

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Львівський національний університет імені Івана Франка

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА, ЛАБОРАТОРНІ, САМОСТІЙНІ
ТА ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

з курсу “*Літологічні методи досліджень*”
для студентів географічного факультету

Львів
Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка
2012

Рекомендовано до друку
Вченою радою географічного факультету
Львівського національного університету імені
Івана Франка
Протокол № 7 від 24 жовтня 2012 року

Уклав: **Яцишин Андрій Михайлович**

Навчальна програма, лабораторні, самостійні
та тестові завдання
з курсу **“Літологічні методи досліджень”**
для студентів географічного факультету

ПЕРЕДМОВА

Літологія – це наука, яка вивчає осадові породи, їхні поєднання, а також приурочені до них корисні копалини, як закономірно взаємопов'язані геологічні утворення [20]. У розв'язанні трьох фундаментальних геоморфологічних проблем: встановленні віку, генезису, морфології форм рельєфу та відкладів, які їх складають – це, так-звана, геоморфологічна тріада, саме літологічні дослідження відіграють ключову роль у з'ясуванні походження (генезису) відкладів, якими власне і збудовані форми рельєфу. Крім того, літологічні характеристики порід часто визначають морфологічні обриси форм рельєфу. Тому, літологічні дослідження є невід'ємною складовою будь-яких ґрунтовних геоморфологічних, палеогеографічних досліджень, а оволодіння методами літологічних досліджень є пріоритетним напрямом у підготовці фахівців-геоморфологів, палеогеографів високого рівня.

Літологія як наука пройшла тривалий шлях свого становлення, який на думку Л. Рухіна можна розділити на три етапи: початковий етап вивчення осадових порід; період накопичення загальних даних про осадові породи, умови їхнього формування; період формування літології як науки і її подальший розвиток [20].

На початковому етапі, який охоплює 18 – першу половину 19 століть, розвиток літології пов'язують з іменами: М. Ломоносова, який, наприклад, встановив генетичний зв'язок між торфом, вугіллям і нафтою, порівнював викопні товщі із сучасними, які щойно проходять етап свого нагромадження; В. Севергіна, який проводив активні мінералогічні дослідження та деяких інших науковців.

Другий етап розвитку літології, що охоплює другу половину 19 – першу третину 20 століть, пов'язується з іменами: В. Докучаєва, який заклав основи розуміння початкового етапу формування осадових порід – вивітрювання материнський порід та ідеями К. Глінки про зональність типів звітрювання. Впровадженням термінів “делювій”, “пролювій” геологія зобов'язана іншому видатному палеогеографу того часу – А. Павлову. Основи порівняльно-літологічного методу у цей час закладає А. Архангельський, а головні положення геохімії формулює В. Вернадський.

Третій етап розвитку літології, який розпочався ще перед другою світовою війною, пов'язується з іменами: В. Батуріна, який закладає основи мінералогічного напрямку досліджень осадових порід; Л. Пустовалова – основний напрям досліджень якого скерований на аналіз петрографії осадових порід; Ю Жемчужнікова – аналізує генезис шаруватості; М. Страхова – вивчає періодичність осадонагромадження та її залежність від тектонічних і кліматичних факторів; а також Л. Рухіна, який розробляє класифікацію осадових порід, аналізує стадії та умови формування осадових порід, вдосконалює підходи до фаціального і формаційного аналізу осадових товщ тощо.

Сьогодні літологія тісно взаємопов'язана із загальною геологією, геологією корисних копалин, інженерною геологією, гідрогеологією та іншими

підрозділами геології. Основу сучасних літологічних досліджень складають, по-перше, детальне вивчення речовинного складу осадових порід; по-друге, вивчення генетичних типів древніх відкладів – аналіз фацій; по-третє, дослідження формацій – найбільших систематичних підрозділів осадових порід. Розвиток літології сьогодні також неможливо уявити без стратиграфії, яка виявляє історичну послідовність утворення осадових порід.

“Літологічні методи досліджень” – навчальна дисципліна, яка читається студентам третього курсу денної форми навчання географічного факультету, кафедри геоморфології і палеогеографії. Деякі прийоми літологічних методів досліджень відкладів осадового походження студенти мають можливість засвоїти ще на першому курсі навчання, під час прослуховування фундаментальної навчальної дисципліни – “Геологія загальна та історична”, виконання деяких практичних занять з цього курсу та під час проходження геологічного, геоморфологічного розділів комплексної фізико-економіко-географічної практики.

Мета курсу “Літологічні методи досліджень” – сформувати у студентів систему знань про літологічні характеристики відкладів осадового походження; навчити визначати та описувати літологічні характеристики відкладів; залучати отримані результати літологічних досліджень до вирішення проблем стратиграфічного розчленування і кореляції відкладів, їх фаціально-генетичного розчленування та відтворення фізико-географічних умов етапів осадонагромадження.

Завдання, які висуваються перед студентами під час прослуховування навчального курсу, полягають у оволодінні навиками аналізу ознак відкладів осадового походження, зокрема опису форм та умов залягання, опису текстур, аналізу гранулометричного складу, інших характеристик відкладів.

В результаті вивчення курсу студенти повинні **знати** номенклатуру літологічних ознак товщі відкладів, окремих уламків, причини та умови їхнього формування. На основі отриманих знань студенти повинні **вміти** виконувати літологічні аналізи товщі відкладів, використовувати здобуті результати для палеогеографічних реконструкцій етапів осадонагромадження.

Зміст курсу “Літологічні методи досліджень” розроблено з дотриманням вимог щодо підготовки фахівців з географії, геоморфології і палеогеографії. Курс “Літологічні методи досліджень” викладається у тісному взаємозв’язку з іншими навчальними дисциплінами, зокрема: “Геологія загальна та історична”, “Основи седиментології та гідрогеології”, “Методи фаціального аналізу” та іншими. Знання, які отримують студенти прослухавши курс “Літологічні методи досліджень”, дозволяють використовувати їх під час вивчення інших, пов’язаних з літологією наук, під час підготовки курсових, дипломних, магістерських робіт, у майбутній науковій та педагогічній діяльності.

Оцінювання результатів роботи студентів з курсу
“Літологічні методи досліджень”

Розподіл балів, які отримують студенти для заліку

Структура курсу		Вид роботи студента, максимальна кількість балів				Сума балів за модуль
		Виконана практичні роботи	Модульна письмова контрольна робота	Виконані тестові завдання	Виконана самостійна письмова робота	
Змістовний модуль 1	Тема 1.	-	13	7	4	30
	Тема 2.	6				
	Тема 3.	-				
	Тема 4.	-				
Змістовний модуль 2	Тема 1.	2	10	4	4	24
	Тема 2.	4				
Змістовний модуль 3	Тема 1.	-	9	5	2	16
	Тема 2.	-				
	Тема 3.	-				
Сума балів за видами роботи		12	32	16	10	70
Підсумкове опитування (залік)						30
Сума балів за семестр						100

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.

ТЕМА 1. ВСТУП. ЗМІСТ, ЗНАЧЕННЯ ТА ПЕРЕЛІК МЕТОДІВ ЛІТОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Тема лекцій присвячена розкриттю суті літологічних досліджень осадових порід, яка полягає у вивченні ознак відкладів, що відображають певні компоненти географічного середовища. Коротко схарактеризовані такі ознаки відкладів, зокрема:

- 1) форми та умови залягання відкладів;
- 2) текстура товщі відкладів;
- 3) загальні властивості відкладів (колір, склад, наявність органічних решток тощо);
- 4) гранулометрія відкладів;
- 5) морфологія, петрографія (комплексний аналіз уламків);
- 6) мінералогічний склад (середньо-, дрібноуламкових фракцій відкладів);
- 7) фізико-механічні властивості відкладів;
- 8) інші аналізи, застосування яких визначене особливостями досліджуваних товщ.

Оскільки вивчатимуться ознаки осадових порід, тому з'ясовано, що, власне, розуміється такими породами – це *геологічні тіла, які виникають на поверхні Землі і децю глибше, під дією притаманних для цієї частини Землі невеликих температур і тиску, шляхом перетворення відкладів, які утворилися під час вивітрювання, життєдіяльності організмів і деяких вулканічних процесів* [20].

Ознаки осадових порід «заховані» у їхніх складових елементах: **зернах (уламках), матриці, цементі, порах. та їхніх взаємозв'язках в породі.** Зерна – це уламкові частинки, які зазвичай утворюють каркас осаду. Матрикс – це дрібніші уламки, які розташовуються між зернами. Цемент – мінеральне новоутворення, яке виникло у постседиментаційних умовах і зустрічається у межах колишніх пустот осадів. Пори – це проміжки, які не зайняті зернами, матриксом або цементом. Пори можуть вміщувати гази, заповнюватись рідинами, або за певних температур і тиску заповнюватись і рідиною і газом.

Темою лекцій окреслене також коло геоморфологічних, геологічних проблем, які можна вирішувати із залученням літологічних методів досліджень осадових порід. Зокрема, літологічні дослідження дають змогу вирішувати такі проблеми:

- а) стратиграфічного поділу і кореляції відкладів;
- б) фаціально-генетичного розчленування відкладів;
- в) палеогеографічних реконструкцій етапів осадонагромадження.

Подано порядок виконання комплексних літологічних досліджень, який одночасно ілюструє перелік методів літологічних досліджень товщ осадових відкладів, яким сьогодні можуть оперувати геоморфологи, геологи.

ТЕМА 2. ФОРМИ ТА УМОВИ ЗАЛЯГАННЯ ВІДКЛАДІВ.

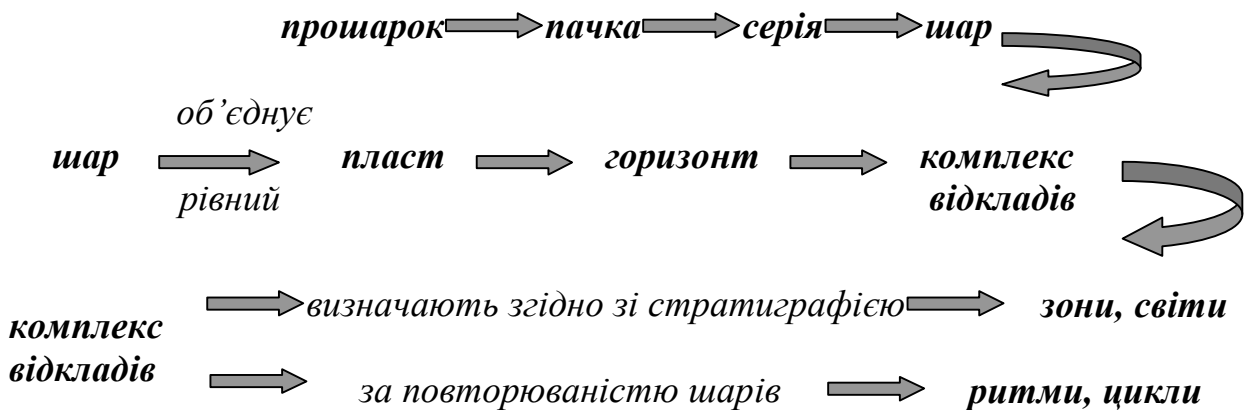
Шаруватість є однією з найуніверсальніших ознак осадових порід. На відміну від інших ознак осадових порід, наприклад, форми уламків, характеру їхньої поверхні тощо, шаруватість повністю визначається особливостями середовища осадонагромадження. Отже, шар – це геологічне тіло, що складене більш-менш однорідним матеріалом (наприклад, за кольором, складом, внутрішньою будовою тощо) і відрізняється за якими-небудь ознаками (знову ж таки за кольором, складом, внутрішньою будовою тощо) від суміжних, часто відмежованих більш-менш вираженими площинами, нашаруваннями.

Однак у геології терміном шаруватість позначають два типи явищ:

перший – шаруватість, яка виражається у зміні шарів, що залягають послідовно та відмінних між собою, більш-менш однорідних усередині, які утворюють текстуру осадових товщ;

другий – шаруватість усередині самого шару, яка виражається у повторюваності однакових прошарків, які складають внутрішню текстуру шару.

У цій темі лекційних занять проілюстровані відмінності ознак шару і прошарку; розкриті як внутрішні, так і зовнішні щодо відкладів причини формування шарів та прошарків осадових товщ. Відтворена повна ієрархія текстурних елементів товщі осадових відкладів, від найдрібніших до найбільших:



Проаналізовані форма та умови залягання шару. Зокрема, головні форми залягання шарів представлені: *виклинуванням, лінзою, валом, шлейфом, перетиском пласта, роздуттям пласта* тощо. А умови залягання шару відображають через такі характеристики:

- простягання* – це лінія перерізу покрівлі шару з горизонтальною площиною;
- азимут простягання* – це розташування лінії покрівлі шару відносно сторін світу;
- падіння* – ухил шару відносно горизонтальної площини. *Падіння* має свій кут і азимут. *Кут падіння* – це кут між покрівлею шару і

горизонтальною площиною. *Азимут падіння* (напрямок падіння) – площина, розташована перпендикулярно до простягання шару.

Для забезпечення всебічності аналізу шару відкладів, його проводять за таким планом:

- встановлюється назва породи, яка визначається за домінуючим у ній матеріалом;
- головні особливості зовнішнього вигляду породи, які ”впадають в вічі“ під час першого погляду на шар;
- ступінь однорідності порід у розрізі шару;
- потужність шару і елементи його залягання;
- характеристики кольору шару і його зміни у розрізі шару і за простяганням;
- характеристика зернистості матеріалу і його зміни у розрізі шару і за простяганням;
- характеристика мінералогічного складу середньо-, дрібноуламкових відкладів і його зміни у межах шару.

Крім того, розглядається послідовність аналізу шаруватості товщі відкладів, під час якого треба розкрити: загальний характер шаруватості (горизонтальна або коса), чим вона обумовлена, ступінь постійності прошарків за простяганням, межі ними тощо. Ґрунтовно аналізується характеристика *пластових поверхонь шару*, зокрема поверхні, яка обмежує шар зверху і називається *покрівлею* та поверхні, яка обмежує його знизу – *підощва*. Встановлюють *потужність* шару, яка визначається за відстанню по вертикалі між підощвою і покрівлею шару, та *протяжність* шару, яка значно менша від його потужності. Характер переходів до вище- або нижчезалягаючих шарів – поступовий або різкий, наявність слідів розмиву і детальний їхній опис.

На завершення теми розкривається суть характеристик інших текстурних елементів шару відкладів: орієнтація гравійних, галечникових уламків, органічних решток, видовий і родовий склад органічних решток та головні палеоекологічні спостереження, Також описуються явища, які пов’язані з різного роду конкреціями і іншими помітними у полі новоутвореннями [20].

ТЕМА 3. ВНУТРІШНІ ТЕКСТУРИ ОСАДОВИХ ПОРІД. ПЕРВИННІ ТЕКСТУРИ.

