виражені поздовжні улоговини. Інтенсивне руйнування податливих порід кросненської зони і слабкий виніс їх за межі басейнів, зумовлює характерний вигляд цієї частини регіону: гірські хребти ніби „плавають” у відкладах своєї руйнації. У східній частині на поздовжнє простягання широких улоговин накладаються поперечні вузькі різковрізані системи долин, решітчастого, деревовидного, іноді безсистемного плану. Ріки, перепилуючи гірські хребти по зонах поперечних розломів, прокладають шлях в напрямі до крайових прогинів. Таким чином, виділяємо у даній морфоструктурі у рівній мірі поздовжнє улоговинне і поперечне долинне розчленування.

Ще одна давня пліоценова поздовжня долина – Верховинська, закладалась на межі Вододільно-Верховинської і Полонинсько-Чорногірської морфоструктур у зоні Ужокського глибинного розлому, для якого характерні горизонтальні зміщення глибинних мас [1]. Це частково пояснює розлогі обриси цієї улоговини. Зображення на тривимірній моделі рельєфу дає змогу визначити зону стоку Верховинської пра-долини у західному напрямі: від р.Сливки (субширотної лівобережної притоки Латориці) тягнуться вузькі прямолінійні врізи долин у південно-західному напрямі (притоки Жданівки, Шипота, Тур'ї), що надалі зливаються з р.Уж. Власне широка давня долина Ужа могла стати тією рікою, яка транспортувала карпатський матеріал Центральної зони і відкладала його у прогині. На думку інших авторів Верховинські пра-долини зливалися з системами долин пра-Сяну [7]. В першому випадку на шляху стоку рік лежить Карпатський вододіл, у другому – вузькі прямі долини малих рік. Модель рельєфу також показує, що у північно-західному напрямі гіпсометричний рівень, на якому лежать долини – притоки Стрия і Сяну є значно вищим, ніж у долин – приток Ужа й Латориці. Тому стік давньої ріки міг проходити саме у південно-західному напрямі.

Цікавими є локальні *віялоподібні* малюнки гідромережі, що зустрічаються як у Скибових, так і у Вододільно-Верховинських Карпатах (рис.3). Такий малюнок проявився на 3d-моделі рельєфу у басейні рік Бистриці-Надвірнянської (біля с.Бистриця), Чорної Тиси (сміт Ясиня), у верхів'ях р.Лючки (с.Берців), Пістинки (с.Космач-Шепіт), Терєблі (с.Колочава). Зважаючи на неактивну тектонічну позицію Вододільно-Верховинської морфоструктури [6] у середньоміоценову фазу

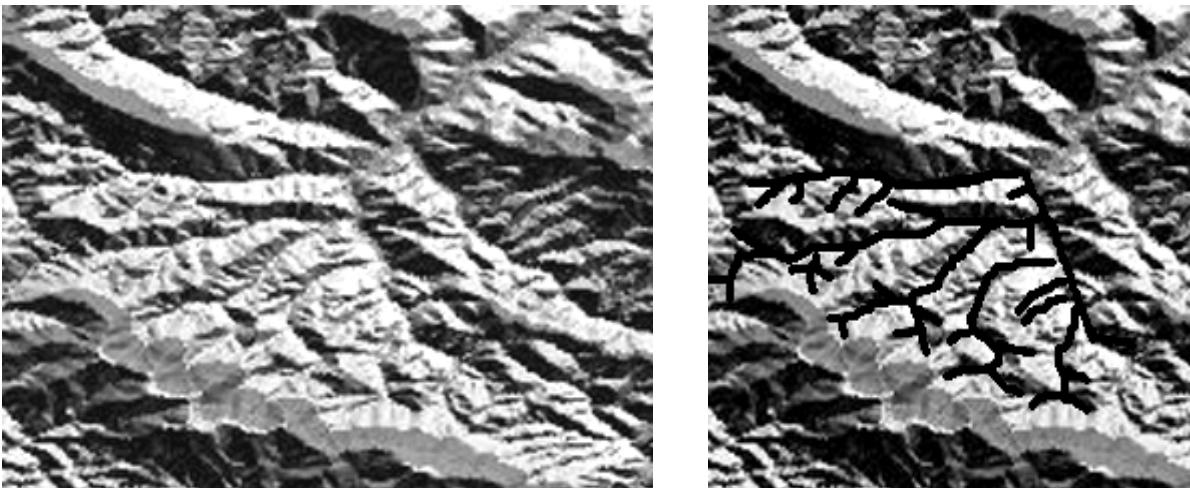


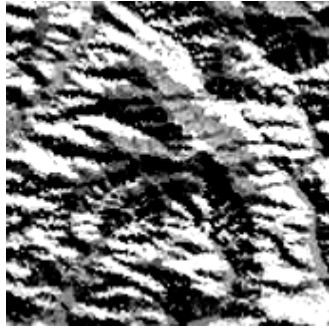
Рис. 3. Віялоподібний малюнок гідромережі у верхів'ї Бистриці-Надвірнянської

складчастості на фоні навколишніх піднять, вважаємо, що тут могли існувати замкнуті лагуни. Сюди імовірно впадали деякі ріки, утворюючи

дельти. Це бути рівнинні ріки, які на той час мали похил з північного сходу на південний захід (сучасні Бистриця-Надвірнянська, Лючка, Пістинка), а також з південного заходу на північний схід (теперішні Чорна Тиса, Терєбля), оскільки віялоподібні малюнки широким фронтом напрямлені в сторону Центральної смуги низькогір'їв. Наступні тектонічні рухи у Горганах на початку пліоцену перебудували напрям стоку долинної мережі на поздовжній.

