

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ФГБОУ ВО «БУРЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ДОРЖИ БАНЗАРОВА»

Факультет биологии, географии и землепользования  
Кафедра географии и геоэкологии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ПРОХОЖДЕНИЮ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ**

Тип практики – (Б2.О.06(У)).

**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ**

*(для набора 2022 г.)*

Направление подготовки / специальность

**05.03.02 География**

Профиль подготовки / специализация

**Экономическая и социальная география, региональный туризм**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Улан-Удэ

В результате прохождения полевой учебной практики обучающийся должен:

**Знать:** полевые методы геолого-геоморфологических исследований.

**Уметь:** проводить полевые наблюдения; работать с топографической и геологической картами; определять минералы и горные породы в полевых условиях; выбирать природные объекты для описания и анализа современных геолого-геоморфологических процессов; выделять на местности, проводить измерения и описания различных форм рельефа; выявлять и анализировать взаимосвязи между отдельными компонентами природы, а также между природой и хозяйственной деятельностью человека; обрабатывать в камеральных условиях результаты полевых работ.

**Владеть:** методикой проведения полевых маршрутов и оформления первичной документации (полевой дневник); навыками полевой исследовательской работы; систематизированными теоретическими и практическими знаниями в области геологии и геоморфологии.

В задачи практики входит:

- закрепление и углубление в полевых условиях теоретических знаний и практических навыков, полученных в ходе изучения курсов «Геология» и «Геоморфология»;
- обучение основным методам и приемам полевых исследований геологических объектов, их первичной документации;
- изучение геологических явлений и процессов в природной обстановке во всем их многообразии под непосредственным руководством преподавателя;
- обучение камеральной обработке полевых материалов и составлению геологического и геоморфологического отчета.

Полевая практика продолжительностью 2 недели проводится в окрестностях г. Улан-Удэ или в одном из районов Республики Бурятия (на выбор преподавателя), где имеются опорные обнажения осадочных пород, разнообразных по составу, происхождению и возрасту, различные формы равнинного рельефа, различные генетические типы четвертичных образований т.д.

Практика строится по тому же плану, как и любое исследование, и включает три обязательных этапа: подготовительную работу, полевые исследования, камеральную обработку полевых материалов.

## **1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ**

### **1.1. Основные правила по технике безопасности**

Успешное выполнение учебной практики зависит от высокой дисциплинированности студентов, четкой организованности работ и знаний ими правил техники безопасности. Студенты, направляемые на практику, обязаны твердо знать и выполнять требования инструкций, что позволяет обеспечить безопасность проведения всех видов полевых работ и исключить случаи производственного травматизма. В целях безопасности каждый студент в полевых условиях должен выполнять только порученную ему работу, по которой он прошел инструктаж по технике безопасности. Выполнение других работ без разрешения руководителей практики и инструктажа по технике безопасности запрещается.

К полевой практике допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр, имеющие разрешение врача и сделавшие предохранительные противоэнцефалитные прививки. Также обязательным условием является инструктаж об условиях работы полевой практики, трудовой дисциплине и правилах безопасности. В результате инструктажа, который проводит руководитель практики, студенты должны хорошо усвоить правила техники безопасности при:

- 1) проведении занятий в полевых условиях;
- 2) переправе через водные преграды;
- 3) пользовании автотранспортом;
- 4) купании в водоемах;
- 5) оказании медицинской помощи.

При организации полевых исследований место для костра должно быть специально подготовлено с целью предупреждения загорания мха, травы, валежника и находиться не ближе 10 м. от палатки с подветренной стороны. Строго запрещается раскладывать костер под деревьями, особенно хвойными. Костер всегда должен находиться под присмотром дежурного. При ликвидации лагеря костер должен быть залит водой и засыпан землей.

При проведении занятий в полевых условиях и следовании по маршруту практики рабочие инструменты (лопаты, топоры, ножи т.д.) должны быть прочно насажены на рукоятки. Инструменты с острыми режущими краями должны перевозиться в чехлах и сумках. Категорически запрещается пользоваться неисправными инструментами.

Обувь должна быть свободной, соответствовать характеру маршрута. В сухое время года использовать легкую обувь с трудно прокалываемой подошвой и мягким верхом, а в дождливую погоду – резиновые или кирзовые сапоги свойлочными стельками. Ходить босиком категорически запрещается, особенно при пеших маршрутах.

Медицинскую помощь на практике оказывают выделенные специально инструктированные лица из группы студентов, которые должны иметь аптечку с необходимым набором медикаментов для оказания первой помощи при переломах, вывихах, растяжениях, ожогах, тепловых ударах и т.д. При первом подозрении о заболевании студент должен поставить в известность руководителя практики [1].

## 1.2. Основные этапы полевой практики

**Подготовительный (предполевой) период.** В этот период проводится общее собрание группы, читается инструктаж по технике безопасности для всех студентов. Группа разбивается на бригады по 5-6 человек. Каждая бригада получает необходимое оборудование и снаряжение, знакомится с программой практики, литературными и картографическими материалами.

### *Оборудование для проведения полевых наблюдений*

- Горный компас
- Рулетка
- Школьный нивелир
- Лопата
- Шпагат
- Флакон с раствором 5% соляной кислоты
- Мешочки для проб
- Этикетная книжка
- Набор сит для грунта (0,1;0,25;0,5; 1; 2; 5; 7; 10 мм)
- Шкала твердости минералов
- Определители минералов и горных пород
- Карманная лупа

Расходные материалы: простой карандаш, линейка, тетрадь, писчая бумага, кнопки, миллиметровая бумага, ватман, черная гелевая ручка, акварельные краски, стирательная резинка, транспорт.

**Полевой период.** Эта часть практики включает несколько маршрутов с характерными точками комплексных описаний и работы по диагностике различных

отложений, горных пород, и составлению комплексного профиля. Геологические маршруты разрабатываются заранее и ориентировочно наносятся на топографическую и геологическую основы. Цель каждого маршрута — знакомство с геологическим и геоморфологическим строением изучаемой территории, которое обычно происходит в форме описания искусственных (карьеров, шурфов, зачисток, различных выемок) и естественных обнажений горных пород; геологическими процессами, рельефом, поверхностными и подземными водами, почвенным и растительным покровом.

В основе маршрутных геологических исследований лежит описательный метод, суть которого в детальном изучении обнажений или выходов горных пород на дневную поверхность. Полевая практика проводится там, где много естественных обнажений (на обрывах в долинах рек, на крутых склонах гор и холмов и т. д.).

В ходе практики студенты также исследуют свойства почв, обусловленные развитием региональных почвообразовательных процессов. При прохождении маршрутов осваиваются методы полевого исследования почв: выбор места для закладки почвенного разреза, техника закладки разреза, отбор и этикетирования почвенных проб; отрабатываются навыки полевой диагностики почв; описываются морфологические признаки почв и характеризуются условия их формирования. Обязательным элементом практики является построение комплексного почвенного профиля [1].

