

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт естественных наук
Кафедра географии, картографии и геоинформатики

Изучение осадочных горных пород

Методические указания
по проведению полевых экскурсий



Ижевск
2021

УДК 552.5(075.8)
ББК 26.314.44р30
ИЗ95

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: *О.В. Гагарина*, к.г.н., доцент кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет».

Составители: И.В. Глейзер, И.Е. Егоров, А.В. Сергеев
Карты-схемы – В.А. Обатнин

ИЗ95 Изучение осадочных горных пород: Методические указания по проведению полевых экскурсий / сост. И.В. Глейзер, И.Е. Егоров, А.В. Сергеев. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. – 88 с.

Методическое пособие содержит указания по изучению осадочных горных пород, а также рекомендации по проведению полевых исследований и задания для самостоятельных работ.

УДК 552.5(075.8)
ББК 26.314.44р30

© И.В. Глейзер, И.Е. Егоров, А.В. Сергеев, сост., 2021
© ФГБОУ ВО "Удмуртский государственный университет", 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИЗУЧЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД	5
1.1. Происхождение и классификация осадочных пород.	5
1.2. Задачи изучения осадочных пород	14
1.3. Общие наблюдения над разрезами осадочных пород.....	15
1.4. Цвет пород и признаки выветривания.	19
1.5. Структура и текстура пород	29
1.6. Органические остатки в породах.	57
1.7. Конкреции.	59
1.8. Изучение горных пород при проведении комплексных физико-географических (ландшафтных) исследований.	65
2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	71
2.1. Рекогносцировочные маршруты	71
2.2. Ведение дневника и примерный перечень полевого оборудования.	81
2.3. Задания для самостоятельной работы на точках наблюдения	84
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Важное место в подготовке студентов по направлениям 05.03.02 «География», 05.03.06 «Экология и природопользование», 05.03.03 «Картография и геоинформатика» и 21.05.02 «Прикладная геология» занимают геологические дисциплины. По первым трём направлениям – это «Геология и эволюционная география» и «Геоморфология и экзогенные процессы», по направлению «Прикладная геология» - «Геология», «Геоморфология и четвертичная геология», «Литология», «Структурная геология» и др.

Целями освоения данных дисциплин является формирование у студентов целостного представления о геологической среде, освоение принципов и методов геологических и геоморфологических исследований.

Методическое пособие включает в себя теоретический раздел, задания для самостоятельной работы студентов в полевых условиях во время учебной практики и рекомендации по их проведению. Теоретические сведения даны в объёме, достаточном для выполнения заданий без дополнительной справочной литературы.

Издание данного методического пособия вызвано отсутствием подобных источников, необходимых при проведении учебной полевой практики студентов, обучающихся по перечисленным выше направлениям.

Цель издания – закрепление теоретических знаний по изучаемым дисциплинам, привить студентам навыки самостоятельных решений различных геологических и геоморфологических задач, возникающих при проведении полевых исследований.

1. ИЗУЧЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

1.1. Происхождение и классификация осадочных пород

Осадочные горные породы возникают путём осаждения вещества в водной среде, из воздуха и в результате деятельности ледников. Источником образования осадочных пород являются продукты выветривания и перемещения горных пород суши и водоёмов, жизнедеятельности организмов, вулканических извержений и вещества, поступающего из космоса. Осадочные породы широко распространены на поверхности Земли и покрывают не менее 80% площади суши. Они являются субстратом природных комплексов и материнскими породами процессов почвообразования, кроме того, примерно 2/3 полезных ископаемых, извлекаемых из недр, представляют собой осадочные породы, поэтому их изучение имеет большое значение как в научном, так и прикладном отношении. Изучение осадочных горных пород может включаться в качестве вспомогательных наблюдений при ландшафтных исследованиях, либо представлять собой отдельное исследование в ходе проведения геоморфологических и геологических работ.

В целом изучение осадочных горных пород предполагает решение нескольких задач:

- познание вещественного состава, структуры и текстуры породы, характеристики её залегания и соотношения с окружающими отложениями;
- восстановление первичных признаков осадка, из которых сформировалась порода (стадиальный анализ);
- установление физико-географической обстановки, в которой возник осадок;

- оценка осадочной породы с точки зрения пригодности использования в каких-либо целях.

Осадочный материал, образующийся на суше – обломочные частицы, коллоиды, растворы – перемещается водой, ветром, льдом по её поверхности и, в конечном счёте, может оказаться в водном бассейне. В процессе переноса происходит дифференциация осадочного материала и частичное его осаждение на путях переноса. При этом к обломочному веществу и растворам могут добавляться продукты жизнедеятельности организмов, вулканических извержений, космический материал. Образование осадков происходит под влиянием силы тяжести при осаждении частиц, изменении динамики среды, гибели растений и животных, насыщении растворов и т.п.

Как правило, в истории формирования осадочных пород выделяют несколько стадий. Первая стадия получила название **седиментогенеза**. Она включает в себя образование осадка на поверхности за счёт процессов выветривания, переноса и отложения минеральных масс. В результате возникают рыхлые, часто обводнённые отложения.

По мере накопления осадки уплотняются, изменяются минералогически, приобретают новые черты строения и превращаются в осадочные породы. Эту стадию называют **диагенезом**.

В дальнейшем, по мере накопления отложений сверху и погружения осадков на значительную глубину, породы окаменевают, приобретая ряд новых черт минералогического состава, а также структуры и текстуры. Эту стадию называют **эпигенезом** осадочных пород или поздней стадией диагенеза.

В условиях высоких температур и давления может происходить дальнейшее изменение пород – **метаморфизм**, по завершении которого осадочные породы перестают существовать, превращаясь в метаморфические.

В тех случаях, когда накопление пород сменяется сносом вышележащих отложений, осадочные породы могут оказаться в зоне проявления процессов выветривания (**гипергенеза**), где будет происходить их механическое разрушение и химическое преобразование. Продукты выветривания горных пород, накопившиеся на месте своего образования, называются **элювием**, при этом отдельные признаки диагенетических изменений в породе, как правило, сохраняются, что позволяет отличить выветрелые древние отложения от недавно образовавшихся.

Осадочный процесс меняет свои формы в зависимости от физико-географической обстановки, в которой он протекает. Эти изменения на крупных региональных участках столь значительны, что позволяют говорить о типах осадочного процесса.

Этих типов четыре - нивальный, гумидный, аридный и эффузивно-осадочный. Они различаются один от другого источниками осадочного материала, формами его переноса и отложения, набором возникающих осадков, их структурами и текстурами, вещественным составом, распределением концентраций элементов, характером сложения осадочных толщ и скоростями седиментации.

Нивальный тип осадочного процесса включает осадкообразование на площадях суши, покрытых льдами (или вечными снегами) и по периферии ледниковых массивов.

Материалом являются продукты механического выветривания скальных пород, не покрытых льдом или снегом, движущийся ледник, а при наличии в области оледенения вулканов - пепловый и более грубый материал, выпадающий на поверхность ледников. При всем различии способов мобилизации осадочного материала их объединяет то, что все они достаточно простые, механические: механическое выветривание, механическая денудация, механический вынос

механически же раздробленных частиц вулканической пыли. Способы химической и биологической мобилизации веществ подавлены низкой температурой области осадконакопления; в тех же случаях, когда химическая или биологическая мобилизация веществ имеет место, она не играет значительной роли в образовании нивального осадочного материала.

Перенос горных пород производится в большинстве случаев льдом, медленно перетекающим с возвышенных мест к пониженным. Вода в жидком состоянии имеет подчиненное значение и захватывает лишь небольшую часть переносимого ледником осадочного материала. Преобладающая роль льда как транспортирующего агента обуславливает значительную механическую обработку материала и вместе с тем полное отсутствие сколько-нибудь выраженной механической его сортировки, что составляет одну из главных черт этого типа осадочного процесса. Дифференциация вещества наблюдается только по периферии областей нивального осадконакопления (водноледниковые отложения) и в водоёмах.

В приледниковых озерах образуются уже осадки иного типа: пески, алевроиты, глины. Им свойственна, как правило, сезонная ленточная слоистость. Потоки талой воды, текущие по переменным руслам, образуют полосы песчаных отложений - зандры. Но все эти отложения талых вод принадлежат уже к другому, гумидному типу осадочного процесса, который у края ледника смешивается с собственно ледниковой седиментацией и одновременно приобретает некоторые специфические локальные черты.

Гумидный тип осадочного процесса объединяет осадкообразование в морях и озерах гумидных зон, а также на их водосборных площадях - на склонах долин (делювий), в речных долинах (аллювий), в конусах выноса временных потоков (пролювий).

Будучи приурочен к территориям с постоянным обилием влаги и более высокой среднегодовой температурой, гумидный тип седиментации приобретает большую сложность. На всех этапах, наряду с механическими процессами, развиваются процессы химические, физико-химические и биологические. Изменения условий физико-географической обстановки на разных участках гумидных зон вызывают многообразные изменения как в ходе осадочного процесса, так и в осадках.

В областях гумидного типа осадконакопления образуются различные терригенные, биогенные, хемогенные и биохемогенные осадки

Осадочный материал возникает благодаря выветриванию и денудации континентальных площадей, это определяет его связь (в большей или меньшей степени) с конкретными условиями земной поверхности.

Все породы, принадлежащие к гумидному типу, имеют отчётливые признаки механической сортировки материала. Осаждение материала происходит частично еще на путях его переноса (делювий, аллювий, пролювий), и завершается в конечных водоемах стока, которыми являются моря и озера.

Характерной чертой гумидного типа седиментации является неполнота осаждения поступающего в бассейн материала. Обломочный материал осаждается весь, но из растворенных веществ переходят в твердую фазу и осаждаются лишь трудно растворимые и биологически активные соединения. Легко растворимые и биологически инертные соединения остаются в растворе неопределенно долгое время и накапливаются в нём.

Характерной чертой осадконакопления гумидного типа является возникновение высоких концентраций ряда элементов: железа, марганца, алюминия, фосфора, органического углерода, кремнезёма, углекислого кальция.

Аридный тип седиментогенеза характерен для пустынь и полупустынь. В этих условиях преобладает физическое выветривание, в то время как биологические и химические процессы подавлены или протекают вяло. Засушливость климата сопровождается также исчезновением лесного покрова; отсюда - отсутствие среди осадков аридных зон углей и углистых сланцев.

В аридные зоны поступает значительная масса осадочного вещества из соседних с ними гумидных зон, что приводит к большому разнообразию осадков.

Озера и моря аридных зон осолонены, что приводит к уменьшению роли организмов в их геохимии и осадкообразовании, а сама седиментация приобретает стадийный характер. Вначале (карбонатная стадия) осаждаются наименее растворимые карбонаты кальция и магния - кальцит, доломит. На этой стадии в лагунах и озерах накапливается много обломочного материала, и возникают обычные пески, алевроиты, глинистые илы с примесью карбонатных минералов. В сульфатную стадию осаждаются гипс, ангидрит, мирабилит, причем набор их у водоемов разных гидрохимических типов изменчив. Терригенный материал в составе осадков играет подчиненную роль. В заключительную, хлоридную стадию осаждаются галит и другие минералы.

Вулканогенно-осадочный тип наблюдается в областях вулканической деятельности. Вулканогенно-осадочный тип осадочного процесса резко отличается от других источников осадочного материала. Последний поступает здесь не в результате выветривания континентальных площадей, а в ходе вулканических извержений и представляет собой частью механически выброшенные крупные и мелкие частицы, а частью - гидротермальные растворы и газы. Характерной чертой поступления осадочного материала является огромная быстрота

его выноса, превосходящая скорость поступления материала в других типах осадочного процесса.

Существующие **классификации осадочных пород** достаточно разнообразны и могут быть основаны на разных характеристиках - факторах осадконакопления, обстановках осадконакопления, вещественном составе осадков, генезису.

В соответствии с распространенной классификацией по происхождению, осадочные породы подразделяются на обломочные, хемогенные и биогенные.

К обломочным относятся породы, содержащие более 50 % обломочных частиц горных пород и минералов разного размера, возникших главным образом за счёт механического разрушения существовавших ранее пород. Физическое разрушение материнских пород и механическое перераспределение образовавшихся при этом обломочных продуктов является ведущим процессом, определяющим наиболее характерные черты этих пород. Однако при формировании обломочных пород не исключается проявление сопутствующих процессов - прежде всего химического осаждения веществ из растворов и извлечения веществ, растворенных в воде. Их действие приводит к появлению в обломочных породах различных примесей и цемента. Соответственно в обломочных породах встречаются два генетически различных компонента - обломочные минералы и минералы, присутствующие в обломочных породах в качестве цемента или отдельных новообразований. Критерием принадлежности пород к обломочным служит преобладание в них обломков более древних пород и минералов, возникших в результате выветривания материнских пород и испытавших перенос и отложение.

Следует отметить, что в отличие от большинства других осадочных пород, обломочные образуются почти повсеместно.

В основу классификации обломочных пород положен размер обломков, поскольку размером определяются все прочие их свойства - петрографический состав, способность к окатыванию, физические свойства и другие признаки.

В литологии, инженерной геологии, грунтоведении, почвоведении и других науках получила распространение классификация, в которой выделяются следующие породы с диаметром слагающих их частиц: грубообломочные - более 2 мм, песчаные от 2 до 0,1 мм и алевритовые — от 0,1 до 0,01 мм. Принятые границы отражают изменение физических и водных свойств пород при переходе от одного размера частиц к другому (табл.1).

Измельчение минеральных частиц до размеров менее 0,01мм, происходящее при физических воздействиях и химическом разложении, приводит к образованию глинистых пород. Глинистые породы в результате различных диагенетических процессов могут превратиться в плотные, сцементированные породы – **аргиллиты**.

Достаточно многочисленная группа осадочных горных пород образуется в результате разнообразных химических процессов и жизнедеятельности различных организмов. Породы химического и биогенного происхождения часто связаны друг с другом множеством взаимных переходов, поэтому точный их генезис не всегда может быть установлен. Наиболее удобно классифицировать эти породы по химическому составу. Породы, имеющие хемогенное и биогенное происхождение, могут быть железистые, марганцевые, фосфатные, кремнистые, карбонатные, соли, каустобиолиты.

Таблица 1

**Классификация обломочных горных пород
(по Л.Б. Рухину, 1961, с некоторыми упрощениями)**

Группы горных пород	Размеры обломков, мм	Рыхлые породы		Сцементированные породы	
		Сложенные окатанными обломками	Сложенные неокатанными обломками	Сложенные окатанными обломками	Сложенные неокатанными обломками
Грубообломочные породы	Крупные	Валуны	Глыбы	Валунные конгломераты	Глыбовые брекчии
	Средние	Галечники	Щебень	Конгломераты	Брекчии
	Мелкие	Гравий	Дресва	Гравийные конгломераты	
Песчаные породы	Грубые	Пески грубозернистые		Песчаники грубозернистые	
	Крупные	Пески крупнозернистые		Песчаники крупнозернистые	
	Средние	Пески среднезернистые		Песчаники среднезернистые	
	Мелкие	Пески мелкозернистые		Песчаники мелкозернистые	
Алевритовые породы	0,1 – 0,01	Алевриты		Алевриты	

1.2. Задачи изучения осадочных пород

Изучение любой осадочной породы заключается в решении нескольких основных задач.

Первая задача чисто описательная. Она предполагает познание вещественного состава, структуры и текстуры осадочной породы и заключённых в ней органических остатков, в характеристике залегания породы и её соотношения с окружающими отложениями.

Вторая заключается в стадийном анализе пород - в распознавании в породе признаков, возникших в эпигенезе, диагенезе и седиментогенезе. Признаки эти могут проявляться как в особенностях вещественного состава породы, возникших на разных стадиях породообразования, так и в её структурно-текстурных чертах. Цель стадийного анализа - установление первичных признаков осадка.

