ННІ «Інститут геології»

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Олена Іванік, Любов Тустановська

Четвертинна геологія з основами геоморфології та обробка даних ДЗЗ

Практикум

Київ 2022

Четвертинна геологія з основами геоморфології та обробка даних ДЗЗ. Практикум. /О.Іванік, Л.Тустановська/ К.: ВПЦ «Київський університет, 2022. 62 с. Електронне видання.

Автори:
Олена ІВАНІК, доктор геологічних наук, професор
Любов ТУСТАНОВСЬКА, кандидат геологічних наук, асистент

Рецензенти:
Володимир СТЕЦЮК, доктор географічних наук, професор
Марина КРОЧАК, кандидат геологічних наук, доцент

В навчальному посібнику викладено загальні відомості щодо застосування методів геоморфлогічного аналізу та дослідження відкладів четвертинної системи, що використовуються для теоретичних та прикладних геолого-геоморфологічнх долсіджень. Наводиться опис завдань для практичних робіт, що забезпечують набуття загальних та фахових компетнцій зі спеціальнсті - Науки про Землю. Особливу увагу приділено принципам та методам обробки геолого-геоморфологічної інформації їз використанням геоінформаційних систем та даних дистанційного зондування Землі. Посібник розрахований на студентів, що навчаються за спеціальністю «Науки про Землю» та «Геодезія та землеустрій», а також може бути корисним студентам та фахівцям інших спеціальностей.

Рекомендовано до публікації вченою радою ННІ «Інститут геології»
протокол N 4 від 24 листопада 2022 р.

Зміст

Вступ …… 2

Практичне заняття 1. Визначення гіпсометричних та морфометричних характеристик рельєфу за топографічною картою. Побудова топографічного профілю. Визначення морфометричних показників рельєфу…….. 3

Практичне заняття 2. Вивчення та засвоєння принципів побудови карт четвертинних вікладів. Побудова геологічного розрізу за картою четвертинних відкладів заданного масштабу……. 14

Практичне заняття 3. Принципи та схеми розчленування четвертинних відкладів України…….. 21

Практичне заняття 4. Визначення морфоструктурних та морфоскульптурних ознак певної території на загальній геоморфологічній карті……. 27

Практичне заняття 5. Принципи геоморфологічного районування України та характеристика четвертинних відкладів у її межах …… 33

Практичне заняття 6. Визначення новітнього тектогенезу певної території на основі структурно-морфометричного аналізу…….. 39

Практичне заняття 7. Принципи та методи геолого-геоморфлогічного дешифрування даних дистанційного зондування Землі для вирішення теоретичних та прикладних завдань четвертинної геології та геоморфології. Аналіз будови та складу четвертинних відкладів, елементів та форм рельєфу на основі застосування фотограмметричних методів та даних дистанційного зондування Землі…….. 45

Практична робота 8. Застосування інструментів просторового аналізу та моделювання у вирішенні практичних завдань четвертинної геології та геоморфології 52

Список рекомендованих джерел…… 59

Вступ

Практикум з навчальної дисципліни «Четвертинна геологія з основами геоморфології та обробка даних ДЗЗ» призначений для студентів, що навчаються за спеціальністю 103 - Науки про Землю та 193 – Геодезія та землеустрій. Ця дисципліна займає одне з базових місць при підготовці фахівця за освітнім рівнем «бакалавр», оскільки є дисципліною, що надає та поглиблює знання з теоретичних та практичних основ геологічної та геоморфологічної науки, визначає головні напрямки дослідження морфолітогенетичних процесів, аналізує важливі взаємозв‘язки між формування рельєфу та відкладів, визначає напрями вивчення палеогеографічних умови четвертинного часу. Практикум включає опис завдань та етапи виконання практичних робіт, в результаті яких студент отримує необхідні знання та здобуває навички щодо принципів та методів стратиграфічного розчленування четвертинних відкладів, визначення генетичних типів континентальних відкладів, побудови карт четвертинних відкладів та кореляції розрізів, аналізу елементів та форм рельєфу. Практичні роботи передбачають засвоєння принципів побудови геоморфлогічних карт, з’ясування динамічних проявів новітніх тектонічних рухів, а також виділення та аналізу морфоструктурних та морфоскульптурних ознак рельєфу.

Важливим елементом робіт є застосування методів ГІС-аналізу та просторового моделювання, а також використання сучасних методів та технологій обробки та інтерпретації даних дистанційного застосування Землі для вирішення різнорідних геолого-геоморфологічних завдань.

Виконання кожного практичного завдання оцінюється за результатами його захисту, що дає змогу оцінити ступінь засвоєння студентами теоретичних та практичних навичок за кожною темою.

Описи практичних завдань супроводжуються прикладами щодо їх підготовки та відповідними рекомендаціями щодо представлення отриманих результатів.

Практичне заняття 1

Визначення гіпсометричних та морфометричних характеристик рельєфу за топографічною картою. Побудова топографічного профілю. Визначення морфометричних показників рельєфу

Мета роботи: Визначення морфологічних характеристик рельєфу на основі аналізу топографічної карти, встановлення та аналіз гіпсометричних та морфометричних показників рельєфу, створення морфометричних моделей рельєфу.

Завдання роботи:

1. Аналіз гіпсометричних характеристик рельєфу за топографічною картою.
2. Опис гідрологічних об‘єктів за топокрафічною картою.
3. Побудова та аналіз топографічного профілю денної поверхні по лінії А-В.
4. Побудова та аналіз поперечного перерізу річкової долини.
5. Створення орографічної карти сучасного рельєфу із районуванням за особливостями гіпсометричних ділянок.
6. Визначення типу рельєфу території за топокартою.
7. Визначення морфометричних показників рельєфу та побудова морфометричних карт: а) густоти горизонтального розчленування рельєфу; б) глибини вертикального розчленування рельєфу; в) кутів нахилу земної поверхні; г) аналіз просторового розподілу визначених геоморфологічних показників в межах карти.

Головні терміни та визначення

Геоморфологія – наука, яка вивчає форми земної поверхні та Землі в цілому, їх морфлогію, генезиз, вік та географічне розташування.

Рельєф (Relief – випукле зображення на площині) - нерівності земної поверхні. Рельєф утворюється в результаті взаємодії ендогенних (внутрішніх) та екзогенних (зовнішніх) геологічних процесів.

З метою дослідження рельєфу використовуються різні методи геоморфологічного аналізу, головними серед яких є морфологічні, генетичні та історико-генетичні, які спрямовані відповідно на дослідження морфології, генезису та віку рельєфу.

Основні категорії вивчення рельєфу:

- **морфологія** (сучасний вигляд рельєфу)**;**
- **генезис** (розвиток (історія формування рельєфу);
- **вік** (абсолютний та відносний);

- **динаміка** (зміни форм рельєфу у морфологічному, часовому, просторовому та генетичному відношенні).

Морфологічні методи передбачають аналіз і класифікацією форм рельєфу та спрямовані на опис форм рельєфу (***морфографічні методи***), а також визначення кількісних показників рельєфу (***морфометричні методи)*** із визначенням розмірів, абсолютних та відносних висот, крутизни та форм схилів, ступеня ерозійного розчленування тощо.

Класифікація форм рельєфу виконується:

- за морфологічними ознаками: формами профілю межиріч, схиловими поверхнями, формами рельєфу, розташуванням тощо;
- за морфометричними показниками: вертикальним та горизонтальним розчленуванням, крутизною схилів, коефіцієнтом меандрування річок, звивистості берегових ліній тощо.

За морфологічними властивостями форми рельєфу поділяються на:

Прості/вторинні - зазвичай невеликі за розміром форми, які мають більш менш правильний геометричний абрис і не поділяються на менші утворення. Такі форми ускладнюють більші структури і є більш пізніми за часом свого формування.

Складні/первинні – це сукупність простих форм, що утворені в результаті їхнього руйнування та розчленування. В цілому на земній поверхні переважають складні форми.

Серійні – прості форми, які формуються послідовно одна за одною по мірі росту більш складної форми.

Додатні/опуклі – форми рельєфу, які займають додатнє положення по відношенню до прилеглої поверхні (наприклад, гірські хребти є додатніми по відношенню до рівнинної поверхні).

Від'ємні/увігнуті – форми рельєфу, які займають від'ємне положення по відношенню до прилеглогії поверхні.

Замкнені/закриті – форми рельєфу, які з усіх боків обмежені схилами або лініями бровок чи підошв. Замкнені форми рельєфу можуть бути як додатні, так і від'ємні. Прикладом замкненої додатної форми рельєфу є пагорб, який має чітку замкнену лінію підошви. Прилкадом від'ємної замкненої форми є карстова лійка, яка обмежена замкненою лінією бровки.

Незамкнені/відкриті – це форми, якізазвичай не мають схилів з одного або двох боків і є переважно від'ємними формами. Типовим прикладом незамкненої від'ємної форми є яр, що обмежаний із двох боків схилами, він має чітко виражені лінії бровок, але відкритий у бік найближчого зниження. Горизонталі, що оконтурюють незамкнені відкриті форми на топографічних картах, ніколи не замикаються, тоді як замкнені, закриті форми відображаються горизонталями, що мають вигляд кілець або овалів *(Стецюк та ін., 2009).*

За формою в плані форми рельєфу поділяються на видовжені, округлі, овальні, ізометричні.

Завдання 1. Аналіз гіпсометричних характеристик рельєфу за топографічною картою

Дати опис загального гіпсометричного плану рельєфу по всій території карти. Визначити максимальні та мінімальні абсолютні відмітки, переважаючі відмітки, характер зміни абсолютних висот в межах території карти. Дати характеристику змін рельєфу по всій території, враховуючи вертикальне та горизонтальне розчленування.

Приклад: Обрана територія (Східна частина карти, масштабу 1:50 000, Загоряни) переважно має розчленований рельєф по всій території, переважаючі абсолютні відмітки сягають вище 200 м. Максимальна відмітка рельєфу складає 293,4 м і розташовується на пагорбі праворуч ставка Рошка. Мінімальна висота – 107,8 м є урізом води річки Стохід, яка протікає у південній частині території. Амплітуда висот території складає 185,6 м. Розчленування рельєфу території зумовлено наявністю та розвитком гідрографічної мережі та яружно-балкової системи….

Завдання 2. Опис гідрологічних об'єктів за топокрафічною картою

До гідрологічних об'єктів території належать річкові долини, озера, джерела.

При описі річкових систем необхідно описати напрямок потоку річок, їх довжину в межах карти, ширину та глибину русла, відмітки урізу води, швидкість потоку, характер відкладів у межах річкової долини, використавши умовні позначення карти. Визначити кількість приток у головних річках та їх порядки. Встановити тип рисунку гідрографічної сітки за такими типами: деревоподібний, пір'ястий, решітковий (ортогональний), паралельний, радіальний, кільцеподібний.

Деревоподібний – головна річка та її притоки утворюють хаотично розгалуджену систему, у якій неможливо виділити єдиний напрямок потоків. Такий тип річок притаманний переважно платформним структурам.

Пір'ястий - коли у стрижневу, головну річку впадають симетрично з обох сторін (під прямим або гострим кутом) притоки. Такий тип річок характерний для куестових областей.

Решітковий (ортогональний) - ланцюги річкової сітки розташовуються за двома взаємно перпендикулярними напрямками. Більш короткі поперечні русла зазвичай приурочені до зон розломів та утворюють рисунок у вигляді сітки. Характерний для складчастих областей.

Паралельний - характеризується паралельною течією річок в одному або протилежному напрямку. Виникає такий тип, як правило, у межах складчастих областей особливо на їх периферії, на нахилених поверхнях та на ділянках,

складених породами різної міцності, круто нахилених або із вертикальним заляганням пластів.

Радіальний - приурочений до річок, які мають центробіжну або відцентрову систему, характерну для вулканів центрального типу, міжгірських западин та ін.

Кільцеподібний, або вилоподібний - виникає по периферії соляно-купольних структур або в межах брахіантикліналей, складених породами різної міцності *(Цись П.М., 1962).*

Для озер необхідно визначити: довжину берегової лінії, її характер (рівна, зрізана тощо), відмітки урізу води.

Наприклад: На топографічній карті зображено такі елементи гідрографії як річки, озера, джерела. На території найбільшою річковою системою є долина р. Припять із найбільшою правою притокою Стохід, яка протікає з північного заходу на південний схід. Жовжина русла річки в межах карти становить 8 км, швидкість течії =0.1м/с. Річка Куболта має дві ліві та дві праві притоки. В руслі річок спостерігаются алювіальні відклади...

Завдання 3. Побудова та аналіз топографічного профілю денної поверхні по лінії А-В

В межах цього завдання виконується побудова топографічного профілю денної поверхні по лінії А-В, виділяються орографічні ділянки, надається гіпсометрична характеристика рельєфу по всьому профілю та у межах кожної орографічної ділянки із аналізом морфологієї поверхні та абсолютних відміток.

Для побудови топографічного профілю по лінії А-В на топографічній карті обирається довільна лінія, яка і буде являти профіль денної поверхні, при цьому необхідно обрати горизонтальний та вертикальний масштаби. Горизонтальний масштаб відповідає масштабу карти, а вертикальний обирається самостійно в залежності від аналізу, пропонується 1: 1000 або 1: 2000 для більш детального опису. Після побудови профілю необхідно надати гіпсометричну характеристику рельєфу по всьому профілю та у межах кожної орографічної ділянки за морфологією поверхні та абсолютними відмітками.

На поздовжніх та поперечних профілях певні форми рельєфу та їх елементи виділяються у вигляді опуклих (додатніх), увігнутих (від’ємних), складних та простих форм. Перехід одних форм в інші може бути поступовий, різкий, східчастий, терасовидний тощо.

Завдання 4. Аналіз морфології річкової долини, побудова морфологічного профілю поперечного перерізу річкової долини у верхній, середній та нижній течії

Побудова морфологічного профілю поперечного перерізу річкових долин проводиться зазвичай у 3-х частинах: верхній, середній та нижній за течією течії за

тими ж правилами, що і побудова профілю денної поверхні. За отриманими профілями необхідно визначити морфологічний тип долини (V-подібний U-подібний, ящикоподібний, терасовий), провести аналіз стадії розвитку річкової долини (юність, зрілість, старість) та охарактеризувати морфологічну будову схилів (симетричний, асиметричний, терасовий тощо).

Завдання 5. Створення орографічної схеми сучасного рельєфу із районуванням за особливостями будови гіпсометричних ділянок

Орографічна карта будується на основі топографічної карти із використанням шкали висот та відповідних умовних позначень.

Створення орографічної карти можливе двома способами: автоматичним та традиційним. Автоматичний метод базується на використанні геоінформаційних технологій зі спеціальним програмним забезпеченням та спрямований на отримання векторних та растрових моделей рельєфу. Традиційний метод базується на використанні топографічної карти та викоремлення певних висот (горизонтальней) за створеною шкалою. За цією шкалою території із найменщими відмітками зафарбовуються темно-зеленим кольором, а найвищими – темно-коричневим. Така градація кольорів візуалізує створену карту для подальшого аналізу. Для створення повноцінної орографічної схеми необхідно зобразити на ній всі гідрографічні об’єкти та абсолютні висоти для орієнтування та прив’язки об’єктів.

Кінцевим результатом є оформлення карти відповідним чином (назва, легенда, масштаб, система координат).

Приклад: Побудова орографічної схеми (рис. 1.1.).

Завдання 6. Визначення морфологічного типу рельєфу території за топокартою

На сучасному етапі розвитку геоморфології класифікація рельєфу здійснюється за його морфографо-морфометричними ознаками, зокрема це класифікація за формами рельєфу, розмірами, положенням земної поверхні суходолу та океанічного дна (рівня океану), поділ земної поверхні на гірські області та рівнини, класифікація гірських областей за висотою, диференціація схилових процесів за ухилом, класифікація за показниками горизонтального, вертикального розчленування рельєфу тощо.

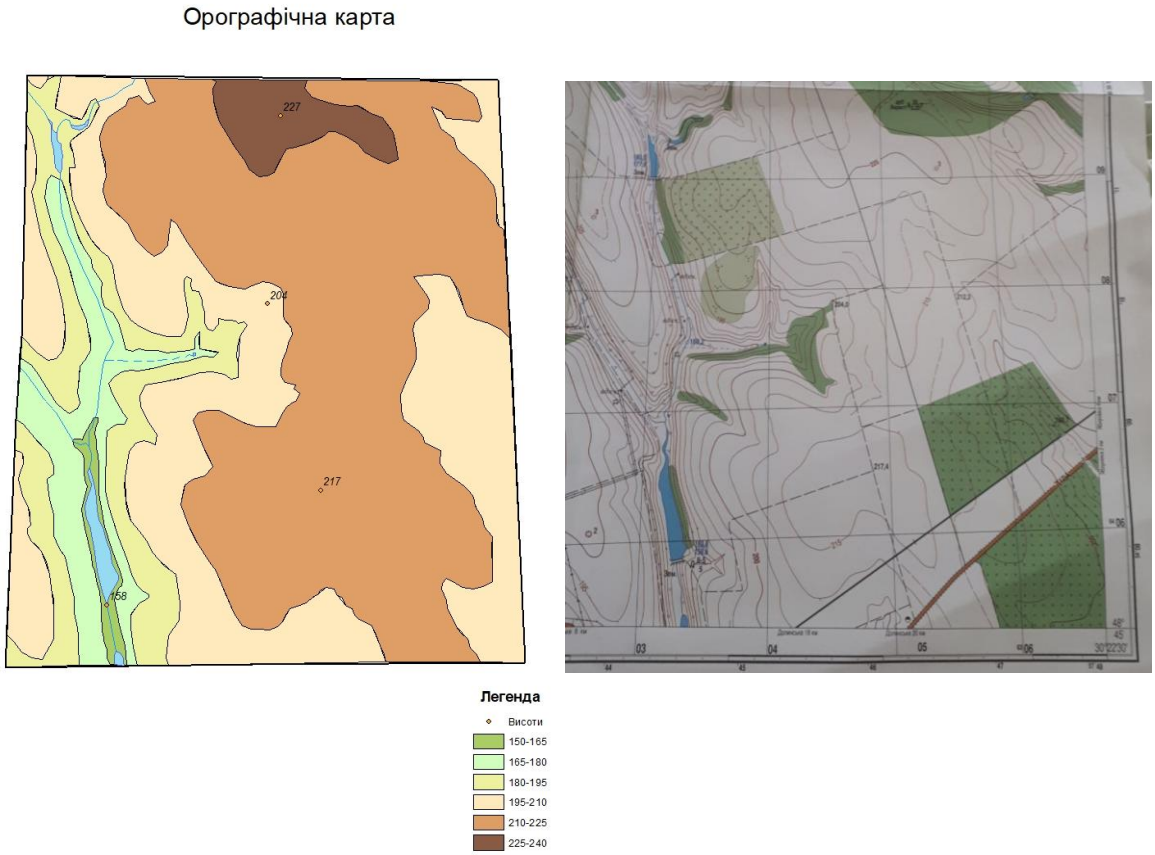


Рис.1.1. Орографічна схема

Виділяють такі морфологічні типи рельєфу**:** низовинний, височинний та гірський рельєф.

Низовинний рельєф - висота якого сягає до 200 м, морфологічно земна поверхня може бути *горизонтальною, нахиленою, увігнутою, випуклою*.