Ця тема лекційних занять присвячена розкриттю суті поняття *внутрішньої текстури* осадових порід, під якою *розуміють сукупність ознак будови гірських порід, зумовлених орієнтуванням, відносним розташуванням складових частин осадової породи*. Внутрішня текстура виражається, головню, через зміни таких ознак осадових порід:

- речовинного складу породи в окремих прошарках;
- гранулометричного складу відкладів;
- пошарова зміна забарвлення (смугастість);
- розвиток пошарово розташованих включень;

➤ взаємопаралельне розташування сплюснених частинок та деякі інші зміни.

Внутрішні текстури відкладів залежно від *часу* та *умов* їхнього формування і поділяються на такі типи і підтипи (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація текстур [3]

Первинні текстури	<i>Текстури осадонагромадження</i>	Напластування
		Шаруватість
		Прямолінійна окремість
		Похила шаруватість
		Діагональна шаруватість
		Градаційна шаруватість
		Брижі
	<i>Ерозійні текстури</i>	Сліди течій
		Сліди предметів
		Штрихи від ударів
		Сліди ковзання
		Сліди перекачування і перескоків
		Сліди дощових крапель
	<i>Деформаційні текстури</i>	Порушені напластування
		Седиментаційні складки
		Болотні тріщини
	<i>Біогенні текстури</i>	Текстури росту організмів
		Сліди, залишені організмами
		Біотурбаційні текстури
Вторинні (діагенетичні) текстури	Сліди кристалів	
	Конкреції	
Епігенетичні текстури	Кріогенні текстури	
	Тріщини всихання	

Проаналізована кожна група текстур та текстури зокрема. Для **первинних текстур**, які формуються внаслідок розвитку процесів осадонагромадження, ерозії і деформації, які часто накладаються один на одного, першочергово розкриті умови, причини формування **текстур осадонагромадження**. Зокрема, **напластування** виникають унаслідок різко виражених змін у процесі осадонагромадження або ж перерв у процесах нагромадження відкладів, часто відділених місцевою ерозією.

Під час аналізу *шаруватості*, яку ґрунтовно розглядали вище, звертаємо увагу й на інші важливі діагностичні ознаки. Згідно з геометричними параметрами шаруватість поділяють на два морфологічні типи: *горизонтальну та косу*. Горизонтальна шаруватість, розвивається за спокійних умов седиментації, характеризується паралельністю прошарків, які її формують. Коса шаруватість формується системою прошарків, розташованих нахилено до

підшви і покрівлі шару [20]. Головним елементом косої шаруватості є серія, яка характеризується паралельністю прошарків, які її формують.

В продовженні теми лекційних занять розкриті діагностичні ознаки, умови формування інших текстур осадоагромадження. Зокрема, *прямолінійна окремість* – це поверхні, які формуються внаслідок відшаровування шаруватого матеріалу вздовж площин окремоостей, які мають нерівний, характерний рельєф (дрібні западини, випуклості тощо) [3].

Похила шаруватість формується внаслідок процесів осадоагромадження на схилах, наприклад брижів, дюн тощо [3].

Діагональна шаруватість простежується у серії прошарків, кожний з яких нахилений у бік нижньої межі серії під певним кутом [3]. Розрізняють *пластову* (її також часто описують як плитчасту, таблитчасту) і *жолобоподібну* (або *мульдоподібну*) діагональні шаруватості.

Градаційна шаруватість виражається в напрямленій зміні розміру зерен у вертикальному розрізі шару за умови, що розподіл зернистості матеріалу шару видно макроскопічно. Характеризуються типи градаційної шаруватості, які ідентифікуються на підставі тенденцій змін зернистості матеріалу шару:

- одноразова, з хорошим розділенням;
- одноразова, з поганим розділенням;
- одноразова, запрокинена;
- переривчаста (нема дрібнозему);
- симетрична;
- симетрична запрокинена;
- пенсиметрична;
- дворазова.

Аналізується й інша схема класифікації типів градаційної шаруватості, яка ґрунтується на характерах переходів між зернами найбільшої та найменшої фракцій, і на підставі яких виокремлюють *ступіньчасту* і *переривчасту* градаційну шаруватість. Ступіньчаста градаційна шаруватість виражена в поступових переходах між фракціями. У випадку розвитку різких стрибкоподібних переходів між фракціями градаційну шаруватість називають переривчастою.

На лекційному занятті ґрунтовно аналізуються умови формування, морфометричні, морфологічні параметри *брижів* – чи не найцікавіших морфогенетичних утворень у товщі осадових порід. Брижі – це форми *мікрорельєфу*, які формуються внаслідок *однонапрявленої дії певних геологічних чинників (вітру, води)* [3]. Докладно схарактеризовані усі найголовніші типи брижів: *хвилеприбійні, змішані хвилеприбійно-течієві, течій та еолові*.

Для групи *ерозійних текстур* найперше розкриті літологічні параметри, умови формування *текстур течій*, які представлені *ерозійними каналами та ерозійними розмивами* [3]. Обидві тектури в поперечному перерізі – це западини різної форми, що заповнені відкладами, дещо відмінними літологічно від підстильних. Серед ерозійних каналів розрізняють *одиночний ерозійний канал*, який має сліди одного розмивання, тобто одну ерозійну поверхню, а

відклади, які виповнюють канал, не несуть слідів повторного розмивання або мають лише сліди локальної ерозії; і *складні канали*, які несуть сліди декількох циклів ерозійного розмивання основи каналу, розділених етапами виповнення каналу відкладами.

Розкриваються умови формування, літологічні параметри тісно пов'язаних між собою текстур ерозійних розмивів. Для їхнього формування потрібні принаймні дві передумови – транспортування уламків способом волочіння по дну з перескоками і порівняно м'який субстрат ложа.

Серед текстур ерозійних розмивів виокремлюють *сліди волочіння* предметів потоком, які представлені здебільшого прямолінійними вузькими і порівняно глибокими борознами, що обмежені паралельними краями, які простягаються в напрямі руху потоку; *слідами ударів*, які формуються під час короткочасних і випадкових зіткнень уламків, що їх транспортує потік з ґрунтом ложа; *шрамами зіткнення*, які мають форму невеликих заглиблень, що розширюються й поглиблюються у напрямі руху потоку; *слідами ковзання*, які формуються у тому випадку, коли предмет, стикається з пластичним матеріалом ложа під невеликим кутом, захоплює частину цього матеріалу і виштовхує його вперед, формуючи попереду фронту заглиблення невеликий вал. Коли предмет формує лінійно витягнутий ланцюг вм'ятин на поверхні ложа – формуються *сліди перескоків*. Такі текстури утворюються, як звичайно, під час ковзання предметів, а форма, розміри заглиблень залежать від геометрії і способу розташування предмета під час кожного зіткнення з дном водойми. Типові сліди перескоків складаються з низки чітких ізольованих між собою заглиблень. Однак зі зменшенням відстані між слідами зіткнень текстури перескоків трансформуються у *сліди перекочування*.

В абсолютно інший спосіб формуються надзвичайно цікаві ерозійні текстури, які називаються *слідами дощових крапель*. Вони виникають унаслідок падіння на поверхню пластичного матеріалу (глини, мулу, дрібнозернистих пісків тощо) дощових крапель і мають вигляд дрібних округлих заглиблень, оточених вздовж країв невеликими бортами з нерівними краями.

До первинних текстур також відносять *деформаційні седиментаційні текстури*, які утворюються у результаті *порушення первинної конфігурації, системи внутрішньої будови прошарків*, які розвинулись унаслідок *різноманітних геологічних процесів у відкладах перед остаточною їх літифікацією* [3]. До причин змін внутрішньої будови відкладів у прошарку належать:

- а) гравітаційні масові переміщення матеріалу;
- б) зміни статичного або динамічного навантаження;
- в) зміни об'єму відкладів;
- г) тертя відкладів прошарку об ложе під час руху матеріалу;
- д) діяльність організмів тощо.

Розкривається *характер деформацій*, на підставі якого виокремлюють два типи порушеного нашарування: *з подрібненням і без подрібнення*. У першому випадку відклади розпилені, подрібнені, формують безструктурну масу, у якій

хаотично перемішані уламки різного розміру і форми, у другому випадку – в товщі відкладів дуже мало розпиленого матеріалу або його немає зовсім.

Також розкриваються умови формування *седиментаційних складок* (складчастих текстур) – це окремі відірвані складки, які побудовані зв'язаними гірськими породами, наприклад пісковиками, які знаходять серед безструктурної маси відкладів, наприклад, глинистої товщі.

Болотні тріщини, які утворюються внаслідок зменшення об'єму свіжовідкладених осадів, становлять полігенетичну групу текстур [3]. Формуються болотні тріщини під час висихання відкладів у субаеральних умовах і зменшення об'єму відкладів. Розглядається перебіг процесу формування болотних тріщин в динаміці, від розвитку різнотипових тріщин, через формування правильних, сумірних шестигранників, до формування неправильних полігонів (багатогранників) і задирання країв багатогранників у бік поверхні та формування чаш, а потім і згортання їх у рулони.

На завершення теми лекційних занять, присвячених первинним текстурам, розкривається процес формування *біогенних текстур*. Біогенні текстури представлені *реліктами коріння рослин, слідами пересування хребетних та безхребетних організмів, слідами риючих організмів* тощо. Індивідуальний морфологічний тип сліду викопного організму називається *іхногеном* [23].

За часом утворення сліди діяльності організмів поділяються на:

- постдепозиційні – утворилися пізніше формування самого пласта відкладів, на якому або в середині якого вони спостерігаються;
- додепозиційні – утворилися перед формування пласта. Вони є зліпками форм, які були на дні перед осадженням шару відкладів і тому вони розвинені лише на поверхні пласта. [3].

Ймовірність збереження іхноген невелика, найчастіше вони зберігаються у відкладах пересохлих озер, на дні рік і припливно-відпливних відмілинах.

ТЕМА 4. ВТОРИННІ (ДІАГЕНЕТИЧНІ) ТА ЕПІГЕНЕТИЧНІ ТЕКСТУРИ.

Тема лекційного заняття повністю присвячена аналізу *вторинних (діагенетичних) та епігенетичних текстур*.

Вторинні текстури безпосередньо не залежать від головних процесів осадоагромадження; це сингенетичні утворення. Вони виникають головню у процесі діагенетичних перетворень, тому їх часто називають ще діагенетичними. Серед вторинних текстур виокремлюють: *конкреції та сліди кристалів*.

Конкреції – це *ранньодіагенетичні утворення, які залежать, головню, від геохімічного режиму ґрунтових розчинів (вод) і здатні тривалий час зберігатися у вигляді твердої фази*. Формування конкрецій зумовлене також кліматичною зоною (природною зоною). У зв'язку з цим конкреції можуть бути, наприклад, представлені:

- а) окисами заліза і глинозему (в зонах латеритоформування);
- б) кальциту, анкериту і доломіту (карбонатної седиментації);
- в) гіпсу й опалу (континентальні відклади аридного клімату).

Окрім відмінностей у складі, конкреції суттєво відрізняються за формою, зокрема розрізняють такі: *еліпсоподібні, округлі, витягнуті, неправильні з відростами, однорідні або зонарні, з розтрісканою поверхнею або не розтрісканою.*

Загалом дослідження конкрецій зводяться до з'ясування умов формування конкрецій, а отже, і до реконструкції фізико-географічних умов часу розгортання діагенетичних перетворень у конкрецієвміщеній товщі порід. У цьому разі треба звертати увагу на походження конкрецій – сингенетичне або епігенетичне, на їхнє кількісне співвідношення з конкрецієвміщеною породою і розташування щодо шаруватості.

Завершується тематичний курс лекцій аналізом **епігенетичних текстур**. Епігенетичні текстури *формується під час перетворень текстур відкладів у процесі діагенезу і пов'язані з переміщенням уламкового матеріалу в товщі напіврідких відкладів залежно від їхньої щільності, розмірів уламків та утворенням у кінцевому підсумку сортованої шаруватості, яка часто не має нічого спільного з первинною шаруватістю відкладів.* До епігенетичних текстур належать різноманітні типи *кріогенних текстур, тріщин висихання* тощо.

Кріогенні текстури – це сукупність ознак будови багаторічномерзлих порід, зумовлених орієнтуванням, відносним розташуванням і розподіленням включень льоду і мінеральних або органічних агрегатів. Розвиток такого типу текстур відбувається за умов сезонного відтаювання (влітку) до певної глибини багаторічномерзлих порід і наступного їх промерзання (взимку). Процеси періодичного відтаювання і промерзання призводять до формування специфічних, притаманних лише кріолітозоні форм рельєфу і комплексу відкладів. Найпоширенішими серед них такі: *полігонально-жиліні структури; плями-медальйони; термокарстові форми; горби здимання; форми, пов'язані з гравітаційними процесами* тощо.

Полігонально-жиліні структури розвиваються в процесі морозобійного розтріскування гірських порід під час багаторазових охолоджень і стискувань та прогрівань і розширень товщі гірських порід. Морозобійні тріщини можуть багаторазово виникати на одному й тому ж місці, а гірську породу розбиває система перпендикулярних тріщин. Тріщини, які виникли взимку, влітку, коли діяльний шар відтає, заповнює вода. Під час чергового переходу від теплих до холодних умов вода замерзає і лід розширює тріщину. Така послідовність подій багаторазово повторюється і льодяний клин збільшується.

Якщо льодяні жили відтають, то у вільний простір, окрім води, потрапляє також матеріал діяльного шару, так формуються *псевдоморфози по полігонально-жиліних структурах.*

Під час промерзання, яке розпочинається швидше по боках тріщин, у центрі структури виникає надлишковий тиск ще не промерзлого піщано-глинистого субстрату, який може прорвати малопотужну кірку мерзлих порід і розрідженою масою залити певний майданчик. Утворюється пляма, обмежена полігональною сіткою тріщин. Система розрізнених плям формує *плями-медальйони.*

Зміни теплового режиму у приповерхневій частині кріолітозони часто зумовлюють протаювання жильного льоду на окремих ділянках території і, як наслідок, просідання ґрунту та виникнення специфічних форм рельєфу – *термокарстових заглиблень*. Заглиблення мають різний діаметр і глибину, заповнені водою або без води тощо.

У разі зміни теплового режиму але у бік пониження температур за рахунок льоду зростає об'єм породи у діяльному шарі, що призводить до піднімання поверхні – виникають *горби здимання*.