Нижньо- і верхньоплейстоценові піднесення Полонинсько-Чорногірської морфоструктури остаточно сформували поперечну до осі Карпат річкову мережу. Мережа рік на південно-західному їхньому макросхилі імовірно була швидше закладена, ніж у Скибових Карпатах, оскільки відзначається більш глибоким врізом на короткому проміжку,. Долини тут прорізають стійкі крейдові породи, тому мають вузьчі днища, ніж у «скибових» долин. Характерним є дугоподібне простягання основних гірських ланцюгів, на яке у великій мірі вплинули горизонтальні зміщення та насуви з боку Паннонської плити у північно-східному напрямі, виявлені за GPS-спостереженнями. Зустрічаються фрагменти поздовжніх долин у вигляді дугоподібних смуг чи кільцеподібних улоговин. Поперечні ріки (Латориця, Боржава, Ріка, Терєбля, Терєсва) у середніх і верхніх течіях мають коліноподібні вигини. Деякі ріки, такі як Чорна Тиса, окремі відтинки Терєблі, Терєсви характеризуються прямолінійним простяганням, оскільки на їхню будову більше вплинув тектонічний фактор, ніж літологічний. Зони дислокацій, у яких вони закладені, продовжують бути активними і по сьогодні. Дані сучасних геофізичних спостережень підтвержують, для прикладу, наявність зони розтягів по р.Чорна Тиса [5].

У долинах Полонинсько-Чорногірської морфоструктури локальні доцентрові чи відцентрові малюнки басейну в плані зустрічаються частіше, ніж у Скибовій морфоструктурі. Так, *відцентрове* закладання долин спостерігаємо в окремо стоячих горах на межиріччі Терєблі – Терєсви (г.Менчул, 1501), Терєсви – Малої Шопурки (біля с.Дубове), Ріки – Терєблі (поблизу смт Міжгір'я) (рис. 4а). *Доцентровий* малюнок утворює р.Латориця з притоками Пиною, Вічою, Дусиною, що зливаються у Свалєвській улоговині; верхів'я Боржави з притоками поміж відрогами г.Стій; потік Бруницький, права притока Ріки (рис. 4б).



a



б

Рис. 4. Відцентровий (г. Манчул, *a*) і доцентровий (верхів'я р. Боржави, *б*) малюнки гідромережі

Виразний *кільцевий* малюнок проявляється на межиріччі Тур'ї – Лютянки в басейні Ужа (кільцеві фрагменти успадковує р. Лютянка на різних відрізках), а також на межиріччі Жданівки – Латориці, в межах хребта Велика Гранка. Припускаємо, що вони пов'язані із тектонічними структурами округлого типу (рис. 5).



Рис. 5. Кільцевий малюнок гідромережі у басейні р. Уж

У верхньому пліоцені перед високо амплітудним піднесенням Полонинсько-Чорногірської морфоструктури відбулася вулканічна діяльність в межах Вигорлат-Гутинського хребта. Після того і до нашого часу схили хребта руйнуються водними потоками відцентрового характеру розчленування. Зважаючи на незначну площу поширення цієї системи, річкова мережа не започаткувала яких-небудь великих долинних систем. Характерні малі долинно-балкові форми, що утворюють ерозійний тип розчленування. Суцільність масиву порушують “транзитні” ріки, що течуть у південно-західному напрямі і впадають в Тису. Аналізуючи тривимірну модель рельєфу, завбачуємо, що в період вулканізму гідромережа імовірно була змінена. Ріки, що до того текли у меридіональному напрямі, зливаючись у передгір'ї з Тисою, отримали коліноподібні вигини, обминаючи вулканічні куполи. Так змінила течію

Тур'я і стала впадати в Уж; Латориця, Боржава змінили свій напрям з південного на південно-західний. Меридіональні пліоценові відрізки цих долин перекрилися вулканічними осадами і їх місцезнаходження залишається на рівні здогадок. Плейстоценові підняття Полонинсько-Чорногірської морфоструктури активізували ерозійну діяльність цих рік, які заклали нові долини у зниженнях між вулканічними масивами та розширили їх на даний час. У середньоплейстоценовий період спокою на південно-західному мезосхилі Вигорлат-Гутинського хребта виконувала свою акумулятивну діяльність р. Тиса. Її долина видима на тривимірній моделі як звивиста однорідна смуга. Імовірно вигини співпадають із великими меандрами рівнинної ріки. Верхньоплейстоценові підняття в горах зумовили її відступання в бік Паннонської западини. На північно-східному мезосхилі у плейстоцені, після утворення вулканічного масиву, формувалася давня Цирок-Боржавська долина [2]. Зараз вона проявляється у вигляді поздовжніх улоговин вздовж лінії Закарпатського розлому, які успадкували середня течія Ужа, його притока Тур'я, притоки Латориці Пина і Дусина, середній відтинок Боржави. Її розлогі обриси зумовлені скидо-розтягами у місці проходження Закарпатського глибинного розлому, виявлені за геодинамічними спостереження [3].