Третья задача (фациальный анализ) состоит в восстановлении физико-географической обстановки, в которой возник осадок, реконструированный в результате стадийного анализа породы.

Четвертая задача экономическая и включает в себя оценку осадочных пород с точки зрения их практической пригодности в тех или иных целях, так как почти любая осадочная порода является полезным ископаемым того или иного назначения.

Решение всех задач начинается уже в полевой обстановке, но продолжается и заканчивается в камеральных условиях. При этом следует опираться на подробную и разнообразную методику исследований. Наиболее разработана она в части, касающейся познания вещественного состава, структур и текстур пород.

1.3. Общие наблюдения над разрезами осадочных пород

Начинать работу на обнажении необходимо с его общего предварительного осмотра. Нужно ознакомиться с общим характером разреза, с породами, которые его слагают, посмотреть характер перехода одних пород в другие, проследить степень выдержанности отдельных типов пород или их пачек по простиранию и падению, установить, группируются ли породы в определенные пачки, и нет ли закономерности в чередовании однотипных пород.

Дробность расчленения разреза определяется детальностью исследований и характером слоёв пород. При изучении разреза следует сначала отметить, как слои группируются в пачки, ритмы и т. д., а затем уже начинать подробное описание.

В самом простом случае слой состоит из одной породы и его описание в основном сводится к её характеристике. Зачастую выделяемые слои представлены чередованием нескольких пород. В этих случаях нужно характеризовать, хотя бы кратко, каждую породу в отдельности.

Особенности характеристики породы будут определяться также тем, какова порода по своему составу и происхождению - обломочная, органогенная или хемогенная.

При описании необходимо придерживаться одной и той же классификации пород и всегда использовать принятую систему. Нельзя одну и ту же породу называть и характеризовать по-разному. Следует придерживаться также одного порядка описания, причем начинать его необходимо с названия породы (песчаник среднезернистый, кварцевый), а не с определения её особенностей (среднезернистый кварцевый песчаник).

При описании пород должны быть отражены следующие их признаки:

а) состав, определяемый развернутым полным названием породы. При этом всегда следует определять её карбонатность с помощью соляной кислоты. Для сцементированных пород необходимо устанавливать по возможности состав и количество цемента, тип цементации;

б) цвет;

в) структура, то есть размер и форма зерен с указанием однородности или разнородности;

г) текстура породы - тип слоистости, чем она вызвана, её отчетливость, выдержанность по простиранию и т. д.;

д) плотность, пористость и другие физические свойства. Для обломочных пород необходимо указывать связь окатанности обломков с их составом, для глин и аргиллитов следует отмечать примесь обломочного материала, пластичность и другие свойства;

е) неорганические включения, прежде всего конкреционные образования;

ж) органические остатки - их состав, сохранность и условия захоронения.

В глинистых толщах (реже в песчаниках и алевролитах) следует обращать внимание на возможное проявление «ложной слоистости», вызванной неравномерным окрашиванием породы окислами железа, марганца или другими веществами. Такое окрашивание на небольших участках может быть принято за слоистость, но при обследовании всей площади выхода можно убедиться, что полосы изгибаются, а в отдельных местах образуют концентрически расположенные кольца.

Кроме различных типов слоистости, при описании пород должны быть отмечены и другие ее текстурные признаки - наличие следов оползания, оплывания и смятия, следы деятельности животных, а также вторичные текстурные образования. Все обнаруженные текстурные особенности рекомендуется зарисовывать или фотографировать.

Если в породе имеются конкреции, обязательно надо описать их состав, размеры, форму, цвет, характер распределения в толще, переход от конкреции к окружающей породе и отличия конкреций от породы. Необходимо также отметить присутствие в породе органических остатков.

Мощность слоев должна быть измерена. Следует охарактеризовать, насколько описываемый слой выдержан по простирацию и падению. Если мощность слоя меняется, надо выяснить, вследствие чего происходит изменение.

Важной задачей при изучении разрезов является исследование контактов слоев, их взаимопереходов. Это дает возможность установить события, определившие смену одних отложений другими. Необходимо указывать, насколько отчетливы контакты, представляют они ровную или неровную поверхность, насколько выдержан тот или иной характер контакта.

Переходы из одного слоя в другой могут быть либо постепенными, либо резкими. Первые характеризуются плавным, постепенным переходом одного слоя в другой и являются, как правило, показателем непрерывности процесса осадконакопления. Они возникают обычно при постепенном изменении обстановки седиментации, реже - вследствие особого способа образования осадков.

При описании разреза отмечается, чем выражен переход одного слоя в другой - изменением состава, структуры, текстуры или другими характеристиками пород, как осуществляется этот переход. Например, мелкогалечный конгломерат может перейти в песчаник или при постепенном изменении величины фрагментов, или при увеличении в конгломерате количества песка.

Необходимой частью полевой работы является взятие образцов. Образцы следует отбирать с совершенно определенной целью, не беспорядочно, не перегружая

коллекцию, но обеспечивая достаточный объём материала при проведении камеральных работ. Образцы берутся для уточнения каких-либо свойств породы, а также для иллюстрации наиболее характерных или, напротив, редких, но интересных её особенностей.

В последнее время получило распространение взятие так называемых пленочных монолитов, т. е. монолитов рыхлых и пористых пород в виде плоских пленок, в которых частицы породы связаны целлулоидным лаком или клеем. Изготовление пленочного монолита сводится к цементированию рыхлых пород клеевым составом и последующим отделением высохшей пленки вместе с пропитанным клеем слоем породы от стенки обнажения.

Определение осадочных пород в поле производится визуально с применением простейших тестов. Обычно проводится испытание пород 10-ти процентным раствором соляной кислоты (известняки, доломиты и при определении карбонатности других пород), каплей воды или опусканием образца в воду (глины, лёссы), замешиванием тестообразной массы из породы и раскатыванием её в нить (глины, суглинки, супеси) и других. Более сложные тесты с окрашиванием (хроматические реакции) для определения минерального состава карбонатных пород и глин в полевых условиях обычно не применяют.

Полевые визуальные определения в целом могут быть более или менее правильными для большинства осадочных пород, но вместе с тем недостаточно точными. Например, мелкозернистый песок с примесью зёрен крупного и среднего песка может быть определен как среднезернистый, тяжелый суглинок принят за глину и т. п. Существуют также осадочные породы, при определении которых в полевых условиях возможны ошибки. Многие породы бывают настолько разнообразны по внешнему виду, текстуре, плотности и цвету,

что ошибки при полевом определении почти неизбежны. Поэтому результаты полевых определений часто корректируются и уточняются лабораторными исследованиями. В полевых условиях не всегда возможно правильно определить породу, оценить её в качестве полезного ископаемого, а также выявить минеральный состав и содержание отдельных минералов. Исходя из этого, задачами лабораторных исследований обычно являются определение минерального состава, структуры и на основании этого названия породы, а также оценка осадочной породы как полезного ископаемого или выявление полезных компонентов породы.

При отсутствии на территории обнажений, изучение осадочных горных пород проводится по керну скважин.

1.4. Цвет пород и признаки выветривания

Цвет породы - её наиболее заметный признак. В целях стандартизации и упрощения определения цвета породы для геологов, почвоведов и других специалистов составлена «Таблица цветов пород». В таблице даны цвета и каждому из них соответствует определенный номер. Сравнивая образец сухой породы (если влажный, то это оговаривается) с наиболее близким цветом в таблице, можно легко определить, каков цвет породы и номер цвета.

Цвет породы интересует исследователей не только с эстетической точки зрения. Гораздо важнее его геологическое значение как показателя характера и степени выветрелости породы, а также состава, способа образования, переноса и аккумуляции материала, поэтому цвет породы является важным диагностическим признаком.

Среди осадочных пород наиболее распространены хроматические цвета – белый, разные оттенки серого, чёрный. Из хроматических (содержащих окрашивающие вещества –

хромофоры) чаще всего встречаются красные, кирпично-красные, красновато-коричневые, коричневые, разных оттенков жёлтые цвета. Нередко встречается зелёная окраска различной тональности. Намного реже можно обнаружить осадочные породы синего, голубого и фиолетового цветов.

Белый цвет и светлые оттенки характерны для пород, не имеющих в своём составе хромофоров (соединений железа, марганца, органических веществ и др.). Многие известняки, алевролиты, аргиллиты, кварцевые пески и эвапориты (породы, образующиеся из растворов при испарении воды) имеют первичные цвета от белого до светло-серого.

Породы различных цветов при выветривании также могут приобрести светлую или белую окраску. Это может произойти, в частности, в результате выщелачивания красящих веществ из породы, из-за появления выцветов карбонатов и других солей в результате испарения воды и т.д.

Иногда появление белого цвета может быть вызвано эффектом отражения света от многочисленных стенок микротрещин, возникающих в зернах пород под воздействием мороза или резких температурных колебаний.

Чёрный и серые цвета чаще всего обусловлены наличием в породе органических веществ (углистых или битумных), появление которых, в свою очередь, вызывает присутствие различных сульфидов (пирита, марказита, галенита и др.). Эти минералы придают породам тёмно-серую, иногда чёрную окраску. Чёрной окраской обладают и различные соединения окислов марганца.

Вариации в цветах серых песчаников могут объясняться различным содержанием в них черных первичных минералов, особенно магнетита. Причиной серого цвета глинистых и метаморфических сланцев, известняков и некоторых песчаников часто является их карбонатность.

Желтый и коричневый цвета почти всегда вторичные. Они являются результатом ожелезнения (окисления и гидратации железосодержащих минералов). Поскольку железосодержащие минералы разрушаются быстро, желтые пятна на них могут встречаться даже в сухом климате. Ярко-желтые пятна иногда обусловлены развитием на породе микроорганизмов. Карнотит (урановая руда) имеет первичный канареечно-желтый цвет.

Красный и розовый цвета. Красный цвет, характерный для некоторых широко распространенных осадочных формаций, особенно пермских и триасовых, объясняется наличием рассеянного гематита (Fe_2O_3). Он может покрывать зерна породы в виде пленки или встречается в тонкораспыленном состоянии между зернами, возможны оба случая одновременно. Гематит образуется в обстановке, благоприятствующей окислительным процессам и препятствующей или затрудняющей восстановительные процессы. Иногда яркие розовые и красные цвета, так же как и желтые оттенки, возникают в результате жизнедеятельности различных организмов.

Встречающиеся иногда красные конгломераты, песчаники и аргиллиты содержат красную гальку или песок, образовавшиеся при выветривании красноцветной породы. Цвет этих отложений обычно первичный, хотя в породах, послуживших материалом для их образования, он может быть как первичным, так и вторичным.

Зеленая окраска пород обычно свидетельствует о наличии минералов зелёного цвета, например, таких как хлорит, эпидот, глауконит, серпентин и других. В осадках наиболее обычен глауконит. При большом его содержании образуется глауконитовый песок. Изредка зелёный цвет бывает вызван присутствием соединений меди.

Зеленоватые или серовато-зелёные пятна или полосы на красных породах могут быть обусловлены присутствием в породе органического вещества. Зеленый цвет возникает вследствие восстановления красных окислов железа при соприкосновении с органическим веществом. Вся порода приобретает красную окраску в результате окисления, за исключением отдельных пятен, защищенных органическим веществом. Восстановителем может быть сероводород, сопутствующий органическим остаткам.

Синяя и голубая окраски характерны, прежде всего, для ангидрита, реже – гипса и каменной соли. Синий цвет может быть связан с вивианитом (водным фосфатом двухвалентного железа), распространённым в торфяниках и железорудных осадочных месторождениях.

Фиолетовая окраска, по-видимому, бывает обусловлена содержанием в определённом соотношении в породах окислов железа и марганца, но в целом природа фиолетового цвета осадочных пород обычно остаётся нераскрытой.

Следует отметить, что окрашивающие вещества могут содержаться в породе в малых количествах, но при этом будут влиять на цвет породы. Иногда достаточно долей процента органического вещества, чтобы известняк приобрёл тёмный цвет, а то же количество железа способно придать песчаникам и глинам красную окраску.

На цвет породы может повлиять её дисперсность – чем тоньше материал, тем темнее его окраска.

Образование того или иного цвета породы зависит от нескольких причин. Во-первых, окраска бывает унаследованной, то есть осадочная порода наследует цвет минералов материнской породы, за счёт разрушения которой она образовалась. Во-вторых, цвет пород может определяться минеральными новообразованиями, появляющимися в стадии седиментогенеза и диагенеза. Наконец, окраска осадочных

пород может быть связана с вторичными образованиями, возникающими в поздние этапы существования породы, особенно при её выветривании. Такая вторичная окраска возникает в результате процессов окисления, восстановления, гидратации и дегидратации, миграции химических элементов.

Изменения в оттенках цвета могут быть связаны с трещинами, разломами или даже с контактами пород, выходящих на поверхность - по поверхностям ослабленной связи проникают растворы, вызывающие обесцвечивание. Порода в этом случае кажется полосчатой, причем полосы либо параллельны, либо пересекаются в различных направлениях. Наиболее сильно изменяется цвет поверхностных участков породы.

Красноцветные осадочные породы, окрашенные окислами железа, могут обесцветиться вблизи трещин, по которым поднимаются пары сероводорода.

Выветривание осадочных пород. Осадочные породы, вскрываемые в обнажениях, всегда бывают в той или иной степени, на различную глубину от поверхности, выветрелыми. Соответственно, их первоначальный минералогический состав и другие характеристики бывают изменены. При проведении полевых исследований нужно уметь отыскивать признаки, вызванные выветриванием и оценивать интенсивность их проявления, т. е. степень выветрелости пород.

В связи с этим необходимо руководствоваться некоторыми критериями, с помощью которых можно в поле отличить выветрелые осадочные породы от невыветрелых, а также установить глубины, на которых можно ожидать найти породы без сколько-нибудь заметных следов выветривания.

В полевых условиях первоначально изучается профиль выветривания с выделением в нём горизонтов. Фиксируется глубина, мощность горизонтов, даётся описание их границ. Затем характеризуется материал каждого из горизонтов. Чаще

всего описывается цвет, структура, текстура, пластичность, наличие корней или конкреций, величина рН.

Для определения направленности выветривания минеральный состав свежей породы сравнивают с составом продуктов выветривания.

Химическое исследование выветрелых пород заключается в выполнении анализов образцов, отобранных с разных глубин по профилю выветривания и сравнении их с анализами свежих пород. Поскольку результаты процессов выветривания заключаются в основном в неодинаковой потере элементов, то отношение содержания разных элементов в свежей и выветрелой породе будет отражать тип и интенсивность выветривания.

Степень выветрелости пород в массиве может быть описана в терминах, приведённых в таблице 2. Здесь же указаны признаки, по которым в полевых условиях породу можно отнести к той или иной категории выветрелости. Следует также обращать внимание на то, как меняется степень выветривания в пределах всего массива.

Таблица 2

Термины для описания степени выветрелости породы
(по М.Селби)

Термин	Описание	Степень	Категория
Свежая поверхность	Видимые признаки выветривания материала отсутствуют	1a	1
Слабо выветрелая	Изменение окраски поверхностей крупных нарушений	1b	1
Слегка выветрелая	Изменение окраски свидетельствует о выветривании породы и поверхностей нарушений; материал может быть полностью обесцвечен за счёт выветривания и может оказаться относительно более рыхлым, чем тот же материал в свежем состоянии.	2	2

Умеренно выветрелая	Менее половины материала породы разрушено и (или) дезинтегрировано до состояния почвы; свежая или обесцвеченная порода образует массив или присутствует в виде каменных ядер.	3	3
Сильно выветрелая	Химически изменено и дезинтегрировано до состояния почвы более половины материала породы; свежая или изменившая цвет порода присутствует в виде блоков или отдельностей.	4	4
Полностью выветрелая	Весь материал разрушен и дезинтегрирован до состояния почвы; первоначальная структура в значительной степени ещё сохраняется.	5	5
Почвоэлювий	Весь материал породы превратился в почву; текстуры и композиция материала значительно нарушены и изменены в объёме, однако перемещений субстрат не испытывал.	6	6

Для полевой оценки и описания степени выветрелости пород при недостаточном оснащении может применяться схема, приведённая в таблице 3.