Під час відтаювання порід діяльного шару і досягнення в'язкопластичної консистенції субстрату, розташованого на певній похилій поверхні розвивається *соліфлюкція* – *повільна в'язкопластична течія пухких відкладів, яка відбувається влітку над покрівлею багаторічномерзлих порід*. Процес соліфлюкції залежить від крутості схилів (визначає інтенсивність розвитку процесу), глибини сезонного відтаювання порід, характеру задернованості схилу і складу відкладів. У випадку різної швидкості зміщення породи, що залежить передусім від форми схилу, соліфлюкція проявляється у вигляді терас, язиків, смуг та інших форм.

В абсолютно інший спосіб формуються *тріщини висихання*, утворюються загалом аналогічно до болотних, однак, на відміну від них, їх заповнюють відклади. Це сприяє їхньому збереженню і переходу часто у викопний стан. У викопному стані тріщини висихання зберігаються в чотирьох головних формах:

- а) як сліди тріщин на верхній поверхні пересохлого шару;
- б) у вигляді злипків на нижній частині перекривного шару, матеріал якого заповнює щілини;
- в) у вигляді заглиблених відбитків заповнень щілин на верхній частині підстильного горизонту;
- г) у вигляді валиків на верхній поверхні підстильного горизонту, утворених унаслідок засипання частково відшарованих багатокутників [3].

Формування тріщин висихання відбувається, як звичайно, на поверхні глинистих, суглинистих, супіщаних, мергелистих порід, інколи на гіпсах, розташованих на поверхнях заплав, припливно-відпливних територіях та інших водних акваторіях, які періодично пересихають.

Під час опису тріщин висихання заміряють їхню ширину, глибину, а також форму утворюваних ними багатокутників у плані, визначають можливість існування тріщин висихання різних генерацій.

Контрольні питання

1. Що розуміють під осадовими породами?
2. Які складові елементи розрізняють у осадових породах?
3. У чому полягають літологічні методи досліджень осадових порід?
4. Які ознаки осадових порід вивчають літологічними методами?
5. Які геоморфологічні, палеогеографічні проблеми дозволяють вирішувати літологічні дослідження осадових порід?

6. Як називають геометрично відокремлені накопичення осадових порід?
7. Які типи явищ у геології позначають терміном шаруватість?
8. Перелічіть відмінності ознак шару та прошарку.
9. Перелічіть головні зовнішні причини, які зумовлюють формування шарів і прошарків.
10. Перелічіть головні внутрішні причини, які безпосередньо пов'язані з формуванням шарів і прошарків.
11. Які інші, окрім шару та прошарку, виділяють текстурні елементи осадових товщ? Перелічіть та відтворіть ієрархію текстурних одиниць товщі відкладів.
12. У яких випадках можна використовувати термін “пласт”?
13. У яких випадках можна використовувати термін “горизонт”?
14. За якою схемою описуються шари?
15. Як називається поверхня, яка обмежує шар зверху?
16. Як називається поверхня, яка обмежує шар знизу?
17. Як визначається потужність шару?
18. Які головні форми залягання шарів розрізняють? Перелічіть та охарактеризуйте їх.
19. Зміни яких характеристик складових частин породи формують внутрішню текстуру осадової породи?
20. Що розуміють під внутрішньою текстурою відкладів?
21. Відтворіть схему класифікації внутрішніх текстур відкладів в залежності від часу та умов їхнього формування.
22. Відтворіть схему класифікації первинних текстур.
23. Перелічіть текстури осадонагромадження.
24. Перелічіть та охарактеризуйте головні причини розвитку напластунів.
25. Перелічіть та охарактеризуйте типи горизонтальної шаруватості.
26. На які типи поділяють горизонтальну шаруватість згідно з морфологічними критеріями?
27. Якою може бути коса шаруватість за формою прошарків?
28. Які типи косої шаруватості виокремлюють на підставі розташування меж між серіями прошарків?
29. У чому виражається градаційна шаруватість?
30. Які типи градаційної шаруватості виділяють залежно від тенденцій змін зернистості матеріалу у прошарку?
31. Які типів брижів виділяються? Перелічіть ці типи та сформулюйте морфологічні параметри кожного з типів брижів.
32. Перелічіть та охарактеризуйте ерозійні текстури.
33. У результаті яких процесів формуються деформаційні текстури?
34. Перелічіть причини змін внутрішньої будови відкладів у прошарку.
35. Перелічіть деформаційні текстури.
36. Опишіть процес формування порушеного нашарування.
37. Опишіть процес формування болотних тріщин.
38. Перелічіть вторинні (діагенетичні) текстури.
39. Чим можуть бути представлені конкреції?

40. Які типи конкрецій розрізняють згідно з їхньою формою?
41. Перелічіть епігенетичні текстури.
42. За якими ознаками вирізняються кріогенні текстури?
43. За яких умов розвиваються кріогенні текстури?
44. У результаті розвитку яких процесів формуються полігонально-жильні структури?
45. У результаті розвитку яких процесів формуються плями-медальйони?
46. У чому полягає процес соліфлюкції?
47. У яких умовах формуються тріщини висихання?
48. Які текстури відносяться до біогенних?
49. Що називається іхногеном?
50. Як поділяються сліди діяльності організмів за часом утворення?
51. Перелічіть ідентифікаційні ознаки постдепозиційних слідів діяльності організмів.
52. Перелічіть ідентифікаційні ознаки додепозиційних слідів діяльності організмів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

ТЕМА 1. РОЗМІРИ УЛАМКІВ. МЕТОДИ ГРАНУЛОМЕТРИЧНИХ АНАЛІЗІВ ВІДКЛАДІВ.

Тема лекції присвячена одному з найпоширеніших та одночасно найпростіших методів досліджень осадових порід – *гранулометричному аналізу*. На лекційному занятті студенти ознайомлюються з азами виконання гранулометричних аналізів відкладів, зокрема: зі способами виконання аналізів, вимогами щодо відбору проб, способами подачі отриманих результатів тощо. Не зважаючи на методичну, технічну простоту, гранулометричний метод досліджень осадових порід, забезпечує отримання низки важливих геолого-геоморфологічних даних, зокрема:

- визначення назви досліджуваної породи;
- отримання висновків щодо умов осадонагромадження, зокрема, змін динаміки субаквального (алювіальні галечники, піски тощо) та субаерального (леси, піски тощо) середовищ осадонагромадження;
- дослідження уламків іншими методами;
- отримання характеристик про фізичні властивості порід.

Метод досліджень важливий і з огляду на те, що може застосовуватись:

- до “німих” товщ;
- під час опрацювання погано відслонених товщ, робіт з кернам.

Гранулометричний аналіз полягає у *розділенні певного об’єму породи на групи уламків різного розміру – фракції, і виявлення їхніх кількісних співвідношень*. Породи осадового походження згідно з розмірами уламків, які їх складають, поділяють на:

- *грубоуламкові*;
- *середньоуламкові (піщані)*;
- *дрібноуламкові (алевритові)*;
- *тонкоуламкові (глинисті)* (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація уламкових порід за гранулометричним складом [1]

Клас порід	Розмір частинок, мм	Пухкі		Зцементовані	
		Обкатані	Необкатані (гострокутні)	Обкатані	Необкатані (гострокутні)
Грубоуламкові	>100	Валуни	Брили	Конгломерат	Брекчія
	100–10	Галечник	Щебінь		
	10–2	Гравій	Жорства		

Середньо-уламкові	2–0,05	Пісок	Пісковик
Дрібно-уламкові	0,05–0,005	Алеврит	Алевроліт
Тонко-уламкові	<0,005	Глина (пеліт)	Аргіліт

Під час відбору проб для гранулометричного аналізу дотримуються декількох правил:

- 1) проводять у полі після попереднього визначення складу окремих шарів;
- 2) великі фракції (до гравію) враховують приблизно (їхній відсотковий вміст у пробі);
- 3) дрібні фракції (починаючи з пісків) відбирають масою до 0,5 кг;
- 4) кількість проб залежить від різноманітності складу шару порід;
- 5) відбирають серію зразків з одного й того ж горизонту по вертикалі та латералі.

Способи відбору проби для гранулометричного аналізу визначаються характером породи – це пухкі або літифіковані (зцементовані, у тому числі і слабкозцементовані) товщі. У випадку роботи зі зцементованими зразками їх попередньо треба дезагрегувати:

- вапняковий цемент видаляють за допомогою розбавленої соляної кислоти;
- глинистий цемент: матеріал розмочують у воді, періодично збовтуючи;
- залістий цемент видаляють під час обробки зразка розчином, вміст якого є поєднанням 10% розчину хлористого олова та 15% соляної кислоти;
- у випадку цементації кремнекислотою, коли дезагрегувати зразок неможливо, заміри виконують у шліфах під мікроскопом.

У частині виконання гранулометричних аналізів порід важливою методичною вимогою є лімітація *об'ємів проб*, які відбирають для аналізів. Він залежить від крупності матеріалу. Пробу з уламків діаметром до 2 см беруть масою 2–3 кг, що містить до 300 уламків; пробу з уламків діаметром до 7 см беруть масою до 15 кг; породу з включенням грубих уламків, розміром понад 10 см, відбирають вагою 50 кг [17].

Залежно від складу відкладів розроблено такі методи гранулометричного аналізу (табл. 3):

Методи гранулометричного аналізу

<i>Стан осаду</i>	<i>Клас осаду</i>	<i>Метод</i>
Пухкий	Валуни, брили, галечник, щебінь	Візуальний, обмірювання індивідуальних уламків
	Галечник, щебінь, гравій, жорства пісок, алевроліт, глина	Ситовий аналіз, метод відмучування (останній застосовується для гравійних, жорств'яних і дрібніших уламків)
Літифікований (зцементований)	Конгломерат, брекчія	Обмірювання індивідуальних уламків
	Пісковик, алевроліт, аргіліт	Швидкий метод: підрахунок зерен по лінії перетину ниток окуляра; повільний метод – мікрометрія окремих зерен

Для виконання гранулометричних аналізів *пухких відкладів* використовують декілька методів, застосування яких визначається, у першу чергу, класом відкладів (розміром уламків). *Візуальний (приблизний) метод* – придатний для застосування до гравійних та більших частинок і полягає у вимірюванні розміру кожного із зерен вручну з допомогою рулетки, з наступним підрахунком їхньої кількості. *Ситовий* (найпоширеніший) – застосовують до піщано-гравійно-галечникового матеріалу (розмір уламків понад 0,1 мм), полягає у розділенні зерен під час просівання через сита з поступово меншими отворами. Залишки на кожному ситі зважують і розраховують їх відсотковий вміст у цілій пробі. Це метод, який, по суті, допомагає визначити межі коливання розміру уламків, адже довгі і тонкі зерна попадають у той же ш клас, що і субсферичні зерна такого ж розміру.

Крім ситового гранулометричний аналіз середньоуламкових відкладів (пісків) можна виконувати іншим способом – *розділення зерен за розміром залежно від швидкості їхнього падіння у спокійній чи рухомій воді (гідралічні методи)*. Спосіб ґрунтується на залежності між швидкостями падіння зерен у воді та їхніми розмірами: більші уламки падають швидше, а менші – повільніше (закон Стокса):

$$w = \left[\frac{(P_1 - P)g}{18\mu} \right] d^2, \text{ де}$$

w – швидкість осідання, $P_1 - P$ – різниця густини частинки і рідини, g – прискорення сили тяжіння, μ – в'язкість рідини, d – діаметр частинки [23].

Недолік методу – невисока детальність отриманих результатів.

Спосіб відстоювання у спокійній воді застосовується і для визначення гранулометричного складу порід, складених уламками, діаметр яких менше 0,1 мм, тобто від тонкозернистих пісків, алевритові частинки, до глини (пеліту) включно.

Цей метод також застосовується і до піщано-гравійно-галечникового матеріалу, що дозволяє уникнути розмиву меж коливання розміру уламків, коли довгі і тонкі зерна попадають у той же ш клас, що і субсферичні зерна такого ж розміру під час застосування ситового аналізу гранулометричного складу. Однак, метод відстоювання у спокійній воді тягне за собою низку допусків, пов'язаних з впливом форми частинки і поверхневого тертя на швидкість осадження.

Гранулометричний аналіз *літифікованих (зцементованих) дрібно-середньоуламкових порід* виконують у шліфах під мікроскопом. Для цього по намічених на шліфі лініях, накреслених перпендикулярно до шаруватості, заміряють діаметри 300–500 зерен і підраховують їх. Зерна групують в окремі фракції з наступним підрахунком відсоткового вмісту цих фракцій у зразку. Однак отримані цифри занижені, оскільки площа шліфу не завжди розрізає зерна в їхньому максимальному перерізі. Відповідно, у шліфах буде завищений вміст дрібних фракцій. Тому для усунення спотворень розмірів зерен у шліфах отримані цифри множать на поправковий коефіцієнт – 1,25.

Розмір частинок, як пухких, так і зцементованих порід, також можна визначати візуально, порівнюючи розмір уламків досліджуваного зразка зі стандартною колекцією зразків, складених уламками відомого розміру. З набуттям навиків проведення такого способу проведення гранулометричного аналізу відкладів, можна візуально визначати розмір зерен до частинок алевритового розміру [23].

Розроблений й інший швидший але приблизний метод визначення гранулометричного складу зцементованої середньо-, дрібнозернистої породи (пісковиків, алевролітів). Заміряється діаметр поля зору у шліфі під мікроскопом з відомим збільшенням, підраховується число зерен, які перетинаються нитками окуляру, і діляться два діаметри на кількість зерен [23]. Для підрахунку середнього розміру зерен у шліфі використовується формула:

$$\text{Середній розмір зерна} = \frac{\sum \frac{2d}{n}}{N}, \text{ де}$$

n – число зерен, які перетинаються нитками окуляру; d – діаметр поля зору у шліфі; N – загальна кількість виміряних ділянок шліфу [23].

Цей метод хоч і швидкий але примітивний, оскільки він забезпечує отримання даних лише про середній розмір частинок, але взагалі не дає інформації про, наприклад, їхню сортованість.

Способи подачі і інтерпретації даних гранулометричного аналізу визначаються метою дослідження. Зазвичай застосовують як графічне, так і статистичне опрацювання даних. Наприклад, подати результати гранулометричних аналізів грубо-, середньоуламкових відкладів виконаних ситовим, або візуальним способами можна у таблиці (табл. 4).

Таблиця 4

Результати гранулометричного аналізу грубо-середньоуламкових відкладів, виконаного ситовим і візуальним (приблизним) способами [29]

<i>Розмір фракцій, мм.</i>	<i>Маса фракцій, г.</i>	<i>Вміст фракцій, %</i>	<i>Коротка характеристика фракції і примітки</i>

Результати гранулометричних аналізів середньо-дрібноуламкових порід, подають також у спосіб *рівнобічного трикутника*.

ТЕМА 2. КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ УЛАМКІВ.