Височинний рельєф має абсолютні відмітки від 200 до 1000 м

До височинного рельєфу відносяться: плато, плоскогір'я, нагір'я.

Плато - складене горизонтально залягаючими чи слабко деформованими породами з рівною чи слабкою розчленованою хвилястою поверхнею, обмежену чіткими уступами від сусідніх більш низьких рівнинних територій. Абсолютні висоти сягають від 200 до 500 м. Якщо територія у геоморфологічному відношенні являє собою плато, то слід визначити його генетичний тип.

Генетичні типи плато: структурне, вулканічне, денудаційне.

Структурне плато - це плато сформоване броньованними, відпрепарованими стійкими пластами осадових або магматичних порід.

Вулканічні плато утворились у результаті виливу на земну поверню лави.

Денудаційні плато за походження та виглядом рельєфу є схожими з височинними денудаційними рівнинами.

У межах височинного рельєфу виділяються також: плоскогір'я та нагір'я.

Плоскогір'я - це широкі плосковершинні височини, складені горизонтально залягаючими чи слабко деформованими породами. Від плато відрізняються більшими абсолютними висотами до 800 м та більше.

Нагір'я - широкі ділянки земної поверхні, що характеризуються складним поєднанням гірських хребтів, масивів, плато, плоскогір'їв та улоговин, які залягають на загальному високо піднятому масивному цоколі.

Гірський рельєф характеризується такими підтипами:

- низькі гори до 1000 м;
- середні гори 1000-3000 м;
- високі гори більше 3000 м.

Завдання 7(а). Визначення показників густоти горизонталного розчленування рельєфу за топографінчою картою заданого масштабу

Морфометричний аналіз є одним із методів геоморфологічного аналізу, що базується на визначенні кількісних характеристик рельєфу. Морфометричні дослідження здійснюються як для загальних завдань геоморфології (опис території, картування та аналіз різних морфологічних особливостей рельєфу), так і для вирішення практичних завдань, які застосовуються у геолорозвідувальних, інженерно-геоморфологічних, екологічних та інших сферах діяльності *(Garsia-Rodriguez, et all, 2008).*

За допомогою використання морфометричних методів вирішуються такі завдання геоморфології:

- за морфометричними параметрами визначають просторове положення земної поверхні в цілому;
- за кількісною характеристикою та морфологічними особливостями земної поверхні виявляють окремі елементи та форми рельєфу, їх сукупність, що дає можливість уточнити морфоструктурні та морфоскульптурні ознаки території;
- на основі морфометричних перетвореннь виділяють розмиті або «стерті» об'єкти, які не мають чіткого відображення на карті, однак необхідні для характеристики морфології земної поверхні в цілому;
- за морфометричними показниками на картах виділяють та фіксують окремі елементи та форми земної поверхні що посилюють зміст вихідних карт, необхідних для наступної кількісної оцінки морфологічних параметрів.

Способи отримання морфометричних показників рельєфу численні та різняться в залежності від ландшафтних умов та геоморфологічних завдань, але найбільш універсальними морфометричними показниками рельєфу є:

- показник густоти горизонталного розчленування рельєфу;
- показник глибини вертикального розчленування рельєфу;
- показник кутів нахилу земної поверхні.

Саме ці показники використовують при загальній кількісній оцінці рельєфу, при визначенні умов формування рельєфу, а також для планування та ведення різних видів господарської діяльності.

Горизонтальне розчленування рельєфу - це відношення довжини тальвегів ерозійних форм до певної площі території.

Для картографування густоти горизонтального розчленування рельєфу використовують, як правило, спосіб трапецій (квадратів). Показник горизонтального розчленування (густоти ерозійної сітки) визначається за формулою:

$$K = \frac{L}{S} \text{ (м)} \qquad (1.1)$$

де К- коефіцієнт густоти горизонтального розчленування рельєфу; L – загальна довжина ерозійної сітки у межах квадрату (м); S- площа квадрату ($м^2$) .

Для визначення показника густоти горизонтального розчленування рельєфу визначаються всі ерозійні форми (до ярів та вимоїн включно), а саме їх тальвеги. Потім карта ділиться на рівновеликі квадрати площею 1 $км^2$. У межах кожного квадрату визначається довжина ерозійної сітки. Для того, щоб уникнути різних параметрів облікових одиниць, неповні квадрати на краях карти доповнюються територією сусідніх районів, і показники густоти ерозійної сітки визначаються як для повного квадрату. Обраховані таким чином показники густоти ерозійної сітки визначаються як для повного квадрату і відносяться до центрів кожного квадрату *(Gershenfield, 1999).* На основі інтерполяції отриманих морфометричних показників, проводяться ізолінії густоти ерозійної сітки (ізоденси), як правило через 0,5 км (м).

У випадку відсутності ерозійних елементів в межах квадрату коефіцієнт (К) буде дорівнювати «0».

Завдання 7(б). Визначення показників глибини вертикального розчленування рельєфу за топографінчою картою заданного масштабу

Вертикальне розчленування рельєфу - це амплітуда коливання висот земної поверхні, тобто перевищення позитивних форм із найвищими відмітками над негативними формами із мінімальними відмітками, або глибина негативних форм відносно вершин позитивних.

Для розрахунків показників глибини вертикального розчленування рельєфу у межах елементарної територіальної одиниці (квадрату площею (1$км^2$) визначають різницю екстремальних висот, тобто:

$$\Delta H = H_{max} - H_{min} \text{ (м)} \qquad (1.2)$$

де $_{\Delta}H$ – показник вертикального розчленування рельєфу; H_{max} – максимальна абсолютна висота (горизонталі) в межах квадрату; H_{min} – мінімальна абсолютна висота (горизонталі) в межах квадрату.

Обраховані таким шляхом показники є максимальними відносними висотами (показниками), які відносяться до центру кожного квадрату. Далі проводиться інтерполяція отриманих значень. Рекомендовано складати основну шкалу ізоліній через 10 м. Однак у деяких районах ізолінії із кроком у 10 м не можуть відобразити особливості вертикального розчленування території. Тому у цьому випадку слід проводити такі ізолінії через кожні 5 м *(Ivanik, et all, 2018).*

Завдання 7 (в). Визначення морфометричних показників кутів нахилу земної поверхні за топографінчою картою заданного масштабу

Кут нахилу земної поверхні - це нахилена гіпсометрична крива поверхні, що визначає величину та характер розчленування рельєфу.

З метою аналізу кутів нахилу земної поверхні їх картографують.

Карти кутів нахилу можуть бути фактичними та середніми.

Карти *фактичних значень* кутів нахилу земної поверхні складаються переважно за картами крупного масштабу та є необхідними для безпосереднього вирішення низки практичних завдань. Карти *середніх* кутів нахилу складаються для загальної характеристики рельєфу земної поверхні з метою фізико-географічного, геоморфологічного, ерозійного районування тощо.

Для складання карт кутів нахилу користуються шкалою закладень. Суть створення карти за шкалою закладень полягає у тому, що на карті виділяють ділянки з однаковим закладенням горизонталей відповідно заздалегідь підготовленій градації кутів нахилу, що знаходиться на самій карті. Перевага цього методу полягає у реальному показі нахилених ділянок земної поверхні.

При складанні карт кутів нахилу будь-яким способом (картограми, ізоліній) принцип вибору інтервалу (градацій) кутів нахилу залежить від призначення та масштабу карти, що створюється, а також характеру рельєфу. Так, наприклад, можна використовувати наступну градацію кутів нахилу для карти масштабу 1:25 000:

0^0-$0{,}5^0$ – майже горизонтальний;
$0{,}5^0$-$1{,}5^0$- слабко похилий;
$1{,}5^0$ – 3^0 – похилий;
3^0-6^0 – сильно похилий;
6^0-12^0 – слабко крутий;
12^0-20^0 – крутий;
більше 20^0 –сильно крутий.

Для створення карт середніх кутів нахилу визначають максимальні і мінімальні кути в межах елементарної територіальної одиниці, знаходять середнє значення і відносять його до центру обраної одиниці. Отримані значення інтерполюють і будують карту середніх кутів нахилу земної поверхні, які визначаються за формулою:

$$\angle \text{сер} = \frac{\angle_{max} + \angle_{min}}{2} \tag{1.3}$$

Використання технологій ГІС та відповідного програмного забезпечення (ArcGIS (пробна версія), QGIS та ін.) із спеціалізованими модулями спрямовані на створення просторових моделей рельєфу та побудову серії морфометричних карт, зокрема: густоти горизонтального розчленування рельєфу, глибини вертикального розчленування рельєфу та кутів нахилу земної поверхні. Побудова карт базується на попередніх розрахунках показників з урахуванням масштабу карт. Для створення серії морфометричних карт створюється геобаза даних *(Іщук та інші 2003).*

При аналізі просторового розподілу визначених просторових морфометричних показників слід вказати на загальний розподіл визначеного показника на досліджуваній території, визначити максимальні та мінімальні значення цих показників, з’ясувати причини та фактори їх просторової мінливості.

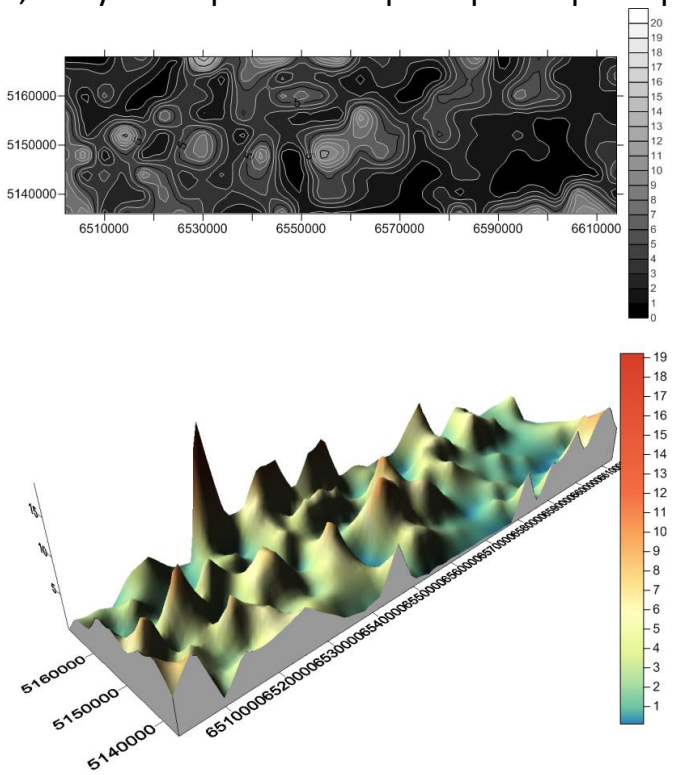


Рис. 1. 2. Морфометрична карта глибини вертикального розчленування рельєфу

Наприклад: За отриманими даними, зокрема показником $_{\Delta}H$ побудовано карту глибини вертикального розчленування рельєфу (рис. 1.2). Визначено

ділянки із максимальними та мінімальними просторовими показниками. Максимальні показники глибини вертикального розчленування (понад 20 м) диференційовані по всій площі території карти, вони приурочені до ділянок із значним перепадом висот, що характеризують активний розвиток яружної системи із глибокими врізами тальвегів ярів та крутими схилами. Мінімальні ...

За такою схемою аналогічно будуються та аналізуються карти густоти горизонтального розчленування рельєфу та кутів нахилу земної поверхні.

Кінцевий результат полягає у співставленні трьох отриманих морфометричних карт та загальної морфологічної характеристики рельфєу.

Питання для самоконтролю:

1. Що вивчає геоморфологія як наука?
2. Які існують типи гідрографічної сітки?
3. Що таке профіль рівноваги річки?
4. Що собою являє гіпсометрична поверхня?
5. За якими параметрами визначають морфологію річкових долин?
6. Як відображено рельєф на топографічних картах?
7. Що вивчає морфометрія?
8. У чому полягає відмінність плоскогір’я і плато?
9. Основні завдання морфометричного аналізу?
10. Що таке вертикальне розчленування рельєфу?
11. В чому полягає сутність визначення фактичних та середніх кутів нахилу земної поверхні?
12. За якою формулою визначається глибина вертикального розчленування рельєфу?
13. Як впливає крутизна схилу на просторові показники глибини вертикального розчленування рельєфу?

Практичне заняття 2

Вивчення та засвоєння принципів побудови карт четвертинних вікладів. Побудова геологічного розрізу за картою четвертинних відкладів заданного масштабу

Мета роботи: вивчення та засвоєння принципів побудови карт четвертинних вікладів, отримання навичок побудови та аналізу геологічного розрізу за картою четвертинних відкладів.

Завдання роботи:

1. Побудова геологічного розрізу за картою четвертинних відкладів.
2. Аналіз будови четвертинних відкладів та умов їх залягання за даними карти та геологічних розрізів.

Головні терміни та визначення

Четвертинна геологія вивчає речовинний склад, генезис та історію формування відкладів четвертинної системи. Основою четвертинної геології є вчення про генетичні типи континентальних відкладів, що відображають єдині процеси утворення рельєфу та осадконакопичення. Поєднаний аналіз форм рельєфу та відкладів, що їх складають, є основоюю ***морфолітогенетичного аналізу***, що є головним напрямком дослідження рельєфоутворювальних поцесів та процесів осадконакопичення четвертиної системи.

Під генетичним типом відкладів розуміють відклади, які виникли в результаті дії певних фізико-геологоічних процесів.

Четвертинні відклади **відрізняються від інших відкладів за такими особливостями:**

- малою потужністю;
- повсюдністю поширення;
- неконсолідованим характером та відсутністю дислокаційних порушень.

Четвертинні вікдлади на території України поширені майже всюди, лише в окремих районах Добнасу, Карпатах, Кримських гір, а також на крутих схилах річкових долин та балок пухких четвертинних відкладів часто немає, або вони мають малу потужність, а на поверхню виступають породи дочетвертинного віку. Потужність четвертинних утворень України незначна і вимірюється метрами та десятками метрів. Найбільша потужність спостерігається в районі Причорноморської і Дніпровсько-Донецької западини, найменша – в районі Донбасу, в Карпатах, Кримських горах, а також на плато Поділля та в районі Українського кристалічного щита.

Четвертинні утворення України представлені континентальними і морськими відкладами.

Континентальні четвертинні відклади покривають майже всю територію України і представлені такими генетичними типами: льодовиковими, флювіогляціальними, алювіальними і алювіально-озерними, озерними, еоловими, елювіальними, елювіально-делювіальними, делювіальними, пролювіальними, осипними та обвальними, зсувними, органогенними та хемогенними.

Морські та лиманно-морські відклади порівняно з континетальними покривають дуже незначну площу; вузькою смугою вони залягають на крайньому півдні України на узбережжі Чорного й Азовського морів і в районі лиманів.

Характерною особливістю четвертинних відкладів є їх строкатий фаціальний склад.

Геологічні карти четвертинних відкладів

За масштабом карти четвертинних відкладів поділяються на такі групи:

а) оглядові – 1:1 500 000 і дрібнішого масштабу;

б) дрібного масштабу – 1:1 000 000 і 1:500 000;

в) середнього масштабу – 1:200 000 і 1:100 000;

г) великого масштабу – 1:50 000 і 1:25 000;

д) детальні – 1:10 000 і більшого масштабу.

Оглядові карти, що охоплюють дуже великі території (регіони, області), складають шляхом генералізації певної кількості аркушів відповідних карт більших масштабів, відтак вони відображають лише загальні риси будови четвертинного покриву в цих регіонах. Зазвичай на них окреслюють поширення головних генетичних типів і великих стратиграфічних підрозділів відкладів четвертинного віку, а також наносять деякі геоморфологічні та палеогеографічні дані. Їхню легенду наводять у вигляді таблиць (матриць).

Карти дрібного, середнього, великого масштабів і детальні (їх також називають картами знімальних масштабів) відрізняються, насамперед, детальністю й точністю положення зображених об’єктів. Стратиграфічний поділ розрізів для них виконують значно детальніше. Окрім основних і змішаних генетичних типів відкладів, на них зображають також і генетичні підтипи та фації відкладів, відображають їхній літологічний склад не тільки в легенді, а й на планшеті.

Для складання карт четвертинних відкладів застосовують ***стратиграфо-генетичний принцип***, згідно з яким на картах четвертинних відкладів відображують тіла відкладів різноманітних генетичних типів, які позначають відповідними кольорами, а їхній геологічний вік – відтінками тих самих кольорів (чим старший вік утворень, тим темніший відтінок використовують для їх позначення) та індексами з літер. Дочетвертинні відклади, незалежно від їхнього віку, позначають темно-фіолетовим кольором, а вік вказують за допомогою відповідного індексу (Маковський, 2016).

Умовні позначення до карт четвертинних відкладів подаються як звичайно, а для дрібномасштабних карт також і у вигляді таблиці (матриці). У цьому випадку генетичні типи відкладів розташовуються послідовно, починаючи від льодовикових, у горизонтальних рядках таблиці; вікові підрозділи утворюють вертикальні ряди, від давніших (ліворуч) до наймолодших (праворуч). Кольорові прямокутники – позначення конкретних відкладів розміщають у тих комірках таблиці, що відповідають їх генезису та віку. Нижче (або праворуч) від таблиці розміщують літологічні, геоморфологічні та інші позначення.

Для кожного регіону розробляється спеціальна легенда, в основу якої кладеться місцева стратиграфічна схема та враховуються особливості будови четвертинних відкладів.

Окремі аркуші (карти) містять в собі: один або два геологічні розрізи, вертикальний масштаб який збільшений; схему геологічної будови, яка дається замість стратиграфічних колонок і показує взаємовідношення різновікових товщ та генетичних типів відкладів в залежності від рельєфу; схему геоморфологічного районування та ін. (рис. 2.3).