Таблица 3

Описание и оценка степени выветрелости пород
(по М. Селби)

Степень выветривания	Класс выветривания	Описание
б	Почвоэлювий	Почвенное образование, содержащее характерные горизонты без каких-либо признаков первоначальной структуры породы.

5	Полностью выветрелая	Порода обесцвечена и изменена до состояния почвы, однако первоначальная структура в значительной мере сохраняется; возможно присутствие отдельных каменных ядер.
4	Сильно выветрелая	Порода полностью изменила цвет; нарушения могут быть открытыми, с обесцвеченными поверхностями, а порода вблизи нарушений может быть изменена до такой степени, что половину её массы за счёт разложения и дезинтеграции можно извлечь с помощью геологического молотка; каменные включения могут присутствовать, но, как правило, неконсолидированные.
3	Средневыветрелая	Порода обесцвечена в большей части своей массы, но менее чем на $\frac{1}{2}$ общего объёма, испытала разложение и дезинтеграцию, изменения прослеживаются по нарушениям, представляющим зоны слабосцементированных продуктов выветривания или почв; соответствующие включения породы.
2	Слегка выветрелая	Порода может слегка изменить цвет, в частности в окрестностях нарушений, которые могут быть зияющими и иметь слегка обесцвеченные поверхности; ненарушенная порода мало отличается от свежей породы.

1	Невыветрелая свежая порода	В материнской породе не выявляется каких-либо изменений цвета, потери прочности или других признаков выветривания.
---	----------------------------	--

Весьма ценными можно считать полевые наблюдения выветривания образцов горных пород, которые могут быть точно датированы. Например, это горные породы, послужившие материалом для изготовления памятников, могильных плит и т.п.

Разные породы выветриваются с неодинаковой скоростью, и признаки выветривания у них выражены неодинаково.

Легче всего поддаются химическому выветриванию и наиболее ярко его демонстрируют все сероцветные породы, поскольку серые цвета с зелеными и синими оттенками обусловлены наличием в породе либо органического вещества, либо тонко рассеянных сульфидов и карбонатов. Все эти компоненты неустойчивы в среде со свободным кислородом и поэтому в обнажениях быстро начинают выветриваться. Продукты их выветривания весьма характерны, хорошо распознаются и своим присутствием дают возможность не только установить сам факт выветривания, но и оценить его силу.

Если в породе присутствуют карбонаты кальция, то серная кислота нейтрализуется ими, а сульфат железа в нейтральной или слабощелочной среде подвергается гидролизу. Образующаяся при этом гидроокись железа остается обычно на месте и окрашивает породы в более или менее резко выраженный бурый цвет. Происходящее одновременно некоторое перераспределение Fe_2O_3 и H_2O создает пятнистость породы, бурые потёки, в трещинках отлагаются ржавые корочки, в пустотах - натёки. Гипс чаще всего полностью выносится из пород, но в сухом климате может задерживаться в более глубоких горизонтах разреза и образовывать здесь корки или характерные формы кристаллов в виде «хвоста ласточки».

Если в породе карбонаты отсутствуют, длительно воздействующая на глинистые и другие силикаты серная кислота способна даже эти стойкие соединения подвергнуть разложению. Породы при этом меняют свою окраску, расцветиваясь желтыми и белыми пятнами.

Выветривание карбонатов железа (сидерита, анкерита) вызывает появление бурого цвета, как и в случае сульфидов. Такими же явлениями характеризуется выветривание силикатов железа, например, глауконита.

Если в породе имеются сульфиды марганца, то, кроме бурых, возникают черные пятна, потеки, жеоды, корочки, степень развития которых определяется исходным содержанием этого элемента в породе. При наличии в породе сульфидов меди образуются также зеленые (малахит) и синие (азурит) пятна и потеки.

Органические вещества при выветривании окисляются, и порода становится более светлой.

В результате всех этих изменений сероцветные породы в обнажениях выглядят совершенно иначе. Серый, зеленовато-серый, синевато-серый, темно-серый, черный цвета вначале светлеют, а потом сменяются буроватыми, бурыми, темно-бурыми. Затем появляются ржавые пятна, разводы, потёки, железистые корки, иногда желтые и белые пятна, в некоторых случаях - кристаллы гипса, изредка - зеленые и синие пятна медистых соединений. Все эти признаки наиболее ярко выражены в верхних частях разрезов, исчезновение их с глубиной идет неравномерно, по сложной границе.

Очень чувствительны к выветриванию угли и углистые сланцы. Ближе к дневной поверхности они разрыхляются, постепенно превращаясь в сажистую массу. При дальнейшем выветривании органическое вещество практически целиком сгорает, оставляя после себя на выходах беловатый глинистый прослой.

Породы красноцветные, лишенные сульфидов и бедные карбонатами железа, претерпевают гораздо более слабые химические изменения на выходах; по железистым минералам здесь выветривание обычно едва заметно.

Глубина современной выветрелой зоны в разных условиях различна. На Русской равнине в плотных, слабо водопроницаемых глинах она обычно равна 3-5 м, редко достигая 10 м, но в хорошо водопроницаемых породах может достигать 80 м и более.

Наименее измененные осадочные породы встречаются главным образом в нижних частях крупных обнажений в речных долинах и берегах водохранилищ, куда обычно не доходит просачивающаяся сверху вода, богатая кислородом, и где поверхность обнажения чаще всего освежается эрозионной работой реки и абразионными процессами.

1.5. Структура и текстура пород

Термином **структура** пород обозначают размерность и форму слагающих породы частиц (зерен), а термином **текстура** - взаимное расположение частиц друг относительно друга. Вместе взятые структура и текстура характеризуют **строение пород**.

Основными факторами, определяющими структуру и текстуру осадочных пород, являются их происхождение и преобразования на последующих стадиях развития. При разнообразии генетических типов пород и сложности процессов стадийных изменений, их структуры и текстуры, естественно, отличаются многообразием. Наиболее разнообразны и лучше всего изучены структуры и текстуры обломочных пород - конгломератов, песков, песчаников, алевроитов и глин.

Полевое изучение структур осадочных пород связано с решением двух вопросов - определением общего структурного

типа породы и выяснением деталей морфологии слагающих её структурных элементов.

Детальное изучение структур любых пород должно включать в себя определение размера частиц, их формы, особенностей поверхности частиц, наличия или отсутствия цемента и его характера. В полевых условиях выявление всех этих параметров возможно только для грубообломочных пород - конгломератов, галечников и гравелитов. Для песков уже требуется лабораторное исследование, тем более оно необходимо для алевролитов, глин и других тонкозернистых отложений, а также хемогенных и органогенных пород.

Как правило, породы слагаются зернами разной величины, но основная их масса состоит из частиц сравнительно небольшого интервала размерностей, а зерна других величин образуют более или менее значительную примесь. Преобладающая размерность частиц определяет **структурный тип** породы, а примеси - вариации этого типа. Соответственно, полевое определение структурного типа осадочной породы сводится к установлению размерности главной массы слагающих ее частиц. Необходимо также выяснить состав главнейших примесей, уточняющих разновидность структурного типа.

При полевом определении структурного типа обломочной породы последняя должна быть после осмотра отнесена к одному из перечисленных в табл. 1 подразделений.

Для грубообломочных пород это решается измерением с помощью линейки наиболее распространенных по величине компонентов, при этом указывается размер наиболее крупных и наиболее мелких галек, а также приблизительно степень их сортировки.

При детальном исследовании гравийно-галечных отложений, применяется набор сит с последовательно уменьшающимися отверстиями. Аналогичный способ состоит в разделении галек и мелких валунов на несколько фракций при

помощи набора рамок. Рамки изготавливаются из толстой проволоки или плотной фанеры с отверстиями прямоугольной формы размером 32×24, 16×12, 8×6 и 4×3 см. Применение таких четырех рамок позволяет выделить обломки девяти фракций. Для того чтобы определить, к какой фракции принадлежит галька, её прикладывают большей осью сначала к длинной, а затем к короткой стороне отверстий каждой рамки до тех пор, пока она не окажется меньше одного и больше другого поперечника отверстия рамки. Количество галек в каждой фракции выражается в процентах от общего числа галек, взятых для анализа.

Если требуется очень детальное изучение гранулометрического состава галек, то измеряют штангенциркулем все три оси каждой гальки и вычисляют её среднегеометрический размер.

Наиболее быстрым способом определения гранулометрического состава галечников является измерение общего объема 50-100 галек с помощью мерного сосуда. Берётся какая-либо ёмкость, на внутренней поверхности которой наносят деления для измерения объема воды. Наливают в ёмкость воду до определенной метки, а затем погружают в неё измеряемые гальки. Суммарный объём галек определяется по объему вытесненной воды. Разделив его на число галек, получают средний объем гальки в данной пробе.

При гранулометрическом анализе следует отбирать гальки подряд вдоль некоторой линии или собирать их с определенной площади, чтобы получить среднюю пробу. Если размер галек изучается в одном горизонте в пределах значительной площади, то по полученным данным можно определить направление их приноса (по мере удаления от области сноса размер галек уменьшается). По размеру галек можно судить о скорости движения воды и длительности переноса. При кратковременном переносе возникают плохо сортированные галечники, свойственные речным отложениям.

Прибрежно-морские галечники отсортированы обычно значительно лучше.

Для полевого определения структур хемогенных и перекристаллизованных пород рекомендуется предварительно познакомиться с коллекцией лабораторно изученных образцов.

Структура органогенных пород определяется природой и формой образующих их органических остатков. Если раковины сохранены, породы называются биоморфными, если они раздроблены - органогенно-обломочными, или детритовыми. При размерах обломков >1 мм органогенные породы именуется грубо детритовыми, при размерах $1,0-0,1$ мм - мелко детритовыми, при размерах $<0,1$ мм - тонко детритовыми, или шламовым.

Для песчаных, алевритовых и глинистых пород рекомендуется использовать эталонные коллекции, содержащие образцы с точно установленными лабораторными методами структурой. Определение породы производится путем сопоставления визуально, с помощью лупы, или на ощупь её зернистости с зернистостью образцов эталонного набора. Употребляются также специальные таблицы (рис.1). Название пород даётся по преобладающим по объёму зернам того или иного размера. В полевой книжке вместо названия часто записывают номер фракции, для разнозернистых пород несколько номеров, причём впереди пишется номер преобладающей фракции.

В полевых условиях используются и другие приемы. Например, о примеси глинистых частиц в песках и алевритах можно судить по характерному «глинному» запаху влажной породы, порода в сухом состоянии пылит, а в сыром пачкает руки. Влажные слабглинистые пески при высыхании не сохраняют приданной им формы, легко рассыпаются при слабом давлении, не скатываются в шнур и в шарик.

Комья слабглинистых алевритов легко рассыпаются при сдавливании и при подкидывании на лопате. Сильно

глинистые влажные алевриты после высыхания сохраняют приданную им форму, но рассыпаются при сдавливании. Они не скатываются в шнур, а сделанный из них шарик покрывается трещинами при высыхании.

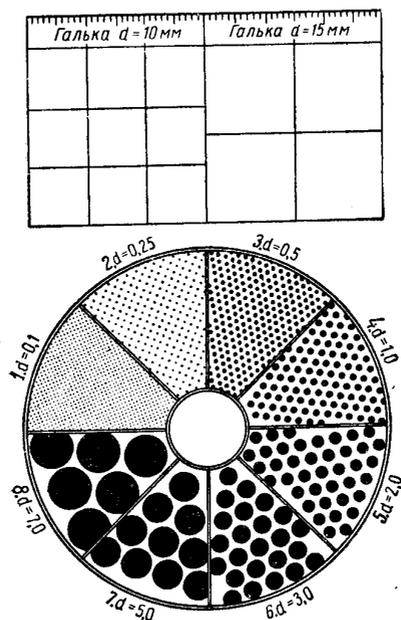


Рис.1. Таблица для полевого определения размера зёрен, по М.М. Васильевскому

В породах, сложенных в примерно одинаковом количестве песчаными, алевритовыми и глинистыми частицами под лупой среди преобладающих пылевато-глинистых частиц чётко видны песчаные зерна. При растирании в порошок, такие породы не дают ощущения однородной массы, но во влажном состоянии они обладают уже глинистой консистенцией. Легко скатываются в шарик, но длинного шнура не образуют, при сгибании шнур трескается. При разрезании ножом в сыром

состоянии дают гладкую поверхность, на которой видны песчинки.

Глины во влажном состоянии характеризуются пластичной консистенцией, они легко скатываются в шарик и дают прочный длинный гибкий шнур иногда менее 1 мм в поперечнике. При разрезании ножом в сыром состоянии дают гладкую поверхность, на которой не видно песчинок. Комья глины при ударе молотком не рассыпаются в порошок.

Форма основной массы частиц определяется способом разрушения материнской породы и характером последующей обработки. Частицы элювиального происхождения часто имеют острые края и углы, поскольку после их отделения от породы в процессе разрушения они не подвергались механической обработке при переносе водой или ветром. В целом угловатая форма зёрен свидетельствует о разрушении породы на месте залегания или о последующем кратковременном и быстром переносе.

При длительной обработке потоками воды или ветром формируются округлые частицы. Такая форма типична для эоловых песков, а также грубообломочного материала, отлагающегося в руслах рек и на морских побережьях.

Деятельность сезонных ветров приводит к появлению эоловых многогранников. Во флювиогляциальных отложениях встречаются утюгообразные гальки. По мере удаления от области сноса гальки приобретают лучшую окатанность. Галька прибрежно-морских отложений по сравнению с речными не только лучше окатана, но и более симметрична.

Форма галек в значительной мере зависит от текстурных особенностей пород. Массивные породы часто дают шарообразные гальки, гальки слоистых или сланцеватых пород обычно уплощены.

Значительное влияние на форму и размер галек оказывает прочность пород. Гальки хрупких пород по мере их

переноса не столько окатываются, сколько дробятся. Гальки мягких пород окатываются быстрее по сравнению с гальками кристаллических пород. Наличие в конгломерате окатанных обломков известняков или песчаников и плохо окатанных обломков гранита объясняется различной скоростью их обработки, а не длиной пути переноса. Присутствие хорошо окатанных галек кристаллических пород и хуже окатанных галек осадочных позволяет утверждать, что первые были вымыты из более древних конгломератов.

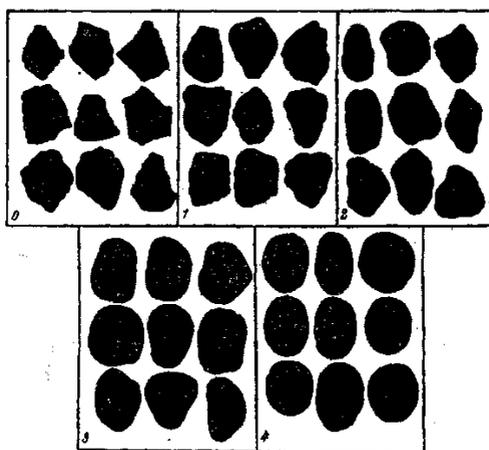


Рис.2. Пятибалльная шкала для определения окатанности обломков

Окатанность галек зависит также от их размера - чем меньше обломок, тем медленнее он окатывается. Поэтому для изучения формы рекомендуется отбирать гальки одной и той же величины и одинакового состава. Такой отбор позволяет получить более точные результаты при последующем сравнении степени окатанности галек в различных пунктах и даёт возможность судить о направлении приноса галек данного состава.