На лекційних заняттях з цієї теми студенти ознайомлюються з методами досліджень грубозернистих уламків (фракцій). Ці методи досліджень скеровані на опис морфології, петрографії зерен, їхньої орієнтації тощо, тобто *комплексний аналіз уламків*. Його виконують передусім для грубозернистих уламків – валунів, брил, гравію, щебеню, галечнику, жорстви, хоча можуть виконуватись і для пісків.

Морфологічні дослідження уламкового матеріалу мають на меті вирішення трьох завдань:

- 1) створення основи для опису і класифікації уламків;
- 2) відтворення історії уламків, що зазнали дії абразії в осадовому циклі;
- 3) визначення механічної і гідравлічної поведінки уламків у процесі перенесення.

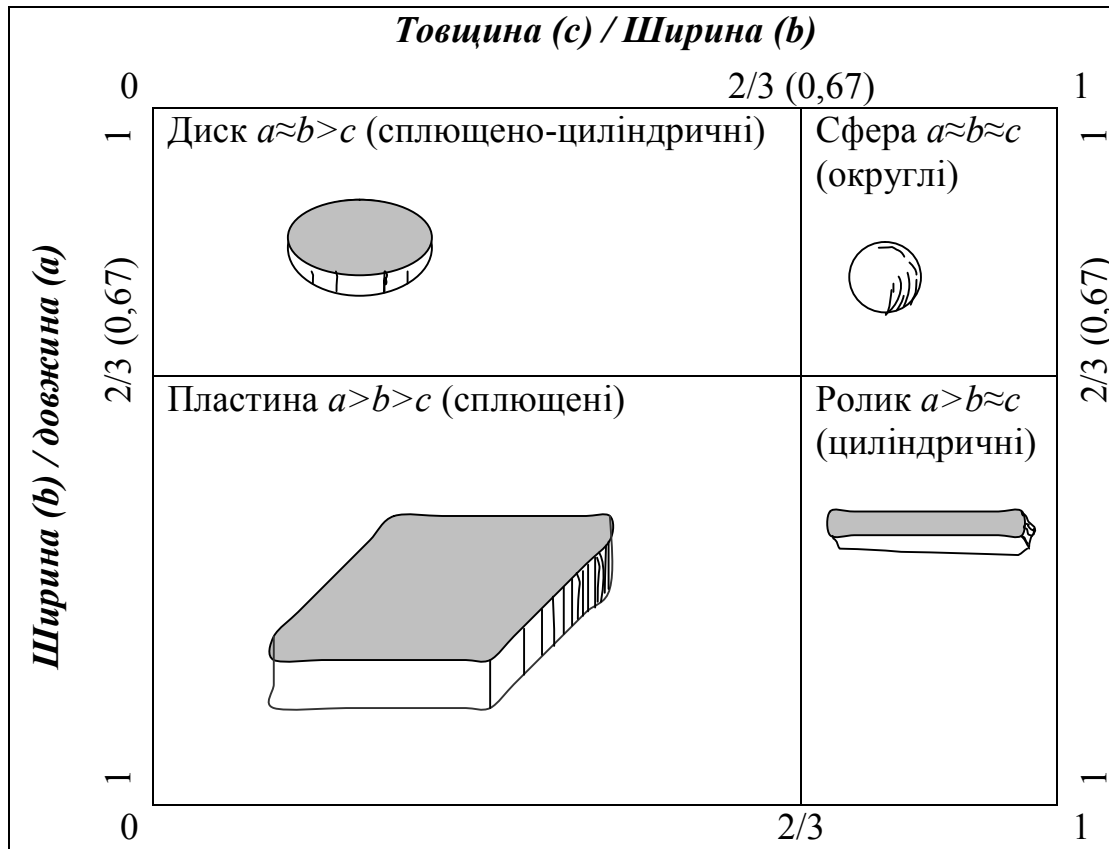
Серед морфологічних характеристик уламкового матеріалу розрізняють *форму, орієнтацію, ступінь обкатаності, характер поверхні зерен* та інші.

Форма – це симетричність осей уламків; її визначають для грубоуламкового матеріалу, однорідного за петрографічним складом і розміром, оскільки обидва чинники суттєво впливають на форму уламків [3]. Співвідношення між трьома взаємно перпендикулярними осями уламка, які позначають символами: *A* – довга вісь, *B* – середня вісь, *C* – коротка вісь і, які, відповідно, окреслюють довжину, ширину і товщину уламка, слугує основою для виділення *чотирьох класів* (форм) уламків:

- *округлі* (сферичні, ізометричні);
- *сплющено-циліндричні* (дископодібні);

- сплющені (пластинчасті);
- циліндричні (роликові) [3, 23] (рис. 1).

Рис. 1. Класифікація грубоуламкового матеріалу за формою [3]



Для опису форми уламків також використовуються інші параметри, наприклад: коефіцієнти сплющеності (K_n), подовгуватості (K_d) та ізометричності (K_a) [21]. Згадані коефіцієнти вираховуються за формулами:

коефіцієнт сплющеності:
$$K_n = \frac{a+b}{2c} - 1$$

коефіцієнт подовгуватості:
$$K_d = \frac{2a}{b+c} - 1$$

коефіцієнт ізометричності:
$$K_a = \frac{a+c}{2b} - 1$$
 , де

a – довга вісь; b – середня вісь; c – коротка вісь [21].

Форму уламків також використовують для вимірювання їхньої орієнтації. Орієнтація уламків – це впорядкованість елементів системи у просторі [3]. У відповідно підібраній системі координат орієнтація уламків у товщі відкладів є одним з критеріїв, який дає змогу визначити напрям потоку

транспортувального середовища (води, льоду, вітру) за умови, що внутрішня будова відкладів не зазнала постседиментаційних перетворень.

Розташування уламків у просторі можна визначити за допомогою трьох взаємно перпендикулярних осей, осі *A*, *B* і *C*. Для визначення орієнтації уламків у відкладах найчастіше використовують їхню довгу вісь (вісь *A*). Напрямки орієнтації осі *A* у більшості випадків належать до таких трьох типів:

- *поздовжня орієнтація* – переважне розташування осі *A* паралельно до напрямку перенесення *a* ($A \parallel a$);
- *поперечна орієнтація* – переважне розташування осі *A* перпендикулярно до напрямку перенесення *a* ($A \perp a$);
- *бімодальна орієнтація* – зафіксовано два напрями орієнтації осі *A*, але одне з них переважає [29].

Поздовжнє розташування є порівняно стабільнішим для подовгуватих уламків у потоці. У такому положенні вони повертаються перпендикулярно до потоку своїм найменшим перерізом, створюючи найменший опір.

Поперечна орієнтація формується під час транспортування уламків перекочуванням. Її найчастіше набувають уламки подовгуватої форми, у яких осі *B* і *C* мають приблизно однакові розміри – циліндричні, веретеноподібні, еліпсоподібні. Однак це розташування малостійке, тому є можливість, що перед остаточним захороненням уламок у потоці займе *поздовжню* орієнтацію.

Бімодальна орієнтація найчастіше виникає під час переробки відкладів двома потоками, які протікають у різних напрямках, наприклад, у місцях впадіння бокових приток у головну річку. Вона також може бути зумовлена різною поведінкою уламків відмінних форм. Поздовжньої орієнтації набувають подовгуваті плоскі уламки, а поперечної – циліндричні і веретеноподібні.

Оскільки всі заміри орієнтації уламків мають значення тільки в статистичному вираженні тому для точності отриманого результату важливий розмір вибірки. Мінімальна кількість замірів, необхідних для отримання достовірних даних про орієнтацію уламків у відкладах, становить 60–80.

Однак заміри азимуту осі *A* не дають можливості однозначно встановити напрям течії палеопотоку. Тому для відтворення напрямку транспорту уламкового матеріалу доцільно використовувати іншу класичну седиментаційну структуру – черепицеподібний уклад уламків, так-звану *імбрикацію* (ухили площини *A–B* уламків за течією, або проти неї). Для відтворення напрямку транспорту уламкового матеріалу на підставі імбрикації визначаються напрямки ухилів площин *A–B* уламків, а також кути ухилів цієї площини стосовно горизонтальної поверхні [3].

Треба розрізняти імбрикацію та псевдоімбрикацію або так-звану навскісну імбрикацію. Остання виникає у випадку нагромадження уламків на схилах русел – це так-званий "ефект берега" [35]. Тут уламки набуватимуть ухил згідно з ухилом схилу каналу по якому транспортуються уламки. Заміри псевдоімбрикації уламків, тобто ухилів площини *A–B* на схилах каналів, де уламки лежать на похилій площині, по якому тече вода, показують, що уламки у цьому випадку мають характерно стабільні ухили у порівнянні із замірами в осі каналу (власне імбрикація) [30–32, 35–37].

Треба також уникати виконання замірів у косошаруватих товщах алювію, а виконувати їх необхідно в осях (пристрижневих частинах) каналів або у приповерхневій, горизонтально шаруватій, частині алювіальних товщ, де імбрикація найточніше відповідає напрямку течії палеопотоку [35].

Обкатаність – це міра стирання гострих граней, виступів уламків, а також згладжування їхньої поверхні [3]. Вона є наслідком транспортування уламків порід у рухомому середовищі, ударів і тертя їх між собою і до дна. За ступенем обкатаності класифікуються тільки грубоуламкові зерна [5]. У пісках і дрібніших уламках обкатаності зерен неозброєним оком практично не видно.

Обкатаність уламкових частинок залежить від багатьох факторів: від первинної форми уламків, від фізичних і хімічних властивостей порід, умов транспортування і відкладання, від вторинних процесів [21]. З іншого боку, вплив кожного з цих факторів значно залежить від розмірів уламків. Крім того, слід враховувати абразійну стійкість уламків. Максимально швидке обкатування уламків відбувається на початкових етапах перенесення матеріалу, поступово, з часом і відстанню, воно послаблюється.

Для визначення обкатаності грубоуламкового матеріалу треба дотримуватись таких правил:

- а) матеріал відбирають з уламків двох розмірів – одну пробу у 400–500 зерен беруть з матеріалу діаметром 2–3 см, а другу – 200 зерен – розміром уламків 9–10 см. Уламки сильно звітрілих порід, що не мають стійкої форми, у зразки не беруть;
- б) розсортовують уламки у кожній пробі за ступенем обкатаності на п'ять класів, підпасовуючи описуваний уламок під відповідний опис, який поданий у таблиці (табл. 5).

Таблиця 5

Характеристика уламкового матеріалу за ступенем обкатаності [8]

<i>Клас</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Обкатаність, %</i>
0	Нема слідів обкатаності, уламки з гострими кутами і ребрами	0
1	Кутасті уламки зі слабо обтертими кутами і ребрами	25
2	Слабко обкатані уламки, збереглася первинна форма, але кути і ребра згладжені	50
3	Добре обкатані уламки із заокругленими кутами, стертими ребрами і набутими округлими формами	75
4	Надзвичайно добре обкатана галька з відшліфованою поверхнею, еліпсоподібною, або сферичною формою	100

Далі, для кожного класу підраховують кількість уламків, це число множать на номер класу (від 0 до 4), результат підсумовують і отримують коефіцієнт

обкатаності всієї проби, вираженої у відсотках по відношенню до надзвичайно добре обкатаних уламків [8].

Для кількісної оцінки обкатаності також можна вираховувати коефіцієнт обкатаності за формулою:

$$K_0 = \frac{(0n_1 + 1n_2 + 2n_3 + 3n_4 + 4n_5\%)}{50} \cdot 25\%, \text{ де}$$

K_0 – коефіцієнт обкатаності; $n_1; n_2; n_3; n_4; n_5$ – кількість уламків, віднесених відповідно до 0, 1, 2, 3 та 4 класів [18].

Коефіцієнт обкатаності можна вираховувати і за іншою формулою:

$$K_0 = \frac{0n_1 + 1n_2 + 2n_3 + 3n_4 + 4n_5}{\Sigma n} \cdot 100\%, \text{ де}$$

K_0 – коефіцієнт обкатаності; $n_1; n_2; n_3; n_4; n_5$ – кількість уламків, віднесених відповідно до 0, 1, 2, 3 та 4 класів; Σn – сума підрахованих уламків.

Ступінь обкатаності визначають також візуально, порівнюючи уламок з еталонами, які зображені у відповідних схемах Крумбейна і Слосса, або Петтіджона, або Пауерса [3, 29].

На обкатаність піщаних зерен суттєво впливає спайність мінералів. Наприклад, серед кварцових зерен обкатаних більше, аніж серед зерен польових шпатів. Ступінь обкатаності піщаних зерен також залежить від способів транспортування матеріалу: найліпше обкатує зерна піску вітер; помірно – вода під час волочіння піску по дну; слабше – вода або лід під час перенесення піску у завислому стані (табл. 6).

Таблиця 6

Ступінь обкатаності пісків різного генезису [19]

Піски	Вміст зерен у %		
	необкатаних	напівобкатаних	обкатаних
Річкові	35	42	23
Прибережно морські	20	30	50
Еолові	5	19	70

Ступінь обкатаності зростає пропорційно до довжини шляху, пройденого уламком [19].

На обкатаність дрібніших, аніж піщані, уламків умови транспортування впливають значно менше.

З обкатуванням тісно пов'язана наступна характеристика уламкового матеріалу – *характер поверхні*. Характер поверхні визначається, головню, для піщаних зерен, зокрема розрізняють такі види поверхонь:

- 1) *полірована, блискуча* – на поверхні уламків зустрічаються лише окремі ямки, штрихи і борозни зі згладженими бортами. Ця поверхня

притаманна для піщаних зерен, які тривалий час транспортувались водою (флювіальними та іноді флювіогляціальними водами);

- 2) *ямкова*, з чітко видимими навіть за невеликого збільшення ямками. Цей тип поверхні утворюється на піщаних зернах у результаті сильних ударів під час швидкого руху флювіогляціальних вод;
- 3) *матова* – поверхня з безліччю дрібних подряпин, отриманих під час зіткнення частинок між собою. Притаманна для еолових пісків;
- 4) *огранена* – притаманна кристалам і характерна для зерен з доброю спайністю, наприклад польовим шпатам. Цей тип поверхні притаманний для пісків льодовикового походження;
- 5) *роз'їджена* – характеризується тим, що нерівності мають надзвичайно неправильну форму і нагадують сліди травлення кислотою. Така форма притаманна, головню, уламкам льодовикового походження, перетворених ґрунтоутвірними процесами [21].

Слід зазначити, що поверхня уламків малостійка і змінюється швидше аніж їхня форма. Поверхня зерен змінюється майже під час кожного перевідкладання. Найстійкішою серед перелічених вище різновидів поверхні піщаних зерен є матова.

У грубших, гравійно-галечникових, уламків розрізняють такі типи поверхонь: *горбисту*, *ямкову*, *згладжену* і *гладку* [21].

Горбиста поверхня формується заглибленнями від 2 до 5 мм і притаманна для необкатаних і слабо обкатаних уламків.