**Камеральный период.** На этом этапе проводится анализ и обработка полученного первичного материала. Период завершается составлением отчета и графических приложений к нему.

Наиболее трудоемким в камеральный период является оформление прилагаемого к отчету графического материала, куда входят: схема района работ с нанесенными маршрутами, геологические разрезы, геоморфологическое описание местности, литологические колонки, комплексные профили, почвенная картосхема, а также различные схемы и другие иллюстрации. Важно поэтому заблаговременно организовать выполнение всех этих работ одновременно с составлением отчета. Лучше всего первичную обработку материала и написание черновика отчета начать в полевой период, для чего камеральные работы проводить после каждого маршрута.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные правила техники безопасности при проведении геолого-геоморфологических исследований в полевых условиях.
2. Какое оборудование необходимо для описания морфологии и морфометрии рельефа местности.

## **2. МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. ГОРНЫЙ КОМПАС И ЕГО УСТРОЙСТВО**

Основным и самым распространенным инструментом, используемым при проведении полевых геологических работ является горный компас. Это простейший и вместе с тем универсальный измерительный прибор, применяемый как для измерения элементов залегания, так и для ориентировки на местности и привязки обнажений.

Горный компас состоит из круглой коробки (корпуса), укрепленной на прямоугольной подставке. Внутри корпуса помещен лимб - круг, разделенный на 360 градусов. В центре лимба расположено иглообразное острие, на котором размещается обычная магнитная стрелка. Ее северный конец покрыт синей или черной краской, тогда как южный всегда светлый или красный. Магнитная стрелка специальным рычажком и винтом (арретиром) может приподниматься с острия и прижиматься к стеклу корпуса.

В горном компасе имеется отвес (клинометр) для определения вертикальных углов. Шкала для него обычно насечается непосредственно на пластинке компаса внутри лимба в

виде полукруга с делениями от 0 до 90° в противоположные стороны от середины полуокружности. 0° клинометра совпадает с обозначением на лимбе 90° или востоком. Отвес свободно колеблется только при вертикальном положении пластины компаса. При определении вертикальных углов клинометром стрелка компаса должна обязательно закрепляться винтом арретира.

Устройство горного компаса значительно отличается от устройства обычного компаса и имеет следующие особенности:

1. Горный компас крепится на прямоугольной подставке (латунной или пластмассовой) таким образом, чтобы направление «Север - Юг» было параллельно длинным ее сторонам. Деления на градусной шкале азимутов от нуля до 360° идут в направлении, обратном ходу часовой стрелки.

2. Положение сторон света «восток — запад» изменено на обратное. Это сделано для того, чтобы величину азимута простирания, можно было отсчитывать непосредственно по показанию северного конца магнитной стрелки.

3. На игле горного компаса подвешен угломер (эклиметр), имеющий шкалу делений от 0 до 90°. По положению угломера производят отсчет на шкале и определяют угол наклона слоя.

4. На прямоугольной подставке имеется дополнительное приспособление для ориентировки площадки компаса в горизонтальном положении — уровень, или ватерпас.

5. При замере азимута заданного направления длинную сторону компаса направляют северным концом (0° на шкале) на визируемый предмет и берут отсчет по северному концу магнитной стрелки — получают магнитный азимут. Для его пересчета на истинный азимут вводят поправку на величину магнитного склонения (угол между истинным и магнитным меридианом, свойственный данному району). Величина магнитного склонения указывается на топографических картах. Для восточного склонения к отсчету по горному компасу её надо прибавить, в случае западного магнитного склонения - вычесть.

## 2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБНАЖЕНИЯ

Описание обнажения, впрочем, как и любого другого геологического объекта, начинается с его привязки.

*Привязка* - это установление местоположения объекта в пространстве (на карте, снимке). Существуют следующие виды привязки объекта [7].

**Административная.** Такая привязка определяет положение изучаемого объекта относительно какого-либо административного пункта. Применительно к данному пункту (поселок, деревня и т.д.) берутся прямой и обратный азимуты с указанием румбов и приблизительного расстояния. Если точка наблюдения находится на территории населенного пункта, то можно указать название улицы и номер дома.

**Топографическая.** Определив положение точки наблюдения на карте, вычисляют её координаты - широту и долготу. Для быстрого нахождения точки наблюдения на карте можно указать номер квадрата (напр.: Б-4) либо дополнительно определить положение этой точки относительно каких-либо узнаваемых или легко обнаруживаемых объектов карты: железнодорожных или автомобильных мостов, слияний рек, населенных пунктов, высотных отметок и т.п., взяв азимут от объекта на нужную т.н.

**Геоморфологическая.** Характеризует положение объекта относительно элементов рельефа, например: правый коренной склон долины р. Селенги, борт песчано-гравийного карьера т. д. Положение т.н. также указывается на абрисе - схематичном изображении местности.

Естественно, что такое деление условно, и все указанные виды привязок неразрывно связаны друг с другом.

Перед описанием обнажения сначала рассматривают издали. Если оно большое,

мысленно разделяют его на части по структурным или иным другим признакам, затем по отдельности изучают его каждую часть.

После привязки объекта определяют следующие его параметры:

а) геометрические размеры (в том случае, если изучаемое обнажение само является частью какого-либо более крупного геологического объекта, например выходов горных пород в борту карьера, оврага или обрыва, то описывается и характеризуется сама форма выхода, т.е. карьер, овраг, а уже потом обнажение);

б) характер (скала, обрыв, осыпь) и свежесть выхода;

в) задернованность, залесенность;

г) наличие оползней, тектонических смещений, карстовых форм и иных проявлений геологических процессов [7].

Следующий этап работ - послойное описание самого обнажения. Одновременно с описанием обнажения зарисовывают; на каждой зарисовке следует указать ориентировку разреза относительно сторон горизонта. Буквы и цифры на рисунке должны точно соответствовать описанию в дневнике.

Во-первых, нужно определить условия залегания пород (горизонтальное, наклонное, складчатое). Потом обнажение расчленить на слои и установить границы напластования, по которым определяется мощность пласта горной породы.

Описание и зарисовка обнажения производится сверху вниз, т.е. от более молодых образований к древним, например, от четвертичных к пермским или девонским отложениям. Для установления истинных границ слоев на обнажении нужно проводить расчистки.

Пример зарисовки обнажения показан на рис. 1, где №1 - номер слоя; цифра в круге - место и номер отбора образца породы; черный прямоугольник - место замера элементов залегания; ЮВ 310, 40° - замеренные значения азимута простирания и угла падения пласта горной породы.