Найнижчою за гіпсометричним положенням Карпатською структурою є Солотвинська улоговина. На 3d-моделі вона проявляється як широка однорідна смуга в межах заплави і терас, а також як відокремлені масиви з дрібним розчленуванням в районі горбогір'їв. Єдність фундаменту та густе долинне розчленування дозволяють віднести її до гірської споруди Карпат. Морфологічні обриси більш вказують на окремих від Карпат розвиток цієї морфоструктури. Це пояснюємо тим, що разом із вулканічною діяльністю і підняттям Вулканічного хребта у пліоцені піднімалась і Солотвинська западина. Проте в подальші періоди вона не була активною або зазнавала незначних опускань, що вплинуло на характер її розчленування і низький гіпсометричний рівень у даний час.

Подібним в плані до Вигорлат-Гутинського є відцентровий малюнок гідромережі Мармароського масиву, який спостерігаємо на 3d-моделі рельєфу. Переважають малі і середні долини рік, тому визначаємо тут дрібнодолинний тип розчленування. Структури масиву почали підніматись ще у тріас-крейдовому періоді. Пізніше знову активізувались у неогеновий час. Високо підняті стійкі кристалічні породи ріки не зуміли перепиляти, тому вони в основному беруть тут свій початок (Білий Черемош) або обминають (Біла Тиса). Більш монолітний Рахівський масив має виразне відцентрове розчленування, тоді як для дислокованого по розломах гірському хребту Чивчин властивий шаховий малюнок.

Отже, побудувавши тривимірну модель рельєфу Карпатської гірської споруди, було отримано суттєво інший вигляд планової структури

масиву, ніж на картах чи космознімках. Це дало можливість здійснити аналіз типів розчленування і малюнку гідромережі та ув'язати їх з історико-тектонічною обстановкою регіону. Внаслідок чергувань періодів тектонічної активності чи спокою, гідромережа Українських Карпат перебудовувалась не один раз. Початком закладання річкових систем вважаємо пізньооліоценовий-нижньоміоценовий час, періодом найактивнішого формування – верхньоплейстоценовий. В різні історичні періоди існували великі поздовжні долини, змінювали напрям своєї течії поперечні ріки, впадаючи як у внутрішні лагуни, так і у зовнішні басейни. У сучасний період незначну тектонічну активність підтверджують геофізичні й геодинамічні спостереження, які вказують на ряд поздовжніх і поперечних розтягів. На прояви тектонічних рухів активно реагує гідромережа, що добре виявляється на тривимірній моделі рельєфу.

Література:

1. Бень Я., Олещук О., Корнієнко Є. Структурна геологія поверхні Мохо західного регіону України// Геодинаміка. Вип.1 (11). – Львів, 2006.
2. Демедюк М.С. Геоморфологія // Природа Закарпатської області. – Львів, 1981. – с.48-61.
3. Демедюк М., Заболоцький Ф., Третяк К. та ін. Результати дослідження горизонтальних деформацій земної кори на Карпатському геодинамічному полігоні// Геодинаміка. – 1998. - №1 – С.3-13.
4. Кравчук Я.С. Геоморфологія Скибових Карпат. – Львів, 2005. – 231 с.
5. Назаревич А. та ін. Геоінформаційні технології в геомоніторингових дослідженнях// Геодезія, картографія і аерофотознімання. Вип.63. – Львів, 2003. – С. 266-271.
6. Палиєнко В.П. Новейшая геодинамика и ее отражение в рельефе Украины. – К., 1992.
7. Сливка Р.О. Геоморфологія Вододільно-Верховинських Карпат. – Львів, 2001. – 151 с.
8. Цись П.М. Геоморфологія Української РСР. – К., 1962.
9. Цись П.М. О влиянии геоструктуры и новейших движений на эрозионное расчленение Карпат// Геогр.сб.Львов. ун-та. – 1963. – Вып.7.

HISTORIC-TEKTONICAL FEATURES OF FORMATION OF A HYDROGRAPHIC NETWORK OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS ON THE BASIS OF THE ANALYSIS OF THREE-DIMENSIONAL MODEL OF RELIEF

Galyna Chupylo

Ivan Franko Lviv National University

Having constructed three-dimensional model of a relief of the Ukrainian Carpathians, have gained the image which essentially differs from cards and space pictures. It has enabled to make the analysis figure of a hydronetwork, and also to adhere them to historic-tectonical conditions of region.