Изучение формы галек производится несколькими способами. Наиболее простым и быстрым способом оценки

формы галек является глазомерный способ при помощи пятибалльной шкалы, предложенной А. В. Хабаковым (рис.2). Неокатанные обломки с острыми, режущими краями соответствуют баллу 0; обладающие слегка окатанными углами и ребрами оцениваются баллом 1; гальки со слегка сглаженными ребрами, в очертании которых еще заметны прямолинейные отрезки - баллом 2; хорошо окатанные, сохранившие лишь следы первоначальной огранки - баллом 3 и идеально окатанные гальки с равномерно и одинаково окатанной поверхностью - баллом 4.

Этими баллами оценивают округленность не менее 75 - 100 галек, принадлежащих к одной и той же фракции и сложенных одинаковыми по прочности породами, затем умножают количество галек с каждым баллом окатанности на величину балла и сумму произведений, умноженную на 25, делят на общее количество галек:

$$P = 25(0n_1 + 1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4) / \Sigma n,$$

где P - средняя окатанность, выраженная в процентах, Σn - общее количество измеренных галек.

Галечник, состоящий из окатанных галек четвертого балла, будет характеризоваться окатанностью 100%; галечник, сложенный целиком из галек со вторым баллом, будет иметь среднюю окатанность 50%.

Для оценки формы галек удобно пользоваться также стандартной шкалой, на которой нанесены контуры, соответствующие различным баллам окатанности.

Ориентировка обломков не является структурным признаком пород, однако её определение часто тесно связано с изучением других их признаков. Данные по гранулометрии, морфометрии и ориентировке крупных обломков позволяют устанавливать условия их формирования, а также являются способом выяснения направления переноса обломочного материала. Особенно большое значение при этом для

определения генезиса имеет совместное использование коэффициентов сортировки и окатанности в сочетании с анализом ориентировки обломков.

Наиболее отчетливо бывает выражена преобладающая ориентировка удлиненных и одновременно уплощенных галек. При перекачивании по дну длинная их ось в основном располагается перпендикулярно направлению движения воды, а уплощенная сторона падает против течения. В реках гальки круто наклонены в сторону верховьев реки, а в прибрежной части моря они полого падают в сторону моря.

Для делювия характерно положение длинной оси обломков по простиранию склона, а средняя ось наклонена по падению склона. В солифлюкционных образованиях наблюдается хорошее совпадение ориентировки длинной оси обломков по направлению падения склона (рис. 3).

При полевых работах необходимо в первую очередь измерять азимут и угол падения галек. Ориентировка галек измеряется с помощью горного компаса на стенках обнажений выветрелых конгломератов с выступающими из них гальками. Измерения производят на уплощённых эллипсоидальных обломках. Гальки сферической или неправильной формы не замеряются, так как направление их падения неопределённо.

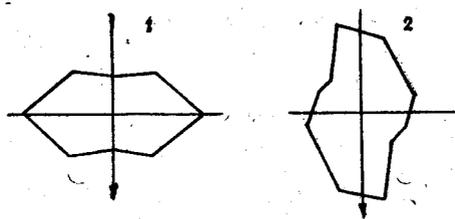


Рис.3. Ориентировка длинной оси делювиальных (1) и солифлюкционных (2) обломков. Стрелка – направление падения склона (по Г.П. Бутакову, А.П. Дедкову, 1971).

К каждой уплощенной гальке прикладывают горный компас таким же образом, как при измерении падения пласта. Затем определяют угол падения главного сечения гальки (плоскости, в которой расположены длинная и средняя оси гальки). Такие измерения в каждом обнажении необходимо делать на 100-150 гальках, чтобы вывести среднее значение и устранить элемент случайности.

Результаты замеров изображаются на полярных диаграммах, на которых нанесены концентрические круги, соответствующие углам падения. На диаграммах каждый замер изображается в виде точки, расположенной на пересечении радиуса-вектора, соответствующего азимуту падения гальки и окружности, отвечающей углу падения. На диаграмме по преобладающим углам падения галек определяется, какой по происхождению конгломерат вскрывается в обнажении, выяснить направление движения воды или склонового материала (рис.4).

Если замеры ориентировки обломков произведены в наклонно лежащих пластах, то при интерпретации полученных данных необходимо ввести поправку на падение пластов. Изложенные способы изучения ориентировки применимы лишь к галечникам и конгломератам с непрочным цементом. Применение точных методов измерения ориентировки галек в плотных конгломератах нецелесообразно.

Изучение **состава цемента** также является обязательной частью полевого изучения обломочных пород, поскольку способствует пониманию условий отложения пород.

Цемент в конгломератах и брекчиях может быть первичным и вторичным. Первичный образуется одновременно с накоплением обломочного материала. Он чаще всего бывает представлен карбонатным, железистым, реже кремнистым и глинистым материалом. Кроме цемента, между гальками присутствуют также песчаные и алевритовые частицы, так

называемый заполняющий материал. Вторичный цемент возникает позже в результате заполнения пор соединениями, выпадающими из раствора - чаще всего кальцитом, доломитом, сидеритом, окислами железа, марганца, кремнеземом.

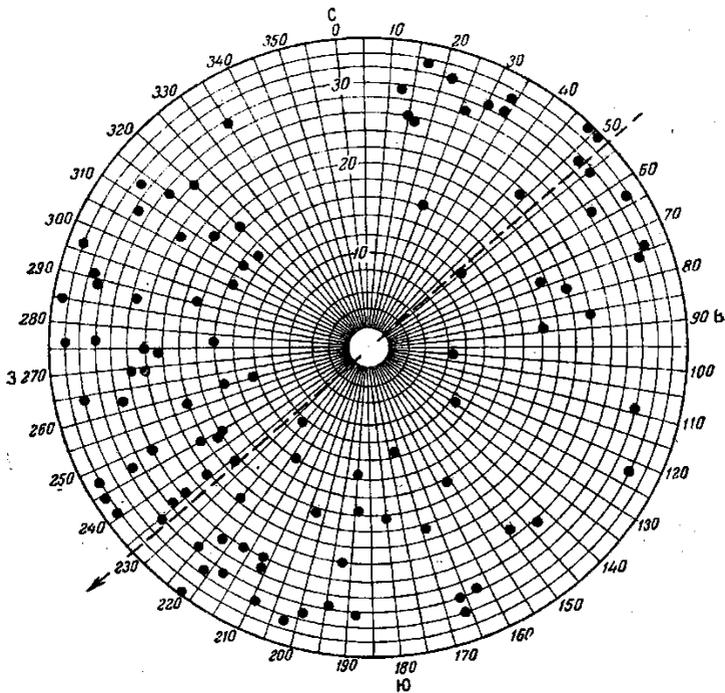


Рис.4. Диаграмма ориентировки галек

В поле необходимо определять состав цемента, его количество (обильный, скудный) и степень устойчивости в пределах пласта.

В конгломератах, образованных в зоне постоянно подвижных вод, первичного цемента и заполняющего материала немного, гальки бывают плотно упакованы и соприкасаются между собой. В зоне периодического появления скоростей

течения, недостаточных для приноса галек, конгломераты и песчаники обогащаются заполняющим материалом, при этом в речных конгломератах в состав цемента входит значительное количество глинистых частиц.

Изучение **текстур** осадочных пород связано, прежде всего, с выявлением текстурных знаков на поверхностях наслоения и установлением характера распределения материала на разрезах.

Плоскости раздела слоистых горных пород бывают покрыты неровностями, которые называются поверхностными текстурными знаками. По времени возникновения они разделяются на первичные (например, знаки ряби), возникшие в процессе отложения материала, и вторичные (например, трещины усыхания), появившиеся после отложения осадка. В каждой из этих групп различаются верхние знаки (**эпиглифы**), приуроченные к кровле слоев, и нижние, наблюдаемые в их подошве (**гипоглифы**). По способу образования знаки бывают абиогенными и биогенными. Абиогенные знаки обычно имеют или механическое, или физико-химическое происхождение.

Некоторые слои песчаников, алевролитов, реже известняков имеют разнообразную по размеру, форме и расположению волнистую верхнюю поверхность. Такие скульптурные знаки возникли в результате перемещения частиц на поверхности рыхлых отложений под влиянием ветра, волн и течений и называются знаками ряби.

При описании знаков ряби указываются следующие их характеристики - длина волны (расстояние между вершинами гребней), высота волны (превышение вершины гребня над основанием волны), индекс ряби (частное от деления длины волны на её высоту), форма гребней (хребтиков) и углублений в поперечном сечении и в плане. Для асимметричных знаков необходимо либо указывать степень асимметрии, то есть отношение горизонтальной проекции пологой стороны гребня к

такой же проекции крутой стороны, либо замерять углы наклона обоих склонов. Также изучаются состав, структура и текстура слагающего хребтик материала, взаимоотношение хребтиков в плане и их ориентировка по отношению к частям света.

Все эти показатели желательно определять в поле и, по возможности, изучать систематически, не ограничиваясь единичными или случайными наблюдениями и замерами. Помимо описания и измерения, встреченные знаки ряби рекомендуется зарисовывать и фотографировать. Зарисовки должны быть точными, отображающими все особенности морфологии знаков.

После определения показателей ряби, можно переходить к выяснению её происхождения, прежде всего, установить, к какой из групп - волновой, потоковой или эоловой - она принадлежит.

Волновая рябь характеризуется симметричным строением хребтиков и расположением их приблизительно на одинаковом расстоянии один от другого (рис.5). Нередко посредине впадин наблюдаются более низкие центральные гребни.



Рис.5. Рябь волнения. Воткинское водохранилище.

Длина волны ряби пропорциональна скорости движения воды. Чем меньше длина волн ряби, тем в более глубокой воде она образовалась. Однако при сильных волнах и умеренных глубинах длина волн ряби может мало меняться с изменением глубины. Кроме того, выше некоторой глубины волновые движения могут не образовывать знаков ряби, так как волны здесь «разбиваются». В очень мелкой воде знаки ряби возникают только при малых волнах и имеют малую длину. Длина волны возрастает с увеличением размера зёрен осадков, что также следует учитывать при интерпретации условий образования ряби.

Волновая рябь легко трансформируется даже слабыми течениями, в результате чего возникает перекрестная полигональная рябь. Встречая такую рябь, можно уверенно говорить о наличии в бассейне течений.

В зоне прибоя волновая рябь обычно асимметрична: склоны гребней, обращенные к берегу, более крутые.



Рис.6. Асимметричная рябь течения.
Воткинское водохранилище

В зоне прибоя волновая рябь обычно асимметрична: склоны хребтиков, обращенные к берегу, более крутые (рис.6).

Знаки ряби течений встречаются не только в речных, но и в морских и озерных осадках. Они характеризуются асимметричной формой гребней и могут по-разному располагаться в плане. На большой площади течения одного направления, например, на приливной равнине, знаки представляют собой многочисленные приблизительно параллельные длинные узкие ряды хребтиков, расположенные более или менее на одинаковом расстоянии один от другого. Такая же рябь образуется на мелководье водохранилищ после сброса воды (рис.6). В узких каналах знаки течения имеют форму полумесяца с вогнутой стороной, обращенной вниз по течению. Если течение не однообразно, то форма и направление знаков изменчивы - вихри, образующиеся вдоль берега потока, могут создавать знаки, даже параллельные основному его направлению.

Особой формой знаков течения является асимметричная ромбоидальная (лингоидная) рябь, похожая в плане на чешую рыб. Установлено, что такие знаки возникают при однообразном течении малой скорости, с увеличением которой они трансформируются в обычные знаки течений. Известны и другие знаки, возникающие в результате изменения типичных форм, главным образом на отмелях, у берегов рек и на приливных низинах, где уровень воды испытывает быстрые изменения.

Форма знаков и их размер зависят от конкретных обстановок осадконакопления, в частности от энергии потока воды и размера переносимых потоками зёрен (рис.7).

Знаки передвигаются вниз по течению, что приводит к возникновению внутри знаков слоек, параллельных крутому склону. Длина волны ряби возрастает с увеличением скорости течения.

Эоловая рябь в ископаемом состоянии встречается редко. Длина волны эоловой ряби обычно составляет от 1 до 10 см, а высота редко превышает 1 см. Форма ряби асимметричная, с пологим наветренным склоном, гребни дугообразно изогнуты выпуклой стороной к ветру. В верхней части гребней зёрна крупнее, чем в углублениях.

Рассматривая форму знаков ряби, надо иметь в виду, что она может быть изменена эрозией.

В дислоцированных слоях при определении пространственной ориентировки этих знаков необходимо восстановить первичное их расположение. Для этого на поверхности со знаками прочерчивают линию простирания пласта. К линии прикладывают либо полевую книжку, либо, картонку или фанерную дощечку, совмещенную с поверхностью слоя, и на ней проводят линию знака. Затем книжку или заменяющий её предмет приводят в горизонтальное положение, не отрывая от линии простирания, и измеряют компасом азимут простирания проведенной линии, являющийся азимутом первичного простирания знака.

Если знаки ряби асимметричны, необходимо отмечать направление наклона более крутого склона.

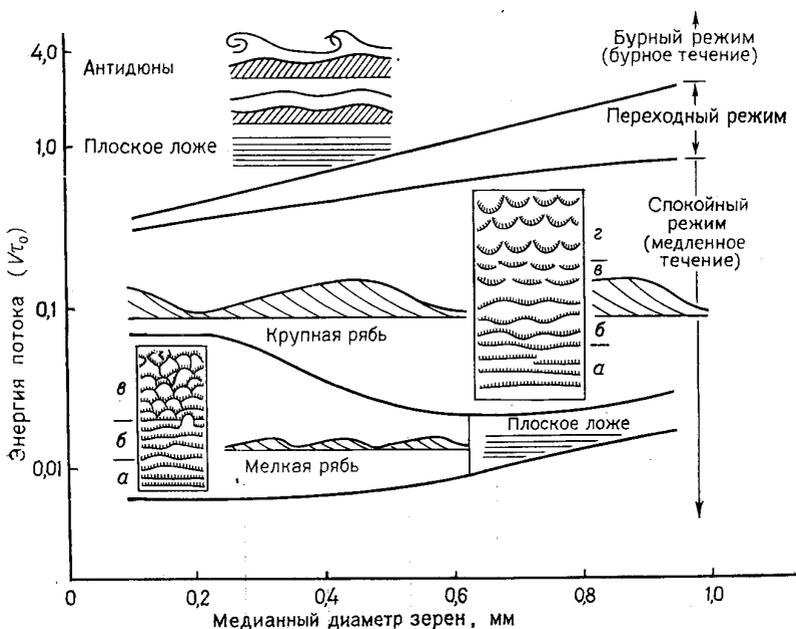


Рис.7. Схематическое изображение форм ряби и их зависимости от размера зёрен осадка и энергии потока;

а – рябь с прямолинейными гребнями, б – волнистая рябь, в – лингоидная рябь, г – луноподобная рябь. Гребни мелкой и крупной ряби становятся прерывистыми с увеличением энергии потока (Г.Э. Рейнек, И.Б. Сингх, 1981).

Результаты измерений ориентировки, если они многочисленны и стратиграфически чётко датированы, оформляются в виде роз-диаграмм.

Поверхность глинистых, алевролитовых, карбонатных слоев и, реже, глинистых песчаников иногда покрыта следами многочисленных трещин, заполненных осадком. Образование их происходит в результате усыхания влажного илистого осадка во время его осушения. Изучая трещины усыхания, необходимо определять их размеры и форму, взаимоотношение и характер

материала, слагающего растрескавшиеся слои и заполняющего трещины.

По расположению в плане различают полные, или пересекающиеся трещины, разделяющие поверхность слоя на многоугольники, и неполные трещины, иногда радиально расходящиеся. В поперечном сечении трещины бывают V-образные и U-образные с вертикальными стенками и плоским дном. Трещины могут захватывать только верхнюю часть слоя или пронизывать его насквозь. Размеры трещин различны, но обычно ширина их сверху редко превышает 2-3 см, а глубина колеблется от миллиметров до нескольких сантиметров.