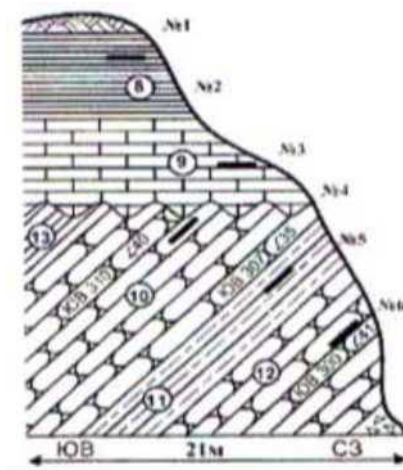


Рис. 1. Пример зарисовки обнажения

**Слой** (пласт) - это геологическое тело, сложенное однородной осадочной породой, ограниченное двумя параллельными поверхностями, выдержанное по мощности и имеющее значительное распространение. Однородность отражается в составе, окраске, структурных и текстурных признаках, присутствии одинаковых окаменелостей и включений. Название пласта определяется литологией слагающих его пород. Поверхность, ограничивающая слой сверху называется его **кровлей**, снизу - **подошвой**.

**Мощность** (толщина) слоя - кратчайшее расстояние от подошвы до кровли. **Истинная мощность (m)** - это расстояние между кровлей и подошвой по перпендикуляру. **Видимая мощность (mi)** - мощность, наблюдаемая непосредственно в

обнажениях. На геологических картах показывается горизонтальная проекция видимой мощности ( $m_2$ ). Расстояние между подошвой и кровлей по вертикали называют **вертикальной мощностью** ( $m_3$ ), по горизонтали - **горизонтальной мощностью** ( $m_4$ ). Истинную мощность можно определить по формулам (рис.2). Постепенное уменьшение мощности пласта вплоть до его исчезновения называется **выклиниванием**.

**Линия простирания** - линия пересечения кровли с горизонтальной плоскостью.

**Азимут простирания** - горизонтальный угол между направлением линии простирания и северным направлением истинного меридиана.

**Падение** – это наклон слоя к горизонтальной плоскости, оно характеризуется направлением падения и углом падения. **Угол падения** – угол между плоскостью слоя и горизонтальной плоскостью. **Азимут падения** - горизонтальный угол между проекции ей линии падения на горизонтальную плоскость (направлением падения) и северным направлением истинного меридиана.

Элементы залегания пород необходимо замерять в местах естественных выходов пород на поверхность. Процесс измерения следующий:

- На расчищенном участке кровли пласта вначале определяют **линию простирания** - компас прикладывают длинной стороной к кровле пласта и находят положение, в котором угломер показывает  $0^\circ$ . Вдоль длинной стороны компаса прочерчивают линию простирания пласта.

- Компас поворачивают так, чтобы угломер показывал максимальный угол (**угол падения**). В этом положении линия, параллельная длинной стороне компаса, будет указывать направление падения пласта (линии падения). Линия падения всегда перпендикулярна линии простирания.

- Компас прикладывают к линии простирания пласта, чтобы короткая «южная» сторона была прижата к пласту, а «северная» обращена в направлении падения слоя. Затем компас приводят в горизонтальное положение, отпускают арретир и снимают показания, производя отсчет по северному концу стрелки - **азимут падения**.

Вертикальный разрез

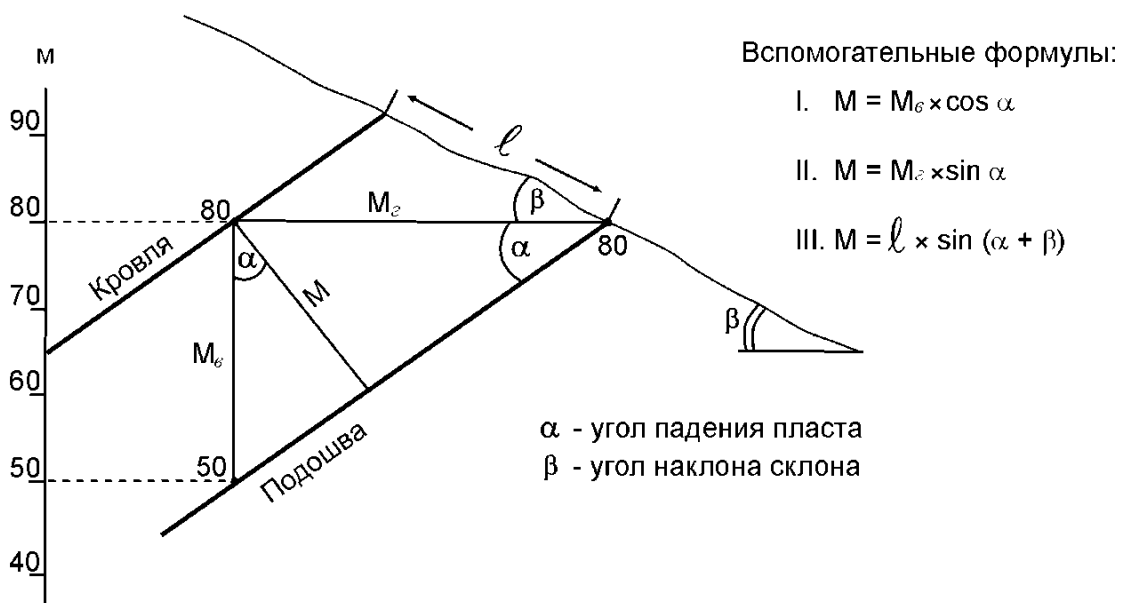


Рис.2. Геометрия наклонного пласта и виды мощности,  $M$  – истинная,  $M_g$  – горизонтальная,  $M_b$  – вертикальная мощности пласта;  $l$  – видимая мощность/