Ямкова поверхня формується заглибленнями від 0,5 до 2 мм і притаманна для середньообкатаних уламків.

Згладжена поверхня, з окремими заглибленнями до 0,1–0,5 мм, притаманна для добре обкатаних уламків.

А гладенька поверхня, без заглиблень і виступів, притаманна для дуже добре обкатаних уламків.

Пакування зерен. Теоретично є шість геометричних способів пакування зерен однакового розміру [20]. Характеристики пакування зерен можна подати у вигляді таблиці (табл. 7)

Таблиця 7

Характеристики пакування зерен [3]

<i>Якісні характеристики</i>	
<i>Характеристика</i>	<i>Визначення</i>
Ввігнуто-випуклий контакт	Контакт видно у розрізі як криву лінію
Прямий контакт	Контакт видно у розрізі як пряму лінію
Точковий контакт	Зерна стикаються у точці
Зубчастий контакт	Контакт видно як стілолітову лінію взаємопроникнення зерен; такий тип контакту уламкових зерен утворюється під впливом постседиментаційних процесів
Показник контактів	Кількість контактів, які припадають на одне зерно

Показник густоти	Відсоткове співвідношення числа стабільних зерен до числа нестабільних
Близькість пакування	Відношення кількості контактів зерен до кількості всіх контактів (зерно–цемент, зерно–зерно) вздовж лінії спостережень
<i>Типи обмежень зерен</i>	
Зв'язаний край	Частина контуру зерна у контакті з одним або декількома зернами
Вільний край	Частина контуру, яка не дотикається до інших зерен
<i>Типи зерен</i>	
Зерно стабільне	Довжина зв'язаного краю більша від вільного
Зерно не стабільне	Довжина вільного краю більше зв'язаного
Зерно вільне	Зерно не має контактів з іншими уламками, воно оточене цементом
<i>Типи контактів зерен</i>	
Густота пакування	Відношення суми довжини розрізів зерен, замірених вздовж лінії спостережень, до довжини лінії спостережень

Комплексний аналіз *зцементованих порід*, у першу чергу середньо-, дрібноуламкових, не завершується на етапі визначення форми, сортованості уламків тощо, а продовжується наступними кроками:

- 1) описують структуру породи, зокрема, розмір зерен, що переважають у породі, їхню приблизну кількість.
- 2) Вимірюють максимальні і мінімальні розміри зерен, їхню кількість (з урахуванням поправки).
- 3) За вмістом фракцій уламків у породі з'ясовують характер відсортованості породи;
- 4) Визначають форми зерен;
- 5) Описують текстурні ознаки, зокрема шаруватість:
 - коса;
 - хвиляста;
 - горизонтальна й інші;
 - причини їхнього формування.
- 6) Характеризують склад уламкової (теригенної) частини породи.
- 7) З'ясовують склад цементу.
- 8) Визначають тип цементації:
 - базальний – зерна вільно розташовані серед цементу і становлять приблизно половину об'єму породи;
 - дотику – частина зерен розташована впритул, а інші – вільно;
 - виповнення пор – об'єм цементу досягає 50% від об'єму породи.
- 9) Виявляють мінеральний склад цементу:
 - кременистий (опаловий, халцедоновий, кварцовий);

- карбонатний (кальцитовий, сидеритовий, доломітовий);
- глинистий;
- змішаний (кременисто-глинистий, глинисто-карбонатний, кременисто-слюдистий).

10) Перевіряють наявність включень органічного походження.

На підставі отриманих результатів опису структури зцементованої породи з'ясовують її назву і походження.

Сортованість відкладів – це групування у процесі перенесення більшої частини уламкового матеріалу за розміром, формою і масою [29]. Способів визначення сортованості, градацій сортованості породи є декілька. Наприклад, однією з градацій сортованості матеріалу є така:

- коли понад 70% об'єму породи представлено уламками однієї фракції вважається, що порода добре відсортована;
- від 70 до 50% – середньо відсортована порода;
- жодна з фракцій не переважає – погано відсортована порода.

Сортування осаду також може бути визначене з допомогою різноманітних статистичних способів. Найпростіший з них – це підрахунок середніх значень, для чого визначають три параметри: *медіану, моду і середнє арифметичне* [23].

Медіана – це такий розмір, який розділяє зразок на дві рівні половини, тобто медіана дорівнює 50 перцентилю.

Мода – це розмір домінуючої фракції.

Середній арифметичний розмір зерна визначається по різному, але здебільшого як середнє з 25 і 75 перцентилів.

Наступна характеристика кривої розподілу зерен за розміром називається *ексцесом*, або *мірою гостроти піку*. Для визначення ексцесу використовується формула:

$$k = \frac{P_{75} - P_{25}}{2(P_{90} - P_{10})}, \text{ де}$$

P – відповідні перцентилі.

Криві з гострішим піком, аніж з нормальним розподілом, називаються кривими з ексцесом більшим від нормального, тоді як зі згладженим піком – кривими з ексцесом меншим від нормального [23].

Ще однією характеристикою кривої гранулометричного складу є її *асиметрія*, або *ступінь косості*. Коефіцієнт асиметрії розраховують за формулою:

$$SK = \frac{P_{25} \times P_{75}}{P_{50}}$$

P – відповідні перцентилі.

Криві, пік яких зміщений у бік грубших фракцій, називають *позитивно асиметричними*, а криві з піком, зміщеним до тонких фракцій, – *негативно асиметричним* [23].

На процес сортування впливає стабільність динамічних умов середовища, у якому відбувається сортування, наприклад, зміна швидкості течії води, кількості води і кількості перенесеного матеріалу, сили і напрямку вітру тощо. Найліпше відсортовують уламковий матеріал вітер, море та озера, серед матеріалу домінують зерна однієї фракції, з поступовим зменшенням суміжних фракцій у бік як дрібніших, так і грубших. Сортування піщаного матеріалу часто виражається у шаруватості матеріалу, про що йшлося вище. Середньосортованими є відклади рік – серед уламків домінують зерна двох розмірів з потужним інтервалом розмірів між ними. Практично не відсортовані відклади льодовиків і флювіогляціальних вод.

Контрольні питання

1. На які класи поділяють породи осадового походження згідно з розмірами частинок, які їх складають?
2. У чому полягає гранулометричний аналіз відкладів?
3. Вирішення яких питань забезпечує проведення гранулометричних аналізів?
4. Яких правил дотримуються під час відбору проб для гранулометричного аналізу?
5. Які методи гранулометричного аналізу розроблені? Залежно від чого застосовують той або інший метод гранулометричного аналізу?
6. До якого класу відкладів застосовують ситовий аналіз?
7. До якого класу відкладів застосовують гідравлічні методи?
8. До якого класу відкладів застосовують мікрометрію окремих зерен?
9. До якого класу відкладів застосовують візуальний аналіз та обмірювання індивідуальних уламків?
10. У чому полягає ситовий аналіз гранулометричного складу відкладів?
11. Які способи відбору проб на гранулометричний аналіз розроблені? Чим регламентується застосування певних способів відбору проб для гранулометричних аналізів?
12. Перелічіть способи дезагрегації зразків породи для проведення наступних гранулометричних аналізів.
13. Вирішення яких завдань забезпечує виконання морфологічних досліджень уламкового матеріалу?
14. Які характеристик уламкового матеріалу відносяться до морфологічних?
15. Які чотири класи уламків виділені на підставі аналізу їхньої форми?
16. За якою формулою вираховується коефіцієнт сплюсненості уламків?
17. За якою формулою вираховується коефіцієнт подовгуватості уламків?
18. За якою формулою вираховується коефіцієнт ізометричності уламків?
19. Які розташування довгої осі уламків відносно напрямку їхнього перенесення виокремлюють?
20. Яке розташування є порівняно стабільнішим для подовгуватих уламків?

21. За яких умов уламки набувають поперечного розташування?
22. За яких умов уламки набувають бімодального розташування?
23. Що розуміють під терміном “обкатаність”?
24. Від яких факторів залежить обкатаність уламків?
25. Яких правил треба дотримуватись для визначення обкатаності грубоуламкового матеріалу?
26. Які види поверхонь розрізняють у піщаних зернах? Охарактеризуйте ці види поверхонь.
27. Які види поверхонь розрізняють у гравійно-галечникових зернах? Охарактеризуйте ці види поверхонь.
28. Відтворіть характеристики пакування зерен.
29. Відтворіть порядок проведення комплексного аналізу зцементованих середньо,-дрібноуламкових порід.
30. Що розуміється під сортованістю відкладів?
31. Які фактори впливають на процес сортування уламків?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3.

ТЕМА 1. ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОСАДОВИХ ПОРІД.

Тема лекцій присвячена розкриттю суті головних фізико-механічних властивостей відкладів до яких відносяться: *щільність ґрунту*, *вологість*, *пластичність*, *міцність* та низка інших показників, які визначають передусім під час інженерно-геологічних досліджень. Фізико-механічних властивостей відклади набувають у процесі осадонагромадження, тому їхній детальний аналіз дає додатковий матеріал для виконання палеогеографічних реконструкцій.

Щільність ґрунту – це маса одиниці об'єму породи природної структури на одиницю площі (г/см^3). Вона залежить від мінералогічного складу породи, її пористості й вологості [17]. Особливо великі корективи у щільність ґрунту породи робить вологість: чим більша вологість, тим більша щільність ґрунту і навпаки. Тому визначають дві щільності ґрунту: щільність вологого ґрунту і щільність сухого ґрунту. Останній показник називають ще щільністю скелета ґрунту. *Щільністю вологого ґрунту вважається вага одиниці об'єму породи з природною вологістю і структурою*. Вона залежить від мінералогічного складу породи, пористості і вологості. *Щільністю скелету ґрунту вважають вагу одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту*. Вона залежить від пористості і мінералогічного складу породи.

Вологість (природна вологість) – це вся кількість води, яка міститься у порах породи [17]. Вологість – величина змінна, особливо у породах, які залягають вище рівня ґрунтових вод, у зоні аерації. Є загальнорегіональні зміни вологості, зокрема добові, сезонні, річні коливання, та місцеві коливання, які тісно пов'язані з певними геологічними, геоморфологічними, гідрологічними та іншими особливостями території досліджень.

Пластичність – це здатність породи змінювати форму під дією зовнішнього навантаження і зберігати знову набуту форму після зняття цього навантаження [17]. Вона залежить від гранулометричного і мінералогічного складу породи. Розрізняють межі пластичності – верхню і нижню. *Верхня межа пластичності*, або межа плинності – це значення, за якого порода переходить з пластичного у плинний стан. *Нижня межа*, або межа розкачування, – це межа, за якою порода переходить з пластичного стану у твердий. Різницю між верхньою і нижньою межами пластичності називають *числом пластичності*, яке характеризує діапазон коливань вологості, у якій ґрунт має пластичність. Чим більше число – тим більша пластичність породи.

Серед загальних властивостей і структури відкладів найважливішим є *колір*, який відображає особливості речовинного складу відкладів, умови осадонагромадження, також його досить часто використовують як маркувальний (реперний, який дає змогу орієнтуватись у товщі відкладів) горизонт під час кореляції розрізів.

Колір осадових порід залежить від багатьох факторів: мінералогічного та гранулометричного складу (ступеня тонкозернистості) відкладів, їхнього стану (вологості, подрібненості) тощо.

Розрізняють *первинний, сингенетичний, успадкований і вторинний кольори* [20].

Первинний колір є сумою кольорів уламків і мінералів, які містяться у породі. З мінералів, які зустрічаються у породах у вигляді великих скупчень і які впливають на колір порід, слід згадати глауконіт і хлорити. З їхньою присутністю пов'язується зелене або синювато-зелене забарвлення деяких глин, пісковиків і вапняків.

Колір залізистих сполук визначається, у першу чергу, мірою їх окислення. Закисні сполуки заліза мають блакитно-зелений колір, окисні – жовтий, помаранчевий, червоний і бурий. Ступінь окислення сполук заліза відіграє значно більшу роль, аніж абсолютна кількість заліза, яке може бути майже однаковим у породах найрізноманітнішого забарвлення.

Прикладом формування кольору відкладів з суми кольорів уламкових зерен є калієві польові шпати, які надають аркозовим піскам червонувато-коричневий колір [20].

У процесі формування порода набуває *сингенетичного* кольору, який утворюється з кольорів уламків та цементу, що з'єднує ці уламки. Сингенетичний колір свідчить про фізико-географічні умови часу накопичення відкладів, передусім, режим зволоження. Зокрема, виділяють такі кольори:

- а) гідроморфні – чорний, темно-сірий, сталевий, блакитно-сірий, сірувато-зелений;
- б) аероморфні – охристий, палевий, кавовий, червонувато-бурий, малиновий;
- в) перехідні – зеленкувато-жовтий, а також різні комбінації кольорів, які надають плямистого і смугастого забарвлення товщі порід.

Також сингенетичний колір визначається гранулометричним складом порід, зокрема, тонкозернисті породи темніші порівняно з грубозернистими. Сингенетичний колір чітко підкреслюється шаруватістю.

Вторинного кольору порода набуває вже після формування у процесі розвитку гіпергенних процесів, тобто просякнення її розчинами різного хімічного складу. *Гіпергенними* – є процеси, які суттєво перетворюють склад висхідної породи, до них належать процеси гідратації, гідролізу, вилуговування, окиснення.

Для палеогеографічних реконструкцій принципово важливе значення має аналіз первинного і сингенетичного кольорів. Якщо у породі зберігся колір її складових частин – уламків, мінералів, тобто первинний колір, то це свідчить про домінування процесів фізичного звітрювання або про швидке перекриття товщі відкладів зверху наступним, стратиграфічно молодшим шаром.

Більшість осадових порід характеризується тьмяними кольорами. Якщо оцінювати яскравість забарвлення по десятибальній шкалі, то значна частина осадових порід має яскравість забарвлення у 2–4 бали і лише деякі порівняно яскраво забарвлені породи мають 5–6 балів. Під час окомірного визначення

кольору яскраво забарвленими породами слід вважати ті, у яких абсолютно чітко помітний той або інший кольоровий тон без видимої домішки сірого кольору [20]. Породи, у забарвленні яких чітко відстежуються сірі відтінки, які роблять нечіткими кольорові тони, треба відносити до тьмяно забарвлених порід.

Таким чином повне найменування породи у складних поєднаннях кольорів повинно бути трьохчленним, наприклад: яскравий світло-жовтий або тьмянний темно-зелений. Хоча, як-правило, колір досліджуваного шару описують у вигляді комбінації з двох характеристик, наприклад темно-сірий, де друге слово відображає основний колір породи, а перше характеризує насиченість або відтінок кольору.