Трещины усыхания образуются в пойменных осадках рек, временных озер сухих областей, на приливных равнинах и отмелях. Местами трещины усыхания наблюдаются на поверхности, покрытой знаками ряби. На подошве пластов обломочных пород, покрывающих слои с трещинами усыхания, иногда образуются слепки с трещин.

В любом случае трещины являются признаками временного осушения осадков.

Трещины, напоминающие трещины усыхания, возникают иногда при диагенезе, когда зернистый осадок бывает покрыт тонким слоем глины. Такие трещины обычно очень тонкие и отличаются от трещин усыхания меньшей отчетливостью, расширением в обе стороны, а не только к кровле слоя, и тем, что они не заполнены материалом вышележащей породы. Наблюдаются также ложные трещины усыхания, представляющие собой разветвляющиеся системы корней, но встречаются они исключительно редко.

На поверхности наслоения осадочных пород часто встречаются другие рельефные образования - следы струй течения, кристаллов, следы жизнедеятельности организмов. Эти знаки называются **гиероглифами**. Гиероглифы представляют собой слепки с борозд и царапин, оставленных на илистом

грунте различными предметами, влекомыми по дну, обломками горных пород, корнями водорослей, царапины могут создаваться обломками льда. На поверхностях песчаников и карбонатных слоев могут наблюдаться слепки и псевдоморфозы по кристаллам каменной соли. Иногда на нижней пластовой поверхности песчаников наблюдаются слепки с тонких прямых коротких, беспорядочно расположенных углублений, сходных с отпечатками кристаллов льда на современных отмелях. Это позволяет предположительно связывать такие знаки с ледяными кристаллами.

Гиероглифы распространены на нижней поверхности слоев песчаников, крупнозернистых алевролитов, известняков, подстилаемых относительно рыхлыми породами. Они хорошо выражены только на границе слоев различного состава и не возникают внутри однородных пород.

На нижней поверхности песчаников или алевролитов, подстилаемых аргиллитами, нередко наблюдаются многочисленные скульптурные знаки, возникшие в результате оползания по поверхности вязкого или зернистого материала, насыщенного водой. Одновременно с оползанием происходит внедрение смещающегося слоя в подстилающий. Такие гиероглифы называются знаками внедрения.

При изучении гиероглифа определяют его форму, размеры, ориентировку, а также состав материала, слагающего как сам знак, так и слой, в котором он образовался.

Слоистая текстура (слоистость) образуется при перерывах осадконакопления, в результате изменения материала, выпадающего в осадок, или в результате его перегруппировки в процессе осаждения.

Следует различать слоистость осадочных толщ, обусловленную обычно региональными причинами, действующими на широкой территории, и слоистость как внутреннюю текстуру породы (слоичатость), в основном

определяющуюся характером подвижности среды осаднения. Соответственно в породах различают слои и слойки.

Группа сходных слойков, связанных непрерывной последовательностью наложения и отделяющихся от другой такой же группы, образует серию.

Слоистость породы может проявляться в смене состава слоев и слойков, появлении или исчезновении каких-либо включений, разной ориентировке слагающих породу частиц и в других признаках.

Морфологически слоистые текстуры могут быть разными, но все их разнообразие сводится к трем основным типам: горизонтальной, косой и волнистой слоистости (рис.8).

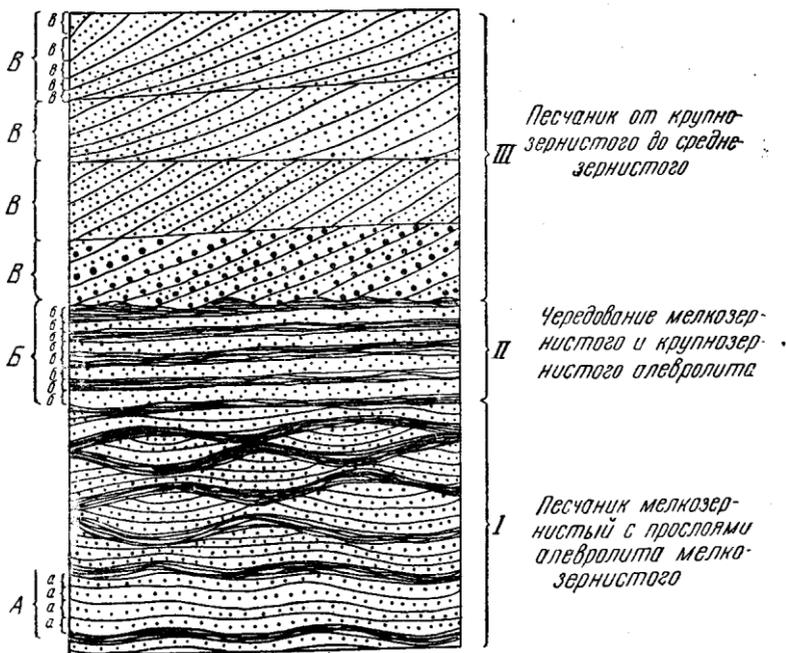


Рис.8. Основные типы слоистости и соотношение слоёв.
 Типы слоистости: I – волнистая, II – горизонтальная, III – косая;
 А,Б,В – серии слоёв; а,б,в – слойки.

Широко распространенная горизонтальная слоистость представляет собой чередование слоёв или слойков, параллельных плоскости напластования. Основное различие между слоями и слойками в этом типе слоистости заключается в мощности. Тонкие, миллиметровые слои называются слойками, однородные слойки или частое чередование слойков различных пород образуют слой.

Горизонтальная слоистость образуется при выпадении осадка из взвеси или раствора при отсутствии движения в придонной части водоема и выражается в изменении материала, поступающего в осадок. Горизонтальная слоистость может быть разнообразной - ленточной, если слойки, соответствуют сезонным изменениям и образуют пары (зимний и летний слойки), ритмически сортированной, вызванной периодическим изменением размера частиц выпадающего в осадок материала. Слоистость может быть подчеркнутой, например, послойным размещением растительных остатков и т. п.

Косая слоистость представляет собой ряд серий, состоящих из слойков, наклоненных к границам раздела серий. В этом типе слои и слойки различаются наиболее чётко. Формирование косослоистых серий связано в основном с передвижением в пространстве форм ложа, донных гряд, дюн, сложенных чаще всего песчаными осадками, под влиянием движения среды осаждения (ветер, течения). Различия в направлении падения косых слойков в сериях отражают изменение направления потока.

Волнистая слоистость характеризуется криволинейной формой слойков, в разрезе дающих рисунок волн, более или менее симметричных. Этот тип слоистости связан преимущественно с волновым колебательным движением среды осаждения. Симметричная форма волн обычно обусловлена волнениями, асимметричная - течениями.

Кроме указанных трех основных типов слоистости, существуют переходные типы - косоволнистый и волнисто-горизонтальный. Слоистость последнего типа часто называется пологоволнистой. Широко распространена косоволнистая слоистость. Этот переходный тип слоистости часто бывает связан с формированием знаков ряби, налегающих друг на друга.

Наряду с простыми (основными и переходными) типами, наблюдаются сложные формы слоистости, представляющие собой чередование основных типов и их разновидностей. Слоистость характеризуется также мощностью слоев, которая может меняться от долей миллиметра до нескольких сантиметров.

Кроме замеров мощности слоев и слойков, следует отмечать и мощность серий слойков, обусловленную условиями формирования осадочных образований.

Слоистость классифицируют по величине серий слойков, т. е. по расстоянию между верхним и нижним серийными швами, соответственно выделяют:

- очень крупную слоистость, мощность серий измеряется метрами (более 1 м).
- крупную, мощность серий измеряется десятками сантиметров (10 см - 1 м).
- мелкую, мощность серий измеряется сантиметрами (1-10 см).
- очень мелкую, мощность серий измеряется миллиметрами (менее 1 см).

При описании слоистости указывается мощность серий, диапазон их изменения и преобладающий размер.

Микрослоистостью называется слоистость, различимая под микроскопом, когда внешне порода кажется неслоистой или неясно-слоистой. Микрослоистой называют также породу с толщиной слойков менее 1 мм.

Деление слоистости по величине серий очень удобно для косослоистых и волнистослоистых пород, но неудобно для горизонтально-слоистых, когда трудно провести границу между слоями и слойками, а серии или не отделяются друг от друга, или отделяются неотчетливо. В этих случаях ограничиваются указанием конкретной мощности самих слойков и слоёв.

Описание слоистости следует выполнять по единой схеме. Сначала отмечается её морфологический тип, размеры слойков и слоёв и указывается, чем слоистость обусловлена. Затем приводятся другие основные признаки.

При описании слоистости необходимо указывать, чем она обусловлена. Чаще всего слоистость определяется, изменением состава и структуры слойков и слоёв или неравномерным распределением в них органических остатков а также изменением окраски в связи с присутствием примеси какого-либо вещества или его различным распределением. Кроме того слоистость может быть вызвана включениями, наличием линий раздела слойков и слоёв и ориентировкой слагающих породу частиц.

При сложной слоистости необходимо указать, из чередования каких типов слоистости она состоит и как они расположены, охарактеризовать морфологические особенности каждого типа.

Определяя тип слоистости, необходимо помнить, что в разных сечениях она может иметь различную форму. Косая слоистость в разрезе, перпендикулярном направлению движения песчаных гряд, может иметь параллельное расположение слойков и быть ошибочно принята за горизонтальную. Поэтому характер слоистости надо по возможности изучать в разных сечениях. Угол наклона косой слоистости следует определять в плоскости, к которой этот угол имеет максимальную величину. Это отвечает направлению передвижения донного гребня, а, следовательно, и передвигающего его водного потока или ветра.

Появление того или иного типа слоистости осадочной породы всегда связано с обстановкой формирования осадка. Поэтому по типу слоистости возможно определить условия отложения осадка, из которого впоследствии сформировалась данная порода.

Тип слоистости указывает на характер движения среды, в которой произошло осаждение. Разновидности типа связаны со специфическими особенностями этой среды. Так любая косая слоистость обусловлена движением среды, а косая однонаправленная – речным течением. В одном и том же обнажении она будет иметь в основном одинаковое направление косых слоев в сериях. Направления косых слоев в разных обнажениях могут постепенно изменяться, что может быть объяснено меандрированием реки.

В дельте струи течения могут располагаться веерообразно, что определяет клиновидный, перекрестный характер косой слоистости.

В море и в других крупных водоемах бывают сезонные или периодические изменения течения, которые определяют разнонаправленность слоев смежных серий.

Мощность серий косых слоев наряду с зернистостью осадочного материала может указывать на интенсивность течений.

При рассмотрении слоистости с точки зрения её происхождения недостаточно указать только общее название её типа. Следует отметить и другие морфологические признаки слоистости, а также характеристики вещества породы и органических остатков.

Слоистую текстуру иллюстрируют зарисовками, фотографиями, пленочными монолитами.

Текстуры хорошо наблюдать на поверхностях обнажений выветрелых пород, когда процессы выветривания препарируют и подчеркивают существующую слоистость. В

рыхлых породах, при неровных поверхностях обнажения, рекомендуется подравнять поверхность лопатой, затем дать породам немного обветриться, и только после этого описывать, делать зарисовки и фотографии. Зачистка лопатой влажных пород может затемнить рисунок слоистости или исказить его. В этом случае надо сначала выполнить зачистку на небольшом участке и определить, выявляется ли при подчистке лопатой слоистость или исчезает.

Для определения направления движения среды, в которой происходило осадконакопление, необходимо замерять углы падения возможно большего количества косослоистых пачек в пределах каждого горизонта. Это необходимо потому, что склоны песчаных гряд, возникающих при движении воды или воздуха, наклонены в разные стороны, и только направление падения наиболее круто наклоненных участков их поверхности совпадает с линией движения этих гряд.

В рыхлых песчаных толщах замер косой слоистости производится следующим образом. Стенка обнажения пересекает косослоистую пачку в произвольном направлении. Следовательно, видимые в обнажении углы и направление падения могут не соответствовать истинным. Поэтому до замеров надо в каждой пачке расчистить небольшие площадки по плоскости слоистости. Для этого наиболее удобны слойки, выделяющиеся среди других своей зернистостью, степенью цементации и т. д. На каждой площадке измеряется азимут линии падения и угол падения слоистости. Такие измерения производятся во всех косослоистых пластах, видимых в данном обнажении, причем особо выделяются замеры, сделанные в наиболее выдержанных по простиранию или более мощных сериях.

Для каждой из групп обнажений обработка наблюдений производится путём построения полярных диаграмм. Замеры косой слоистости наносятся в виде точек на диаграммную

основу. Чем дальше от центра круга расположена на диаграмме точка, тем круче наклон косо́й слоистости, которой она соответствует. По скоплению точек в определённых секторах диаграммы можно судить о господствующем направлении переноса обломочного материала.

Результаты замеров косо́й слоистости могут быть также оформлены в виде розы-диаграммы частот наклона косо́й слоистости. Для этого круг делят на секторы, отвечающие 15 или 30° и привязанные к градусной сетке с обозначением частей света (при большем количестве секторов диаграмма становится нечёткой, а при меньшем - очень обобщенной). Затем подсчитывают количество замеров азимута косо́й слоистости, попадающие в каждый сектор диаграммы, и вычерчивают соответствующие отрезки радиусов-векторов, проходящих через середину секторов. Длина векторов пропорциональна количеству замеров, попадающих в ту или иную группу азимутов падения. Концы векторов соединяют и получают диаграмму-розу.

Косая слоистость, возникающая при поступательном движении воды (например, в руслах рек), даёт наиболее отчетливые диаграммы. Перекрестная слоистость, образующаяся при возвратно-поступательном движении песчаных гряд, характерная для прибрежных отложений, обычно представлена на диаграмме точками, относительно равномерно распределенными в двух противоположных секторах.

Поскольку измерение падения косо́й слоистости является одним из методов, позволяющим определить направление движения среды и направление переноса обломочного материала, косую слоистость необходимо замерять везде, где это возможно.

В литологии выделяют несколько фациальных типов косо́й слоистости: **эоловый, речной, временных потоков,**

дельтовый, прибрежно-морской и озёрный. По ним накоплен большой материал, показывающий многообразие морфологических разновидностей слоистых текстур внутри каждой фации.

Речная слоистость подразделяется на два чётко различающихся генетических типа - русловой и пойменный. Слоистость временных потоков имеет большое сходство с русловой, отличаясь более крутым углом наклона слоёв.

Слоистость прибрежно-морского типа в связи с разнообразием обстановок имеет большое разнообразие текстур. Сходные типы слоистости могут быть встречены в разных обстановках, причем отличаются они друг от друга лишь в деталях, частных особенностях строения, иногда их совсем нельзя отличить по морфологическим признакам (например, слоистость ряби на пойме и в прибрежном лагунном мелководье).

Большое значение имеют степень постоянства характера слоистости в пласте и закономерности её изменения при переходе к выше- и нижележащим слоям.

Кроме текстур, обусловленных динамикой водной или воздушной среды, существуют текстуры, обязанные своим происхождением жизнедеятельности организмов. Это, прежде всего, текстуры, непосредственно создаваемые животными и растениями в процессе их роста. Кроме того, организмы видоизменяют и усложняют ранее возникшую слоистость, создавая новые текстуры. Они наиболее характерны для морских или связанных с ними заливных и лагунных отложений. Первичная слоистость нарушается ползающими, плавающими у дна и зарывающимися в ил животными, которые в некоторых случаях взмучивают, взрыхляют и перемешивают слабо уплотнённый грунт. При энергичном перемешивании осадка в нем не остается следов первичной слоистости, при этом порода может приобрести комковатую текстуру. Комковатые

текстуры возникают также от корней растений, нарушающих первичную слоистость и придающих породе бесструктурный облик. Примером может служить современная подпочва. Чем более развита в ней корневая система, тем меньше сохраняется первичная слоистость.

Изучение таких текстур имеет значение для определения фациальной обстановки. Их следует отмечать, указывая на первоначальную слоистость (если она сохранилась), и на изменение текстуры. Необходимо регистрировать также особенности распространения следов жизнедеятельности животных и растений (сплошь по породе или участками, равномерность и т. д.).