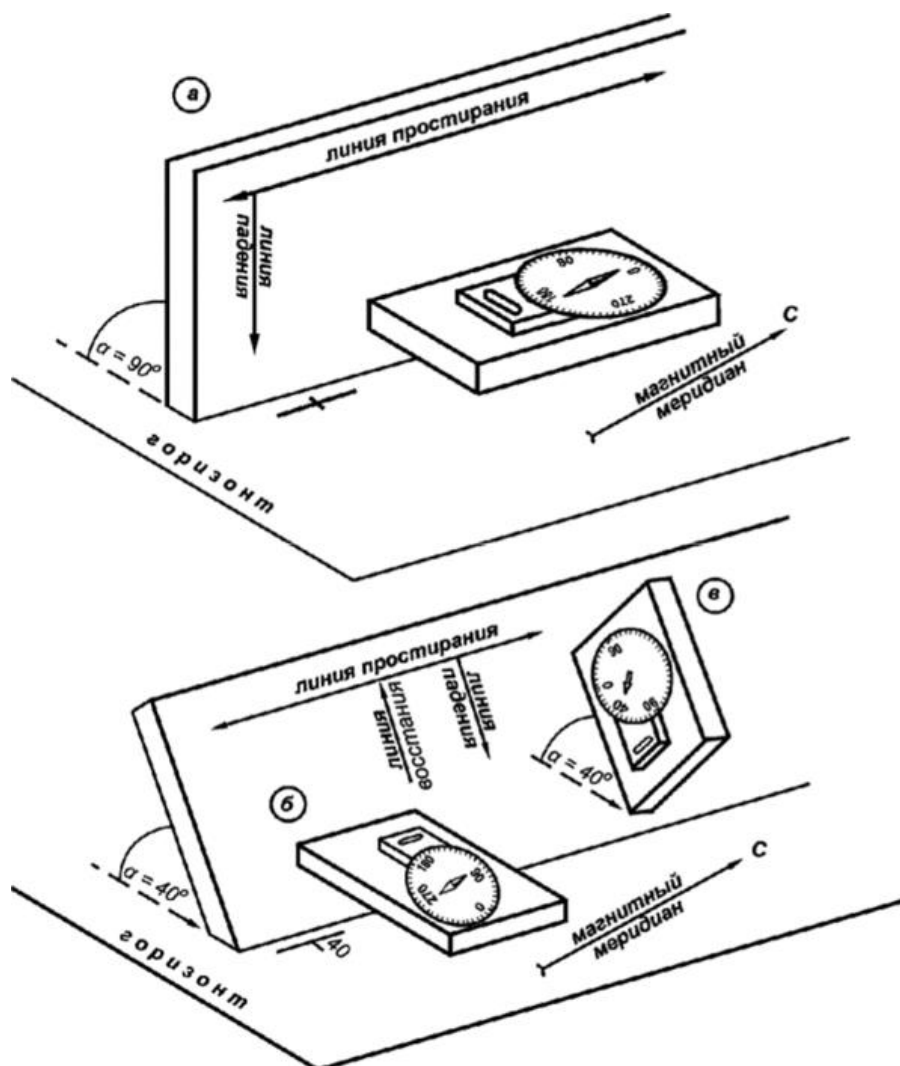


Рис.3 Положение горного компаса при замере: а - азимута простирания вертикально падающего пласта; б - азимута падения, в - угла падения у наклонного пласта; возле пластов на плане проставлены соответствующие знаки элементов залегания.

- **Азимут простирания** определяют расчетным путем: к азимуту падения добавляют или отнимают  $90^\circ$ .

При записи в полевом дневнике указывают румбы заглавными буквами, значок градуса не ставят: *Аз. пад. (прост.) СЗ 290; угол 40.*

Азимуты принято брать в северных румбах (СЗ и СВ), тогда их легче сравнивать между собой [10].

### 2.3. МАКРООПИСАНИЕ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

После выделения слоев производят макроописание слагающих их горных пород: подробно описывают их состав, структуру, текстуру, включения, дают им название. Для описания породы рекомендуется использовать предлагаемую ниже схему [11].

1. Название породы.
2. Цвет в естественном состоянии.
3. Структура (для обломочных пород - по абсолютной величине обломков: грубообломочная  $>2$  мм, песчаная - 0,05 мм, пылеватая 0,05-0,005 мм, для хомогенных пород - крупнозернистая  $>0,5$  мм, среднезернистая - 0,5 - 0,25 мм, мелкозернистая - 0,25 - 0,1 мм, тонкозернистая -  $<0,1$  мм).
4. Текстура (беспорядочная, листоватая, пльчатая, слоистая).
5. Твердость и крепость породы. На крепость породы влияют свойства слагающих ее минералов, но, прежде всего, она обусловлена типом ее цементации и сохранностью



цемента. Крепость определяют - уже в поле непосредственно при описании обнажения. По крепости породы условно делятся на группы:

- 1) крепкие - с трудом колются молотком;
- 2) средней крепости - легко колются молотком;
- 3) слабой крепости - разламываются рукой;
- 4) рыхлые (сыпучие) - не имеют структуры как таковой. Крепость породы (прочность) не следует смешивать с твердостью. Твердость определяется минеральным составом зерен и цемента породы.

Твердость породы - это способность минерала сопротивляться истиранию, царапанию, давлению. Твердость определяется с помощью шкалы Мооса.

6. Состав и тип цемента. В глинах и чисто химических породах цемент почти отсутствует. По взаимоотношению зерен и цемента в обломочных породах различают разные типы цементации.

7. Карбонатность (реакция с HCl).

8. Минеральные включения и примеси, которые существенно не влияют на вещественный состав основной породы (включения пирита, гипса, ангидрита, кальцита и т.д., обломков других пород гальки, гравия и т.п.).

9. Присутствие фауны и флоры (например, с единичными раковинами брахиопод, с гастроподами и сетчатыми мшанками).

## 2.4. ОТБОР ОБРАЗЦОВ

После описания отбирают образцы пород, типичные для изучаемой территории, минералы, полезные ископаемые, окаменелости для визуального сравнения типичных пород, залегающих на разных частях, и для составления коллекций. Обязательно отбирают все палеонтологические остатки, различные неорганические включения.

Отбор образцов и проб ведут в процессе документации разрезов послойно, места отбора фиксируют в полевых дневниках с привязкой их к слою и точным указанием места взятия на разрезе. Образцы и пробы нумеруются и снабжаются этикеткой, на которой пишут название породы, номер бригады, район работ, точку наблюдения, слой, номер образца, дату взятия образца, а также подпись студента, отобравшего образец.

### 2.4.1. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОПИСАНИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Магматические гонные породы образуются из магмы в результате ее кристаллизации в глубоких частях земной коры или затвердевания при излиянии на земную поверхность. Они представляют собой минеральные агрегаты, сложенные несколькими минералами.

По условиям образования магматические породы делятся на глубинные или *интрузивные* и излившиеся или *эффузивные* (табл. 1) [9].

Полнокристаллическая, стекловатая, порфировая, пегматитовая структуры и миндалекаменная, пузыристая, флюидальная текстуры характерны только для магматических пород. У них отсутствует слоистость, остатки фауны и флоры, свойственные осадочным породам; нет сланцеватости, типичной для метаморфических пород. Убедившись, что определяемая порода является магматической, необходимо выяснить условия ее образования.

## Главнейшие магматические породы

Степень кислотности и по SiO <sub>2</sub>	Минерал-индикатор	Цветные силикаты	Полевошпатовые		
			Калиевые полевые шпаты	плагиоклазы	нефелин
Кислые	Кварц	Слюда, роговая обманка, авгит	Липарит, пегматит, гранит	Дацит, гранодиорит	-
Средние	Калиевые полевые шпаты, нефелин	Роговая обманка, слюда, авгит	Трахит, сиенит	Андезит, диорит	Нефелиновый сиенит
Основные	Темноцветные, оливин	Авгит, роговая обманка	-	Базальт, габбро	
Ультраосновные	Оливин	Пироксены, роговая обманка	Бесполевошпатовые: дунит, перидотит, пироксенит, горнблендит		

По сумме структурных и текстурных признаков надо определить эффузивная эта порода или интрузивная. В глубинных условиях образуются полнокристаллические, яснозернистые породы с хорошо различимыми кристаллами разных минералов.

Минеральный состав магматических пород зависит от химического состава магмы. По степени насыщения кремнеземом (SiO<sub>2</sub>) магма и образующиеся из нее породы делятся на следующие группы: кислые - 65-70%, средние - 52-65%, основные - 40-52%, ультраосновные - менее 40% SiO<sub>2</sub> [9].