Під час визначення кольору породи перше визначення слід робити за природної вологості породи, а друге – у сухому стані, оскільки колір деяких порід суттєво залежить від вологості [20]. Хоча, колір більшості осадових порід безпосередньо не залежить від їхньої вологості, вологість порід змінює лише ступінь насиченості даного кольору. Наприклад, зволоження перетворює світло-зелену породу у темно-зелену. На визначення кольору породи впливають також умови освітленості, характер поверхні породи, ступінь її звітрілості тощо.

Окомірне визначення кольору породи є найбільш розповсюдженим і разом з тим найменш точним. Тому для визначення кольору породи застосовують стандартну шкалу з набором еталонів визначення кольорів, з яких шляхом порівняння підбирають колір, який є найближчим до кольору досліджуваної породи.

ТЕМА 2. ПОРИСТІСТЬ І ПРОНИКНІСТЬ.

Всі осадові породи є пористими. *Пористість* – це сумарний об'єм усіх пор в одиниці об'єму породи, незалежно від їхнього розміру і заповнення, що виражають у відсотках [23]. Пористість вираховують за формулою:

$$\text{Пористість} = \frac{\text{об'єм пор}}{\text{об'єм зразка гірської породи}} \times 100\%$$

Пористість залежить від форми і розмірів складових елементів породи, ступеня їхньої однорідності й щільності пакування зерен породи. Пористість найбільша в уламкових осадових породах, хоча іноді можуть бути сильно пористими і, наприклад, карбонатні породи.

Розрізняють *загальну пористість* породи і *ефективну пористість*. *Загальна пористість* характеризує увесь об'єм пор, які є в одиниці об'єму породи. *Ефективна пористість* характеризує пори, які з'єднані між собою.

Ефективна пористість обумовлює проникність породи. *Проникність* – це здатність рідини або газу проходити крізь пористе тверде тіло. Проникність залежить від багатьох факторів, серед яких головні – це геометрія пор, включно

зі звивистістю пор, розмір каналів між порами, в'язкість рідини тощо. Проникність визначають за формулою:

$$Q = \frac{k\Delta A}{\mu \times L}, \text{ де}$$

Q – швидкість потоку в см/с; k – проникність; Δ – градієнт тиску; A – площа поперечного перетину; μ – в'язкість рідини; L – довжина шляху [23].

Пори можуть вивчатися різними методами – з допомогою лупи або бінокюляра, або під час просякнення породи відповідною пластичною речовиною і наступним розчиненням породи у розчиннику. Вивчення утвореного злипка дозволяє взяти не тільки розмір і форму пор, але і характер каналів, які пов'язують пори, формуючи порову систему відкладів.

Розрізняють декілька типів порових систем (табл. 8).

Таблиця 8

Класифікація типів пористості [23]

<i>Типи порових систем</i>	<i>Тип пористості</i>	<i>Походження</i>
Первинна, або первинно-осадова	Міжзернова, або міжчасточкова	Седиментаційне
	Внутрішньочасточкова	
Вторинна, або постседиментаційна	Міжкристалічна	Цементациї
	Пористість типу всихання	
	Розчинення	Розчинення, тектонічні рухи, ущільнення або дегідратація
	Жеодова	
Тріщинуватості		

Пористість, яка виникає безпосередньо після випадання осаду називається **первинною**, а пористість, яка утворюється різними шляхами після випадання осаду називається **вторинною**. У багатьох осадових породах зустрічається тільки який-небудь один тип пор.

Пористість щойно відкладеної товщі, тобто **первинна пористість**, залежить від п'яти факторів:

- а) розміру зерен;
- б) сортування зерен;
- в) форми зерен (їх ізометричності);
- г) заокругленості зерен;
- д) характеру пакування зерен (текстури) [23].

Розмір зерен. Теоретично первинна пористість не залежить від розміру зерен, адже товща сферичних частинок з однаковим сортуванням і однаковим пакуванням будуть мати одну і ту ж пористість, незалежно від розміру частинок. Навпаки, емпірично було доведено, що пористість зазвичай збільшується зі зменшенням розміру зерен. Зокрема, дрібніші піщинки мають

зазвичай більш кутасту форму і здатні формувати пухкіші пакування, тому у цих пісках пористість може бути вищою, аніж у грубозернистих пісках.

Сортування. Пористість збільшується зі зростанням сортованості відкладів. У погано відсортованих товщах уламкових зерен менше, аніж основної маси, тому дрібніші зерна основної маси закупорюють пори.

Форма і округлість зерен. Відклади, які складаються з ізометричних зерен, мають нижчу пористість, аніж відклади, які складені менш ізометричними зернами. Це пов'язано з тим, що більш ізометричні зерна запаковані щільніше.

Характер пакування зерен (текстура). Характер розподілу частинок у відкладах називається текстурою. Під текстурою розуміють також орієнтування зерен і способи їх пакування. Пористість товщі відкладів визначається способами пакування зерен. Ці способи змінюються від найбільш "пухкого" кубічного пакування з теоретичною пористістю до 48% до найщільнішого ромбоєдричного (гексагонального) пакування, з теоретичною пористістю до 26%. Такі ідеальні моделі пакування утворюються у випадку пакування не сферичних частинок, а витягнутих сфероїдів.

Тип пористості. *Міжзернова пористість*, яка відноситься до **первинної, або первинно-осадової**, визначається як простори між уламковими зернами, які утворюють каркас осаду. Ця пористість присутня на початках майже в усіх осадових породах. Вона залежить від особливостей будови каркасу відкладів які накопичуються, але змінюється під час постседиментаційного ущільнення і наступних процесів діагенезу.

Внутрішньчасточкова – притаманна, головню, карбонатним породам, особливо органогенним. Наприклад, пустоти ракушок молюсків, амонітів, мшанок тощо. Пористість цього типу часто зменшується після випадання осаду внаслідок інфільтрації мікрітової основи маси. Крім того, пори зникають під час діагенетичних процесів.

Вторинна або постседиментаційна пористість. Вторинні пори мінливіші за морфологією і мають складніший генезис, аніж первинні. *Міжкристалічна пористість* – це простір між окремими кристалами в кристалічній породі. Цей тип пористості має і первинне походження. Зокрема, міжкристалічні пори характерні для вивержених і високометаморфізованих порід і для деяких евапоритів. В останньому випадку вони найбільш притаманні для карбонатних осадових порід, які зазнали перекристалізації, особливо для перекристалізованих доломітів.

Пори кристалічних порід мають форму щілин і перетинаються між собою під гострими кутами, а між порами нема чітко виражених каналів або звужень.

Пористість всихання. Майже одночасно з осадонагромадженням процеси дегідратації, цементації і виділення газів можуть призвести до розшарування відкладів з утворенням складок і горизонтально витягнутих великих пор між окремими прошарками. Цей тип пористості також притаманний для карбонатних порід. У цих відкладах дно великих пор подекуди частково покрито вапняковою мукою.

Пористість розчинення – зазвичай розвивається після утворення пористості розшарування – це пори, які виникають під час процесів

розчинення. Пори у цьому випадку утворюються шляхом розчинення первинноосаджених зерен, а потім відбувається деяка цементация осаду. Пори розвиваються селективно, це означає, що розчиняються тільки окремі зерна. Як правило, у породі розчинюються всі зерна одного типу. Тому, для порід з пористістю розчинення характерна різка мінливість геометрії пор, ефективної пористості і проникності.

Жеодова пористість – це пори, які утворюються шляхом розчинення, і, подібно до пор розчинення, вони притаманні для карбонатних порід. Жеоди відрізняються від пор розчинення тим, що січуть первинні осадові текстури порід. Тому жеоди зазвичай крупніші типових пор розчинення, а їхні стінки часто інкрустовані кристалами. Зі збільшенням розміру пор породи набувають кавернозності. Термін кавернозна пористість погано окреслена, особливо її нижня межа. Цю межу деякі геологи пропонують проводити по порах, у які може пролізти людина.

Пористість тріщинуватості пов'язана з тріщинуватістю порід і не лише осадових. Розтріскування, у змісті порушення первинно-осадових текстур, може відбуватися майже одночасно з осадонагромадженням. При цьому часто утворюється мікроскладчастість, викликана сповзанням, осіданням або ущільненням відкладів. У пластичних відкладах тріщини миттєво закупорюються, а от у зцементованих породах тріщини можуть зберігатися, утворюючи таким чином пористість тріщинуватості. Отже, *пори цього типу притаманні для зцементованих осадових порід і, відповідно, вони зазвичай розвиваються пізніше інших типів пор.*

Пористість тріщинуватості може утворитися і як під час тектонічних рухів, так і утворюватися нетектонічним шляхом – виникає на місці раніше утворених пор звітрювання, розширених шляхом розчинення.

Пористість тріщинуватості також може розвиватися не тільки в, наприклад, міцно зцементованих пісковиках, алевролітах, аргілітах і карбонатних породах, а й у вивержених і метаморфічних породах.

ТЕМА 3. МІНЕРАЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ: СУТЬ ТА ЗМІСТ АНАЛІЗУ, ЗНАЧЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.

У цій темі лекційних занять розкривається суть *мінералогічного аналізу* товщ осадових порід, який використовують для вирішення проблем стратифікації осадових товщ, відтворення палеогеографічних умов минулих епох і умов, які супроводжували утворення теригенних (осадових) порід, зокрема, клімату, тектонічних і вулканічних явищ, руху льодовиків, напрямків стоку рік тощо.

Метод забезпечує відтворення умов формування теригенних товщ шляхом з'ясування питань локалізації джерел уламкового матеріалу, умов і напрямів його транспортування. У цьому разі використовують, передусім, найважливіші породоутворювальні мінерали: *кварц, польовий шпат*, які мають порівняно невелику питому вагу (2,5–2,8). Стосовно цих *еталонних мінералів* решту мінералів поділяють на *важкі* та *легкі* (табл. 9).

Класифікація стійкості мінералів [8]

<i>Відносна стійкість</i>	<i>Головні породоутворювальні мінерали</i>	<i>Рідкісні (акцесорні) мінерали</i>	
<i>Стійкі</i>	Кварц	Циркон Гранат Турмалін Корунд Топаз Ставроліт Халцедон Дистен Рутил	 Стійкість зменшується
<i>Менш стійкі</i>	Мусковіт Ортоклаз, мікроклін	Шпінель Каситерит Флюорит Монацит	
<i>Помірно стійкі</i>	Мікроклінні амфіболи Мікроклінні піроксени Ромбічні амфіболи Ромбічні піроксени	Магнетит Ільменит	
<i>Нестійкі</i>	Фельдшпатити Олівін Біотит Кальцит Доломіт Гіпс	Пірит Піротин Гематит Апатит Глауконіт Кордіерит Марказит Андалузит	

Кожна з товщ теригенних порід вміщує відклади з легких і важких мінералів, що пов'язані з зоною живлення відкладів, проте:

- в області живлення і поблизу неї у відкладах будуть усі мінерали, що характерні для цієї області;
- уздовж шляху міграції речовини мінерали зазнають диференціації;
- спочатку з мінералогічного спектра випадають порід *нестійкі*, далі – *помірно стійкі*, *менш стійкі* і якнайдалі переміщуються *стійкі* мінерали.

Зразки для мінералогічного аналізу відбирають: з певних горизонтів; за механічним складом породи розбивають на окремі фракції; окремі фракції за питомою вагою розбивають на мінерали; з'ясовано, що кожна з фракцій має притаманний тільки їй мінералогічний склад; опорною під час мінералогічного

аналізу є фракція, витримана у проміжку 0,1–0,05 мм. Для розділення мінералів за питомою вагою використовують рідини, питома вага яких більша від ваги легких мінералів і дорівнює або менша від ваги важких мінералів (легкі мінерали спливають, важкі – падають на дно, а мінерали з однаковою питомою вагою порівняно з рідиною плавають у товщі рідини); власне мінералогічний склад визначають під лупою або у шліфах під мікроскопом.

За мінеральним і петрографічним складом виділяють такі породи:

- 1) *мономінеральні* – цілковито (або майже цілковито) складаються з одного мінералу. Рідкісна група порід;
- 2) *олігоміктові* – мають у своєму складі один яскраво домінуючий компонент, яким, як правило, є кварц. Це, головне, одна з найбільш розповсюджених груп порід, особливо на платформах;
- 3) *мезоміктові* – мають відносно домінуючий компонент, який, як правило, не досягає 50% від загальної кількості уламків породи;
- 4) *поліміктові* – не мають яскраво вираженої домінуючої складової. Надзвичайно розповсюджена група порід, особливо у межах складчастих областей [5].

Співвідношення кварцу, як стійкого головного породоутворюючого мінералу, до польових шпатів, як менш стійких головних породоутворюючих мінералів, є основою для характеристики *хімічної зрілості* відкладів тонкозернистої (тонкозернисті піски) фракції [23, 24]. Однак, в осадовому циклі, спостерігається не лише диференціація мінералогічного складу, а й збільшення сортованості матеріалу та зменшення вмісту матриксу, тобто зміни *структурної (фізичної) зрілості* відкладів. Тому співвідношення уламків до матриксу є одним з найкращих показників фізичної зрілості відкладів.

Як фізичне так і хімічне дозрівання відкладів відбувається у осадовому циклі (циклах), однак ці види дозрівання між собою тісно не пов'язані. Найперше, хімічний (мінеральний) склад успадковується від порід джерела постачання уламкового матеріалу, а фізична зрілість формується в осадовому циклі.

Для класифікації відкладів згідно їхньої хімічної та фізичної зрілості використовують трикутну діаграму, де вершини трикутника відповідають вмісту 100% зерен стійких мінералів, 100% – матриксу і 100% – зерен нестійких мінералів (рис. 2).

Отже:

- зі збільшенням *структурної зрілості* відклади (наприклад, пісок) вміщували б *все менше* матриксу;
- зі збільшенням *хімічної зрілості* у відкладах все менше було б зерен *нестійких мінералів*.

Оскільки дозрівання відбувається у цих двох напрямках, хоч і з різними швидкостями, у відкладах загалом збільшується вміст зерен стійких мінералів.

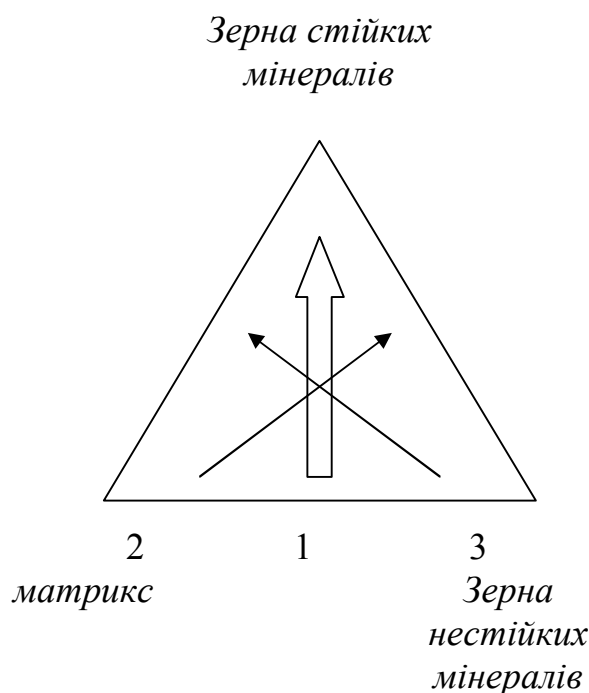


Рис. 2. Трикутна діаграма залежності складу пісків від його структурної (фізичної) і хімічної зрілості [23]

Стрілки вказують на напрям зростання зрілості: 1 – загальної (Mn); 2 – структурної (фізичної) (Mp); 3 – хімічної (Mc).