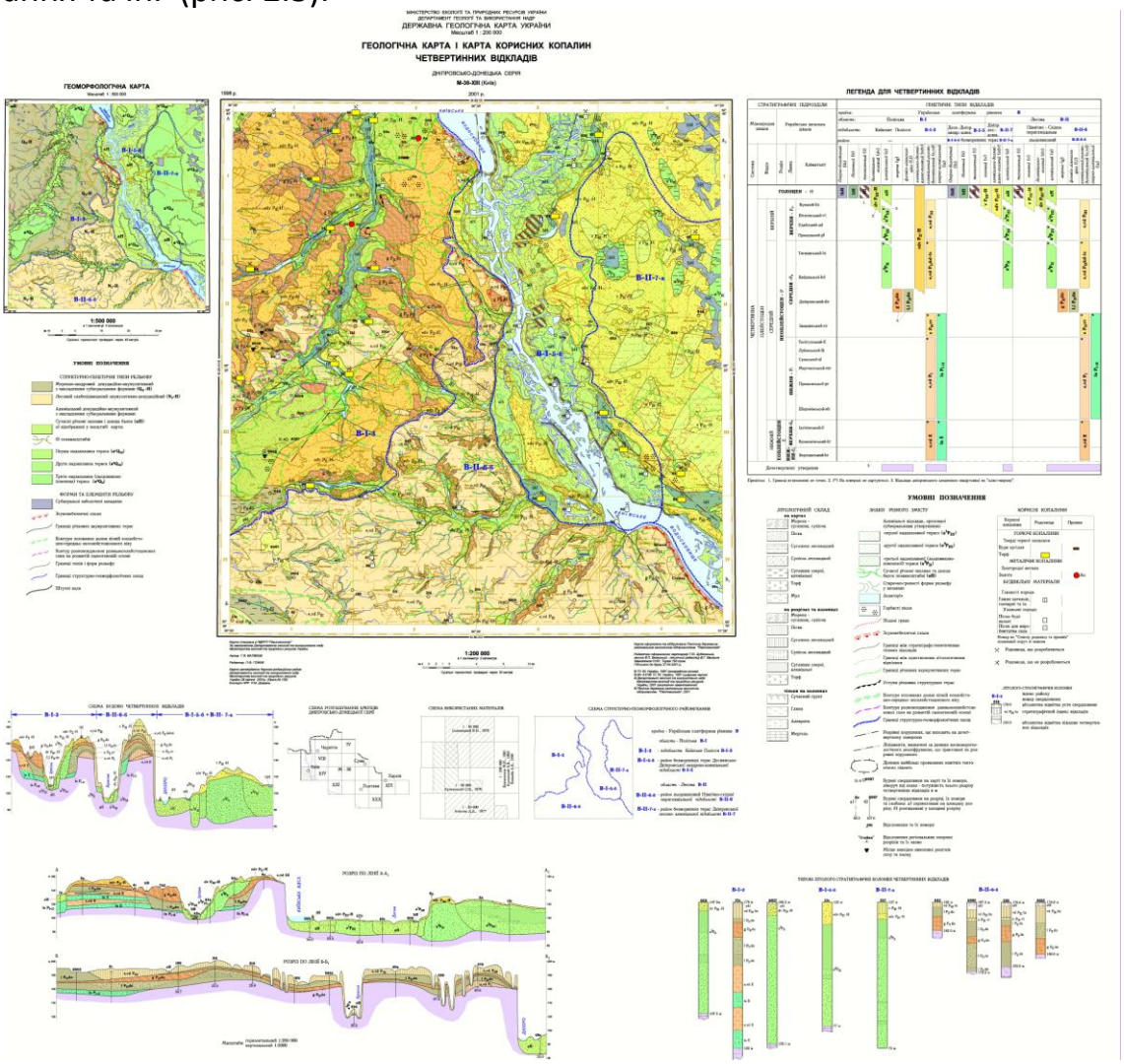


Рис. 2.3. Загальний вигляд листа Геологічної карти і карти корисних копалин четвертинних відкладів, ГДП 200 (https://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma.htm)

На крупно- та середньо-масштабних четвертинних картах 1:200 000 - 1:100 000 картування четвертинних відкладів ведеться на всій території у багатокольоровій стратиграфо-генетичній легенді, кожному генетичному типі відповідає конкретний колір. Літологічний склад відображається системою штрихових умовних позначок, передбачаючи виділення основних літологічних особливостей: піски, суглинки, супіски, глини, галька та інш. Дочетвертинні утворення незалежно від їхнього віку відображаються одним єдиним кольором – фіолетовим.

На картах дрібного масштабу 1:500 000 – 1: 5000 000 генетичні типи відкладів відображено у кольоровій гамі. Літологічні особливості порід на цих картах не відображають, їхній склад дають лише у тексті легенди. Вікові характеристики порід представлені в основному стратиграфічними підрозділами з-за умов маловивченості території.

Взагалі на четвертинних картах масштабу 1:25 000 000 і дрібніше відображують лише основні генетичні типи відкладів.

Генералізація карт четвертинних відкладів відбувається паралельно по трьох самостійних, але взаємопов'язаних напрямках: генезис, вік та літологічний склад відкладів залежно від масштабу (табл. 2.1).

Генералізація генезиса ведеться по схемі від крупномаштабних до дрібномасштабних карт:

- фації;
- генетичний тип (основний та складний);
- парагенетичний ряд.

Генералізація віку:

- шар;
- горизонт (кліматоліт);
- основні розділи (відділи) четвертинної системи;
- стратиграфічні нерозчленовані комплекси.

Генералізація літологічного складу:

- детальна графічна характеристика;
- узагальнена графічна характеристика;
- лише опис в тексті легенди.

Генетичні типи відкладів на морському дні відображені у послабленній кольоровій гамі, яка аналогічно прийнята для їх відображенні на суші.

Таблиця 2.1

Класифікація генетичних типів континентальних відкладів

Парагенетичні ряди	Групи генетичних рядів	Генетичні типи відкладів
		а) термофракційний елювій

Елювіальний	Група елювію	б) кріогенний елювій в) хемогенний елювій
	Група кори вивітрювання	елювій власне кори вивітрювання
	Група ґрунту	а) автоморфні ґрунти б) гідроморфні ґрунти
Схиловий	Гравітаційна група	а) обвальні накопичення б) осипні накопичення
	Водно-гравітаційна група	а) зсувні накопичення б) соліфлюкційні накопичення
	Водно-схилова група	а) делювій б) схиловий пролювій
Водний	Група відкладів руслових водних потоків	а) алювій б) пролювій в) дельтові відклади
	Група озерних відладень	озерні відклади
Підземноводний	Група відкладень печер	а) залишкові зсувні б) водно-механічні в) водно-хемогенні г) органогенні і т.д.
	Група відкладень джерел	а) туфи б) травертини
Льодовиковий	Група власне льодовикових відкладів	а) основні морени б) крайові морени в) бічні морени
	Група водно-льодовикових відкладів	а) прильодовікові б) позальодовікові
	Група льодовиково-озерна	озерно-льодовикові
Вітровий	Група еолових пісків	еолові піски
	Група еолових лесів	еолові леси
Біогенний	Група торф’яників	автохтоний торф’яник
Вулканогенний	Група відкладів водного зносу	Лахари
	Група відкладів джерел	відклади гейзерів
Техногенний	Групи утворень 1. насипних 2. намивних 3. штучних водойм 4. перетворених	а) гірничопромислові б) будівельні в) іригаційні г) господарчо-побутові та ін.

Завдання 1. Побудова геологічного розрізу за картою четвертинних відклдаів заданого масштабу

Геологічні розрізи (профілі) є невід'ємною частиною карти четвертинних відкладів. Зазвичай складають два розрізи, положення яких обирають за тими ж самими критеріями, що і для розрізів до звичайних геологічних карт (рис. 2.4). Щоб розрізи якомога детальніше відображали взаємне положення виділених стратиграфічних горизонтів та їхніх генетичних і структурних компонентів, їхні лінії треба задавати впоперек до головних елементів рельєфу.

Розрізи до карт четвертинних відкладів складають подібно до розрізів загальних геологічних карт. Оскільки потужність стратиграфічних комплексів (горизонтів, шарів і лінз) у четвертинному покриві зазвичай невелика, то вертикальний масштаб для розрізів обирають у 20–40 разів більший, ніж масштаб самої карти (горизонтальний). У тих випадках, коли потужність верств та інших геологічних тіл, які необхідно відобразити на розрізі, дуже мала, допускають 80–100-кратну різницю вертикального і горизонтального масштабів. Недоліком таких розрізів є велике спотворення (значне збільшення) справжніх кутів нахилу поверхонь нашарування.

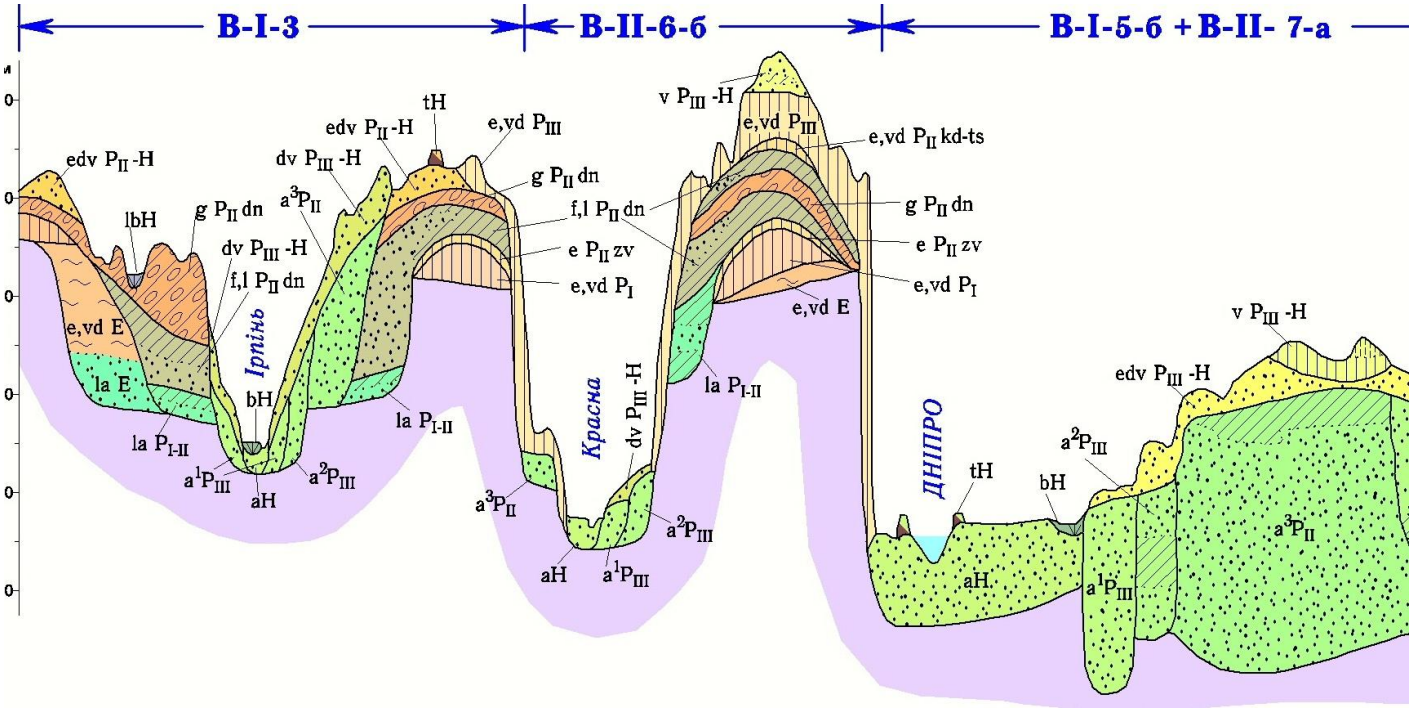


Рис. 2.4. Фрагмент геологічного розрізу четвертинних відкладів

Завдання 2. Аналіз будови четвертинних відкладів та умов їх залягання за даними карти та геологічних розрізів.

Аналіз геологічного розрізу четвертинних відкладів дає свідчення про детальну характеристику геолого-геоморфологічної будови території у четвертинному періоді. Необхідність цього завдання полягає у повному описі прояву ендогенних та екзогенних процесів, що знайшли своє відображення у формах рельєфу. Стратиграфічне розташування генетичних типів відкладів (в межах розрізу) відображає умови їх формування, еволюцію розвитку, вікові характеристики тощо. У взаємодії різних фізико-географічних умов, у тому числі неотектонічних, що вплинули не тільки на характер генетичних типів відкладів а й на їх літолого-фаціальні особливості. Саме за аналізом геологічного розрізу прослідковується згідна та незгідна стратиграфічна залежність порід неотектонічних змін території *(Ivanik, et all, 2019).*

Необхідно дати характеристику змін умов формування території протягом усього четвертинного періоду, звертаючи увагу на стратифікованість відкладів та їх індексацію.

Питання для самоконтролю:

1. Що вивчає четвертинна геологія?
2. Які бувають генетичні типи четвертинних відкладів?
3. В чому полягає взаємозв’язок геоморфології та четвертинної геології?
4. Які відклади відносяться до флювіогляціальних?
5. Під дією яких чинників утворюється делювіальні відклади?
6. Які бувають четвертинні відклади за походженням?
7. Як позначаються дочетвертинні відклади на четвертинній карті?
8. Як на загальній геологічній карті позначається літологічний склад четвертинних відкладів?
9. Як на четвертинній карті позначаються генетичні типи відкладів?
10. За якими параметрами відбувається генералізація карт четвертинних відкладів?

Практичне заняття 3

Принципи та схеми розчленування четвертинних відкладів України

Мета роботи: аналіз принципів та схем стратиграфічного розчленування четвертинних відкладів України, літолого-стратиграфічна та генетична характеристика четвертинних відкладів в межах певної території.

Завдання роботи:

1. Літолого-стратиграфічна та генетична характеристика четвертинних відкладів за отриманою геологічною картою четвертинних відкладів.
2. Аналіз схем стратиграфічного розчленування четвертинних відкладів.

Головні терміни та визначення

Стратиграфічні схеми четвертинних відкладів

Стратиграфічні схеми четвертинних відкладів включають міжнародні (МСШ), загальні та регіональні підрозділи *(Стратиграфічний кодекс України* *https://www.wiki.uk-ua.nina.az/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8.html* .

До МСШ входить система відділ підвідділ (ярус). Четвертинна система поділяється на два відділи: плейстоцен (Р) і голоцен (Н). Плейстоценовий відділ включає в себе три підвідділи (розділи): нижній плейстоцен, середній плейстоцен і верхній плейстоцен.

Загальна стратиграфічна шкала включає в себе розділи, ланки, ступені.

Плейстоценовий відділ включає в себе два розділи: еоплейстоцен (Е) та неоплейстоцен (Р). Еоплейстоценовий розділ має дві ланки: нижній еоплейстоцен (E_I) та верхній еоплейстоцен (E_{II}). Неоплейстоценовий розділ поділяється на три ланки: ранній неоплейстоцен (P_I), середній неоплейстоцен (P_{II}) та пізній неоплейстоцен (P_{III}).

Згідно з **регіональною шкалою**, що була затверджена Українською міжвідомчою стратиграфічною комісією 1992 р., четвертинна система має три розділи: - еоплейстоцен (Е) (1,8–0,79 млн років), що відповідає нижньому плейстоцену міжнародної шкали; - неоплейстоцен (Р) (790–11 тис. років), що відповідає середньому і верхньому плейстоцену міжнародної шкали; - голоцен (Н) (11 тис. років до теперішнього часу) (рис. 3.5).

У схемі стратиграфічного поділу четвертинних відкладів України фігурують 20 регіональних стратиграфічних підрозділів-горизонтів: в еоплейстоцені – п’ять,

неоплейстоцені – чотирнадцять (чотири у нижньому, шість у середньому і чотири у верхньому), в голоцені – один (*Маковський, 2016*).

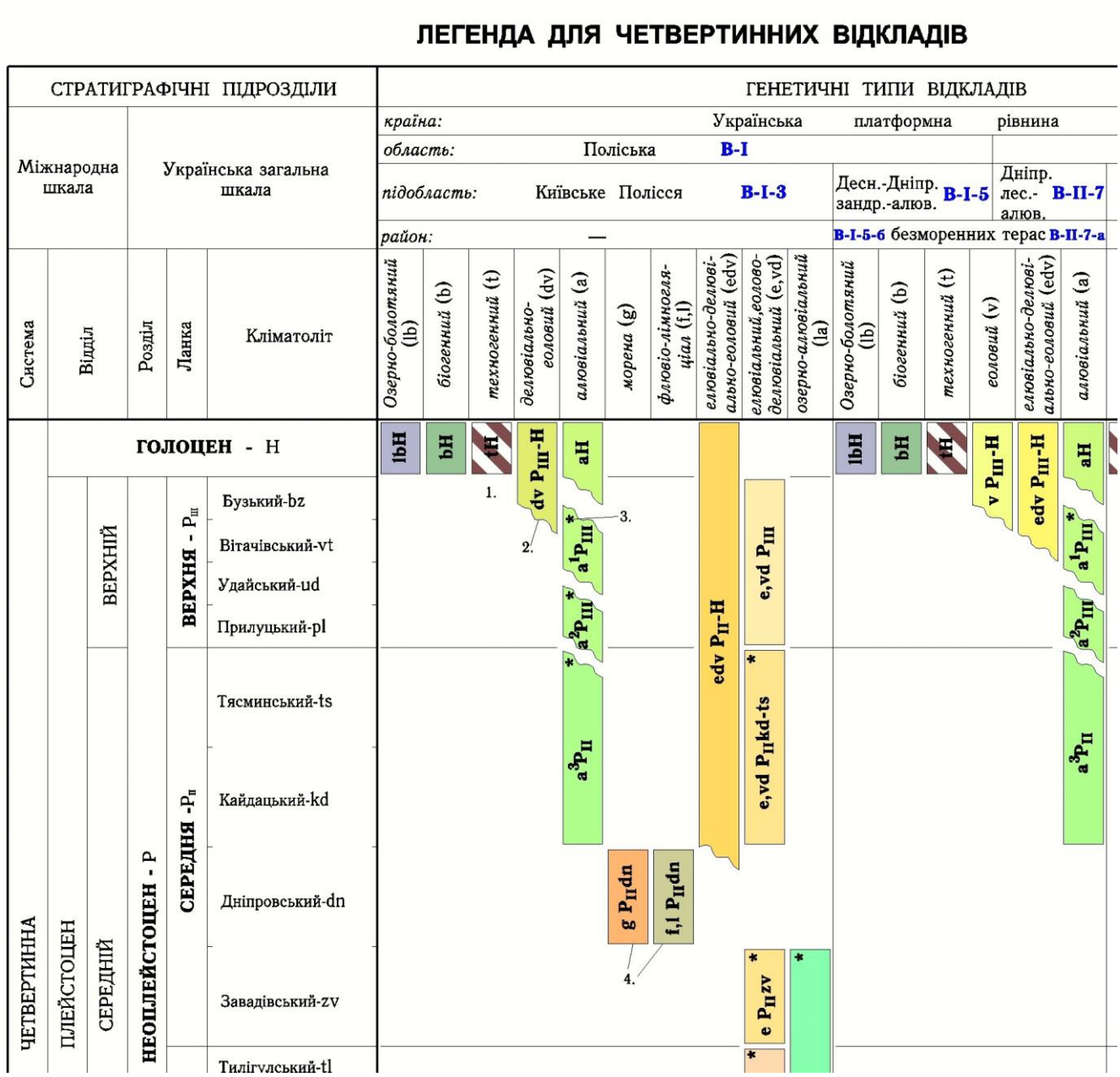


Рис. 3.5. Фрагмент регіональної стратиграфічної схеми четвертинних відкладів (весь комплекс умовних позначень можна знайти за посиланням https://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma.htm)

Еоплейстоцен:

- нижня ланка (Е1) (1,8–1,3 млн років) відповідає холодній епосі дунайського зледеніння, з нею пов’язаний одеський фауністичний комплекс. Тут виділено два кліматостратиграфічних горизонти: нижній – березанський (br) і верхній крижанівський (kr);
- верхня ланка (Е2) (1,3–0,79 млн років) відповідає епосі потепління клімату між дунайським і ґюнцським зледеніннями Альп, та епосі самого

ґюнцського зледеніння, з нею пов’язаний таманський фауністичний комплекс. Верхня ланка об’єднує три кліматостратиграфічних горизонти: іллічівський (il), широкинський (sh)(ґ) і приазовський (pr)(л).