*Кислые* породы светлой окраской, состоят из кварца (30%), калиевых полевых шпатов (40%), плагиоклазов (20%) и незначительного количества темноцветных минералов (5-10%) - биотита и амфиболита. Кварц является минералом-индикатором кислых пород, к которым относятся гранит, гранодиорит, пегматит, липарит, липаритовый порфир, обсидиан и др. Обсидианы отнесены к кислым породам условно - его состав определяется только химическим анализом, чаще всего они кислого состава.

*Средние* породы также светлоокрашены. В них значительно увеличивается количество плагиоклазов (20-70%) и темноцветных минералов (25-30%) - биотита и роговой обманки. Кварц в средних породах отсутствует или содержится до 5%. Нередко плагиоклаз замещается нефелином, образуя щелочные породы - нефелиновые сиениты. К средним породам относятся сиениты, трахиты, диориты, андезиты.

*Основные* породы включают габбро, диабазы, базальты и базальтовые порфириты. Это темноцветные породы: от темно-серого и зеленовато-серого до черного. Главными минералами являются основные плагиоклазы и пироксены, реже роговая обманка. Кварц и калиевые полевые шпаты отсутствуют. Иногда может присутствовать оливин в мелких зернах.

*Ультраосновные* породы - перидотиты, дуниты, пироксениты и горнблендиты - от темно-зеленого до черного цвета, состоящие из оливина, пироксенов и роговой обманки.

*Вулканогенные* породы слагаются из твердых продуктов вулканических извержений (пепел, песок, лапилли), вулканического химического материала и нормального осадочного материала. К ним относятся пемза, туфолавы, вулканические брекчии, туфы, туффиты.

**Интрузивные магматические горные породы** (кроме кварца) состоят из минералов класса силикатов: полевых шпатов, слюд, оливина и других. Эти минералы являются не механическим агрегатом, а естественными сростками кристаллов, возникших в процессе кристаллизации силикатного расплава.

**Эффузивные горные породы** отличаются стекловатым или порфировым строением, невооруженным глазом зернистое строение породы обычно неразлично. Текстуры эффузивных пород часто пузырчатые, кавернозные или миндалекаменные.

#### 2.4.2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОПИСАНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Осадочные горные породы характеризуются рядом особенностей. Они, как правило, слоисты, часто пористы, нередко несут на себе отпечатки различных растений и животных или содержат ископаемую флору и фауну.

Правильное определение осадочных пород возможно только при полном учете всего комплекса внешних свойств и признаков. Большое разнообразие пород одного названия, но разных по генезису и внешнему виду заставляет помимо определения их структуры и текстуры устанавливать и подробно описывать такие признаки, как характер слоистости или ее отсутствие, кавернозность, твердость, излом, органические остатки или их отпечатки, трещиноватость, выцветы, пятна, следы различных физических воздействий, характер реакции с соляной кислотой и т. д. Полное описание породы позволяет не только точнее определить, но и установить условия ее образования и состав. В конце описания каждой породы отмечается ее генетическая группа, в какой среде отлагался осадок, химический состав породы (для хемогенных и органогенных пород).

Окраска осадочных пород является признаком для их определения и зависит от окраски минералов, слагающих породу, рассеянной в породе примеси и тончайшей корочки, часто обволакивающей зерна минералов. Определение цвета породы производят при дневном свете и сухом состоянии породы, так как искусственный свет и влажность изменяют оттенки, а определение оттенков цвета в породе имеет большое значение [2].

При описании псефитов указывают состав, окраску, величину и характер окатанности обломков, состав и окраску цемента, соотношение в породе обломков и цемента. *Например:* конгломерат гравийногалечный сложен гравием и галькой коричневого и светло-серого цвета, по-видимому, кремнистого состава (высокая твердость и раковистый излом). Галька хорошо окатана. Цемент известково-песчаный состоит из серого крупнозернистого песчаника, вскипающего с НСГ. Соотношение обломков и цемента 3:2.

При определении псаммитов необходимо пользоваться лупой. Помимо структуры и текстуры, степени окатанности зерна необходимо определять минеральный состав зерен и по преобладающим минералам и цементу давать им наименования. При описании псаммитов указывают цвет, величину и характер окатанности зерна, минеральный состав и окраску, состав и окраску цемента, реакцию с НСХ, пористость. *Например:* песчаник известковистый, полимиктовый (кварц глауконитовый), среднезернистый. Плотная зеленоватосерая порода, состоящая из зерен кварца размером в поперечнике 0,3-0,5 мм (20%), глауконита до 3 мм (60%), придающего зеленый оттенок породе, и зеленоватосерого цемента (около 20%), вскипающего при действии разбавленной соляной кислотой.

Описывая глину необходимо указывать следующие ее внешние признаки: цвет, степень влажности и пластичности, примеси, часто обуславливающие окраску всей породы; текстуру, наличие растительных остатков, окаменелостей. В конце описания необходимо отметить, к какой генетической группе порода относится.

Правильное определение хемогенно-биогенных пород возможно лишь при полном учете всего комплекса их внешних признаков. Подробно должны быть описаны текстура и

структура породы, характер слоистости (в случае ее отсутствия это должно быть специально оговорено), наличие или отсутствие кавернозности. Необходимо также указать окраску, твердость (для мономинеральных пород), излом, плотность и другие признаки; особое внимание следует уделить, описанию состава породы. Подробно описывают и все включения: органические остатки, конкреции, прожилки, выцветы, примазки и др. В заключение необходимо указать генезис и принадлежность горной породы к той или иной группе по химическому составу.

Осадочные горные породы являются продуктом разрушения любых других горных пород, жизнедеятельности организмов и выпадения из воздушной или водной среды материалов любого происхождения - во всех случаях при поверхностном давлении и температуре.

Осадочные породы покрывают около 75 % поверхности континентов. Многие из них сами являются полезными ископаемыми, другие содержат таковые.

Осадочные породы классифицируются по происхождению и химическому составу.

По происхождению выделяется три генетические группы:

**1. Обломочные породы** (кластические) - продукты физического разрушения каких-либо пород и накопления образовавшихся обломков.

**2. Глинистые породы** - продукты химического и частично физического выветривания, состоящие из мельчайших (менее 0,005 мм) частиц преимущественно глинистых минералов. Породы этой группы обычно содержат заметную примесь мельчайших частиц обломочного происхождения, что подчеркивает промежуточное положение этой группы между двумя другими.

**3. Хемогенно-биогенные породы** - образуются при химическом разрушении, растворении минералов материнских пород и последующем выпадении новых минералов в осадок, а также в результате жизнедеятельности организмов.

Выделенные группы связаны между собой различными переходными звеньями и характеризуются определенным морфологическим строением [8].

По химическому составу хемогенно-биогенные породы подразделяются на следующие группы: карбонатные, кремнистые, сульфатные (сернокислые), галоидные, железистые, фосфатные, углеродистые (каустобиолиты).

При описании осадочных горных пород надо обращать внимание на их минеральный состав и строение.