В некоторых осадочных толщах встречаются текстуры с нарушенной слоистостью, возникшие в результате оползания осадка на дне бассейна. Оползневые текстуры довольно разнообразны, что во многом определяется размером оползня. Среди них можно наметить два крайних типа, один из которых связан с тонкими слоями, а другой с довольно мощными горизонтами.

Текстуры первого типа известны под названием сингенетических деформаций, иногда их ещё называют знаками стекания, а иногда - псевдоскладчатостью. Морфология их характеризуется большой сложностью. Они представляют собой систему мелких различных изоклиальных складочек, среди которых наблюдаются также разрывы слойков. Сингенетические деформации чаще всего наблюдаются в алевроитовых породах или отложениях, размер зерен которых близок к размерности алевроита.

В изучаемых горизонтах могут наблюдаться остатки сильно нарушенной первоначальной слоистости отложений. В одних случаях основная масса такого горизонта сложена сильно перематыми и раздробленными породами, которые при этом сохранили свой первоначальный облик, в частности, здесь

наблюдаются признаки первичной текстуры отложений, только вместо правильного напластования наблюдается система крутых и разорванных складок. В других случаях основная масса отложений представлена перемятой породой, в которой отсутствует первоначальная слоистость, в этой беспорядочной массе наблюдаются крупные отторженцы песчано-глинистых или других пород, в которых сохранилась сильно нарушенная слоистость. Сложность и беспорядочность строения некоторых оползневых горизонтов усиливается присутствием глыб, валунов и галек, особенно часто встречающихся там, где оползни сопровождались обвалами берегов.

При изучении таких отложений необходимо вести наблюдения над контактами оползневого горизонта с выше- и нижележащими ненарушенными слоями. Нижняя граница горизонта всегда бывает резкой, а при крупных оползнях иногда из разреза выпадает толща слоев, сорванных при скольжении пород. Верхняя граница оползневых горизонтов также обычно бывает резкой и неровной.

1.6. Органические остатки в породах

При изучении осадочных пород большое значение имеют наблюдения над содержащимися в породах органическими остатками. По остаткам органики можно восстановить общую физико-географическую обстановку территории и условия отложения осадков. Кроме того, органика в осадочных породах может иметь стратиграфическое значение (руководящие ископаемые), позволяет установить возраст отложений.

Особое значение имеет палеоэкологический анализ остатков древних животных и растений, устанавливающий их зависимость от условий среды обитания, а также влияние, которое организмы оказывали на эту среду. Организмы, являясь

участниками создания среды, в которой отлагались осадки, могут быть использованы как индикаторы особенностей этой среды и условий осадконакопления. Поэтому полевые сборы палеонтологического материала и его изучение являются важной частью работы.

Полевые наблюдения над остатками организмов включают в себя выяснение состава фауны и флоры, присущих данной осадочной толще в целом и отдельным типам слагающих ее пород, прослеживание изменений комплекса фауны и флоры и выявление различных признаков, помогающих восстановить особенности физико-географической среды образования осадков.

Поскольку органический мир очень чувствителен к физико-химическим условиям среды обитания, одной из важнейших задач исследования органических остатков является наиболее полный по возможности сбор этих остатков из изучаемой толщи или стратиграфического горизонта. Например, качественно бедная, но количественно богатая фауна всегда указывает на неблагоприятные условия существования. Но для того, чтобы вывод был обоснован, следует опираться на хорошо собранный палеонтологический материал. При сборах остатков органики надо стремиться к наиболее полному выявлению систематических групп, представленных в изучаемом разрезе.

Сборы окаменелостей должны сопровождаться количественной оценкой встреченных палеонтологических остатков, подсчетами количества отдельных форм и представителей отдельных групп организмов, заключенных в том или ином слое (с указанием возрастных стадий форм, целостности остатков и т. д.). Количественная характеристика содержания остатков может также выражаться в баллах, либо словесно - много, мало, редко, единично и т.п.

Количественные соотношения органических остатков помогают установить тип водоема. В нормальных морских и

близких к ним условиях обитает фауна, разнообразная по групповому, родовому и видовому составу, причем каждый род и вид представлен относительно небольшим числом особей. В неблагоприятных для жизни фауны и флоры условиях, сокращается число групп, родов и видов, хотя и представленных массой экземпляров.

При чередовании песков, алевролитов, глин, известняков и других пород, органические остатки должны быть собраны и изучены отдельно для каждой из названных пород.

Особое значение при изучении остатков ископаемых организмов с экологическим подходом имеет выяснение вопроса о том, относятся найденные ископаемые организмы к **биоценозам** или к **танатоценозам**.

Биоценоз - это население данного участка, сформировавшееся за более или менее длительный отрезок геологического времени под влиянием всей совокупности особенностей среды, свойственных этому участку. Место обитания биоценоза называется **биотопом**.

Танатоценоз - скопление остатков организмов, погребенных не на месте их жизни, а там, куда они были занесены движениями воды или другими агентами.

Наблюдения над остатками органики позволяют определить также береговую линию, степень подвижности воды, направление течения и газовый режим придонных слоев воды, скорость накопления осадков.

1.7. Конкреции

Конкреционные включения являются важным литологическим признаком многих толщ осадочных пород различного состава, и имеют существенное значение при выяснении генезиса отложений.

Конкреционными включениями называются минеральные стяжения разнообразной формы, отличающиеся от вмещающих пород по своему составу, структуре, цвету и другим признакам, возникшие за счет перераспределения и концентрации рассеянного в породе вещества. Вещество, которое определяет состав конкреции, называется **конкрециеобразователем**.

Помимо конкрециеобразователя, в каждой конкреции в некотором количестве содержится вещество вмещающей породы, в какой либо степени измененное воздействием конкрециеобразователя.

Конкрециеобразователь может быть представлен различными минералами, иногда несколькими в одной конкреции. По составу конкрециеобразователя различают следующие основные минералогические группы конкреций:

1. Карбонатные конкреции (включающие в себя сидеритовые, магнезиально-железистые, магнезиально-железисто-кальциевые, доломитовые, кальцитовые).
2. Сульфидно-железистые конкреции.
3. Кремнистые конкреции (кварцевые, халцедоновые, опаловые).
4. Фосфоритовые конкреции.
5. Марганцовые конкреции.
6. Баритовые конкреции и др.

Конкреционные образования могут быть приурочены к породам разного состава. Среди терригенных пород конкреции чаще всего встречаются в более тонкозернистых породах - глинистых и алевритовых, реже в песчаниках.

В каждой группе пород могут быть конкреции разного состава, но при этом существует некоторая приуроченность конкреций определенного состава к той или иной группе пород (карбонатных конкреций - к терригенным породам, кремнистых - к карбонатным и т. п.).

Формируются конкреции в осадочных породах в основном в восстановительную стадию диагенеза. Эпигенетические образования связаны с заполнением пустот и трещин эпигенетического происхождения (жеоды, секрети, прожилки и др.) и с выветриванием диагенетических конкреций.

Конкреции в первичном залегании следует отличать от переотложенных конкреций (конкреционных галек). Последние обычно встречаются в песчаниках, крупнозернистых алевролитах. На поверхности переотложенных конкреций часто бывают видны следы коррозии.

Уже при полевом изучении конкреций создаётся самая общая предварительная классификация конкреций с учетом признаков конкреционных тел и их соотношений с вмещающими породами, а также генетических особенностей вмещающих конкреции пород. Главным признаком классификации конкреций является их состав. Детали строения конкреционных образований, характер включений, морфологические особенности и другие признаки позволяют понять особенности образования конкреций и детализировать их классификацию.

В поле необходимо обращать внимание на основные особенности конкреций - их морфологию, состав, размеры, текстуру, отношение к слоистости, характер залегания и количество конкреций во вмещающей породе.

В морфологическом отношении конкреционные образования очень разнообразны. Различают две основные морфологические группы конкреций - собственно конкреции и конкреционные прослои.

Собственно конкреции представляют собой тела, имеющие соизмеримые во всех направлениях размеры. Конкреционные прослои отличаются большой площадной протяженностью. Условно можно считать, что к конкреционным прослоям относятся образования с соотношением длины к

толщине больше чем 20:1. Собственно конкреции морфологически различны. Чаще всего встречаются конкреции эллипсоидальные, округлые, караваеподобные, реже встречаются тела трубчатой, ветвистой формы и т. д.

Существует зависимость формы конкреций от текстуры вмещающих пород. В однородных неслоистых или тонкослоистых породах обычно встречаются конкреции караваеподобной, эллипсоидальной и шаровидной форм. Конкреции неправильной формы - ветвистые, неправильно трубчатые и другие приурочены к породам с линзовидно-волнистой слоистостью, текстурами взмучивания и другими признаками неоднородности осадка.

В толщах с частым переслаиванием пород обычны сильно уплощенные формы конкреций, часто переходящих в конкреционные прослои.

Размеры конкреций могут меняться в очень широких пределах: от 0,5-2 см до нескольких метров. Конкреционные прослои обычно имеют толщину от 5-10 до 50 см, иногда до 1 м, и протяженность свыше нескольких десятков метров.

В полевых условиях делается предварительное заключение о составе конкреций. Для этого можно использовать простые реакции окрашивания, испытать кислотой на вскипаемость и применить другие методы полевой диагностики. Важно отметить характер и состав минеральных и органических включений.

Учитывается также соотношение конкрециеобразователя и вещества вмещающей породы отдельно для разных частей конкреций. Когда вещество конкрециеобразователя является преобладающим, и если конкреция по цвету, структуре, плотности и другим признакам резко отличается от вмещающей породы, можно говорить о конкреции с хорошей степенью минерализации. Могут встречаться и образования, представляющие собой некий переход от конкреции к

вмещающей породе. Они отличаются неясным контактом с вмещающей породой, относительно небольшим (15-20%) содержанием конкрециеобразователя и значительным сходством с вмещающей породой по структурно-текстурным признакам. Эти конкреции можно назвать слабо минерализованными. Часто явление слабой минерализации наблюдается во внешних оболочках конкреций.

Строение конкреций, выявляющееся на расколах, также по возможности изучается в полевых условиях, поскольку этот признак может явиться критерием для полевой предварительной типизации конкреций.

Неоднородность в строении конкреций обычно бывает связана с изменением количества конкрециеобразователя и его состава в разных частях конкреции, с изменением структуры конкрециеобразователя и породы, с наличием включений и т. д.

Различают текстуры собственно конкреционные, образовавшиеся в результате роста конкреций (концентрическая, радиальнолучистая, однородная и др.), и текстуры остаточные, унаследованные от текстуры вмещающих пород. Это слоистые и различные биогенные текстуры (ходы червей, водорослевое строение). Слоистая текстура часто наблюдается в конкреционных прослоях, она в основном свойственна образованиям с пониженным содержанием конкрециеобразователя.

Важно отмечать характер, расположение и количество минеральных и органических включений. Минеральные включения (пирит, марказит, кальцит и др.), встречаются в виде микростяжений, прожилок, иногда наблюдаются хорошо ограненные кристаллы пирита, галенита, расположенные обычно в центральной части конкреции. Органические включения представлены минерализованными остатками раковин, корней, стеблей или мелкими обрывками растительной

ткани. Они обычно отличаются лучшей сохранностью по сравнению с вмещающими породами.

Для выяснения генезиса конкреций имеет значение изучение отношения конкреций к текстуре вмещающих пород. Часто конкреции бывают подчинены слоистости вмещающих пород. Слоистость нередко определяет форму конкреций, конкреции бывают уплощены преимущественно вдоль поверхности напластования пород. Слоистость вмещающей породы нередко продолжается в конкреции, прослеживается более или менее отчетливо через всю конкрецию или постепенно затухает в её внутренней части. Часто наблюдаются случаи огибания конкреции слоистостью вследствие раздвигания слоёв во время роста конкреции или в связи с относительно меньшей уплотняемостью конкреции по сравнению с вмещающей породой.

Переход от конкреционных образований к вмещающим породам имеет различный характер. Встречаются резкие контакты, если конкреция содержит значительное количество конкрециеобразователя по своей периферии. В этом случае конкреции отделяются от вмещающей породы в виде чётко ограниченных тел. Наблюдаются и нерезкие, неотчетливые контакты, когда конкреция постепенно переходит во вмещающую породу.

Некоторые конкреции легко выветриваются и конкрециеобразователь в них полностью замещается новыми минералами, поэтому важной задачей при изучении конкреций в зонах выветривания является выяснение их первоначального состава.

Изменения конкреций происходят при постепенном окислении и гидратации, иногда с образованием псевдоморфоз. В этом случае нередко целиком сохраняется первичное строение конкреции.

Может происходить растворение конкреции с образованием полости, впоследствии заполняющейся другими минералами. Часто наблюдается растворение только части конкреции или её ядра (полые конкреции), или, напротив, периферических оболочек, с обособлением внутри конкреции её центральной части.

В полевых условиях можно выполнить подсчёты содержания конкреций и определить коэффициент конкрециенности, т. е. отношение объема конкреций к объему вмещающих пород. Для рыхлых пород подсчеты ведутся в объемном или весовом содержании конкреций в 1 м^3 породы.

Так как конкреции являются образованиями, нередко образующими рудные концентрации, изучение особенностей их состава, внутреннего строения, соотношений состава конкреций и вмещающих их пород, количественных показателей конкрециеобразования представляет интерес для познания процессов рудонакопления.

1.8. Изучение горных пород при проведении комплексных физико-географических (ландшафтных) исследований

Общие сведения о геологическом строении территории ландшафтных исследований следует собирать ещё в предполевой подготовительный период, руководствуясь сведениями из опубликованных и фондовых источников. Полевые описания обнажений также необходимы, но при этом имеют в значительной степени вспомогательный характер и проводятся на начальных этапах полевых работ. Для ознакомления с геологическим строением территории рекомендуется проводить специальные экскурсии, проложенные с учётом геологической обнажённости участка проведения работ. При отсутствии обнажений на изучаемом участке,

следует посетить обнажения на сопредельных с данным участком территориях. Идеальными для начала исследования будут не слишком большие обнажения, высотой до 3-4 м. Такие обнажения часто встречаются на речных обрывах, в промоинах на склонах, в выработках грунта вдоль дорог. Здесь можно увидеть главным образом четвертичные отложения разной мощности и генезиса. Они являются субстратом природных комплексов и определяют многие важнейшие их свойства: характер растительности, направленность геохимических процессов в почвах и т.д. Основная задача – выделить, описать и определить происхождение слоев горных пород, раскрытых в обнажении. Описание ведется послойно сверху вниз, залегание слоев фиксируется на схеме-зарисовке обнажения, здесь же проставляются цифры кровли и подошвы каждого слоя, определяемые по рулетке. В каждом выделенном слое описываются:

- механический состав отложений;
- цвет;
- наличие примесей и включений, их количество и характер распределения в толще горных пород;
- слоистость (вызванная изменением цвета или ритмикой механического состава) и ее характер (косая, ровная, волнистая и т.д.);
- генезис отложений;
- характер границы между слоями (резкий, постепенный, ровный, волнистый, неровный и т.д.).

Механический состав является важнейшей характеристикой грунта, от которой зависят основные свойства образующейся на нем почвы – её водный и воздушный режим, скорость миграции химических элементов, плодородие. Сочетание в породе механических частиц разного размера определяет механический состав почвогрунтов. Тип грунта устанавливается путем опытного испытания в поле по таким

свойствам, как сыпучесть, пластичность, липкость, способность к формовке. Пробу грунта отсыпают в ладонь, переминают пальцами, растирают на ладони, твердым фрагментом пытаются прочертить след на бумаге и т.д. Обычно применяется также испытание породы на скатываемость в шнур и кольцо. Многие о происхождении отложений могут рассказать механические включения, характер слоистости.