Неоплейстоцен:

- нижня ланка (P1) (790–430 тис. років) відповідає епосі потепління клімату між ґюнцським і міндельським зледеніннями Альп, та епосі самого міндельського зледеніння, з нею пов’язаний тираспольський фауністичний комплекс. Ланка об’єднує чотири кліматостратиграфічні горизонти:, мартоноський (mr)(ґ), сульський (sl)(л), лубенський (lb)(ґ), тилігульський (tl)(л);
- середня ланка (P2) (440–130 тис. років) відповідає епосі потепління клімату між міндельським і ріським зледеніннями Альп та ріській льодовиковій епосі. Об’єднує шість кліматостратиграфічних горизонтів: завадівський (zv) (ґ), орельський(or) (л), потягайлівський (pt) (ґ), дніпровський (dn)(л), кайдацький (kd)(ґ) і тясминський (ts)(л);
- верхня ланка (P3) (130–11 тис. років) відповідає епосі потепління клімату між ріським і вюрмським зледеніннями Альп та вюрмській льодовиковій епосі, об’єднує чотири кліматостратиграфічні горизонти: прилуцький (pl)(ґ), удайський (ud)(л), витачівський (vt)(ґ) і бузький (bg)(л).

Голоцен (H) (сучасна ланка) – голоценовий горизонт (h).

Завдання 1. Літолого-стратиграфічна та генетична характеристика четвертинних відкладів за отриманою геологічною картою четвертинних відкладів

Необхідно з’ясувати умови формування відкладів, визначити їх стратиграфічну приналежність та літологічний склад. Надати детальну стратиграфо-генетичну характеристику кожного виділеного типу.

Зразок опису стратиграфічного підрозділу

Неоплейстоцен

Нижньонеоплейстоценова ланка

Відклади нижньої ланки неоплейстоцену представлені комплексом елювіальних утворень та еолово-делювіальних відкладів фрагментарно вцілілих від ерозійно-денудаційних процесів на вододільних ділянках «льодовикового» району та в поодиноких випадках на «лесових островах» у «Київському Поліссі», а також складно побудованою товщею озерно-алювіальних відкладів палеодолини пра-Ірпіня і його приток, нижня частина яких відкладалась у дозавадівський час, а верхня – у завадівський час середнього неоплейстоцену.

Елювіальні та еолово-делювіальні відклади

нижнього неоплейстоцену (e,vd P_1)

Зазначений комплекс складений такими відкладами:

- елювіальними утвореннями широкинського кліматоліту з коричневими і чорноземовидними ґрунтами, в пониженнях темнозабарвленими луговими глинистими, важкосуглинистими пилуватими, інколи з проверсткою лесовидного важкого суглинку або сірої глини;
- еолово-делювіальними відкладами приазовського кліматоліту з лесами і лесовидними суглинками палевими, сизувато-палевими, середньо-, крупнопилуватими.

Потужність цієї товщі 0,1–2 м у гіпсометричному інтервалі 150,0–170,0 м.

Вище по розрізу залягає елювіальний та еолово-делювіальний комплекс, що складається з відкладів:

- мартоноської ґрунтової світи з чорноземовидного, лугового, бурого лісового лесивованого, бурого лісового глейового ґрунтів, полігенетичних бурувато-коричневих ґрунтів середньо-, важкосуглинистих;
- лубенської ґрунтової світи з чорноземовидного, лугового й бурого лісового лесивованого чи опідзоленого ґрунтів, середньо-, важкосуглинистих;
- сульських лесів і лесовидних суглинків палевих, сизувато-палевих, середньо-, крупнопилуватих;
- тилігульських лесів і лесовидних суглинків палевих, сизувато-палевих, легких, середньо-, крупнопилуватих.

Відклади ланки незгідно залягають на еоплейстоценових відкладах і перекриті елювіальними та еолово-делювіальними утвореннями середнього неоплейстоцену або різнофаціальними відкладами дніпровського льодовика.

Озерно-алювіальні відклади
нижнього – середнього неоплейстоцену (la P_{I-II})

Це складний комплекс озерно-алювіальних відкладів палеодолини пра-Ірпіня у «Київському Поліссі» та деяких його приток у «льодовиковому» районі.

Відклади палеодолини, яка поширюється на територію аркуша із заходу і виходить на півночі, простежуються на правому боці долини р. Ірпінь на відстані до 6–10 км від сучасного русла. На лівому боці – від західної рамки аркуша до м. Ірпінь – на відстані 0,5–1 км, далі, до північної рамки аркуша – 4–5 км від сучасного русла. У притоках пра-Ірпіня вони виявлені на південний захід від с. Мар’янівка і поблизу м. Вишгород, на південь від якого палеодолина пра-Ірпіня з’єднується із сучасною долиною р. Дніпро.

Алювіальними потоками пра-Ірпіня розмито еоплейстоценові відклади в східній частині межиріччя Здвиж–Ірпінь до відкладів обухівської та київської світ палеогену. У відгалуженнях палеодолини розмито глини червоно-бурої й строкатої формацій і, частково, піски полтавської серії.

Далі опис виконується за вище наведеним прикладом

Завдання 2. Аналіз схем стратиграфічного розчленування четвертинних відкладів

Використовуючи схему районування, необхідно прив'язувати ділянки четвертинних відкладів до певного району, охарактеризовуючи їх за геоморфологічною схемою (рис. 3.6) та типами рельєфу. Необхідно враховувати умовні позначення геоморфологічної схеми та районування, що дають можливість прослідкувати взаємовідношення форм рельєфу та генетичних типів відкладів.

Питання для самоконтролю:

1. Як четвертинні відклади позначаються на загальній геологічній карті?
2. Які бувають четвертинні відклади за походженням?
3. Які бувають стратиграфічні шкали четвертинної системи?
4. Вік середнього неоплейстоцену (індексація)?
5. Вік голоценового часу (індексація)?
6. Яку мають форму поверхні fg відклади, приклади?
7. Як на четвертинній карті позначаються генетичні типи відкладів?
8. Що наноситься на лист карти четвертинних відкладів 1:200000 м-бу ?
9. Як на крупномасшабних картах позначається вік четвертинних відкладів?
10. Якими індексами позначаються генетичні типи відкладів – алювіальні_____, делювіальні_____, гляціальні_____,колювіальні_____, лімнічні_____, елювіальні_____, еолові_____.
11. Скільки розділів виділяється у плейстоцені, їх індекси?

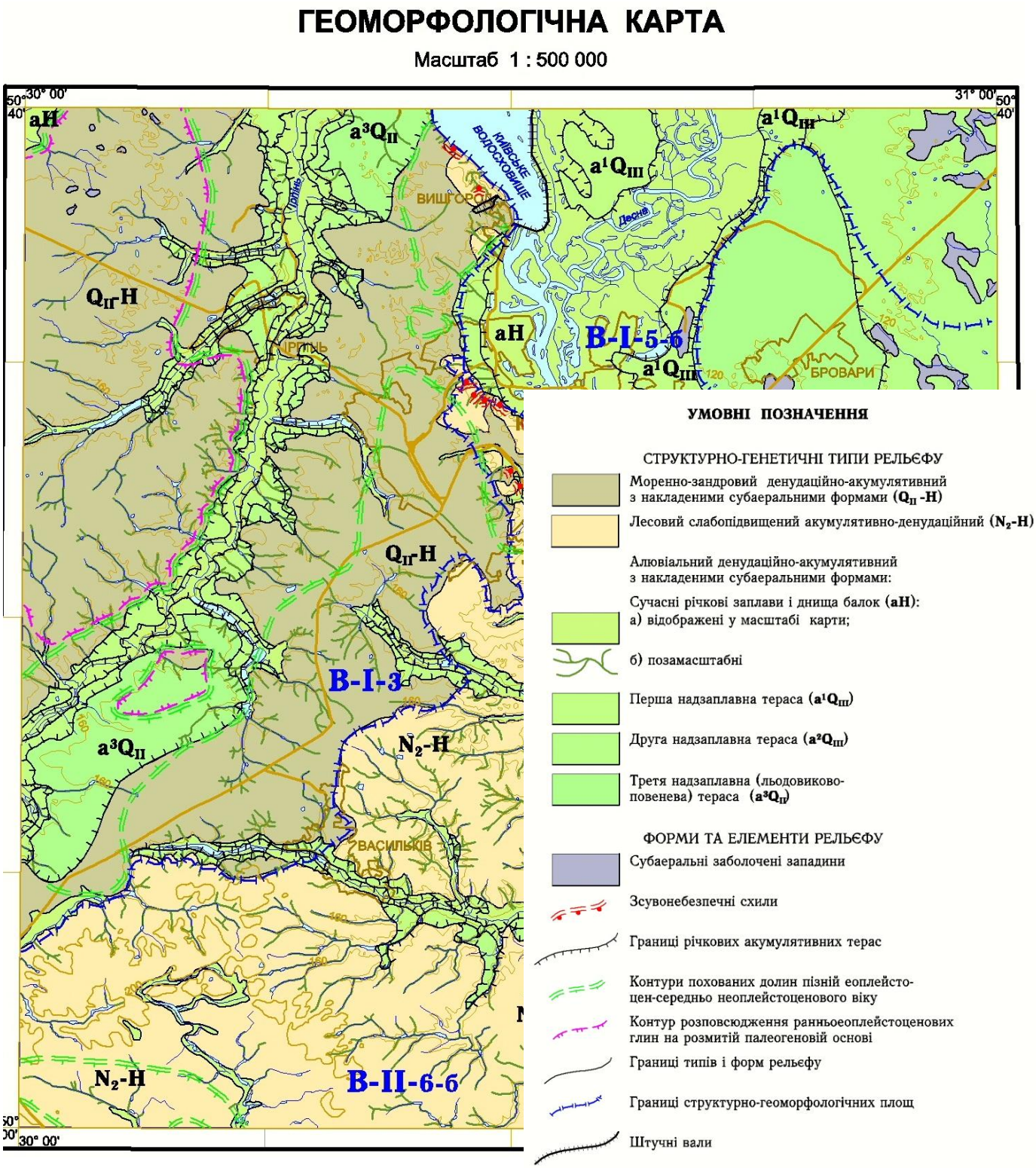


Рис. 3.6. Геоморфологічна схема (Геологічна карта і карта корисних копалин четвертинних відкладів. Дніпровсько-Донецька серія. М-36-XIII Київ) (https://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma.htm)

Практичне заняття 4

Визначення морфоструктурних та морфоскульптурних ознак певної території на загальній геоморфологічній карті

Мета роботи: Виділення морфоструктурних та морфоскульптурних форм рельєфу певної території.

Завдання роботи:

1. Визначити морфоструктурні особливості визначеної території на загальній геоморфологічній карті.
2. Вказати характер морфоскульптурних ознак, накладених на морфоструктурний план території з врахуванням рельєфоутворювальних процесів.
3. Дати загальну характеристику геоморфологічної будови певної території.

Головні терміни та визначення

Форми рельєфу класифікуються за морфометричними параметрами:

Планетарні форми займають території площею мільйони км^2, їх протяжність сягає сотні тисяч км**.** Глибина розчленування в їх межах становить 10 км і більше. Вони бувають як позитивними, так і негативними. До позитивних планетарних форм рельєфу належать материкові виступи, плити, платформи, великі гірськи системи. Наприклад: Північна та Південна Америка, гірська система Анд, гірська система Кордильєр, Африкано-Аравійська плита, Східно-Европейська платформа, Західносибірська платформа та ін. До негативних - відносять океанічні западини, серединно-океанічні хребти, площа яких сягає 50 млн. км^2. Планетарні форми займають великі площі, мають відмінні морфологічні ознаки та значну протяжність.

Мегаформи рельєфу займають території, площа яких становить від десятків тисяч до сотні тисяч км^2, з протяжністю до кількох десятків тисяч км. Різниця висот коливається від кількох сотень до 8000 м. Вони бувають як позитивні так і негативні, утворені переважно ендогенними процесами. До позитивних форм належать: гірські системи (Карпати, Кавказ, Алтай, Альпи, Атласні гори) тощо, рівнини, низовини, плоскогір'я та ін. До негативних - западини морів (Чорноморська, Каспійська, Червономорська та інш.) океанські котловини. Вони є складовими планетарних форм, мають гетерогенне походження, але відмінні за зовнішніми ознаками: розміром та генезисом.

Макроформи рельєфу (великі) мають площі сотні км^2, їх протяжність сягає тисячі км, часто мають ізометричні обриси у плані. Глибина розчленування сягає до 3000 м, але найчастіше - це кілька сотень метрів. Вони бувають позитивними та негативними. Прикладом є Вигорлат-Гутинський хребет у Карпатах, Вірменське,

Ефіопськ нагір'я, плато Устюрт, кряжі Донецький та Тиманський, височини Придніпровська, Приазовська, низовини та рівнини (Причорноморська Поліська, Придніпровська). Негативні – улоговини озер Севан (Вірменія) та Іссик-Куль (Казахстан) та інші форми що відповідають морфометричним параметрам макроформ.

Мезоформи (середні) – площа таких форм сягає до тисячі м^2 з протяжністю до 10 км, глибина рзчленування до сотні метрів. Бувають як позитивні, так і негативні, вони є складовими макроформ рельєфу. В їх утворенні основну роль відіграють екзогенні чинники. Серед позитивних форм виділяють: останці гірських хребтів, що збереглися від остаточного руйнування; грязьові вулкани; друмліни; ками; барханні гряди; терикони. До негативних належать трогові долини; балки; яри; кари; льодовикові цирки та інш.

Мікроформи (дрібні) – площа становить до десяти м^2, протяжність - до десяти метрів, відносні висоти не перевищують десяти метрів. Ці форми є компонентами мезофрм рельєфу і поділяються на позитивні та негативні. До позитивних – належать: дрібні конуси виносу; піщані кучугури; бархани; дюни; прируслові вали; кургани; незначні денудаційні останці; соліфлюкційні вали та язики; дрібні зсувні тіла та інш. Негативні форми - це суфозійні лійки; яри на початковій стадії утворення; рови осідання та інш. Всі ці форми є наслідком домінуючого впливу екзогенних чинників.

Нанорельєф (найдрібніші) – їх площа не перевищує кількох м^2, а відносні перевищення - до кількох метрів. Такі форми рельєфу моделюють та ускладнюють поверхню великих форм рельєфу. До них належать такі форми як болотні купини органічного походження; мерзлотні кам'яні вали; піщані брижі на поверхні еолового рельєфу; дрібні карстові кари та ін. *(Стецюк, Ковальчук, 2005).*

Всі ці форми різняться за походженням, віком та динамікою, особливо генезисом, є результатом превалюючого впливу одних процесів над іншими. Всі ці обставини зумовили появу термінів: морфоструктура та морфоскульптура.

Морфоструктура - це переважно великі форми рельефу, які утворюються внаслідок взаємодії ендогенних та екзогенних сил зп провідної ролі ендогенного чинника. До них належать планетарні, мега- та макроформи рельєфу.

Морфоскульптура – це характерне закономірне розміщення на поверхні Землі форм рельєфу переважно екзогенного походження. Це переважно невеликі мезо- мікро- та наноформи рельєфу.

За <u>масштабом</u> геоморфологічні карти поділяються на:

- - детальні – від 1:10 000 і крупніші, призначені для обмежених площ з метою вирішення конкретних питань: розробка кар'єрів, пошуково-розвідувальних робіт, оцінки будівельних майданчиків тощо.
- - крупномасшабні – від 1:200 000 - 1:25 000 на яких відображено детальні властивості форм та елементів мезо- та мікрорельєфу з найбільш дрібним геоморфологічним районуванням.

- - середньомасштабні – від 1:200 000 до 1:1 000 000 включно, направлені на вивчення елементів, форм рельєфу та їх комплексів з дрібним геоморфологічним районуванням території. Карти такого масштабу використовують у будівництві, визначення перспектив пошуків корисних копалин тощо.
- - дрібномасштабні – дрібніші 1:1 000 000, застосовуються з метою з'ясування загальних рис геоморфологічної будови невивчених територій з виділення крупних геоморфологічних районів. Використовуються для попередньої оцінки умов існування тих чи інших господарських заходів, виділення площ більш перспективних для пошуків корисних копалин тощо.
- - карти дрібніші 1: 5 000 000 відносяться до оглядових.

За призначенням геоморфологічні карти поділяються:

- карти загального призначення, спрямовані на задоволення загальних потреб виробництва.
- спеціальні карти, використовують у науково-дослідницькій роботі, господарських та навчальних цілях.

В залежності від їхнього призначення визначається їх зміст та оформлення. Використовуються такі карти для пошуків корисних копалин, екологічного стану території, сільськогосподарської організації угідь тощо.

За змістом карти класифікують перш за все в залежності від ступеня охоплення різних геоморфологічних показників та узагальнених показників.

1. За ступенем різноманітних геоморфологічних показників, розрізняють наступні типи карт:
   - загальні;
   - спеціалізовані.

На загальних картах рельєф характеризується за сукупністю ознак, з яких найважливішими є морфологія (морфографія, морфометрія), генезис та вік рельєфу.

На спеціальних картах передаються окремі характеристики рельєфу, такі, як морфометрія або морфографія, вік або походження. Прикладом таких карт слугують морфометричні, морфоструктурні, морфодинамінчі, морфохронологічні, генетичні та інші карти. Кожна із цих карт може ділитись на більш дрібні різновиди. Наприклад: морфометричні карти поділяються на карти глибини вертикального розчленування рельєфу на карти кутів нахилу земної поверхні та інш; морфоструктурні – карти порядків долин та вододільних ліній, карти базисних поверхонь, карти залишкового рельєфу та інш; генетичні (морфоскульптурні) - карти флювіального, карстового рельєфу та інш.

2. За ступенем узагальнених показників розрізняють такі типи карт:
   - - аналітичні;
   - - синтетичні;

- - комплексні.

Аналітичні карти складені на основі неузагальнених, або слабо узагальнених спеціальних показників, де рельєф відображений як сукупність елементів та форм земної поверхні, які обумовлені окремими екзогенними чи ендогенними факторами.

Синтетичні карти або їх ще називають **(**морфогенетичні карти/карти типів рельєфу) характеризують певні явища в узагальнених показниках, що синтезують його особливості. Об'єктами зображення на геоморфологічних синтетичних картах слугують природні геоморфологічні комплески /геоморфологічні системи.

Комплексні карти відображають декілька різнорідних об'єктів, кожний у своїх показниках, при цьому відбирають об'єкти, що знаходяться у взаємозв'язку, обумовлюючи один одного.

Завдання 1. Визначити морфоструктурні особливості визначеної території на загальній геоморфологічній карті

Для визначення морфоструктурних та морфоскульптурних особливостей форм рельєфу використовується геоморфологічна та орографічна оглядові карти (рис. 4.7). За їх допомогою необхідно виділити та охарактеризувати морфоструктури відповідної території.

Наприклад: Континент Південної Америки у геоморфологічному відношенні складений із двох планетарних форм рельєфу, до складу яких належить південно-американська плита /південно-американський материковий виступ та гірська система Анд. Серед мегаформ рельєфу виділяються Амазонська низовина, Бразильське, Гвіанське плоскогір'я та інші. Складовими цих морфоструктур є макроформи рельєфу: гірські хребти Анд, Гвіанська низовина, долина Амазонки…

Зауважимо, що для виділення морфоструктур необхідно врахувати всі складові всіх морфоструктурних форм, зокрема морфологічні, генетичні та вікові характеристики.

Наприклад: Рельєф Амазонської низовина представлений денудаційними рівнинами, що формувалися впродовж неогену-четвертинного часу…..Далі наводиться детальна характеристика всіх різномасштабних форм рельєфу (рис. 4.8).