**Структура** осадочных пород определяется абсолютным и относительным размером обломков и минеральных зерен, степенью окатанности обломков, соотношением минеральных зерен в породе, а также сохранностью входящих в нее остатков, принадлежностью их к тем или иным группам организмов.

**Структура обломочных осадочных пород по абсолютной величине обломков** подразделяется на:

- *Грубообломочная* (псефитовая) диаметром более 2 мм;
- *Песчаная* (псаммитовая) от 2 до 0,05 мм
- *Пылеватая* (алевритовая) - от 0,05 до 0,005 мм.

*Грубообломочные породы* (псефиты) разделяются на рыхлые и сцементированные. Рыхлые псефиты классифицируются по форме и величине обломков.

По степени окатанности выделяют обломки:

- угловатые (неокатанные)
- округло-угловатые (полуокатанные)
- округло-полированные (окатанные)

*Песчаные породы* (псаммиты) по величине зерна подразделяются на:

- грубозернистые 2 - 1 мм
- крупнозернистые 1 - 0,5 мм

среднезернистые 0,5 - 0,25 мм

мелкозернистые 0,25 - 0,1 мм

микрозернистые 0,1 - 0,05 мм

Соответственно этим группам названа и структура псаммитов - грубозернистая, крупнозернистая и т.д.

По относительной величине зерен псаммиты разделяются на равнозернистые и разнозернистые.

*Пылеватые породы* (алевериты) имеют алеверитовую структуру.

*Глинистые породы* (пелиты) характеризуются пелитовой структурой.

**Структура хемогенных** пород определяется размерами минеральных зерен слагающих минералов:

- крупнозернистая - более 0,5 мм
- среднезернистая - 0,5 - 0,25 мм
- мелкозернистая - 0,25 - 0,1 мм
- тонкозернистая - менее 0,1 мм.

Кроме того, может быть *землистая* и *скрытокристаллическая* структура.

В зависимости от соотношения зерен выделяют равнозернистую и разнозернистую структуру.

**Структура биохимических** пород определяется сохранностью входящих в нее остатков, принадлежностью их к тем или иным группам организмов. Если органические остатки не разрушены, структура называется *органогенной*, если разрушены - *детритовой*.

**Текстура** осадочных пород характеризует порядок расположения частиц в породе и степень ее плотности. По первому признаку выделяются следующие текстуры:

- беспорядочная - материал в породе располагается беспорядочно и как бы перемешан;
- листоватая (черепитчатая) - порода разделяется на тончайшие пропластки в связи с частой сменой зерен различного размера;
- плейчатая - плоскости слоистости волнообразно изгибаются и выклиниваются;
- слоистая (полосчатая) - наблюдается чередование слоев различного состава и цвета.

Слоистость свойственна большинству осадочных пород. Она чрезвычайно разнообразна: в морях и озерах в условиях спокойного режима воды образуется *параллельная слоистость*, в водных потоках - *косая*, в прибрежных условиях - *диагональная* и др. Мощность слоев может достигать десятков метров или не превышать долей сантиметров. Слоистость следует подробно описывать, поскольку она дает возможность правильно определить генезис осадка.

По степени плотности текстура пород бывает *плотная* - пористость на глаз не заметна; *мелкопористая* - видны мелкие частые поры; *крупнопористая* - величина пор до 2,5 мм; *кавернозная* или *ячеистая* - пустоты более 2,5 мм.

Описание основных групп осадочных пород.

## **1. Обломочные породы**

Классифицируются обломочные породы не по химическому и минеральному составу, а по абсолютной и относительной величине обломков и по наличию или отсутствию цемента (табл. 2). Обломочные осадочные породы одного и того же названия могут иметь различный химический и минеральный состав [8].

Таблица 2

## Обломочные породы

Группа пород	Размеры обломков, мм	Рыхлые породы		Сцементированные породы	
		окатанные	неокатанные	окатанные обломки	неокатанные обломки
Грубообломочные (псефиты)	>200	Валуны	Глыбы	Конгломераты: валунные	Глыбовые брекчии
	200 - 10	Галька	Щебень	галечные	Брекчии
	10 - 2	Гравий	Дресва	гравийные	
Песчаные (саммиты)	2 - 1	Пески грубозернистые		Песчаники: грубозернистые	
	1 - 0,5	крупнозернистые		крупнозернистые	
	0,5 - 0,25	среднезернистые		среднезернистые	
	0,25 - 0,1	мелкозернистые		мелкозернистые	
	0,1 - 0,05	микрозернистые		микрозернистые	
Пылеватые (алефриты)	0,05-0,005	Алефриты		Алевролиты	

Обломочные осадочные породы по размеру обломков подразделяются на следующие группы:

- **грубообломочные (псефиты)** - от греч. «псефос» - камешки размер обломков более 2 мм в поперечнике;

Рыхлые псефиты, состоящие из окатанных обломков, называются валунами, галькой и гравием. А породы, состоящие из неокатанных рыхлых обломков - глыбами, щебнем и дресвой.

Окатанные псефиты, скрепленные цементом, называются *конгломератами* (валунными, галечными или гравийными), а неокатанные псефиты, скрепленные цементом - *брекчиями* (глыбовыми, щебнистыми, дресвяными).

По происхождению брекчии бывают: осадочные, характеризующиеся обычно однородным цементом; оползневые - обломки разной величины имеют однородный состав с цементом; тектонические - цемент неоднороден и очень плотен.

*Цемент* - это масса тонкозернистого материала, скрепляющая отдельные обломки. Он образуется во время отложения осадка, а также после образования породы в результате осаждения солей из циркулирующих растворов. По составу цемент бывает песчанистый, глинистый (обычно довольно слабый), известковистый (реагирует на соляную кислоту), железистый (ржаво-бурого цвета), кремневый (очень крепкий), сложный песчано-известковый или песчано-железистый и др.

- **песчаные (псаммиты)** - от греч. «псаммос» - песок - размер обломков от 2 до 0,05 мм в поперечнике;

Это очень распространенные в природе пески и песчаники. *Пески* представляют несцементированные скопления обломков размерами от 2 до 0,05 мм, *песчаники* - породы, состоящие из сцементированных обломков той же величины. Мономинеральные пески и песчаники называют *олигомиктовыми*, а полиминеральные - *полимиктовыми*.

По минеральному составу обломков наиболее распространены следующие пески и песчаники:

- *Кварцевые*. Преобладает кварц, меньше полевых шпатов, слюды, может

быть глауконит. Цемент различный. По его составу эти песчаники называют кремнистыми, железистыми, известковистыми и т.д.

- *Кварцево-глауконитовые*. Главные минералы - кварц и глауконит, могут быть слюды и другие минералы. Присутствие глауконита придает породе зеленый цвет различной интенсивности. При выветривании эти песчаники переходят в ржаво-бурые железистые пески.

- *Железистые*. Состоят из кварца, зерна которого покрыты корочками бурого железистого минерала - гётита или гидрогётита. Цемент железистый. Окраска ржаво-бурых тонов.