Зрілість відкладів можна оцінювати і кількісно. Структурна (фізична) зрілість (Mp) може коливатися від 0, якщо вся порода представлена матриксом, до 100, якщо в породі присутні тільки зерна. Структурна (фізична) зрілість вираховується за формулою:

$$Mp = \frac{G}{G+M} \times 100, \text{ де}$$

Mp – показник структурної (фізичної) зрілості; G – об’єм зерен; M – об’єм основної маси породи [23].

Хімічна зрілість (Mc), також може коливатись від 0 у відкладах, які не вміщують хімічно стійких зерен, до 100% у товщах, які представлені хімічно стійкими мінералами. Хімічна зрілість вираховується за формулою:

$$Mc = \frac{Gs}{Gs+Gu} \times 100, \text{ де}$$

Mc – показник хімічної зрілості; Gs – об’єм хімічно стійких зерен; Gu – об’єм хімічно нестійких зерен [23].

Можна також оцінити ступінь загальної зрілості відкладів, яка вираховується за формулою:

$$Mn = \frac{Mc + Mp}{2}, \text{ де}$$

Mn – показник загальної зрілості [23].

Загалом піски можна розділити на дві великі структурні групи – *ареніти* і *вакки*:

- *ареніти* – це піски, які вміщують менше 15% матриксу, тобто є структурно зрілими;
- *вакки* – це піски, які вміщують 15–75%, матриксу, тобто є структурно незрілими;
- *глини* – це породи, які вміщують більше 75% матриксу [23].

Аналогічним чином піски можуть бути розділені на *хімічно зрілі ареніти* і *хімічно зрілі вакки*. В обох типах пісків спостерігається менше 25% польових шпатів.

Піски, які вміщують понад 25% польових шпатів, є хімічно незрілими і поділяються на *аркози* (серед аренітів) і *граувакки* (серед вакків):

- *аркози* – це піски, які вміщують понад 25% польових шпатів та менше 15% матриксу. Тобто, це піски, які є незрілими за мінеральним складом і відносно зрілими у структурному відношенні;
- *граувакки* – це піски, які вміщують понад 25% польових шпатів та 15–75% матриксу.

Отже, піски, в залежності від міри їхньої структурної і хімічної зрілості, умовно можна розділити на чотири головні групи:

- *ареніти*;
- *вакки*;
- *аркози*;
- *граувакки* [23].

Контрольні питання

1. Перелічіть фізико-механічні властивості відкладів?
2. Як визначають щільність ґрунту?
3. Як визначають вологість ґрунту?
4. Як визначають пластичність ґрунту?
5. Як визначають міцність ґрунту?
6. Від яких факторів залежить колір осадових порід?
7. Який колір відкладів називають первинним?
8. Який колір відкладів називають сингенетичним?
9. Який колір відкладів називають вторинним?
10. Що називається пористістю осадової породи?
11. Від чого залежить пористість осадової породи?
12. Що характеризує загальна пористість осадової породи?
13. Що характеризує ефективна пористість осадової породи?
14. Що називається проникністю осадової породи?

15. Які типи порових систем розрізняють у товщах осадової породи?
16. Що називається первинною пористістю осадової породи? Від чого вона залежить?
17. Що називається вторинною пористістю осадової породи?
18. Для вирішення яких палеогеографічних, геоморфологічних проблем використовують мінералогічний аналіз ?
19. Відтворіть схему класифікації стійкості мінералів.
20. Які породи виділяють за мінеральним і петрографічним складом?
21. Що розуміють під хімічною зрілістю тонкозернистих відкладів?
22. Що розуміють під структурною (фізичною) зрілістю тонкозернистих відкладів?
23. За якою формулою вираховується структурна (фізична) зрілість відкладів?
24. За якою формулою вираховується хімічна зрілість відкладів?
25. За якою формулою вираховується загальна зрілість відкладів?
26. Які піски називаються аренітами?
27. Які піски називаються вакками?
28. Які піски називаються аркозами?
29. Які піски називаються граувакками?

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №1

Тема. Форми та умови залягання континентальних осадових відкладів (аналіз текстур).

Завдання до виконання

1. Опис текстур алювіальних відкладів.
2. Опис текстур льодовикових відкладів.
3. Опис текстур лесових товщ.

Лабораторне заняття проводиться на базі розрізів континентальних четвертинних відкладів "Созань", "Торгановичі 1 та 2". Завдання виконуються групою студентів у складі 3–4 осіб, які працюють на одному зі згаданих розрізів. Робота виконується в три етапи: підготовчий, польовий і камеральний.

На *підготовчому етапі* студенти головну увагу приділяють визначенню конкретної наукової програми робіт, яка окреслюється ними під час ґрунтового опрацювання матеріалів раніше проведених у цьому та сусідніх районах аналогічних за тематикою досліджень [1–6]. На підставі аналізу літературних джерел, дотримання рекомендацій, отриманих на лекційних заняттях, розробляється план проведення польових досліджень.

На *польовому етапі* студенти під час опрацювання відслонень дотримуються певної процедури, зокрема:

- 1) провадять геоморфологічну і територіальну прив'язку відслонення;
- 2) виконують його зачищення та опис;
- 3) документують (замальовують, фотографують) відслонення чи його частини.

Найвідповідальнішим етапом опрацювання відслонення є зачищення та опис відслонення. Зачищення (підготовка) відслонень полягає у розкритті відкладів, які перебувають у непорушеному (*in situ*) стані й часто прикриті зверху матеріалом, який сповз або обвалився. У цьому разі дотримуються декількох важливих вимог:

- а) зачищення виконують у вигляді серії сходинок, розташованих униз по відслоненню (схилу), що забезпечить доступність розрізу для наступного опису та відбирання проб;
- б) переходи між сходинками повинні бути розташовані вище або нижче літологічних (стратиграфічних) меж, виявлених у товщі відкладів під час зачищення відслонень;
- в) зачищають товщу відкладів до її граничних поверхонь, з розкриттям покрівлі і подошви товщі відкладів.

Опис відслонень розпочинають лише у випадку абсолютної переконаності в непорушності залягання досліджуваних горизонтів.

Опис відслонення (опис текстур) виконують у певній послідовності:

1. Встановлюється назва породи шару, яка визначається за домінуючим у ній матеріалом.

2. Встановлюють форми залягання шару (виклинювання, лінза, вал, шлейф, перетиск пласта, роздуття пласта тощо).
3. Встановлюють умови залягання шару (його простягання, азимут простягання, падіння, кут падіння, азимут падіння).
4. Описується загальний характер шаруватості (горизонтальна або коса), чим вона обумовлена, ступінь постійності прошарків за простяганням.
5. Зазначають глибину залягання покрівлі і підосви досліджуваного горизонту, його потужність. Визначають максимальну, мінімальну і середню потужність горизонту. Якщо можливо відстежити, то наводять певні тенденції змін потужності відносно схилу, сторін світу, інтенсивність змін (наприклад, у сантиметрах на один метр протяжності горизонту) тощо; причини змін потужностей, зокрема “поведінку” покрівлі й підосви горизонту (горизонтальні, падають, піднімаються і в якому напрямі відстежені).
6. Розкривають характер переходів (контактів) між описуваним горизонтом і перекривною, підстильною товщею. Описують прояви переходів – за кольором, зміною гранулометричного складу, появою включень тощо. Малюнок ліній переходів – різкі, поступові, горизонтальні, хвилясті або інші. Особливо прискіпливо вивчають можливість фіксації в приконтактовій частині горизонту перерв в осадоагромадженні або розмиву, локального, чи розвинутого по всій довжині горизонту.
7. Замальовують відслонення.

На *камеральному етапі* студенти працюють над побудовою та описом розрізу відслонення (відтворення текстур). Для успішного виконання поставлених завдань використовують усі зібрані дані – і ті, що почерпнуті з літературних, фондових матеріалів, і, безперечно, зібрані під час власних польових досліджень.

Набір інструментів, який необхідний для виконання завдань: лопата, молоток, мірна стрічка, компас, фотоапарат, міліметровий папір.

Рекомендована література:

1. Яцишин А. М. Методи дослідження четвертинних відкладів: навч.-методич. посібник / А. М. Яцишин, Р. Я. Дмитрук, А. Б. Богуцький.– Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2009.–177 с.
2. Яцишин А. Етапи морфогенезу північно-західної частини долини Дністра / А. Яцишин, А. Богуцький, Б. Голуб, М. Ланчонт, О. Томенюк // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).– Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 29–61.
3. Яцишин А. Опорний розріз Торгановичі 1: рівень Лосвої, озерно-льодовикові відклади, морена, леси / Андрій Богуцький, Марія Ланчонт, Андрій Яцишин, Роман Дмитрук, Павло Зелінський, Славомір Терпіловський, Ярослав Кусяк, Пшемислав Мрочек // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII

- українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).–Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 62–68.
4. Яцишин А. Опорний розріз Торгановичі 2: рівень Лоевої, лесові покриви, поховані ґрунти / Андрій Богуцький, Марія Ланчонт, Андрій Яцишин, Роман Дмитрук, Павло Зелінський, Славомір Терпіловський, Ярослав Кусяк, Пшемислав Мрочек, Анна Годлевська // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).–Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 69–78.
 5. Яцишин А. Літологічна і седиментологічна характеристика алювію шостої тераси Дністра (поверхні Лоевої) у розрізі Торгановичі 1 / А. Яцишин, М. Бомбель, Д. Ольшевська-Нейберт, А. Богуцький, С. Васьків // Вісн. Львів. ун-ту.–Сер. геогр., 2012.–Вип. 40.–С. 245–254.
 6. Jacyszyn A. Analiza sedymentologiczna osadów plejstocenijskich w stanowisku Torganowyczi 1 / S. Terpiłowski, A. Godlewska, A. Bogucki, M. Łanczont, B. Hołub, A. Jacyszyn, J. Kusiak, P. Mroczek, B. Woronko, P. Zeliński // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).–Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 117–123.
 7. Jacyszyn A. Rekonstrukcja kierunku transportu utworów żwirowych poziomu Łojowej w dolinie Dniestru k. Sambora na podstawie imbrykacji otoczków / A. Jacyszyn, A. Bogucki, D. Olszewska-Nejbert, M. Babel, S. Waškiw // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).–Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 154–167.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №2

Тема. Гранулометричний аналіз грубоуламкових відкладів.

Завдання до виконання

1. Виконати гранулометричний аналіз грубоуламкових відкладів.

Лабораторне заняття проводиться на базі розрізів континентальних четвертинних відкладів "Созань", "Торгановичі 1 та 2". Завдання виконуються групою студентів у складі 3–4 осіб, які працюють на одному зі згаданих розрізів. Робота виконується в три етапи: підготовчий, польовий і камеральний.

На *підготовчому етапі* студенти головну увагу приділяють визначенню конкретної наукової програми робіт, яка окреслюється ними під час ґрунтового опрацювання матеріалів раніше проведених у цьому та сусідніх районах аналогічних за тематикою досліджень, рекомендацій, отриманих на лекційних заняттях, а також з урахуванням інформації, зібраної ними під час аналізу форм та умов залягання відкладів у розрізах "Созань", "Торгановичі 1 та 2" (перше лабораторне заняття) [1–6].

На *польовому етапі* студенти під час опрацювання відслонень дотримуються декількох правил:

- 1) виконують зачищення та опис відслонення (частково виконане ще під час аналізу форм та умов залягання відкладів у розрізах "Созань", "Торгановичі 1 та 2");
- 2) відбір проб проводять після попереднього визначення складу окремих шарів;
- 3) кількість проб залежить від різноманітності складу шару порід;
- 4) відбирають серію зразків з одного й того ж горизонту по вертикалі та літералі.
- 5) виконують гранулометричний аналіз досліджуваних товщ.

Метод гранулометричних аналізів (ситовий, спосіб індивідуального обмірювання уламків або візуальний) студенти обирають самостійно з урахуванням: стану відкладів (пухкі або зцементовані) та класу відкладів (валуни, брили, галечник, щебінь).

На *камеральному етапі* студенти працюють над узагальненням отриманої інформації: подають результати гранулометричних аналізів грубоуламкових відкладів у вигляді таблиць, а також будують графіки, які ілюструють зміни вмісту фракцій у відсотках.

Набір інструментів, який необхідний для виконання завдань: лопата, молоток, мірна стрічка, набір сит, фотоапарат, міліметровий папір.

Рекомендована література:

1. *Яцишин А. М.* Методи дослідження четвертинних відкладів: навч.-методич. посібник / А. М. Яцишин, Р. Я. Дмитрук, А. Б. Богуцький.– Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2009.–177 с.
2. *Яцишин А.* Опорний розріз Торгановичі 1: рівень Лоевої, озерно-льодовикові відклади, морена, леси / Андрій Богуцький, Марія Ланчонт, Андрій Яцишин, Роман Дмитрук, Павло Зелінський, Славомір Терпіловський, Ярослав Кусяк, Пшемислав Мрочек // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).–Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 62–68.
3. *Яцишин А.* Опорний розріз Торгановичі 2: рівень Лоевої, лесові покриви, поховані ґрунти / Андрій Богуцький, Марія Ланчонт, Андрій Яцишин, Роман Дмитрук, Павло Зелінський, Славомір Терпіловський, Ярослав Кусяк, Пшемислав Мрочек, Анна Годлевська // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).–Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 69–78.
4. *Jacyszyn A.* Analiza sedimentologiczna osadów plejstocenijskich w stanowisku Torganowyczi 1 / S. Terpiłowski, A. Godlewska, A. Bogucki, M. Łanczont, B. Hołub, A. Jacyszyn, J. Kusiak, P. Mroczek, B. Woronko, P. Zeliński // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).–Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 117–123.
5. *Jacyszyn A.* Rekonstrukcja kierunku transportu utworów zwirowych poziomu Łojowej w dolinie Dniestru k. Sambora na podstawie imbrakacji otoczek /

A. Jacyszyn, A. Bogucki, D. Olszewska-Nejbert, M. Babel, S. Waškiw // Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття: зб. наук. праць (до XVII українсько-польського семінару. Самбір, 15–18 вересня 2011 р).– Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2011.–С. 154–167.