Рис. 4.7. Орографічна карта Південної Америки
(https://nrv.org.ua/fizychna-karta-svitu/)

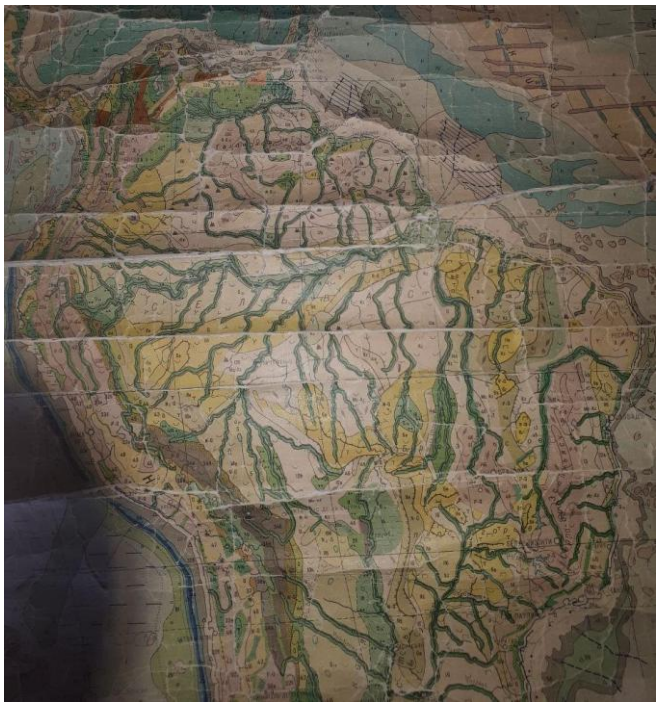


Рис. 4.8. Геоморфологічна карта світу (частина Південної Америки)

Завдання 2. Охарактеризувати морфоскульптурні ознаки рельєфу та результати дії рельєфоутворювальних процесів в межах означеної території

Для виконнання цього завдання необхідно ознайовимися з умовними позначеннями морфоскульптурних характеристик рельєфу, які позначені на карті у вигляді крапу. Потім відповідно надати характристики морфоскульптур на певній території та з'ясувати умови ввпливу екзогенного фактора на формування земної поверхні досліджуваної території.

Наприклад.. Долина р. Оріноко складена алювіально-пролювіальними реліктовими відкладами, такий рельєф характеризує морфоскульптури флювіального походження. Амазонська низовина в основному представлена морфоскульптурами алювіального та флювіального походження. Гірська система Анд ускладнена діючіими та недіючими вулканами ….

Питання для самоконтролю:

1. Як класифікують форми рельєфу?
2. До яких форм рельєфу відносяться середньо-океанічні хребти?
3. Що таке морфоструктури?
4. Які форми рельєфу за морфометричними ознаками належать до морфоскульптур?
5. Який механізм складання геоморфологічних карт?
6. У чому полягає класифікація карт за змістом?
7. Наведіть приклади спеціальних геоморфологічних карт.

Практичне заняття 5

Принципи геоморфологічного районування України та характеристика четвертинних відкладів у її межах

Мета роботи: аналіз принципів геоморфологічного районування України та **х**арактеристика четвертинних відкладів.

Завдання роботи:

1. Засвоєння принципів геоморфологічного районування України, аналіз будови та поширення четвертиних відкладів в її межах.

Головні терміни та визначення

В основу геоморфологічного районування покладено морфолого-генетичні та територіальні принципи, що розкривають генетичні особливості рельєфу в межах певних таксономічних одиниць.

Під **генетичним типом рельєфу** розуміють комплекс форм, які характеризуються своєрідними зовнішніми рисами, спільністю геологічної будови і походження. Виділяють такі **типи рельєфу**: алювіальні рівнини, передгірні акумулятивні терасові межиріччя (похилі рівнини), зандрово-алювіальні рівнини, пасмово-горбистий моренний рельєф, моренні рівнини, флювіогляціальні (зандрові) рівнини, моренно-флювіагляціальні рівнини, денудаційні рівнини на кристалічних порода, денудаційні рівнини на осадових породах, денудаційні останцеві височини, лесові пасмові (увалисті) височини, лесові хвилясто-горбисті височини; ерозійний бедленд, структурно-горбисті височини, структурні плато, куестовий рельєф, гривистий рельєф, низькогірний рельєф (платформи і гірські країни), середньогірний рельєф моноклінальних хребтів, нагірний рельєф (полонини, яйли), альпійський рельєф (тип Чорногори), вулканічні гірські групи, карстовий рельєф платформ (включаючи товтри) і гір, морські акумулятивні рівнини, дельтові рівнини та інші.

Типи рельєфу в свою чергу об’єднуються в групи: акумулятивного, денудаційного, скульптурного (ерозійного) та структурного рельєфу..

У схемі геоморфологічного районування України (2004) виділено 158 геоморфологічних районів (100 у рівниній частині, 58 у гірській), які належать до 36 підобластей, а ті – до 13 областей, 3 країн (рис. 5.9).

До геоморфологічної країни Східноєвропейської полігенної рівнини належать: Південно-Поліська область пластово-акумулятивних низовинних рівнин; Придніпровська область пластово-акумулятивних низовинних рівнин; Волинсько-Подільська область пластово-денудаційних височин; Придніпровсько-Приазовська область пластоводенуда-ційних височин та низовин; Донецька область цокольної кряжевої пластоводенудаційної височини; Середньоросійська область пластово-денудаційних височин на неогенових, палеогенових і крейдових

відкладах; Бессарабська область пластово-денудаційних височин на неогенових відкладах; Причорноморська область пластово-акумулятивних і пластово-денудаційних низовин.

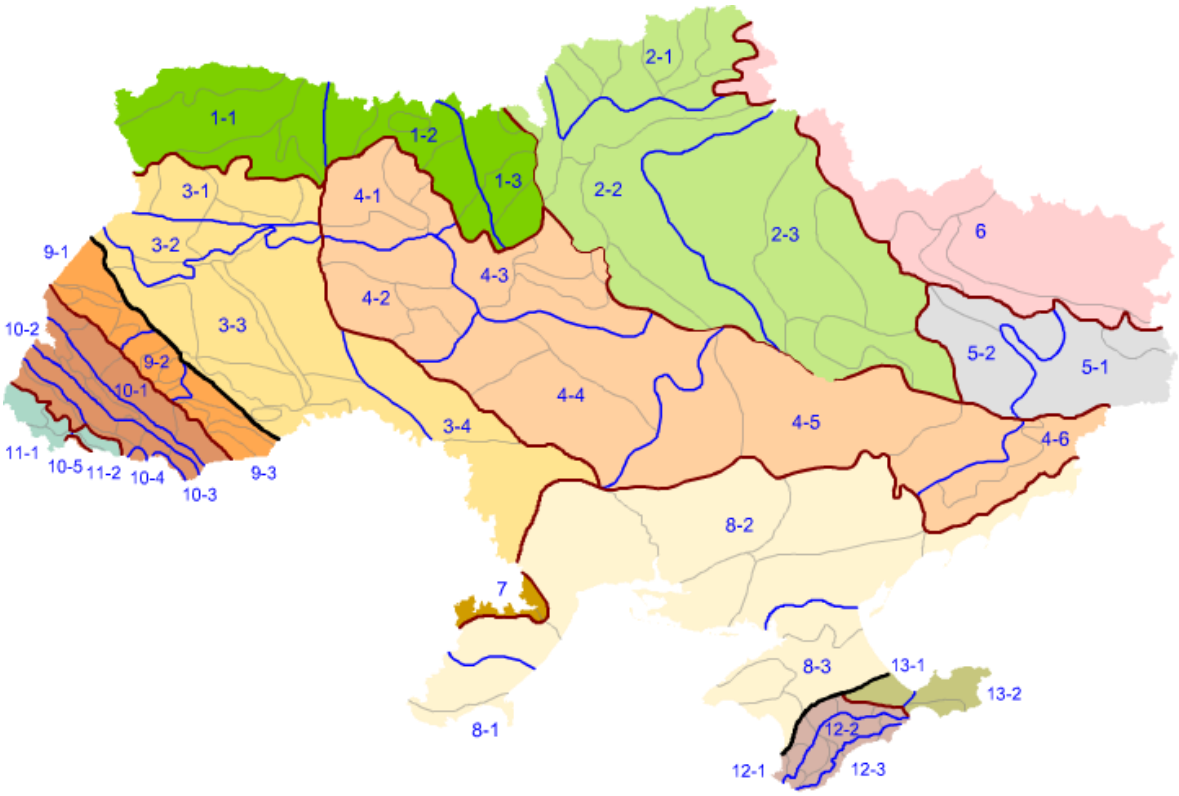


Рис. 5.9. Схема геоморфологічного районування України
(https://geomap.land.kiev.ua/zoning-6.html)

Умовні позначення:

Східноєвропейська полігенна рівнина

1 - Південнополіська область пластово-акумулятивних рівнин:

1-1 - Прип'ятсько-Слуцька пластово-акумулятивна низовина на палеогенових і крейдових породах;

1-2 - Рокитнянсько-Радомишльська цокольна пластово-акумулятивна рівнина на докембрійських породах;

1-3 - Київська пластово-акумулятивна рівнина на палеогенових та неогенових породах.

2 Придніпровська область пластово-акумулятивних рівнин:

2-1 - Чернігівсько-Новгород-Сіверська пластово-акумулятивна рівнина на палеогенових і крейдових породах;

2-2 - Придніпровська пластово-акумулятивна рівнина на палеогенових і неогенових породах;

2-3 - Полтавська пластово-акумулятивна рівнина на палеогенових і неогенових породах.

3 - Волинсько-подільська область пластово-денудаційних височин:

3-1 - Волинська денудаційна височина переважно на крейдових і неогенових породах;

3-2 - Малополіська пластово-акумулятивна рівнина на крейдових породах;

3-3 - Подільська структурно-денудаційна височина на неогенових і крейдових породах;

3-4 - Балтська акумулятивно-денудаційна давньодельтова рівнина на неогенових породах.

4 - Придніпровсько-приазовська область пластово-денудаційних цокольних височин та низовин:

4-1 - Житомирська акумулятивно-денудаційна рівнина на докембрійських і кайнозойських породах;
4-2 - Західнопридніпровська пластово-денудаційна височина на докембрійських породах;
4-3 - Північнопридніпровська пластово-денудаційна рівнина на палеогенових і неогенових породах;
4-4 - Центральнопридніпровська денудаційна височина на неогенових- палеогенових відкладах і докембрійських породах;
4-5 - Південнопридніпровська акумулятивно-денудаційна рівнина на неогенових породах і докембрійських породах;
4-6 - Приазовська структурно-денудаційна височина на докембрійських породах.

5 - Донецька область цокольної кряжової пластово-денудаціиної височини:
5-1 - Центральнодонецька структурно-денудаційна височина на дислокованих карбонових породах;
5-2 - Західнодонецька денудаційна рівнина на палеозой-мезозойських та неогенових породах.

6 - Середньоруська область пластово-денудаційних височин на неогенових- палеогенових та крейдових породах.

7 - Бессарабська область пластово-денудащйних височин на неогенових породах.

8 - Причорноморська область пластово-акумулятивних і пластово-денудаційних низовин:
8-1 - Переддобрудзька пластово-акумулятивна низовина на неогенових і палеозойських породах;
8-2 - Причорноморська пластово-акумулятивна низовина на неогенових породах;
8-3 - Рівнинно-Кримська пластово-акумулятивна рівнина на неогенових породах.

Карпатська гірська країна

9 - Передкарпатська область пластово-акумулятивних і пластово-денудаційних рівнин:
9-1 - Прибескидсько-Передкарпатська пластово-акумулятивна височина на неогенових породах;
9-2 - Приґорґансько-Передкарпатська пластово-акумулятивна височина на неогенових породах;
9-3 - Покутсько-Буковинсько-Передкарпатська пластово-денудаційна височина на палеогенових і неогенових породах.

10 - Українсько-карпатська область денудаційно-тектонічних та структурно-денудаційних гір:
10-1 - Складчасто-насувні низькогір'я та середньогір'я Скибових Карпат на крейдових і палеогенових породах;
10-2 - Складчасто-брилове низько- та середньогір'я Вододільноверховинських Карпат на палеогенових породах;
10-3 - Полонинсько-Чорногірське брилове середньогір'я на крейдових і палеогенових породах;
10-4 - Мармароське брилове середньогір'я на докембрійських і палеозойських породах;
10-5 - Вигорлато-Гутинське денудаційно-вулканічне низькогір'я на неогенових породах.

11 - Закарпатська область пластово-акумулятивних та пластово-денудаційних рівнин:
11-1 - Чопсько-Мукачівська пластово-акумулятивна низовина на неоген-четвертинних відкладах;
11-2 - Солотвинське пластово-денудаційне низькогір'я та пластово-акумулятивна рівнина на неогенових породах.

Кримсько-Кавказька гірська країна

12 - Гірськокримська область структурно-денудаційних та денудаційно-тектонічних гір:
12-1 - Гірськокримське передгірське куестово-моноклінальне низькогір'я на палеогенових і неогенових породах;

12-2 - Складчасто-брилові середньогір'я та низькогір'я Головного пасма на тріасових-юрських і крейдових породах;
12-3 - Південнобережне складчасто-брилове низькогір'я на тріасових і юрських породах.
13 - Керченсько-таманська область пластово-денудаційних і пластово-акумулятивних рівнин:
13-1 - Індольська пластово-акумулятивна алювіально-пролювіальна низовина на неогенових породах і четвертинних відкладах;
13-2 - Керченська пластово-денудаційна низовина на палеогенових і неогенових породах.

До провінції Східних Карпат Карпатської гірської геоморфологічної країни належать: Передкарпатська область пластово-акумулятивних і пластово-денудаційних височин; Українсько-Карпатська область денудаційно-тектонічних гір; Закарпатська область пластово-акумулятивних і пластово-денудаційних рівнин.

До Кримської провінції Кримсько-Кавказької гірської геоморфологічної країни належать: Гірськокримська область структурно-денудаційних гір, Керченсько-Таманська область пластово-денудаційних і пластово-акумулятивних рівнин.

Гірський рельєф має денудаційне й структурно-денудаційне формування, а рівнинний – денудаційне та акумулятивне.

Завдання 1. Засвоєння принципів геоморфологічного районування України, аналіз будови та поширення четвертинних відкладів в її межах

Суть роботи полягає у детальній характеристиці морфоструткурних та морфоскульптурних ознак в межах окремого геоморфологічного таксону, аналізі головних рельєфоутворювальних процесів та процесів формування відкладів із врахуванням регіональних стратиграфічних шкал четвертинної системи, а також особливостей тектонічної будови району.

Приклад: Скибові (Зовнішні) Карпати - геоморфологічна область складчасто-насувних середньогір'їв і низькогір'їв у межах Карпатської гірської країни: провінція - Східні Карпати, підпровінція - Лісисті (Українські) Карпати. Геоструктурно приурочена переважно до Скибового покриву - однієї з найбільших тектонічних зон Карпатської покривно-складчастої споруди. Характерною структурною особливістю Скибового покриву є перекинуті антиклінальні складки, південно-західні крила яких по площинах розривів в осьових частинах посунуті на північний схід. Амплітуда насуву покриву становить близько 20 км. У складі покриву виділяють шість великих скиб: Берегову, Орівську, Сколівську, Парашки, Зелем'янки і Рожанки … (рис. 5.10) (http://lib.pnu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/9119/1/17-19.01.21.pdf).

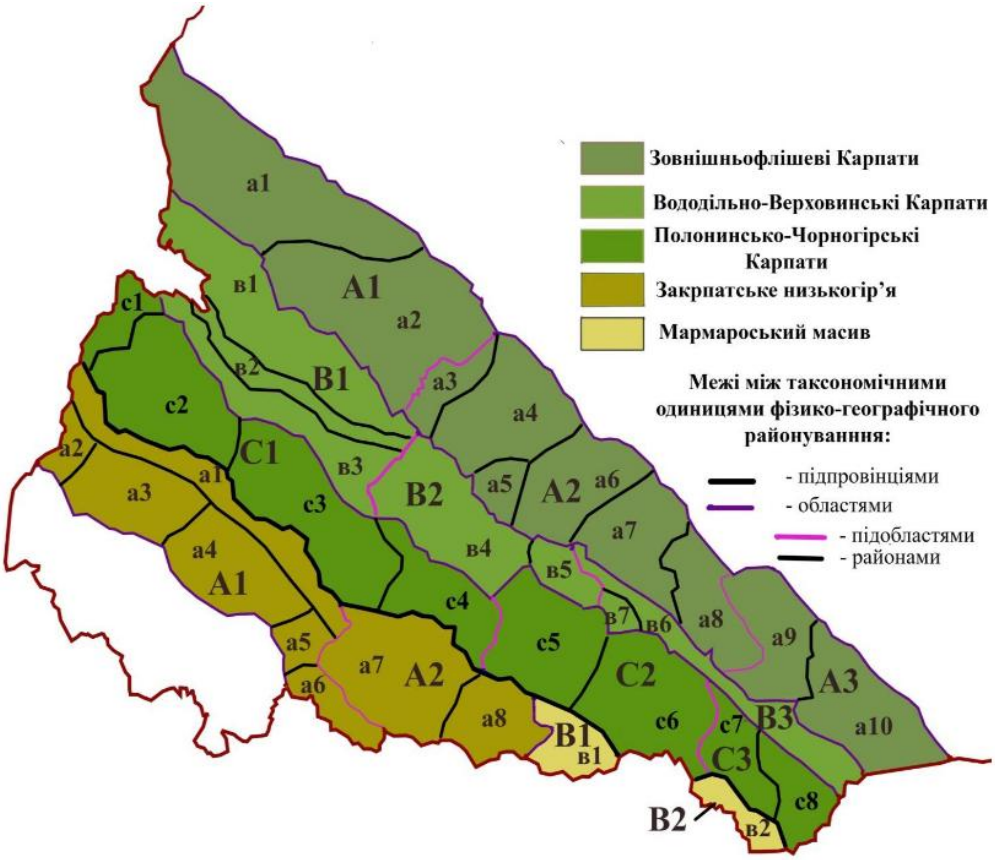


Рис. 5.10. Картосхема районування гірської території Українських Карпат.
(http://lib.pnu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/9119/1/17-19.01.21.pdf)

Скибові Карпати є мофоструктурою першого порядку, яка сформувалася на Скибовому покриві (Зовнішня антиклінальна зона, Скибова зона). Морфоструктури другого порядку, пов'язані з верхнім структурним крейдово-палеогеновим флішовим ярусом, - це гірські хребти і ланцюги, приурочені до окремих скиб - Берегової, Орівської, Сколівської, Парашки, Зелем'янки і Рожанки. В межах більшості скиб виділяють складки нижчого порядку (луски), які також відображені у рельєфі (хребти, поздовжні долини поміж хребтів) і є морфоструктурами третього порядку

Серед елементів реліктової морфоскульптури у Скибових Карпатах найвиразніше простежуються у рельєфі поверхні вирівнювання, давні поздовжні річкові долини. До елементів реліктової морфоскульптури належать форми рельєфу, які сформувалися в період плейстоценових зледенінь, це, зокрема, кари і кам'яні розсипи.