- *Аркозовые*. Образуются при выветривании полевошпатовых пород типа гранитов. Имеют серый цвет. Состоят из кварца, полевых шпатов, слюд, темных минералов. Цемент различный.

- *Граувакки*. Темноокрашенные, обычно плтносцементированные, грубозернистые обломочные породы. Состоят из различных минералов, цемент также разнообразен.

• **пылеватые** (алевриты) - от греч. «алеврос» - мука - размер обломков от 0,05 до 0,005 мм в поперечнике;

Породы сложены частицами минералов размером от 0,05 до 0,005 мм. Рыхлые пылеватые породы называются *алевриты*. К ним относится лёсс, лёссовидные суглинки, супеси, суглинки и другие песчано-глинистые породы.

*Лёсс* - светлая палево-желтая порода, состоящая, главным образом из частиц кварца и, меньше, полевых шпатов размером 0,05 - 0,005 мм с примесью глинистых частиц и извести, которая присутствует в породе в виде рассеянной пыли, поэтому лёсс «вскипает» при действии HCl. Строение лёсса землистое, очень нежный на ощупь, микропористый, легкий (обладает очень большой пористостью - 40 - 50 %), легко растирается между пальцами в тончайшую пыль, образуя мучнистую массу, легко режется ножом. Имеет запах глины. В естественных обнажениях дает крутые отвесные стены. При намокании лесса связи между составляющими его обломками теряются, он уплотняется, вызывая на дневной поверхности трещины и просадки. Уменьшение его мощности при намокании учитывается при строительстве.

*Алевролиты* - сцементированные породы разнообразной окраски, часто имеют тонкослоистое плитчатое строение. Состав цемента различен [2].

## **2. Глинистые породы**

Наиболее распространенными осадочными породами являются глинистые, на долю которых приходится около 50 % от объема всех осадочных пород.

Глинистые породы называют *пелитами*, от греч. Пелёс — глины.

Пелиты состоят из мельчайших частиц (меньше 0,005 мм) глинистых минералов, именно присутствием которых обуславливаются все специфические свойства глин. В небольших количествах могут присутствовать мельчайшие зерна хлоритов, оксидов и гидроксидов алюминия, глауконита, опала, кварца, а также частицы обломочного происхождения. Образуются глинистые породы в результате химического выветривания.

По степени литифицированности среди глинистых пород выделяются глины и аргиллиты.

*Глины* - породы, образующие с водой пластичную массу, которая твердеет при высыхании, а при обжиге приобретает твердость камня. В сухом состоянии глины либо землистые, рыхлые, легко рассыпающиеся и растирающиеся, либо очень плотные. Твердость их равна 1, легко царапаются ногтем. Глины липнут к языку и, в отличие от алевролита, не скрипят на зубах. Если подышать на нее — издает землистый запах. Насыщаясь водой, эта порода разбухает, размягчается и превращается в пластичную вязкую массу, которая при дальнейшем добавлении воды приобретает способность течь; за счет гигроскопичности она способна поглощать до 70% (по объему) воды, а после полного насыщения водой становится водоупором и не пропускает воду.

Окраска разнообразна, зависит от состава глин и от примесей. Обычные глины

белого цвета, содержащие органические вещества — черного и темносерого цвета, содержащие оксиды железа и марганца желто-бурого, красного цвета, содержащие глауконит и хлориты — голубовато-зеленого цвета. Чистые глины называют жирными, а со значительной примесью песка — тощими.

По составу минералов, слагающих основную массу глин, выделяют их разновидности:

*\*Каолинитовые глины* (или каолины) образуются в результате химического выветривания полевошпатовых пород. Они состоят из каолинита, обладающего большой чистотой, высокой пластичностью и белым цветом, жирные на ощупь, в воде не разбухают. Являются ценным сырьем для изготовления фарфора, фаянса, огнеупорного кирпича и пр.

*Монтмориллонитовые глины* (или бентониты) состоят преимущественно из монтмориллонита; цвет светло-серый с желтоватым и зеленоватым оттенком, на ощупь жирные, намокая, становятся очень пластичными и увеличиваются в объеме. Применяются для очистки многих продуктов, в парфюмерии, для приготовления буровых растворов.

*\*Гидрослюдистые глины* — землистые породы белой, серой, зеленой или пестрой окраски. В воде не разбухают. Применяется для изготовления кирпича и керамических изделий.

*\*Полиминеральные глины* — в них одновременно присутствуют многие глинистые минералы, а в обломках также и другие минеральные примеси (кварц, слюды и др.). Окраска разнообразная, реакция с водой различна и зависит от преобладающего минерала. Применяются для изготовления кирпича и грубой керамики.

*\*Аргиллиты* — это плотные, твердые (твердость до 3) породы, образующиеся в результате диагенеза глин, и поэтому утратившие пластичность и водопоглощаемость. Обычно окрашены в более темные цвета, чем глины. По составу чаще гидрослюдистые, кроме того, в них присутствуют кварц, полевые шпаты, слюды и др.

*Бокситы* формируются в коре выветривания, а также при ее размыве и переотложении. Это довольно плотные, красные, реже серые породы, состоящие из гидратов оксида алюминия ( $Al_2O_3 \cdot nH_2O$  и  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ), часто с примесью оксидов железа. Обладают пелитовой и оолитовой, реже обломочной структурой. Имеют практическое значение как важнейшая алюминиевая руда.

Наибольшее практическое значение из этих пород имеют каолины и бокситы.

Кроме песчаных, пылеватых и глинистых пород существует еще ряд смешанных пород, состоящих из частиц разных размеров и состава. К ним относятся супеси, содержащие наряду с песчаными до 20-30 % глинистых частиц, и суглинки, содержащие глинистых частиц до 40-50%. Соответственно с этим меняются и свойства пород.

### **3. Хемогенно-биогенные породы**

В результате различных химических реакций, как в водной среде, и на поверхности суши, а также жизнедеятельности животных и растительных организмов образуются разнообразные породы. Они связаны множеством взаимных переходов, часто имеют сложный генезис и поэтому рассматриваются вместе. Хемогенно-биогенные породы классифицируются по химическому составу следующим образом:

*Карбонатные* — известняки, известковый туф, мергели, доломиты.

*Кремнистые* — диатомиты, опоки, трепел, яшмы.

*Сульфатные* (сернокислые) — гипс, ангидрит.

*Галоидные* - галит, сильвинит.

*Железистые* — оксиды и гидроксиды железа, карбонаты железа, сульфиды железа, железистые силикаты. Это оолитовые железные руды, состоящие из лимонита, сидерита, пирита и т. д.

*Фосфатные* — фосфориты, представляющие фосфат кальция в аморфном виде с примесью песка и глины. Имеют большое практическое значение.



*Углеродистые* (каустобиолиты) — торф, ископаемые угли, горючие сланцы, битуминозные породы, нефть.

**Карбонатные породы** — среди них широко распространены образования как химического, так и органического происхождения. Чаще здесь встречаются известняки и их разновидности.