По своему воздействию на формирование природных комплексов все разнообразие четвертичных отложений может быть в первом приближении сведено в две большие группы:

1) суглинистые грунты, на которых сформировались тяжелые почвы, а преобладающей породой первого яруса древостоя в тайге и подтайге выступают ель и пихта;

2) супесчаные и песчаные грунты с легкими почвами и сосной в качестве доминанты первого яруса.

Существуют также сложносоставные грунты, состоящие из двух слоев - глинистого и супесчаного. Почвы, формирующиеся в таких условиях, называются почвами на двучленах. Ландшафты на двучленах занимают как бы промежуточное положение. Супеси, залегающие на суглинках и глинах, дают примесь сосны к еловому древостою, примесь тем более заметную, чем больше мощность покровного чехла. Покровные суглинки и глины обеспечивают преимущество ели в первом ярусе.

Во время экскурсий необходимо изучить наиболее типичные разрезы и коренных отложений. Знание геологического строения территории позволит объяснить характер формирования многих элементов и форм рельефа. Описание коренных пород следует делать по той же схеме, что и описание четвертичных отложений. При изучении обнажений крайне желателен отбор образцов горных пород, ископаемых остатков флоры и фауны, включений.

При проведении экскурсий необходимо рассмотреть морфогенетические типы и формы рельефа, формирующиеся в пределах развития тех или иных коренных горных пород. Также нужно проследить связи между рельефом и типами четвертичных отложений, для которых характерны практически повсеместное распространение и тесная связь с рельефом.

Учёт состава поверхностных отложений имеет важнейшее значение при выделении основных морфологических единиц ландшафта – **фаций, подурочищ, урочищ** (рис.9).

Согласно определению, **фация** должна обладать на всём своём пространстве, прежде всего, одинаковым составом поверхностных отложений и однообразным рельефом. При этих условиях фация будут получать по всей её территории одинаковое количество тепла и влаги (находиться в одинаковых гидротермических условиях), на её пространстве будет господствовать однообразный микроклимат, сформируется только один вид почвы и расположится только один биоценоз. Там, где одинаковы физико-географические условия, там одинаковы и фации.

Подурочище — это природный территориальный комплекс, состоящий из группы фаций, тесно связанных генетически и динамически вследствие их общего положения на одном из элементов формы мезорельефа одной экспозиции. Нередко все фации, входящие в состав подурочища, обладают и литологической общностью, например в том случае, когда элемент рельефа, на котором сформировалось подурочище, сложен одной породой. Однако могут быть случаи, когда на одном склоне на поверхность полосами выходят различные породы. Тогда на одном общем склоне к литологически разным породам будут приурочены фации разного типа, связанные определенным единством (рис.9). Наряду с этим все фации такого склона, вместе взятые, представляют природный тер-

риториальный комплекс склонового типа. Такие склоны следует рассматривать как более сложно устроенные подурочища.

Урочищами называются природные территориальные комплексы, представляющие закономерно построенную систему генетически, динамически и территориально связанных фаций, или их групп (подурочищ). Обычно урочища формируются на основе какой-либо одной мезоформы рельефа. В тех случаях, когда такая форма мезорельефа образовалась на однородной геологической и гидрогеологической основе, урочища целиком совпадают с этой формой.

Нередки случаи, когда на пространстве одной формы мезорельефа в её геологическом строении принимает участие разное количество пластов. В таких случаях урочищем будет являться каждый отдельный отрезок поверхности, на поперечном профиле которого сохраняется одна и та же стратиграфия пластов.

Таким образом, именно состав поверхностных отложений в значительной степени определяет морфологическую структуру ландшафта, и его изучение является необходимым условием проведения любых ландшафтных исследований.

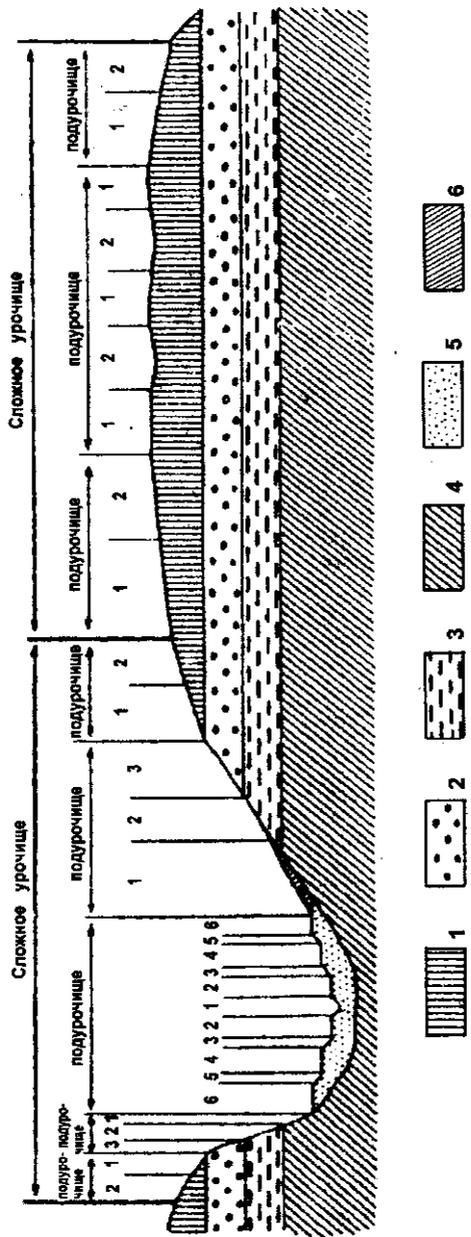


Рис. 9. Схема соотношения морфологических частей ландшафта. Цифрами показаны фации. Породы: 1 – покровные суглинки, 2 – водноледниковые пески, 3 – водноледниковые суглинки, 4 – морена, 5 – аллювиальные пески, 6 – делювиальные суглинки (по Н.А. Солнцеву, 2001).

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Рекогносцировочные маршруты

Формирование осадочных толщ неразрывно связано с рельефообразованием, поэтому особенности литогенеза целесообразно рассматривать вместе с геоморфологическим строением территории.

Для ознакомления с общими геолого-геоморфологическими условиями района геологической станции «Фертики» рекомендуется прохождение ознакомительных (рекогносцировочных) маршрутов, количество которых зависит от размеров изучаемых участков. Например, можно ограничиться одним или двумя, если площадь проводимых работ до 10 км², в других случаях таких маршрутов потребуется не менее трёх. Рекогносцировка позволит составить представление о составе и структуре рельефа, характере и степени обнажённости участка, составе пород. В результате проведения ознакомительных работ можно будет наметить рациональную методику дальнейших исследований и определить положение основных рабочих маршрутов.

Естественные выходы коренных и четвертичных отложений (обнажения) легче всего обнаружить в береговых обрывах, на вершинах холмов и их крутых склонах, в оврагах, в дорожных выемках и колеях грунтовых дорог, в карьерах. При отсутствии естественных обнажений для изучения отложений потребуется копка шурфов или проведение буровых работ с помощью переносного ручного бура.

В зависимости от целей, уровня теоретической и физической подготовки учащихся ознакомительные маршруты могут проводиться в виде экскурсии, в ходе которых

преподаватель знакомит группу с типичными чертами геолого-геоморфологического строения территории. Для этого достаточно проложить маршрут вкрест простираения речной долины р.Удебки через водораздел до долины р.Сива.

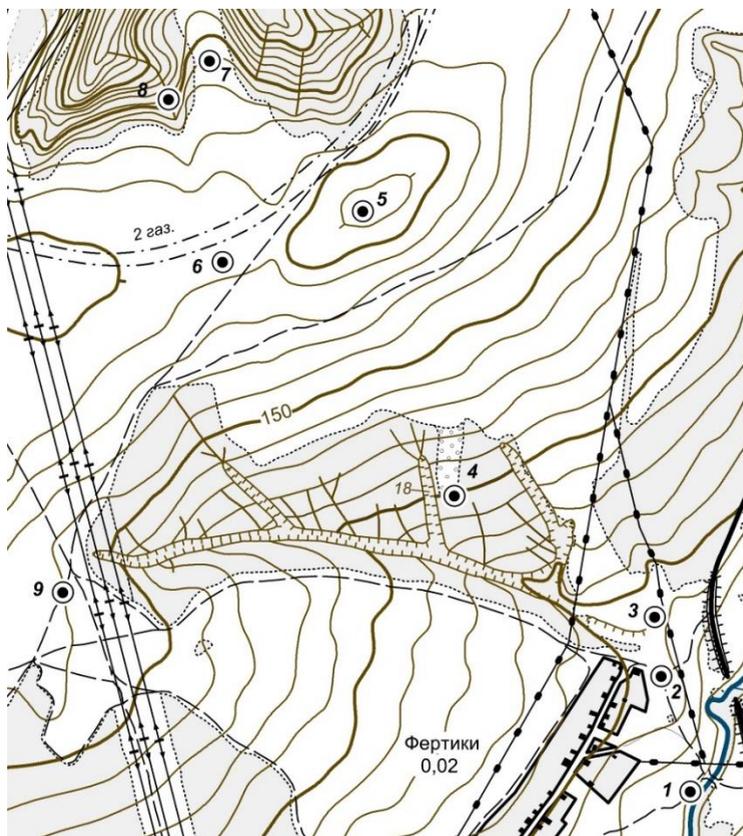


Рис.10. Карта-схема маршрута №1.

При прохождении маршрута необходимо обеспечить возможность полноценного, доступного для студентов, исследования. Оно должно сопровождаться фиксацией

наблюдений, полученных в результате проходки неглубоких выработок и обследования обнажений четвертичных и коренных отложений, при этом маршрут должен охватить по возможности максимальное количество типичных и специфичных объектов изучаемой территории. Так как исследуемая площадь более 5 км², то маршрут целесообразно поделить на две части (маршрут №1, рис.10 и маршрут №2, рис.11). При этом, поскольку на маршруте отсутствуют серьёзные препятствия (болота, буреломы), то при сокращённых объёмах планируемых работ на точках наблюдений и недостатке времени такую площадь можно охватить одним маршрутом, в ходе которого можно ознакомиться практически со всеми характерными для территории осадочными отложениями, формами рельефа и геологическими процессами.

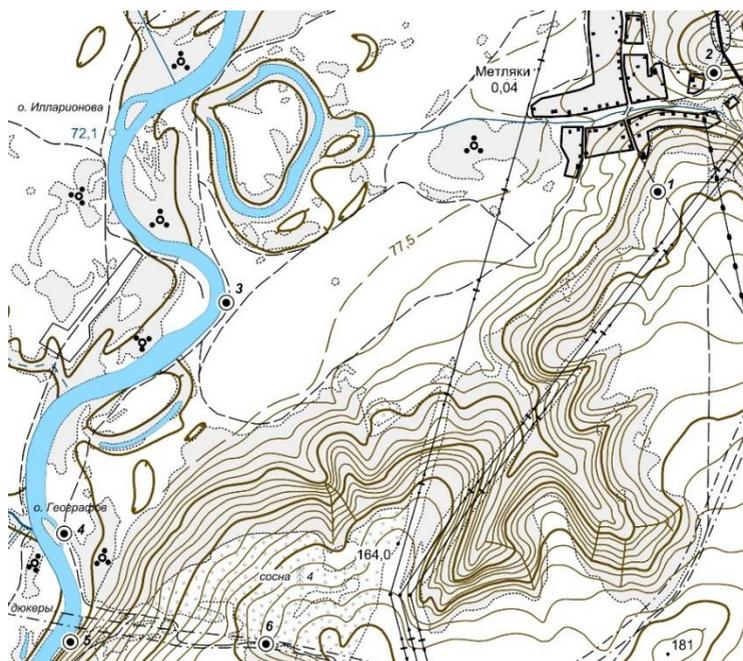


Рис.11. Карта-схема маршрута №2.

Маршрут №1 представляет собой обзор геологического строения и морфологии долины р. Удебка в окрестностях геоэкологической станции. Он рассчитан не менее чем на 3-4 часа. Протяженность маршрута - около 5 км.

Маршрут начинается с выхода с территории станции в северо-восточном направлении вдоль южной окраины дер. Фертики до обрыва правого берега р.Удебки в 20 метрах от моста ниже по течению, где находится первая точка наблюдения (рис.10). На данном отрезке пути следует сделать одну-две кратковременные остановки для осмотра поперечного профиля нижней части склона и высокой поймы долины Удебки. При взгляде «со стороны» на территорию станции хорошо заметен террасовидный уступ, на котором расположены постройки. Рассказав о вскрытии конгломератов при строительстве колодца и проведении буровых работ, можно подвести слушателей к выводу о бронирующей роли коренных пород в образовании данной формы рельефа, дать понятие «структурной террасы». Далее следует обратить внимание на пойму р.Удебки, где довольно отчетливо выделяются все три её части - прирусловая, центральная и притеррасная. Они фиксируются по ряду признаков, в том числе по характеру растительности.

Непосредственно на точке №1 (рис.10) представлен разрез четвертичных осадочных образований поймы р.Удебка. Особенностью данной точки является достаточно большая мощность вскрытых осадков (более 2 м), наличие двух генетических типов отложений - аллювиальных и палюстринных, разнообразие механического состава пород (пески, супеси, суглинки, торф). Кроме того, здесь отлично выражена слоистость аллювия, имеется возможность выделения его возрастных генераций и фаций, чётко выявляются следы почвообразующих процессов и хорошо видна низкая пойма у противоположного берега. На этой точке следует рассказать о русловых процессах, механизме формирования поймы, строении

аллювия, об антропогенном влиянии на осадконакопление (формировании пойменного наилка как результате развития эрозионных процессов на водосборе и вследствие подпруженности этой части русла р.Удебки существовавшей ранее мельницей).

Точка №2 (рис.10) расположена чуть выше по течению р.Удебки, вдоль ручья, впадающего в неё. Точка представляет собой вскрытый ручьем разрез обширного конуса выноса крупной балочной системы. В обнажении имеется возможность рассмотреть строение пролювия и сравнить типичный пролювий с пролювиально-аллювиальной его разностью. Кроме того, в верхней части толщи можно обнаружить следы её эоловой переработки. Таким образом, на второй точке мы знакомимся с двумя новыми генетическими типами отложений - пролювиальными и эоловыми. Здесь необходимо рассказать об эрозии временных водотоков, формировании соответствующих форм рельефа, продемонстрировать логовину (в низовьях балочной системы) и овраг (в 10-15 м к северу от брода через ручей) – точке №3. В русле ручья следует обратить внимание на петрографический состав крупнообломочного материала, который представлен обломками коренных пород разной степени окатанности. Среди них присутствуют плохо окатанные песчаники, алевролиты, аргиллиты и мергели, вскрытые первичной овражной системой, а также хорошо окатанный мелкий гравий. переотложенный из гравелитов водораздела.

Точка №3 (рис.10) расположена в овраге, вскрывающем коренные песчаники с включениями окаменелой древесины. В случае находки последней можно рассказать об условиях захоронения и преобразования древесины в псевдоморфозу. Поскольку овраг находится в стадии затухания, необходимо рассказать о стадийности развития эрозионных форм вообще и эволюции эрозионных форм временных водотоков в частности.

Точка №4 находится в средней части коренного склона юго-восточной экспозиции долины р.Удебки. Её следует заложить либо на границе поля, либо в вершине Дикого оврага (второй вариант предпочтительнее). От точки №3 к точке №4 маршрут пролегает вдоль бортов и отвершков крупной овражно-балочной системы. На данной точке вскрываются прежде всего склоновые четвертичные делювиально-солифлюкционные суглинки и современный делювиальный антропогеннообусловленный (пахотный) наилок. В Диком овраге мы видим также пролювиально-делювиальные толщи большой мощности погребённой балки, погребённые почвы, коренные алевролиты и мергели. Особенности разрезов точки №4 позволяют рассказать с демонстрацией соответствующих горизонтов о климатических событиях и геологических процессах позднего неоплейстоцена и голоцена территории вплоть до агрикультурной эпохи (оледенения – межледниковья, выполаживание склонов путем плоскостного смыва и солифлюкции). В отношении коренных пород можно обратить внимание и сравнить характер смены песчаников и гравелитов алевролитами на предыдущей точке со сменой пород выше по разрезу на данной точке, что в совокупности представляет собой типичный для пермской системы ритм осадконакопления, обусловленный колебательными тектоническими движениями.