Нижче коротко схарактеризуємо долини головних рік Скибових Карпат та їхніх приток по трьох регіонах - Бескиди, Горгани, Покутсько-Буковинські Карпати. Це ріки Дністер, Стрий, Опір, Мизунка, Свіча, Лімниця, Бистриця-Солотвинська, Бистриця-Надвірнянська, Прут, Черемош, Сірет. Верхня ділянка долини р. Дністер приурочена до давньої поздовжньої долини Прасянського басейну. Через це високіте раси, які тут фрагментами простежуються на південно-західних схилах Розлуцького хребта, є результатом діяльності

давньої гідромережі…… Ріка Стрий, оминаючи неотектонічно активні антикліналі, утворює численні вигини. На більшій частині цього відрізка долини на правому, крутішому, схилі є тільки високі тераси, а на лівому розвинутий нижній і верхній комплекси терас….. Передгірна ділянка долини р. Стрий (між селами Верхнє Синьовидне і Розгірче) майже на всій довжині асиметрична: пра вий схил крутий, лівий – похилий…

Серед сучасних екзогенних процесів найбільшу рельєфоутворювальну роль відіграє ерозійно--акумулятивна робота рік і тимчасових водотоків, зокрема, селеві паводки і селі, зсувні, осипні й обвальні процеси, площинний змив, фізичне звітрювання...

Питання для самоконтролю:

1. Головні принципи геоморфологічного районування України?
2. Що таке морфоструктура? Морфоскульптура?
3. Що таке поверхня вирівнювання?
4. Який характер формуваня рельєфу гірської системи?
5. Сучасні екзогенні процеси Карпат?

Практичне заняття 6

Визначення новітнього тектогенезу певної території на основі структурно-морфометричного аналізу

Мета роботи: Визначення динаміки новітніх тектонічних рухів та з’ясування еволюції розвитку рельєфу на основі структурно-морфометричного аналізу.

Завдання роботи:

1. Визначення порядків долин та вододільних ліній на основі дихотомічної класифікації.
2. Побудова карти порядків долин та вододільних ліній.
3. Реконструкція еволюції неотектогенезу за отриманими картами порядків долин та вододільних ліній**.**

Головні терміни та визначення

Неоотектоніка - один із напрямків геотектоніки, вивчає тектонічні та денудаційно-ерозійні процеси, які утворюють структурні форми, що відображуються у формах рельєфу земної поверхні.

Неотектонічний період датується часом у 22-25 млн.років, саме за цей відрізок часу рельєф зберігається у формах земної поверхні, що є свідченням тісного зв'язку геоморфології з неотектонікою.

Для вивчення неотектонічних рухів земної поверхні застосовують комплекс різноманітних методів та прийомів, а саме: геологічні, геоморфологічні, геофізичні, методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та метод аналізу гідрографічної сітки. Із зміною тектонічного режиму річкова система починає своє перепланування, займаючи понижені ділянки. Саме річкова система є первинним індикатором тектонічних рухів.

Як відомо, рельєф є інтегральним відображенням неотектонічних рухів, денудаційних процесів та локальних геологічних факторів. Детальне вивчення рельєфу стає ефективним засобом з’ясування неотектоненезу, для цього залучають геоморфологічні методи, а саме структурно-морфометричний, який є найбільш інформативним для вивчення новітнього тектогенезу. Цей метод був розроблений В.П. Філософовим з метою пошуків тектонічних структур та пов'язаних з ними корисних копалин. Суть методу полягає у визначенні величини некомпенсованих рухів земної кори та величини денудаційного зрізу, амплітуди коливань висот рельєфу та ерозійно-денудаційних процесів. Ступінь розчленування рельєфу може бути зумовлений не тільки інтенсивністю тектонічних рухів, але й процесами акумуляції та денудації. Розчленування рельєфу прямо або опосередковано відображає тектонічні рухи та структури *(Гожик та Чугунний, 2005).*

Структурно-морфометричний метод, метою якого є виявлення вертикальних рухів земної кори та пошуки тектонічних структур, спрямований на вивчення числових характеристик форм земної поверхні*(Філософов, 1954)*.. Він полягає в графічному розкладанні висот рельєфу на базисні, залишкові, вершинні й ерозійні поверхні відповідно до порядків долин і вододільних ліній, а також у виконанні наступних математичних дій з цими поверхнями за правилами гірської геометрії (рис. 6.11).

Д*ихотомія* (від грецького dichotomia- ділення на двоє) – це послідовне ділення на дві частини, які не пов’язані між собою.

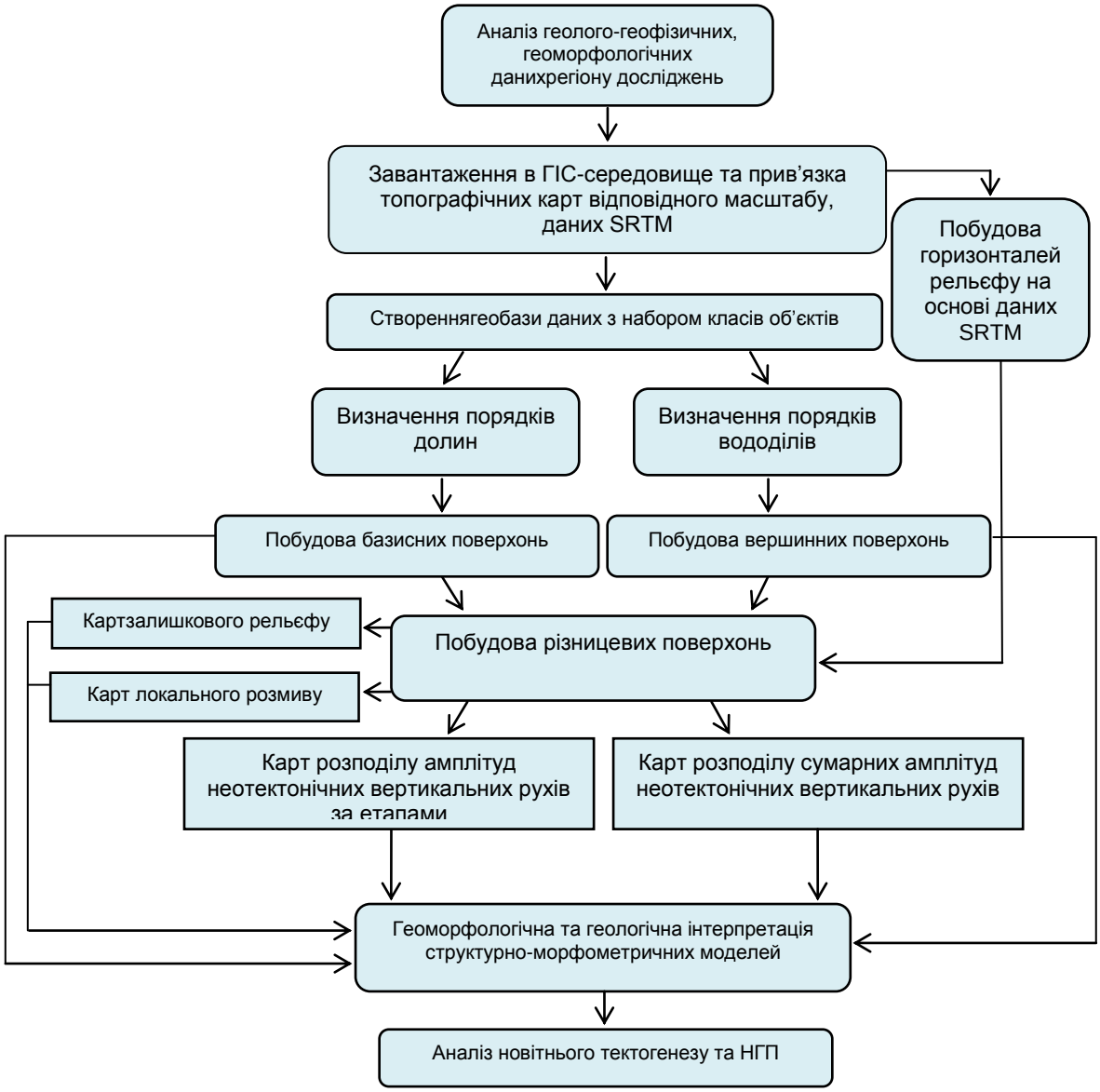


Рис. 6.11. Принципова схема структурно-морфометричних досліджень

Завдання 1, 2. Визначення порядків долин та вододільних ліній на основі дихотомічної класифікації. Побудова карти порядків долин та вододільних ліній

Для визначення порядків долин та вододільних ліній використовують крупномасштабні топографічні карти 1:100 000 - 1:25 000, оскільки саме на крупномасштабних картах відображено всі ерозійні форми, які необхідні для створення морфометричних поверхонь.

О.В. Востряков вказує на те, що зміни геологічних структур в результаті тектонічних рухів відображаються на характері руслових процесів, що призводить до зміни конфігурації гідрографічної сітки. План річкової сітки є свого роду індикатором або дзеркалом, відображенням геологічної будови, інтенсивності та напрямку неотектонічних рухів. Для областей з нестійким тектонічним режимом та складною геологічною будовою характерний складний рисунок долинної системи. І навпаки, в областях із стійким та довгим періодом підняття рисунок долинної системи простіший.

Долинна система нижчих порядків існує на всіх висотах, починаючи з гірських височин і закінчуючи низовинними. Долини нижчих порядків на низовинах мають високу щільність, яка навіть перевищує щільність долин того ж порядку на височинах. Долини нижчих порядків є утвореннями, які існують не так вже й довго. На зміну відмираючим долинам утворюються нові долини, які мають інше орієнтування. Чим вищий порядок мають долини, тим вони стійкіші, і для їх руйнування потрібне поєднання дій інтенсивних рухів земної кори разом з денудацією та акумуляцією упродовж тривалого часу. Але й долини вищих порядків існують не вічно, заповнюються осадами при опусканнях і поступово стають похованими *(Николаев, 1962)***.**

Для побудови схеми порядків долин використано дихотомічну класифікацію, яка має найбільш широке розповсюдження при структурно-морфометричних досліджень. За цією класифікацією за потік 1-го порядку приймають елементарну долину, в яку не впадає жодна інша долина. При злитті двох долин 1-го порядку утворюються долини 2-го порядку, в які можуть впадати долини 1-го порядку, але при цьому не підвищують її порядок. При злитті двох долин 2-го порядку утворюється долина 3-го порядку, в яку можуть впадати долини як 1-го, так і 2-го порядків не змінюючи її порядок. Долини 4-го порядку утворюються при злитті двох долин 3-го порядку в яку можуть впадати долини 1-го, 2-го, 3-го порядків і т.д. Для спрощення подальшої роботи всі порядки позначаються різними кольорами *(Философов, 1975).*

Приклад: Карта порядків долин (рис. 6.12).

Після аналізу долин та визначення їхнього порядку піднімаються вододільні лінії. Слід зазначити, що нанесення вододільних ліній – значно складніше завдання, ніж підняття долин. Оскільки на крупномасштабних картах долини добре помітні, то вододільні лінії на картах відображаються нечітко. Чим пологіший рельєф, тим ширше вододільний простір і тим складніше визначити

планове положення вододільних ліній. Нанесення вододільних ліній проводиться по тій самій схемі, що й позначення порядку долин; всі порядки піднімаються різними кольорами.

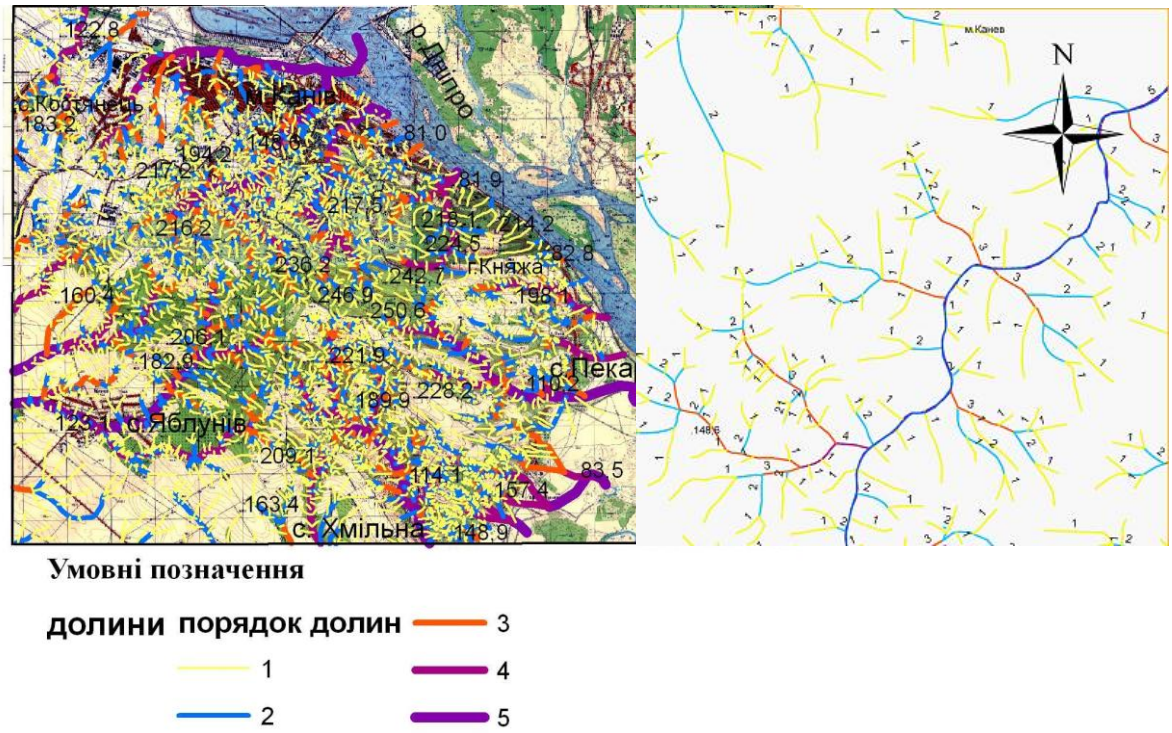


Рис. 6.12. Карта порядків долин

Порядок вододільних ліній збільшується від гирла долин до їх верхів'я, тобто в протилежному напрямку росту порядків долин. У той час як в межах одного континенту розташовано декілька самостійних річкових систем різних порядків, вододільні лінії утворюють одну широку розгалужену і складну систему, що розділяє басейни всіх долин, починаючи з 1-го порядку, незалежно від їх розміру.

Необхідно зазначити, що вододільні лінії виникають одночасно з долинами, стік яких вони розділяють. По мірі збільшення порядку долин та ускладнення рисунку долинної систем зв'язок вододільних ліній із однопорядковими долинами ускладнюється, а інколи й пропадає, оскільки вододіли є більш стійкими формами рельєфу, ніж долини. Останні при нисхідних тектонічних рухах заповнюються осадами і стають похованими, в той час як значно більш високі вододіли зберігаються у приповерхневому рельєфі та розчленовують стік води між більш молодими долинами *(Рудько та Осиюк, 2012).*

Карти порядків долин та вододільних ліній є основою для побудови всіх наступних морфометричних карт.

Завдання 3. Реконструкція еволюції неотектогенезу за картами порядків долин та вододільних ліній

Порядок долин пов'язаний із геологічним віком. Чим вищий порядок, тим древніші долини. При цьому долини вищих порядків мають більшу довжину та глибоко врізаються в міждолинні простори. Долини вищих порядків закладаються по тріщинах та розломах або по тектонічно ослаблених глибинних зонах земної кори. Навпаки, долини нижчих порядків приурочені до зон тріщинуватості та розривних порушень, пов'язаних з верхніми структурними ярусами, і відображають їхню будову. Геологічний вік долин прямо залежить від віку та кількості терас з добре розвинутою гідрографічною сіткою.

У межах акумулятивних рівнин переважають долинні системи нижчих порядків. На денудаційних рівнинах – долинні системи високих порядків з дуже складним рисунком ерозійної сітки. Оскільки денудаційні рівнини геологічно старіші, аніж акумулятивні, то зазвичай вік рельєфу значно впливає на розвиток долинних систем. Чим старіший рельєф, тим вищий порядок отримують долинні системи. При цьому чим складніша геологічна будова місцевості, тим складніший рисунок ерозійної сітки та долинних систем. Долини нижчих порядків виникають перпендикулярно хвилям коливання земної кори, починаючи на антиклінальних підняттях і прямуючи до синклінальних понижень. У синклінальних пониженнях формуються долини високих порядків, направлені по падінню осі западини. При нерівномірних регіональних та локальних підняттях виникають тріщини, розриви, розломи, які в подальшому засвоюються долинами. Але хвилі рухів земної кори постійно змінюються. Одночасно зі зміною напрямку коливальних рухів переважає опускання над підняттям, відбувається перебудова долин і річкових систем. Частина долин низьких порядків, неглибоко врізаних у геологічне нашарування, отримують слабке живлення, поступово затухають, заповнюються осадами і відмирають. І навпаки, долини вищих порядків, глибше врізані в пласти гірських порід, отримують достатнє живлення, зберігаються, але порядок їх зменшується *(Ivanik, et all, 2018)*.

При аналізі новітнього тектогенезу необхідно прослідкувати та описати за даними отриманих карт порядків долин та вододільних ліній послідовне формування річкокої мережі та рельєфу відповідної території, проаналізувати висхідні та нисхідні рухи, наслідками яких є утворені долини та вододіли ліній.

Наприклад: Для аналізу району велике значення мають дослідження долин та вододільних ліній. Для досліджуваної території побудовано карти порядків долин (5 порядків) та вододільних ліній (7 порядків). Аналізуючи порядок долин та вододільних ліній з урахуванням їхнього планового положення, можна скласти уявлення про еволюцію редбєфу та характер і амплатуду тектонічних рухів. Для ділянок тектонічних піднять району характерний швидкий перехід долин нижчих порядків до вищих порівняно за короткий час, що добре видно на карті порядків долин.

Долини вищих порядків відповідають тріщинам та розривним порушенням, які спостерігаються на початковій стадії розвитку палеорельєфу

та збігаються з лінеаментами, виділеними по картах базисних поверхонь 5-го та 4-го порядків…..

Питання для самоконтролю:

1. Що вивчає неотектоніка?
2. Який зв’язок між неотектонікою та рельєфом?
3. В чому полягає сутність структурно-морфометричного методу?
4. Що є основою побудов карти порядків долин?
5. Що таке вододіли?
6. За якими критеріями будується карта порядків долин та вододільних ліній?
7. За якими ознаками різняться карти порядків долин гірської місцевості та платформних районів?
8. Які порядки долин є поверхнею вирівнювання? Що таке поверхня вирівнювання?
9. Чому застосування структурно-морфометричного методу є актуальним у визначенні тектогенезу впродовж неоген-четвертиннго часу?

Практичне заняття 7

Принципи та методи геолого-геоморфлогічного дешифрування даних дистанційного зондування Землі для вирішення теоретичних та прикладних завдань четвертинної геології та геоморфології. Аналіз будови та складу четвертинних відкладів, елементів та форм рельєфу на основі застосування фотограмметричних методів та даних дистанційного зондування Землі

Мета роботи: Навички дешифрування основних властивостей рельєфу за прямими та непрямими дешифрувальними ознаками на основі фотограмметричних методів та методів дистанційнрго зондування Землі.