6. Яцишин А. Літологічна і седиментологічна характеристика алювію шостої тераси Дністра (поверхні Лоевої) у розрізі Торгановичі 1 / А. Яцишин, М. Бомбель, Д. Ольшевська-Нейберт, А. Богуцький, С. Васьків // Вісн. Львів. ун-ту.–Сер. геогр., 2012.–Вип. 40.–С. 245–254.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №3

Тема. Комплексний аналіз уламків.

Завдання до виконання

1. Визначити форму уламків.
2. Визначити ступінь обкатаності уламків.
3. Описати характер поверхні уламків.

Лабораторне заняття проводиться в аудиторії на базі колекції зразків грубоуламкових (валуни, брили, галечник, щебінь, гравій, жорства) порід осадового походження.

Студенти, під час виконання завдань, повинні описати форму уламків, з виділенням чотирьох ймовірних класів (форм) уламків: округлих (сферичних, ізометричних); сплющено-циліндричних (дископодібних); сплющених (пластинчастих); циліндричних (роликкових). Результати опису форм уламків подаються на схемі класифікації грубоуламкового матеріалу, запропонованої Зінгом [1], із зазначенням петрографії уламків. Петрографія уламків позначається відповідними значками:

□ – пісковики; ◇ – алевроліти; ○ – аргіліти; ● – силіцити; ■ – інше.

Використовуючи відповідні формули визначаються коефіцієнти: сплющеності (Кп), подовгуватості (Кд) та ізометричності (Ка) уламків.

Визначається обкатаність грубоуламкового матеріалу з дотриманням таких правил:

- а) визначається обкатаність матеріалу двох розмірів – діаметром 2–3 см та розміром уламків 9–10 см;
- б) у кожній пробі уламки розсортовуються за ступенем обкатаності на п'ять класів, порівнюючи уламки з еталонами, які зображені у відповідних схемах [1, 3].
- в) вираховується коефіцієнт обкутаності уламків за відповідною формулою.

Описується *характер поверхні* грубоуламкових зерен, з виокремленням таких можливих типів поверхонь:

- а) горбистої – поверхня формується заглибленнями від 2 до 5 мм і притаманна для необкатаних і слабо обкатаних уламків.
- б) ямкової – поверхня формується заглибленнями від 0,5 до 2 мм і притаманна для середньообкатаних уламків.

- в) згладженої – поверхня, з окремими заглибленнями до 0,1–0,5 мм, притаманна для добре обкатаних уламків.
- г) гладенької – поверхня, без заглиблень і виступів, притаманна для дуже добре обкатаних уламків [2].

Рекомендована література:

1. *Яцишин А. М.* Методи дослідження четвертинних відкладів: навч.-методич. посібник / А. М. Яцишин, Р. Я. Дмитрук, А. Б. Богуцький.– Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2009.–177 с.
2. *Градзинський Р.* Седиментологія: пер. с польск. / Р. Градзинський, А. Костецкая, А. Радомський, Р. Унруг; пер. изд. ПНР.–М.: Недра, 1980.–640 с.
3. *Рухин Л. Б.* Основы литологии / Л. Б. Рухин.–Л.: Гостоптехиздат, 1953.–671 с.
4. *Справочное руководство по петрографии осадочных пород / [под ред. В. Б. Татарского].–Л.: Гостоптехиздат, 1958.–Т. 2.–485 с.*

ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

1. Осадові гірські породи: класифікація, речовинний склад і будова.
2. Головні етапи і шляхи перенесення продуктів звітрювання і руйнування гірських порід поверхнею суші.
3. Стадії і умови формування осадових порід: вивітрювання, транспорт, накопичення і перетворення осадів в осадові гірські породи.
4. Схема класифікації генетичних типів континентальних осадових порід, за Є. Шанцером.
5. Літологічна характеристика осипних відкладів.
6. Літологічна характеристика зсувних відкладів.
7. Літологічна характеристика делювіальних відкладів.
8. Літологічна характеристика флювіальних відкладів.
9. Літологічна характеристика пролювіальних відкладів.
10. Літологічна характеристика власне льодовикових відкладів (морен).
11. Літологічна характеристика відкладів озів.
12. Літологічна характеристика відкладів камів.
13. Літологічна характеристика відкладів зандрів.
14. Літологічна характеристика еолових відкладів.
15. Літологічна характеристика дефляційних залишкових утворень пустель.
16. Літологічний склад, текстурні особливості відкладів дельти.
17. Літологічний склад, текстурні особливості відкладів озер.
18. Літологічний склад, текстурні особливості відкладів пляжів.
19. Літологічний склад, текстурні особливості відкладів припливно-відпливних рівнин.
20. Літологічний склад, текстурні особливості відкладів естуаріїв.
21. Літологічний склад, текстурні особливості відкладів лагун.
22. Літологічний склад, текстурні особливості відкладів рифів.
23. Літологічний склад, текстурні особливості відкладів пелагічної зони моря.
24. Фації, методи фаціального аналізу.
25. Фаціально-палеогеографічне картографування.

ПРИКЛАДИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

1. В осадових породах розрізняють:

- | | |
|---|---|
| а) зерна, матрикс, цемент і пори | в) зерна, матрикс, цемент і конкреції |
| б) зерна, пори і нерозкристалізований залишок | г) зерна, цемент, пори і органічні рештки |

2. Літологічні методи досліджень осадових порід полягають у:

- | | |
|--|--|
| а) вивченні ознак відкладів, що відображають певні компоненти географічного середовища | в) вивченні структури і текстури відкладів |
| б) вивченні форм залягання відкладів | г) вивченні фізико-хімічних властивостей відкладів |

3. Геологічне тіло, що складене більш-менш однорідним матеріалом і відрізняється за якими-небудь ознаками від суміжних, часто відмежованих більш-менш вираженими площинами, нашаруваннями, називається:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| а) шаром | в) зоною |
| б) комплексом відкладів | г) світою |

4. Нижча одиниця шаруватості – це:

- | | |
|----------|-------------|
| а) шар | в) прошарок |
| б) серія | г) пачка |

5. За повторюваністю шарів виокремлюють:

- | | |
|-----------------|-----------|
| а) ритми, цикли | в) пласти |
| б) горизонти | г) пачки |

6. Згідно зі стратиграфією визначають:

- | | |
|----------------|-----------|
| а) зони, світи | в) пласти |
| б) горизонти | г) пачки |

7. Шар або групу шарів, які утворились унаслідок різких регіональних змін умов седиментації називають:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| а) комплексом відкладів | в) світою |
| б) пластом | г) циклом |

8. Текстури, які формуються одночасно з процесами осадоагромадження називаються:

- | | |
|-------------------|---------------|
| а) епігенетичними | в) первинними |
| б) діагенетичними | г) вторинними |

9. Напрявлена зміна розміру зерен у вертикальному розрізі шару за умови, що розподіл зернистості матеріалу шару видно макроскопічно називається:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| а) прямолінійною окремістю | в) ерозійним каналом |
|----------------------------|----------------------|

б) градаційною шаруватістю

г) діагональною шаруватістю

10. До грубоуламкового класу осадових порід відносяться уламки розміром:

а) від 2 мм і більше

в) від 10 до 100 мм

б) від 2 до 100 мм

г) від 10 мм і більше

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

5. *Богущий А.* Пороодоутворюючі мінерали і гірські породи: лаб. практикум / А. Богущий, О. Богущий, П. Волошин, В. Верніковський.–Львів: Ред.-вид. відділ Львів. ун-ту, 1998.–68 с.
6. *Ботвинкина Л. Н.* Методическое руководство по изучению слоистости / Л. Н. Ботвинкина. – М.: Наука, 1965.–259 с.
7. *Градзиньский Р.* Седиментология: пер. с польск. / Р. Градзиньский, А. Костецкая, А. Радомский, Р. Унруг; пер. изд. ПНР.–М.: Недра, 1980.–640 с.
8. *Жемчужников Ю. А.* Сезонная слоистость и периодичность осадконакопления / Ю. А. Жемчужников.–М.: Изд-во АН СССР, 1963.–69 с.
9. *Крашенинников Г. Ф.* Учение о фациях с основами литологии. Руководство к лабораторным занятиям / Г. Ф. Крашенинников, А. Н. Волкова, Н. В. Иванова.–М.: Изд-во Москов. ун-та, 1988.–214 с.
10. *Лазаренко Є. К.* Курс мінералогії / Є. К. Лазаренко.–Львів: Вид-во ЛДУ, 1958.–Ч. 1.–286 с.
11. *Лидер М. Р.* Седиментология. Процессы и продукты: пер. с англ. / М. Р. Лидер; пер. Н. П. Григорьева, Е. Г. Гурвича, Л. Н. Индолева, Л. П. Раченской, Н. С. Сперанского, под ред. В. Г. Кузнецова.–М.: Мир, 1986.–439 с.
12. Методическое руководство по изучению и геологической съёмке четвертичных отложений / [под ред. С. А. Яковлева].–М.: Госгеолтехиздат, 1955.–Ч. 2.–486 с.
13. Методическое руководство по изучению и геологической съёмке четвертичных отложений / [под. ред. А. К. Агаджанян, Б. А. Борисов, О. А. Брайцева и др.].–Л.: Недра, 1987.–308 с.
14. Методическое руководство по изучению и геологической съёмке четвертичных отложений / [под. ред. Г. С. Ганешина].–Ленинград: Недра, 1987.–307 с.
15. *Наливкин Д. В.* Вопросы палеонтологии, стратиграфии, палеогеографии: избранные труды / Д. В. Наливкин.–Л.: Наука, 1987.–279 с.
16. *Обручѳв В. А.* Основы геологии / В. А. Обручѳв.–М.: Изд-во АН СССР, 1956.–359 с.
17. Обстановки осадконакопления и фации: в 2-х томах. Т. 2: пер. с англ. / Под ред. Х. Рединга.–М.: Мир, 1990.–384 с.
18. *Павлов А. Н.* Общая и полевая геология: учебник для вузов / А. Н. Павлов, И. А. Одесский, А. И. Иванов.–Л.: Недра, 1991.–463 с.
19. *Попов В. И.* Руководство по определению осадочных фаціальних комплексів и методика фаціальних-палеогеографічного картирования / В. И. Попов, С. Д. Макарова, Ю. В. Станкевич и А. А. Филипов.–Л.: Гостоптехиздат, 1963.–685С.
20. *Рейнек Г.-Э.* Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением терригенных кластических осадков): пер. с англ. / Г.-Э. Рейнек,

- И. Б. Сингх; пер. А. О. Смилкстын, Д. Н. Хитарова, Л. П. Раченской, В. Ф. Дернова-Пегарева, под ред. А. В. Коченова.—М.: Недра, 1981.—439 с.
21. Руководство по изучению новейших отложений / [под ред. П. А. Каплина].—М.: Изд-во Москов. ун-та, 1976.—310 с.
 22. Руководство по изучению новейших отложений. Второе издание / [под ред. П. А. Каплина].—М.: Изд-во Москов. ун-та, 1987.—238 с.
 23. *Рухин Л.Б.* Гранулометрический метод изучения песков / Л. Б. Рухин.—Изд-во ЛГУ, 1947.—211 с.
 24. *Рухин Л. Б.* Основы литологии / Л. Б. Рухин.—Л.: Гостоптехиздат, 1953.—671 с.
 25. *Рухина Е. В.* Литология ледниковых отложений / Е. В. Рухина.—Л.: Недра, 1973.—176 с.
 26. *Саркисян С. Г.* Ориентировка галек и методы их изучения для палеогеографических построений / С. Г. Саркисян.—М.: Изд-во АН СССР, 1955.—167 с.
 27. *Селли Р. К.* Введение в седиментологию: пер. с англ. / Р. К. Селли; пер. С. С. Чекина, под ред. В. Н. Холодова.—М.: Недра, 1981.—370 с.
 28. *Селли Р. К.* Древние обстановки осадконакопления: пер. с англ. / Р. К. Селли; пер. А. А. Никонова, К. И. Никоновой. — М.: Недра, 1989.—370 с.
 29. Справочное руководство по петрографии осадочных пород. Условия образования, свойства и минералы осадочных пород / [под ред. Л. Б. Рухина].—Л.: Гостоптехиздат, 1958.—Т. 1.—485 с.
 30. Справочное руководство по петрографии осадочных пород. Осадочные породы / [под ред. Л. Б. Рухина].—Л.: Гостоптехиздат, 1958.—Т. 2.—519 с.
 31. Справочное руководство по петрографии осадочных пород / [под ред. В. Б. Татарского].—Л.: Гостоптехиздат, 1958.—Т. 2.—485 с.
 32. *Шанцер Е. В.* Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований / Е. В. Шанцер // Тр. Ин-та геол. наук. АН СССР.—1966.—Вып. 161.—239 с.
 33. *Яцишин А. М.* Методи дослідження четвертинних відкладів: навч.-методич. посібник / А. М. Яцишин, Р. Я. Дмитрук, А. Б. Богуцький.—Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2009.—177 с.
 34. *Gradzinski R.* Wyróżnianie i klasyfikacja kopalnych osadów rzecznych / R. Gradzinski // Postępy nauk geologicznych.—1973.—№ 5.—S. 57–112.
 35. *Kauffman M.* Cobble imbrication as a sensitive indicator of subtle local changes in river flow direction / M. Kauffman and D. Ritter // Geological Society of America.—1981.—V. 9.—P. 299–302.
 36. *Nawara K.* Transport i sedymentacja współczesnych żwirów Dunajca i jego niektórych dopływów / K. Nawara // Prace museum Ziemi.—1964.—№ 6.—121 s.
 37. *Rutkowwski J.* Badania uziarnienia osadów bardzo gruboziarnistych / J. Rutkowwski // Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników.—Warszawa.: Wydział Geografii i Srodiow Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, 1995.—S. 106–114.

38. *Rutkowwski J.* Badania petrograficzne żwirów / J. Rutkowwski // Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników.– Warszawa.: Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, 1995.–S. 133–150.
39. *Teisseyre A.* Ułożenie otoczków w osadach roztek na przykładzie koryt współczesnych i kopalnych karbońskich (niecka śródsudecka, Sudety Środkowe) / A. Teisseyre // *Geologia Sudetica.*–1975.–Vol. 10.–№ 1.–S. 47–58.
40. *Unrug R.* Współczesny transport i sedymentacja żwirów w dolinie Dunajca / R. Unrug // *Acta Geologica Polonica.*–1957.–T. 7.–S. 217–257.
41. *Wittenberg L.* Structural Patterns in Coarse Gravel River Beds: Typology, Survey and Assessment of the Roles of Grain Size and River Regime / L. Wittenberg // *Geografiska Annaler.*–2002.–Ser. A.–Vol. 84.–№ 1.–P. 25–37.