Далее маршрут направлен на север к вершине останца водораздельного пространства долин р.Удебки и р.Сивы. Точка №5 представляет собой выположенную пугу, сложенную элювием. Здесь необходимо выкопать небольшой шурф или сделать прикопку. При описании элювия в прикопке можно рассказать о процессах гипергенеза (выветривании), механизме формирования пуги (обращая внимание на петрографический состав и форму гравия, указывающий на его уральское аллювиальное происхождение), напомнить о ритмичности

осадконакопления в пермском периоде (акцентируя внимание на гравелите как базальной пачке нового ритма).

Следующая точка - №6 - находится в пределах этого же водораздельного пространства, только в седловине. Близкое расположение точек №5 и №6 позволяет провести сравнение типичного элювия и его разности - элювиально-делювиальных образований, которые покрывают большую часть водораздельного пространства. В этом районе часто встречаются довольно крупные псевдоморфозы кремня по дереву и желваки кремня, дающие возможность рассказать об обработке и использовании камня человеком палеолита.

Точка №7 (рис.10) расположена к северу от точки №6 на межбалочной террасе верхней части склона северной экспозиции. Здесь открывается живописная панорама на долину р.Сива и г.Воткинск. В прикопке вскрываются отложения, которые можно сравнить с образованиями склона юго-западной экспозиции (точка №4). На основе сравнительного анализа этих близких по генезису отложений, можно сделать вывод о влиянии экспозиции склона на характер протекания геологических процессов, состав и свойства слагающих осадков, а также на морфологию поперечного профиля склона. Поскольку поверхность террасы распахана, а почвенный горизонт весьма маломощный, смытый, сквозь делювий «просвечивают» коренные выветрелые породы - глины верхней части ритма. Нижележащие песчаники и конгломераты этого ритма обнажаются буквально в 50 м западнее точки №7, в вершине крупной нивально-балочной системы, где вершинный лог прорезан оврагом.

В точке №8 вскрываются на контакте двух свит (ритмов) основные коренные породы пермской системы - конгломерат, гравелит, песчаник, аргиллитоподобная глина («изоглина»). На дне оврага четко выделяется крутой уступ, обусловленный выходом пласта конгломерата. Он даёт возможность ещё раз

отметить бронирующую роль коренных пород. Существование самого донного оврага свидетельствует о цикличности эрозии и влиянии хозяйственной деятельности человека на этот процесс.

Точка №9 находится на слабо заметном перегибе водораздельного пространства к склону восточной экспозиции, вблизи вершины крупной, глубоко врезанной фертиковской овражно-балочной системы. С точки зрения ландшафтно-эстетической, отсюда открывается живописный вид на долину р.Удебки и деревню Фертики. С другой стороны, геологической, особенность этого участка заключается в распространении здесь маломощных пылеватых песков, генезис которых неоднозначен: они могли образоваться эоловым путём, за счёт переувлажнения подвергшихся гипергенезу коренных песчаников, или флювиальным способом (намывом с водораздела).

От точки №9 по грунтовой дороге маршрут возвращается на базу.

Таким образом, маршрут №1 позволяет познакомиться со всеми генетическими типами четвертичных осадочных отложений, почти со всеми видами коренных осадочных пород, геологическими процессами и основными формами рельефа данной территории. Маршрут осуществляется в течение сравнительно непродолжительного времени, при относительно небольших трудозатратах (небольшая протяженность маршрута и небольшой объём земляных работ - всего 3-4 прикопки), максимально используются естественные обнажения.

Маршрут №2 (рис.11) охватывает более значительную площадь, чем маршрут №1. Он может продолжаться на 2-3 часа дольше, при этом протяженность маршрута составляет 8-10 км.

К первой точке полевых наблюдений на маршруте №2 лучше проследовать по полевой дороге, проложенной в сторону д.Метляки. По пути следования можно провести сравнительный анализ элювиальных образований водораздельного пространства в пределах различных участков его поверхности.

Точка №1 второго маршрута находится на склоне северо-западной экспозиции вблизи бровки структурной террасы. Здесь можно рассмотреть строение и состав делювиальных отложений, выявить черты их сходства и отличия от делювиально-солифлюкционных отложений точки №4 первого маршрута.

Точка №2 расположена в дорожной выемке бывшего железнодорожного полустанка на восточной окраине деревни Метляки. Особенностью данной точки является хороший разрез коренных осадочных пород на границе двух свит. Причём в песчаниках отчётливо видны выходы стволов окаменелого дерева, а по напластованиям слоёв встречаются отпечатки листьев древовидных папоротников и кордаитов (голосеменные). Благодаря хорошей доступности стенки, наличию окаменелостей и практически всех видов коренных пород окружающей территории, это обнажение может служить эталоном для полноценного описания разреза района.

Точка №3 (рис.11) находится на прирусловой высокой пойме р.Сива. Подойти сюда можно по-разному: либо по грунтовой дороге до кратчайшего расстояния до русла, либо по тропе вдоль крупного старичного озера. Во втором случае появляется возможность осмотра самой старицы, пойменных западин, местами ярко выраженной кочкарности. Благодаря классической подковообразной форме старицы, её относительной открытости и доступности, наличию высокого берегового обрыва современного русла р.Сивы, здесь можно изучить механизм русловых процессов, приводящих к формированию стариц и поймы. Непосредственно в береговом разрезе обнажается не только русловой и пойменный аллювий р.Сивы, но и отчётливый оторфованный и оглеённый горизонт палеостринных отложений с карбонатной гажей. Примечательна и эстетическая сторона этого участка маршрута, здесь открывается живописный вид на обширную пойму и левый

склон долины р.Сива - луга, островки кустарников и лиственных лесов, волнистый террасовидный склон, покрытый хвойным лесом, разрезанный глубокими и широкими нивально-балочными системами.

Движение по маршруту от точки №3 к точке №4 также может осуществляться двумя путями - по тропе вдоль русла вниз по течению, или с возвращением на грунтовую дорогу. В любом случае при приближении к повороту русла желательно осмотреть остров, описать его строение и механизм образования, тем самым дополнить характеристику русловых процессов. При благоприятных погодных условиях чуть выше острова можно непосредственно провести исследование русловых форм. На данном участке переформирование руслового рельефа происходит весьма активно, благодаря чему появляется возможность проследить динамику отдельных русловых форм.

Точка №5 находится в районе дюкеров. Строительство газопровода потребовало выполаживания крутого склона западной экспозиции долины р.Сивы. В результате были вскрыты четвертичные делювиальные и коренные отложения. Особенностью последних являются многочисленные шарообразные известково-песчаные конкреции, которые вымываются дождями и обнажаются вдоль тропы. Другим специфическим объектом данной точки является оползневое тело, расположенное в 15 м от дюкеров ниже по течению. Здесь достаточно хорошо выражены как условия проявления и строение оползня, так и особенности состава и строения коллювиальных отложений (деляпсия).

При дальнейшем подъёме по тропе вдоль трассы газопровода у бровки эрозионно-нивальной ниши находится точка №6. В отношении осадочных отложений здесь прежде всего следует отметить зависимость состава четвертичных делювиальных образований от состава коренных пород. Однако

больше внимания на себя обращает сама эрозионно-нивальная ниша. О её формировании во многом говорят выполняющие нишу осадки. В данном случае необходимо их сравнить с другими склоновыми отложениями, рассмотренными на маршруте.

Завершить рабочую часть маршрута №2 можно на участке водораздельного пространства, схожем по ряду признаков с точкой №9 маршрута №1. Особенностью данной точки являются залегающие здесь на поверхности четвертичные пески. После рассказа о вероятных способах их образования для подтверждения эоловой точки зрения можно возвращаться на базу не кратчайшим путём, а вдоль ЛЭП, где на дороге наблюдаются выходы песков с характерной для эоловых осадков флажковой формой залегания.

Таким образом, маршруты №1 и №2 позволяет познакомиться фактически со всеми генетическими типами четвертичных отложений и видами коренных осадочных пород, а также формами рельефа, распространёнными в окрестностях геозкологической станции «Фертики».

При прохождении маршрутов всегда необходимо учитывать физические возможности слушателей и погодные условия.

2.2. Ведение дневника и примерный перечень полевого оборудования

Для описания обнажений горных пород требуется достаточно простой набор инструментов и минимум снаряжения:

- полевая сумка
- горный компас
- геологический молоток
- сапёрная или штыковая лопата

- лупа с 3-х кратным увеличением
- флакон 10-процентной соляной кислоты с пипеткой
- рулетка
- мешочки для образцов и обёрточная бумага
- карандаши и перочинный нож
- полевой дневник (блокнот или тетрадь в клетку с плотной обложкой)
- рюкзак.

В случае проведения гидрогеологических наблюдений нужно иметь секундомер или часы с секундной стрелкой, водный термометр, мерную посуду.

При проведении работ в поле необходимо иметь топографическую карту района исследований и сопредельных с ней участков масштаба 1:50 000 и детальнее. Географическую нагрузку базовой карты составляют: гидрографическая сеть, населенные пункты, коммуникации, геодезические пункты, горизонталы, растительность. В рабочем варианте на эту карту наносятся все точки полевых наблюдений (естественные и искусственные обнажения, выходы грунтовых вод, особые формы рельефа), линии маршрутов, геологические индексы вскрытых отложений, элементы залегания, штриховые знаки литологического состава горных пород, приповерхностные геологические контакты и границы. В конечном (чистовом) варианте на карту фактического материала могут быть также нанесены пробуренные ранее скважины, по которым использовались данные, административные границы, номера лесных кварталов.

Каждая точка наблюдения, независимо от ее типа (стенка карьера, прикопка, родник и т.д.), должна быть пронумерована, нумерация сквозная.

Полевые наблюдения полностью фиксируются в дневниках. Записи в дневниках делаются карандашом на правой стороне, левая предназначена для зарисовок, дополнений,

примечаний. Первый лист дневника остаётся чистым, на втором указывается номер учебной группы, состав бригады наблюдателей, даты начала и завершения полевых работ. На следующей странице приводят условные знаки, с помощью которых зарисовываются обнажения горных пород.

Ведение рабочей части полевого дневника начинается с записи исходных данных – указывается дата и номер маршрута, его начала (например, начат на северной окраине д.Фертики), далее указывается номер обнажения. После этого делается привязка обнажения, она заключается в определении его положения на местности относительно ориентиров, нанесённых на карту. С обнажения на ориентир определяется прямой (отсчитанный по северному концу стрелки компаса) или обратный (по южному концу) азимут. При выносе азимутов на карту вводятся поправки на величину магнитного склонения. В Удмуртии склонение восточное 13° , эта величина добавляется к азимутам, измеренным на обнажении.

Описание обнажения в полевом дневнике производится в зависимости от цели и задач обобщённо или подробно-последовательно (по отдельным пачкам). В районе геоэкологической станции в условиях слабой обнажённости рекомендуется детальное описание по следующему плану:

- сведения о геоморфологии и размерах обнажения
- сведения о слоях, их количестве и слагающих слоёв породах
- характеристика пород
- зарисовка (фотографирование) обнажения
- оформление образцов.

Твёрдые образцы с этикеткой упаковывают в оберточную бумагу. Этикетка при этом складывается несколько раз надписью внутрь. Хрупкие образцы перекладывают ватой или мягкой фильтровальной бумагой и аккуратно упаковывают. Рыхлые породы упаковывают в мешочек, туда же вкладывают

этикетку, на которой указывают номер и другие необходимые сведения. Взятие образцов, их количество, место отбора на обнажении и нумерация записываются также в полевом дневнике.

2.3. Задания для самостоятельной работы на точках наблюдения

Самостоятельная работа студентов проводится на точках наблюдения, наиболее информативных в отношении изучения осадочных горных пород. Номера точек указаны в разделе «Рекогносцировочные маршруты», а последовательность действий и ведение дневниковых записей – в предыдущем параграфе.

В процессе самостоятельной работы на точках наблюдения необходимо записывать и зарисовывать только то, что было зафиксировано именно в поле. Дописывать сведения по памяти в камеральных условиях после прохождения маршрута нельзя. Маршрут с указанием точек наблюдения необходимо нанести на карту фактического материала также непосредственно в поле.

Точки наблюдения маршрута №1.

Точка №1.

Сделать привязку точки.

Описать послойно обнажение.

Выделить в разрезе и отразить в зарисовке два генетических типа отложений.

Выделить и дать характеристику фаций аллювия.

Точка №2.

Сделать привязку точки.

Описать послойно обнажение.

Выделить генетические типы отложений (пролювий и золотые образования).

Произвести отбор крупнообломочного материала и в камеральных условиях дать характеристику его окатанности.

Точка №4.

Произвести привязку точки.

Дать описание разреза в Диком овраге, проиндексировать коренные и четвертичные отложения.

Выделить генетические типы четвертичных образований – пролювиально-делювиальную толщу и элювий (погребённую почву).

Вверх по отвершку эрозионного вреза проследить и зафиксировать делювиально-солифлюкционные суглинки и пахотный делювиальный наилок.

Точка №5.

Произвести привязку точки.

Выкопать шурф глубиной 0,7-1,0 метра и описать вскрытые отложения, проиндексировав слои.

Точки наблюдения маршрута №2.

Точка №2.

Произвести привязку точки.

Описать послойно обнажение, проиндексировав слои.

Определить направление сноса песчаного материала по косой слоистости.

Точка №3.

Произвести привязку точки.

Описать обнажение речных отложений.

Выделить в разрезе русловой, пойменный и старичный аллювий.

Сравнить характер аллювиальных толщ данной точки с точкой №1 первого маршрута.

Точка №6.

Произвести привязку точки.

Выкопать шурф глубиной 0,7-1,0 метра.

Дать характеристику вскрытых отложений, предположительно их проиндексировав.

В ходе прохождения какого-либо маршрута при движении от точки к точке следует отмечать характерные изменения в рельефе, указывающие на изменение состава пород, слагающих территорию.

Форма отчётности:

1. Карта фактического материала.
2. Записи в полевом дневнике.
3. Зарисовки и фотографии обнажений.
4. Коллекция образцов горных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гардинер В., Дакомб Р. Полевая геоморфология. М.: Недра, 1990, 240 с.

Лахи Ф. Полевая геология. Т. 1. М.: Мир, 1966, 482 с.

Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород. Л.: Недра, 1986, 240 с.

Методы изучения осадочных пород. Т.1., М.: Госгеолтехиздат, 1957, 612 с.

Методы изучения осадочных пород. Т.2., М.: Госгеолтехиздат, 1957, 564 с.

Рейнек Г.Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981, 439 с.

Руководство к познанию природы и населения Удмуртии. Ижевск, Изд-во Удмуртского ун-та, 1993, 134 с.

Рухин Л.Б. Основы литологии. Л.: Гостоптехиздат, 1961, 780 с.

Солнцев Н.А. Учение о ландшафте. Избранные труды. М.:МГУ, 2001.

Справочник по литологии. М.: Недра, 1983, 510 с.

Учебное издание

Составители
Глейзер Игорь Вадимович,
Егоров Игорь Евгеньевич,
Сергеев Александр Владиславович

Изучение осадочных горных пород

Методические указания
по проведению полевых экскурсий

Авторская редакция

Подписано в печать 30.04.21. Формат 60x84¹/₁₆.

Усл. печ. л. 5,1. Уч.-изд. л. 3,6.

Тираж 30 экз. Заказ № 907.

Типография
Издательского центра «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2.
Тел. 68-57-18