Завдання роботи:

1. Аналіз матеріалів дистанційного зондування Землі та визначення основних властивостей рельєфу.
2. Дешифрування аеро- та космознімків з метою виділення морфологічних та генетичних ознак рельєфу.
3. Аналіз геоморфологічної будови території за результатами геоморфологічного дешифрування.

Завдання 1. Аналіз матеріалів дистанційного зондування Землі та визначення основних властивостей рельєфу

Головним напрямком використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) при геоморфологічних дослідженнях є вивчення морфографії, генезису, віку та динаміки рельєфу з відновленням історії його розвитку.

Свідчення, що отримуються при аналізі ДЗЗ, значно полегшують складання геоморфологічної карти, тим самим сприяють виконанню геолого-геоморфологічних робіт, прогнозу та пошуків родовищ корисних копалин. Основна увага зосереджується на вивченні низьких таксономічних категорій рельєфу: типів, форм та елементів рельєфу за даними аеро- та космозйомки.

Загалом дешифрування знімків належить до дистанційних методів дослідження Землі, які базуються на неконтактних дослідженнях природних та четвертинних утворень, шляхом реєстрації та аналізу електромагнітного випромінювання.

До кінця 60-х років основним осередком дистанційного зондування Землі була аерозйомка. Незважаючи на те, що на сьогоднішній час широко застосовуються космозйомка, зйомка з літальних апаратів зберегла своє самостійне значення у вивченні та картуванні земної поверхні. Наприклад, для площі території у 1000 км^2 за оперативності не більше 10 діб ефективнішою є аерофотозйомка.

Бортова апаратура авіаційних та космічних носіїв дозволяє отримати зображення з різноманітними властивостями. Для такої мети найбільш ефективними є спектральний діапазон зйомок, в основі яких лежать такі групи знімків: знімки у видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні; знімки у тепловому діапазоні; знімки у радіодіапазоні.

Вид зйомки визначає технологію формування зображень. Розрізняють таки види знімків: фотографічні; телевізійні; фототелевізійні; сканерні; теплові; радарні; лідарні; спектрометричні *(Foster, et. al., 2008).*

Фотографічна зйомка – фотографування поверхні у всіх видимих діапазонах та в інфрачервоному діапазоні. Широко застосовується при повітряній та космічній зйомці з метою одержання даних для створення та оновлення карт.

Телевізійна зйомка («теле» означає - далеко, а «візіо» - бачення) - отримання зображень місцевості на електронно-променевій трубці з наступним фотографуванням або передачею аналоговими або цифровими радіолініями на наземні пункти.

Телевізійна зйомка використовує головним чином видимий діапазон спектру (0,45-0,75 мкм) та ближній інфрачервоний діапазон (0,8 – 1,1 мкм). Особливістю такої зйомки у порівнянні із фотозйомкою є те, що зображення земної поверхні проектується не на фотоповерхню, а на приймальний пристрій – відікон. Зображення відтворюється в режимі реального часу як безпосередньо на екрані приймача, так і з магнітних цифрових записів. Розрізненність телевізійних знімальних систем невисока, тому їх використовують для розв'язування оглядових задач, наприклад, оцінювання результатів стихійних явищ, повеней, катаклізмів тощо.

Сканерна зйомка – зйомка поверхні за допомогою оптичних або багатоспектральних пристроїв – сканерів. Відмінність таких пристроїв від звичайних фотокамер полягає в тому, що сканер рухаючись уздовж або поперек маршруту зйомки фіксує відбиття променів від поверхні і спрямовує його до об'єктиву. При зйомці поверхні за допомогою сканера формується зображення з окремих елементів (пікселів), кожному з яких відповідає яскраві випромінювання поверхні ділянки.

Радарна зйомка – активний метод зйомки, заснований на випромінюванні в напрямку поверхні сигналу та прийому його відбиття. Зазвичай радарна зйомка здійснюється в радіодіапазоні за допомогою локаторів бокового обстеження (ЛБО). Перевагою цього методу є можливість виконання знімань у темну пору доби та незначний вплив на нього погодних умов: туману, хмарності. Радарна зйомка використовується для визначення форми поверхні (рельєфу) та вивчення її геологічної структури.

Теплова зйомка відбувається в інфрачервоному діапазоні і заснована на фіксації теплового випромінювання поверхні та об'єктів, зумовленого сонячним випромінюванням або ендогенними процесами та виявлення аномалій. Теплова зйомка дозволяє виявляти елементи гідрографії, вивчати геологічну структуру

поверхні, льодовий стан, вулканічну діяльність, температурну неоднорідність водного середовища, виявляти рельєф дна тощо.

Спектрометрична зйомка – вимірювання відбивної здатності поверхні чи шарів речовини. Проводиться в мікрохвильовому, видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні.

Лазерна (лідарна) зйомка – активна зйомка поверхні шляхом безперервної фіксації відбиття від поверхні, яка опромінюється монохроматичним лазерним випромінюванням з фіксованою довжиною хвилі.

Лідарна зйомка ведеться з носіїв з невеликою висотою польоту *(Білоус та інш., 2011).*

Аеро- та космознімки в залежності від спектрального діапазону класифікують за:

- масштабом та оглядовістю знімків;
- розрізненністю знімків;
- детальністю знімків;
- інформативністю знімків.

Масштаб та оглядовість зніміків:

1) Глобальні та континентальні знімки мають масштаб дрібніший за 1:10 000 000, охоплюють територію площею 10^8 км^2.

2) Регіональні космознімки масштабу масштабом 1:10 000 000 – 1: 1 000 000, охоплюють площу 10^6 км^2.

3) Локальні знімки мають масштаб крупніший за 1: 1 000 000, охоплюють площу у 10^4 км^2.

Розрізненість знімків – це мінімальна лінійна величина, яка відображає на знімку деталі місцевості.

За ступенем розрізненості виділяють знімки:

- із дуже низькою розрізненістю (десятки км)
- із низькою розрізненістю (одиниці км).
- із середньою розрізненістю (сотні м)
- із високою розрізненістю (десятки м).

Детальність знімків - це кількість інформації на одиницю площини знімку. По таким показникам виділяють знімки:

- малої детальності - працювати з такими знімками можливо тільки в масштабі оригіналу;
- середньої детальності – дозволяють працювати при подвійному збільшенні;
- детальні знімки – потребують для роботи збільшення оригіналу знімку від 2-х до 10 разів.

Інформативність знімків – це об’єм інформації, що отримуються при використанні знімків (це кількісна оцінка інформативності знімків).

Завдання 2. Дешифрування аеро- та космознімків з метою виділення морфологічних та генетичних ознак рельєфу

Дешифрування – це розпізнання (розкодування) об’єктів на місцевості, визначення їх кількісних та якісних властивостей та зясування взаємозв’язків між ними з оформленням легенди.

Дешифрування аерофотознімків використовують для оновлення, складання карт та для підготовки об’ктів до польових робіт. Проводиться за допомогою геоінформаційних технологій з використанням спеціалізованого програмного забезпечення або з застосуванням фотограмметричних методом зокрема стереоскопа.

Об’єктом геоморфологічного дешифрування є рельєф земної поверхні. Однак поняття рельєфу є загальним, об’єднуючим, що включає нерівності рельєфу, форми земної поверхні різної величини та складності.

Рельєф включає в себе елементи рельєфу (у порядку складності):

Елементи рельєфу – це елементарні форми рельєфу земної поверхні, до яких

належать: лінія тальвегу, лінія вододілу, лінія бровки, лінія підніжжя, грані схилів, вершини, сідловини, перехвати, тиловий шов тощо.

Лінія тальвегу – плавна лінія, утворена від’ємним зчленуванням, яка з’єднує точки з найнижчими висотами (долини, улоговини стоку, яри, вимоїни).

Лінія вододілу – плавна лінія, утворена додатнім зчленуванням різноорієнтованих поверхонь, що з’єднує найвищі точки на місцевості (хребти, гряди, горби, флексури ін.).

Лінія підошви **-** підніжжя схилів, що утворилися в результаті переходу схилів височин у вирівнені ділянки, або лінія, яка з’єднує найнижчі точки схилу.

Лінія бровки - лінія перегину схилів (місце різкої зміни крутизни).

Тиловий шов - лінія утворена зчленуванням поверхні тераси з уступами вище розташованих терас.

Точки вершин – найвищі точки вершин гір, гребенів, височин та ін.

Сідловини - понижені місця вододільних просторів.

Форми рельєфу – це сукупність елементів рельєфу, які утворюють об’ємні форми на земній поверхні, наприклад: тераси, яри, пагорби, схили, суфозійні лійки, карст, ритвини та ін.

Геоморфологічні асоціації – це сукупність елементів та форм рельєфу, що утворюють геоморфологічні комплекси. Прикладом таких комплексів є типи рельєфу (Придніпровська височина, Приазовська низовина, Канівські дислокації, Волино-Подільска височина, Карпатські гори та інш.).

Аерознімки можуть бути плановими та перспективними. Планові знімки отримуються при вертикальному положенні оптичної осі аерофотоапарата (АФА), а перспективні - коли вісь знімального апарату розташована під певним нахилом, такі знімки погано трансформуються стереоскопічно, тому для дешифрування використовують планові знімки.

Для отримання стереовідображення використовують два сусідніх аерознімка, кожний із яких має послідовну нумерацію та час зйомки території. Масштаб фотографування для складання фотопланів (карт) вибирают з таким розрахунком, щоб один знімок покривав площу іншого не менше як 60 % поздовжнього перекриття.

Для отримання стереозображення необхідно:

1. Визначити центр кожного знімка (т.X_1 та т.X_2) .
2. Визначити по кожному знімку головну точку сусіднього знімку.
3. Провести на кожному знімку пряму, що проходить через головні точки обох аерофотознімків, таким чином отримуємо поздовжне перекриття 60% та поперечне – 30%).

Наприклад: Дешифрування елементів рельєфу за аерофотознімком з використанням програмного продукту ArcGIS 10,6 (пробна версія) (рис. 7.13).

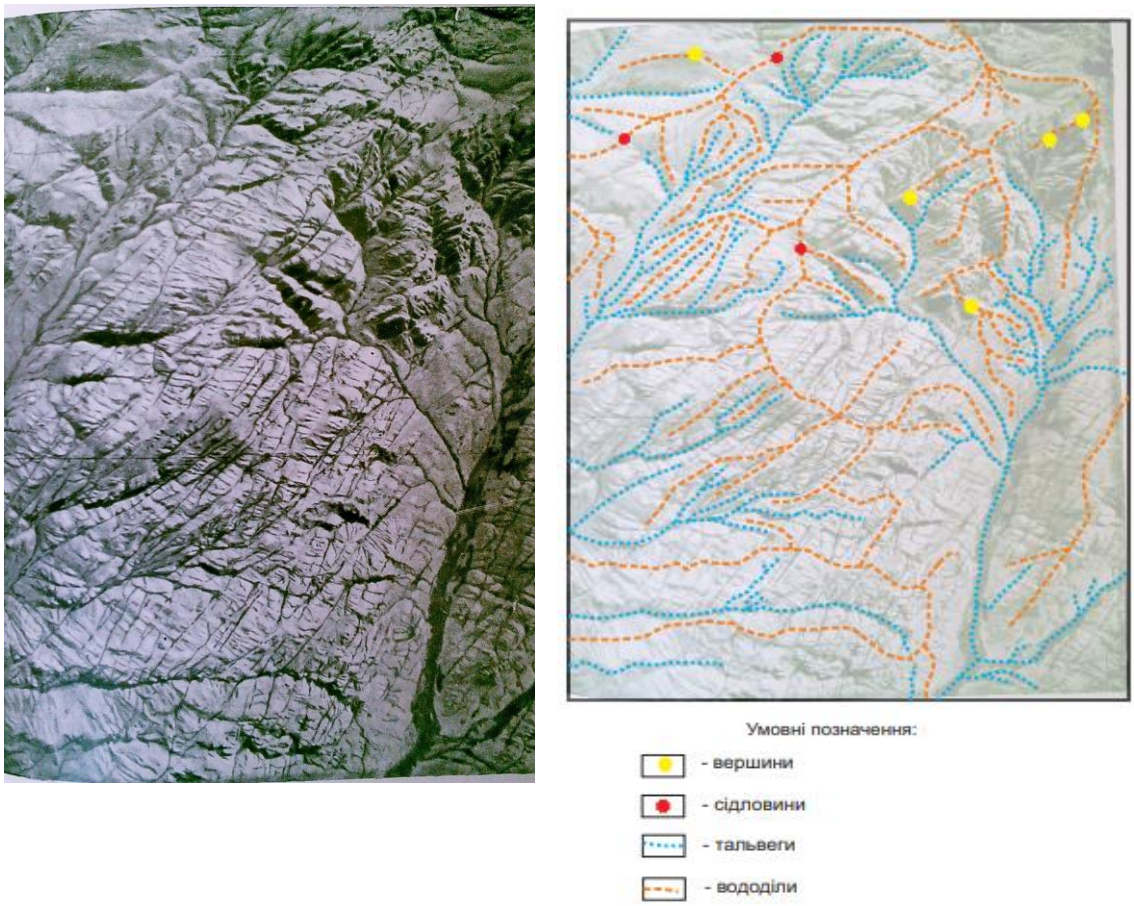


Рис. 7.13. Дешифрування елементів рельєфу по аерофотознімку

Завдання 3. Аналіз геоморфологічної будови території за результатами геоморфологічного дешифрування

Ознаки дешифрування:

Прямі ознаки – відображають безпосередньо дешифрувальні об'єкти.
До них належать:

- *геометричні* (форма, тіні, розмір);
- *яскравісні* (фототон, колір, спектральний вигляд);
- *структурні* (текстура, структура, рисунок).

Непрямі ознаки - це різноманітна взаємозалежність між об'єктами та елементами ландшафту, які не відображаються на знімках (об'єкти, які знаходяться під водою, під землею, або сезонні) і виступають індикатором відповідних об'єктів.

До них належать:

- *геоморфологічні ознаки* (рельєф, розломні порушення, речовинний склад та умови залягання порід, тектонічні особливості території, мезо- та мікрорельєф);
- *гідрографіна сітка* (тип гідрографічної сітки, поздовжній/поперечний профіль; характер профілю самої ріки та ін.);
- *геоботанічні ознаки* (рослинність та грунти)

Порядок геоморфологічного аналізу аеро/космо знімку

1. Описати загальний характер рельєфу: низовинний, височинний, гірський.
2. Дати загальну характеристику розчленованому рельєфу та його інтенсивність у якісному виразі:
   а) горизонтальне;
   б) вертикальне.
3. Охарактеризувати наявність уступів (ерозійні, денудаційні) та їх характер утворення (переривчастий, суцільний).
4. Надати характеристику вододільним просторам: вирівнені, плоскі, з гострими вершинами, гребені та інш.
5. Охарактеризувати гідрографічну сітку та її будову:
   а) характеристика поперечного профіля річкової долини (V-подібний, U-подібний, коритоподібний);
   б) характер поздовжнього профіля (невироблений, майже вироблений, вироблений);
   в) зміна глибини ерозійного врізу та ширини русла річки;
   г) тераси, їх кількість, ширина;
   д) наявність озер та боліт.

6. Характеристика гравітаційних процесів (зсуви, обвали, осипи).
7. Дати характеристику тимчасовим водним потокам, загальний напрямок лінійного та площинного стоку (наявність улоговин, ритвин, ярів, балок).
8. Генетичні типи відкладів
9. Вказати тип рельєфу, динамічність екзогенних процесів та їх вплив на формування рельєфу.

Питання для самоконтролю:

1. В чому полягає дешифрування знімків?
2. Як отримати стереозображення двох знімків?
3. Що таке повздовжнє перекриття знімків?
4. Які бувають типи зйомок?
5. Назвіть основні ознаки дешифрування?
6. Яка основна пряма ознака дешифрування конусу виносу?
7. За якими непрямими дешифрувальними ознаками дешифруються четвертинні відклади?
8. Як визначити наявність алювіальних відкладів на знімку?
9. Чим виступає гідрографічна сітка на знімках?
10. Прямі та непрямі ознаки дешифпування?
11. Що таке плановий знімок?
12. За якими параметрами визначається масштаб знімків?

Практична робота 8

Застосування інструментів просторового аналізу та моделювання у вирішенні практичних завдань четвертинної геології та геоморфології

Мета: Вдосконалення навичок просторового аналізу та моделювання із застосуванням інструментарію гнеоінформаційних систем для інтерпретації геолого-геоморфологічних даних.

Завданя роботи:

1. Побудува моделей рельєфу та аналіз геолого-геморфологічних характетристик із використанням функціональних модулів геоінофрмаційних систем, на прикладі програмного продукту QGIS або пробної версії ArcGIS.

Географічна, або просторова інформація, є невід'ємною частиною нашого життя. Ця інформація може отримуватись за допомогою GPS, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), картографування й різноманітних видів знімань. Більшість застосувань ГІС визначається їх здатністю пов'язувати просторову й описову (атрибутивну) інформацію та можливістю їх спільного аналізу. ESRI *(один із світових лідерів розробників геоінформаційного програмного забезпечення)* перераховує щонайменше 80 галузей використання ГІС. *Геологія, геоморфологія, гірничо-видобувної промисловості* передбачають створення усього розмаїття власне геологічних і тематичних карт, розв'язання задач геологічного прогнозу, створення дво- і тривимірних моделей запасів корисних копалин, моніторинг геологічних процесів тощо.

Побудова ізоліній

Ізолінії – це лінії, що з'єднують точки з однаковим значенням (наприклад, висоти рельєфу, температури, опадів, забруднення або атмосферного тиску). Розподіл таких ліній визначає поширення явища на поверхні. Там, де значення змінюється повільно, ізолінії розташовані далеко одна від одної. Там, де значення змінюється різко, лінії наближаються одна до іншої.

За певною ізолінією можна визначити, які точки мають однакове значення. Розглядаючи ізолінії, розташовані на певній території, можна отримати загальне уявлення про зміну z-значень на цій території.

Даний інструмент можна застосовувати і до растрових поверхонь, і до TIN. Доступ до інструменту через ArcToolbox: *Інструменти 3D Analyst → Тріангульована поверхня → Ізолінії поверхні* (рис. 8.14).

При використанні цього інструменту можна також додатково задати:

- базову ізолінію, відносно якої відраховуватимуться решта ізоліній;

- коефіцієнт Z, на який множаться висоти поверхні для перетворення одиниць вимірювання Z в одиниці вимірювання XY.

Якщо побудова ізоліній виконується на растровій поверхні, то використовують інструменти групи *Растрова модель поверхні* (*Інструменти 3D Analyst_*:

- для створення ізоліній із поверхні растра використовують інструмент Ізолінія (Contour);
- для створення ізоліній на основі списку значень ізоліній використовують інструмент *Ізолінії по значеннях (Contour List)*;
- для створення ізоліній з поверхні растру і генерації ізоліній з обох боків бар'єру використовують інструмент Ізолінії з бар'єрами (Contour With Barriers).

Для побудови горизонталей використовують супутникові знімки території.

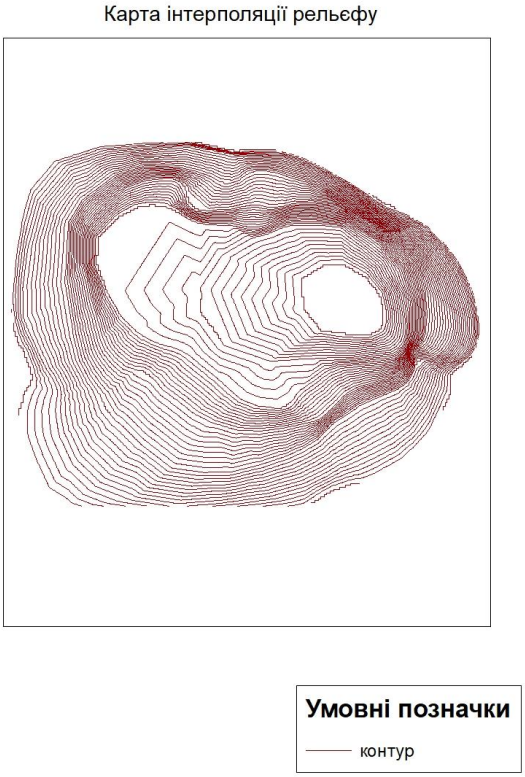


Рис. 8.14. Побудова та інтерполяція рельєфу із подальшим їх згладжуванням

Створення TIN з лінійних даних

За отриманими даними (горизонталями) будується модель поверхні тріангуляційної нерегулярної мережі TIN.

Запускається ArcToolbox із наступними інструментами для створення TIN: *Інструменти 3D Analyst → Керування даними → TIN → Створити TIN*. Вхідний клас просторових об'єктів – *горизонталі*, Вихідна TIN –Tin_рельєф, задається система координат вхідних даних → ОК (рис. 8.15).

Зауважимо, що TIN зображується поверх шару *Cavesurvey*; значення висоти в TIN визначають її базову висоту.

У вікні *Властивості* шару Tin_рельєф і переходимо на вкладку *Символи*. Видно, що шар ранжується лише по одному значенню – *Рельєф (Відображує рельєф градуйованою колірною схемою)*. Тут можна додати інші способи відображення TIN, натиснувши кнопку *Додати…* під полем *Показати*.

Символ для найвищого діапазону висот повинен бути білого кольору (якщо він синій, необхідно клікнути правою кнопкою миші на будь-якому символі і натисніть *Обернути символи*). Закрийте вікно *Властивості*.

Створення профілю рельєфу

Для створення профілю денної поверхні потрібно тривимірна лінія (об’єкт або графіка). Запускається ArcMap, копіюється TIN у документ карти і закартовується лінія профілю. Панель інструментів 3D Analyst в ArcMap містить два інструменти *Інтерполювати лінію* і *Створити графік профілю*, які будуть використані для створення профілю поверхні.

Завантажити із ArcCatalog в ArcMap *Tin1_рельєф.* На панелі 3D Analyst натиснути на інструменті *Інтерполювати лінію (Interpolate Line)*. У верхньому лівому куті TIN, проведіть лінію до правого нижнього кута і двічі клікніть, щоб закінчити картування.

Також можна створити профіль уздовж лінії, що складається з декількох сегментів, але в даному випадку задається тільки пряма лінія. Натиснувши на інструмент *Графік профілю (Profile Graph)*. Ви можете створити графік профілю денної поверхні.

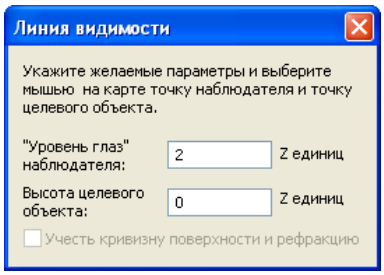
Далі можна редагувати заголовок, підзаголовок виконувати інші властивості графіку, зберігати його, друкувати або експортувати, копіювати його в буфер, включити його до компоновки карти, або можна просто закрити графік.

Щоб побачити, як виглядатиме профіль у виді компоновки, необхідно натиснути правою кнопкою миші на рядку заголовка графіка профілю і вказати *Додати до компоновки (Add to Layout)*.

Створення лінії видимості на рельєфі

Іншим способом вивчення рельєфу є створення лінії видимості. Лінії видимості показують, які частини поверхні видно, а які є прихованими вздовж лінії від точки спостереження до точки цілі.

Хід роботи: *Створити лінію видимості (Create Line of Sight)*. Заповнити вікно Enter.



Буде обчислено лінію видимості, яка показує, що видно з точки спостереження висотою в 2 метри (одиницями вимірювання z-значень у цій сцені є метри). Натиснувши на південному схилі височини в правій верхній частині TIN (точка спостерігача), проведіть лінію до правого нижнього кута і знову клікніть мишею (точка цілі).

Лінію видимості буде обчислено. Зелені сегменти показують ділянки, які видно з точки спостереження, а червоні – приховані від спостерігача. Чорна точка – положення спостерігача, червона – цілі, синя точка – це перешкода.

Лінії видимості, як і інші графічні лінії, можна копіювати. Натиснувши: пункт меню *Правка (Edit)* → *Вибрати всі елементи (Select All Elements)*, потім *Правка* → *Копіювати*, перейдіть до тих компонентів куди потрібно вставити, натиснути *Правка* → *Вставити*. Лінії додані до сцени. Для зняття виділення ліній потрібно натиснути будь-де на сцені (рис. 8.15).

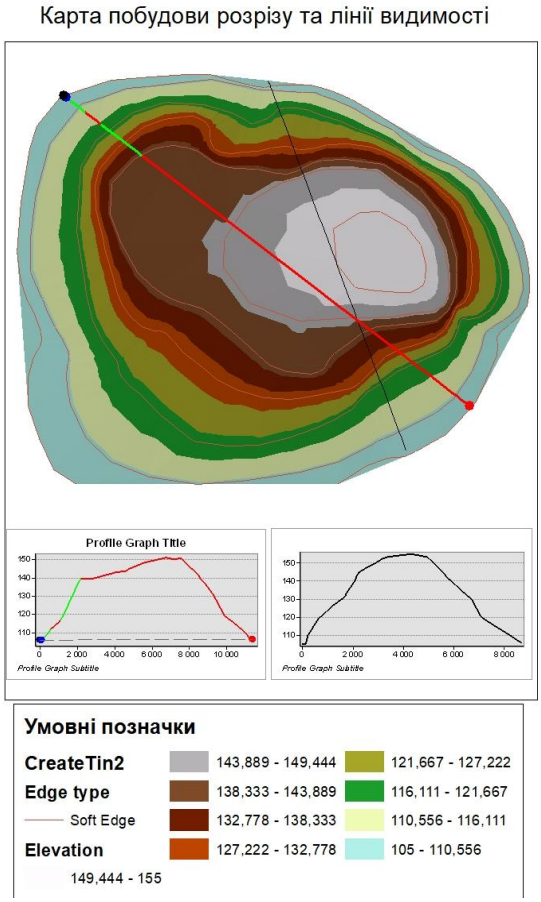


Рис. 8.15. Побудова профілю денної поверхні та лінії видимості

Створення зон видимості на поверхні

Зона видимості визначає комірки у вхідному растрі, які видно з однієї або більше точок або ліній спостереження. Кожна комірка вихідного растра отримує значення, що відповідає кількості точок спостереження, які видно з цієї комірки. Якщо є тільки одна точка спостереження, кожна комірка вихідного растру, з якої видно цю точку, отримує значення 1. Усі комірки, які не видно з жодної точки спостереження, отримують значення 0.

Клас об'єктів *Точки спостереження* може містити точки і лінії. В якості точок спостереження будуть використані вузли і вершини ліній.

В ArcToolbox запустіть інструмент: *Інструменти 3D Analyst → Видимість → Видимість*. Даний інструмент визначає місця растрової поверхні, видимі для набору об'єктів-спостерігачів, або які точки спостереження видно з кожного положення на поверхні растру (рис. 8.16).

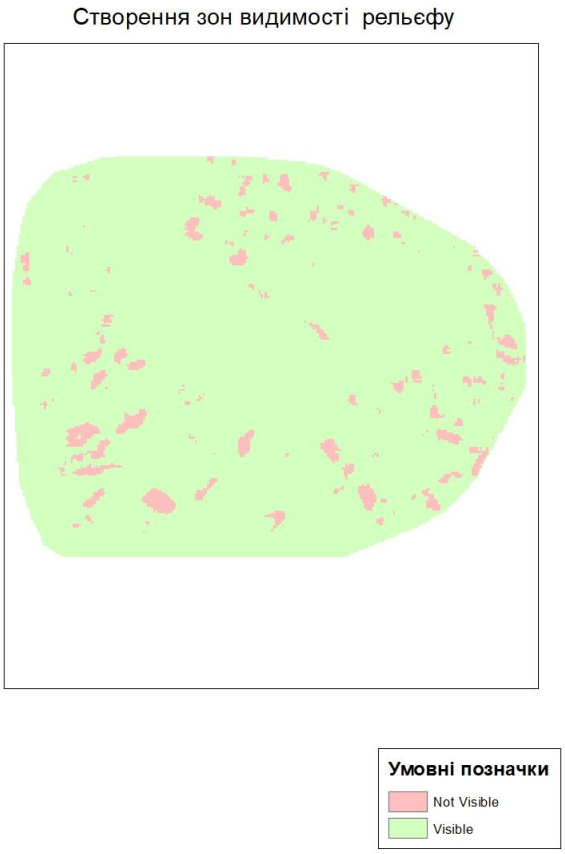


Рис. 8.16. Побудова зон видимості рельєфу

Обчислення ухилу поверхні (Slope)

Для кожної комірки інструмент *Ухил (Slope)* обчислює максимальну ступінь зміни в значенні z між конкретною коміркою і сусідніми з нею комірками. По суті,

максимальний ступінь зміни в значеннях висоти на одиницю відстані між коміркою і сусідніми з нею комірками визначає самий крутий спуск вниз по схилу з комірки.

Вихідний растр ухилів може бути обчислений у двох різних одиницях вимірювання: у градусах або у відсотках («відсоток підйому»). Суть відсотку підйому можна краще зрозуміти, якщо розглядати його як підйом, поділений на пробіг (спуск), і помножений на 100. Розглянемо трикутник в знизу на рисунку 8.17. Коли кут дорівнює 45°, підйом дорівнює пробігу (спуску), а відсоток підйому дорівнює 100 %. У міру того, як кут нахилу наближається до вертикального (90°), як в трикутнику С, відсоток підйому прагне до нескінченності.

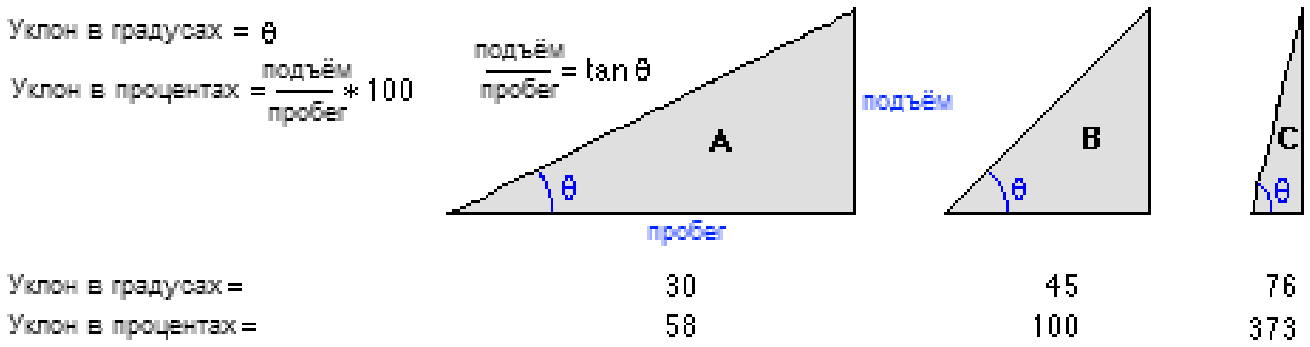


Рис. 8.17. Розрахунок ухилу схилу

Доступ до інструменту через ArcToolbox: *Інструменти 3D Analyst* → *Растрова моделі поверхні (*або *Тріангуляційна поверхня)* → *Ухил* (рис. 8.18) http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/main/guide-books/about-arcgis-for-desktop-extensions.htm.

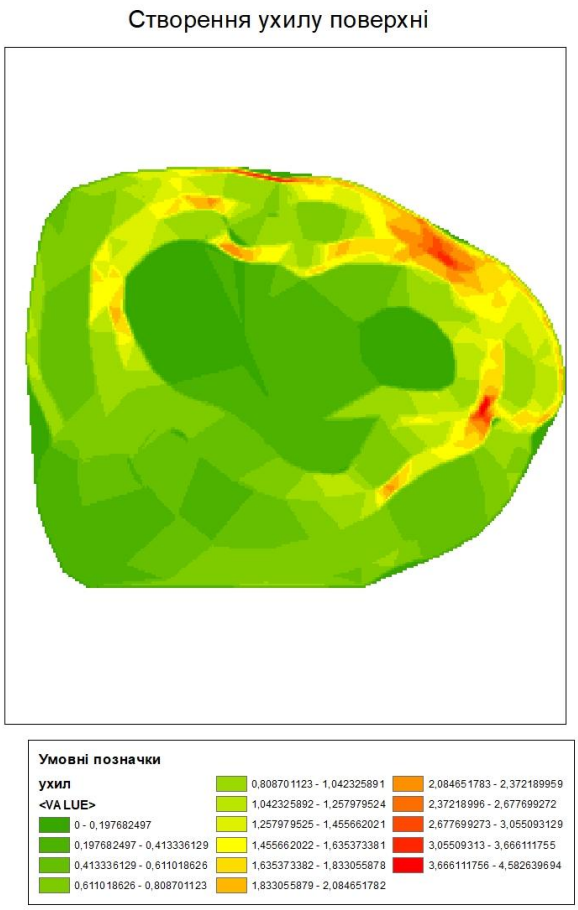


Рис. 8.18. Ухил поверхні за градусами

Питання для самоконтролю:

1. Які інструменти ГІС використовуються для створення спеціальних геоморфологічних карт?
2. Для чого використовується побудова ліній видимості?
3. Що необхідно для того, щоб побудувати TIN-модель рельєфу?
4. На основі яких інструментів просторового аналізу та моделювання можна отримати дані щодо морфометричних характеристик рельєфу?
5. Що таке ухил і експозиція поверхні?
6. Розкрийте суть роботи інструменту *Графік профілю*.
7. У чому полягає відмінність між моделями GRID і TIN?

Список рекомендованих джерел:

Білоус, В.В., Боднар, С.П., Курач, Т.М., Молочко, А.М., Патиченко, Г.О., Підлесецька, І.О., (2011). Дистанційне зондування з основами фотограмметрії. *Навчальний посібник К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет»*, 367.

Гожик, П.Ф., Чугунний, Ю.Г., (2005). Дослідження сучасної геодинаміки України. *К.: «Наукова думка»*, 255.

Заморій, П.К., (1956). Четвертичные отложения Украинской ССР. *Киев: Изд-во АН СССР.* 475.

Іванік,О., Тустановська, Л., Кравченко, Д. (2022). Методичні вказівки до написання курсової роботи з дисципліни «Четвертинна геологія з основами геоморфології та обробка даних ДЗЗ». *Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет»*, 42. Електронне видання.

Іщук О.О., Коржнев М.М., Кошляков О.Є., (2003). Просторовий аналіз і моделювання в ГІС. *Навчальний посібник, за ред. акад. Д.М.Гродзинського.* К.: Видавничо-полігоафічний центр «Київський університет», 200.

Николаев, Н.И., (1962). Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе терртории СССР. *М.: Недра*, 392.

Палиенко, В.П., (1992). Новейшая геодинамика и ее отражение в рельефе Украины. *К.: Наукова думка,* 116 .

Палієнко, Е.Т., Мороз, С.А., Куделя, Ю.А., (1971). Рельєф та геологічна будова Канівського Придніпров'я. *К.: Вид-во Київського університету,* 96.

Рудько, Г.І., (2015). Наукове супроводження геологічних об'єктів з метою оптимізації використання ресурсів надр (моніторинг надрокористування). *Київ-Чернівці,* 592.

Рудько, Г.И., Осиюк, В.А., (2012). Инженерная геодинамика Украины и Молдовы (оползневые геосистемы). *В 2 т. Черновцы: Букрек,* Т.1, 742.,Т.2,744.

Стецюк, В.В., Вахрушев, Б.О., Комлев, О.О., Палієнко, Е.Т., (2010). Рельєф України. *Навчальний посібник. К.: Видавничий дім «Слово»*, 688.

Стецюк В. В., Ковальчук І. П. (2005) Основи геоморфології: Навч. посіб. / За ред. О. М. Маринича. К.: Вища школа, 495.

Стецюк, В.В., Рудько, Г.І., Ткаченко, Т.І., (2009). Екологічна геоморфологія України: навчальний посібник. *К.: «Вища школа»,* 367.

Философов, В.П., (1975). Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов, 231.

Цись, П.М., (1962). Геоморфологія УРСР. *Навчальний посібник. Виддавництво Львівського університету.* 224.

Шевчук, В.В., Михайлов, В.А., (2005). Геотектоніка з основами геодинаміки. –КНУ, 327.

Burbank, D. W., Anderson, R. S. (2011). Tectonic Geomorphology, 2nd Edition.

Bull, W.B. (1991). *Geomorphic Responses to Climatic Change*. Oxford University Press, London.

Garsia-Rodriguez, M.J., Malpica, J.A., Benito, B., Diaz, M., (2008). Susceptibility assessment of earthquake-triggered landslides in El Salvador using logistic regression. *Geomorphology.* Vol. 95, 172-191.

Gershenfield, N., (1999). The nature of Mathematical Modeling. *Cambridge,* 344.

Ivanik, O., Shevchuk, V., Lavrenyuk, M., Ivankevich, G., (2018). Regional and local forecasting of landslides and debris flows and assessment of their impact on infrastructure objects. *11th International Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment , (Kyiv, Ukraine, 13-16 Nov. 2018): Extended abstracts*.

http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=91316.

Ivanik, O., Shevchuk, V., Kravchenko, D., Yanchenko, V., Shpyrko, S., Gadiatska, K., (2019). Geological and Geomorphological Factors of Natural Hazards in Ukrainian Carpathians. Journal of Ecological Engineering.

20(4):177-186. doi:10.12911/22998993/102964.

Ivanik, O., Shevchuk, V., Kravchenko, D., Tustanovska, L., Yanchenko, V., (2019). Paleogeography and neotectonics of Kaniv dislocations (Ukrainian Shield, Ukraine) in the Neogene-Quaternary period. Historical Biology An International Journal of Paleobiology, 1-9

Pelletier, J., (2008). Quantitative modelling of Earth processes. *Cambridge,* 295.

Foster, C., Gibson, A., Wildman, G., (2008). The new national Landslide Database and Landslide Hazard Assessment of Great Britain. *First World Landslide Forum (Tokyo, Japan, 18-21 Nov. 2008): papers*. Режим доступу до журн. : http://nora.nerc.ac.uk/4694/.

https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1.

https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSRTM.082015.4326.1

https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/.

https://en.wikipedia.org/wiki/Shuttle_Radar_Topography_Mission

https://earthexplorer.usgs.gov/ (цифрові моделі рельєфу DEM).

http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/main/guide-books/about-arcgis-for-desktop-extensions.htm (посібник користувача ArcGIS).

http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php (сенсори Landsat 8, NASA).

https://www.wiki.uk-ua.nina.az/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8.html (Стратиграфічний кодекс України).