*Известняки*, вне зависимости от их происхождения, состоят, главным образом, из кальцита, к которому в виде примесей добавляются другие минералы; основными примесями являются глина и песок. При возрастании глинистых примесей известняки переходят в мергели, а при увеличении содержания песка - в песчаные известняки и в известковые песчаники. Поэтому лучшим признаком известняков является реакция с HCl. Известняки от прибавления капли слабой HCl бурно вскипают, причем на их поверхности не остается грязного пятна, которое получается при такой пробе на поверхности мергелей. По характеру сложения известняки можно разделить на плотные (цементированные) и рыхлые (нецементированные).

По характеру структуры можно выделить известняки крупно-, средне-, мелко- и неравномернозернистые, афанитовые (плотные), землистые, оолитовые, обломочные и т. д. Они весьма различны также по окраске, текстуре и по другим признакам.

По происхождению известняки делятся на *органогенные* и *химические*. Первые включают две группы: *зоогенные* (сложенные раковинами и другими скелетными образованиями животных организмов) и *фитогенные* (сложенные водорослями); среди химических по структуре выделяется несколько разновидностей — оолитовые, зернистые, плотные (афанитовые), землистые и др.

Степень сохранности следов органогенного происхождения в известняках находится в прямой зависимости от перекристаллизации составляющего их кальцита. Чем дальше заходит этот процесс, тем сильнее, вплоть до полного исчезновения, разрушаются остатки составляющих известняк раковин и других скелетных образований. Происхождение таких сильно перекристаллизованных известняков часто невозможно установить даже с помощью микроскопа.

Следует отметить, что существуют известняки *биохимического* происхождения, образовавшиеся в результате жизнедеятельности особых бактерий, которые с самого начала не имеют никаких следов органогенной структуры и состоят из мельчайших зернышек кальцита. Эти известняки, называемые *дрюитовыми*, служат переходом к известнякам химического происхождения. Известняки *химического* происхождения встречаются значительно реже органогенных. Среди них наиболее важное значение имеют оолитовые известняки, а затем известковые туфы и натёки.

*Оолитовые известняки* представляют собой скопления шаровидных известковых зерен «оолитов», имеющих скорлуповатое или радиальнолучистое строение. Размер оолитов колеблется обычно от просяного зерна до горошины. Иногда оолитовые зернышки растворяются и на их месте в цементе породы остаются округлые пустоты; такие оригинальные породы получили название «отрицательные оолиты».

*Известковый туф* обычно имеет вид пористой или ячеистой породы, образовавшейся отложением кальцита источниками подземных вод, богатых растворенной двууглекислой известью.

В нем часто содержатся отпечатки листьев, веточек и других остатков, а также животных, которые инкрустировались отлагавшейся из источников известью. Туфы, представляющие континентальные образования, имеют обычно незначительную мощность и прихотливые формы залегания. Сравнительно редко они отлагаются значительными массами в месте выхода горячих минеральных источников. Такие туфы, имеющие более плотное кристаллическое строение, называются *травертинами*.

В случае обогащения известняка глинистой примесью в количестве менее 20% мы будем иметь *глинистый известняк*, более 20% - *известковый мергель*, а в случае содержания глинистых частиц около 30-50% — *мергель*. По внешнему виду мергель

представляет собой плотную, твердую или мягкую породу, иногда с раковистым, а чаще с неровным или землистым изломом. Окраска весьма разнообразна: часто встречаются белые, серые, розовые и зеленые тона. С соляной кислотой мергели вскипают бурно, капля оставляет на поверхности породы грязное пятно, что служит признаком, отличающим их от известняков.

*Доломитами* называются породы, содержащие не менее 95% доломита –  $MgCa_2(CO_3)_2$ ; остальные 5% в этих породах на  $CaCO_3$ . Чистые доломиты встречаются очень редко; обычно наблюдаются самые разнообразные переходы от чистого известняка к доломиту. Внешне они похожи на известняки и отличаются от них меньшей интенсивностью реакции с соляной кислотой (НСХ). Кроме того, для доломитов характерны отсутствие раковистого излома и наличие шершавого, как бы тонкопесчанистого мучнистого излома. В трещинах породы часто скапливается светлая, желтоватая или белая пыль, так называемая доломитовая мука. Структура и текстура доломитов очень разнообразны.

Среди них встречаются следующие разновидности:

зернистокристаллические «сахаровидные», сходные с мрамором; афанитовые; песчаниковидные, рыхлые; мучнистые; ячеистые.

Цвет доломитов обычно белый, кремовый или серый [2].

**Кремнистые породы** состоят преимущественно из кремнезема органического и химического происхождения. Из кремнистых пород органического происхождения особенно важны *диатомиты*. Они представляют собой скопления мельчайших скелетов диатомовых водорослей (диатомей), состоящих из водного кремнезема (опала).

К этой же группе пород относятся измененные кремнистые породы, частично органогенного происхождения, например, опока. *Опока* — это довольно твердая, очень легкая кремнистая порода, серого, голубоватого, иногда черного цвета (окраска часто пятнистая). По внешним признакам одни разновидности опок приближаются к *трепелам* и диатомитам (мягкие опоки), а другие имеют кремневидный облик (твердые плотные разновидности). При ударе твердая опока колется со звоном на мелкие остроугольные обломки с раковистым изломом. По происхождению опоки представляют собой чаще всего измененные, сильно сцементированные диатомиты.

**Сульфатные (сернокислые) и галоидные породы** различаются по химическому составу, но близки по условиям образования. Они возникают в результате выпадения солей из растворов в лагунах и заливах моря, в бессточных озерах, в сухом климате. Залегают в виде мощных пластов, линз, иногда соляных куполов и штоков. Породы чаще всего мономинеральные.

Наиболее распространенные породы этих групп — гипс, ангидрит, каменная соль, сильвинит, карналлит.

*Каменная соль* представляет собой зернисто-кристаллическую или сливную массу, состоящую из минерала галита; окраска ее изменяется от светлой до черной — в зависимости от примесей. Диагностические признаки: соленый вкус, легкая растворимость в воде, небольшая твердость.

*Сильвинит* — состоит преимущественно из сильвина, отличается пестрым цветом и горько-соленым вкусом.

*Гипс* также встречается в виде зернисто-кристаллических масс, состоящих из минерала гипса. Чистый гипс снежно-белый, желтый или розовый, но окраска может быть самая разнообразная — в зависимости от состава примесей. Он имеет небольшую твердость. Часто гипс наблюдается в виде мелких зерен или друз в различных осадочных породах.

*Ангидрит* — серая или голубовато-серая плотная, твердая порода (твердость 3,5), что резко отличает его от гипса. Ангидрит встречается на глубинах более 70 м; на

поверхности вследствие гидратации переходит в гипс, увеличиваясь при этом в объеме. Структура кристаллическая, зернистая.

**Углеродистые породы (каустобиолиты)** образуются из растительных и животных остатков, преобразованных под влиянием биохимических, химических и других геологических факторов. Эти породы обладают горючими свойствами и поэтому имеют очень важное практическое значение. К ним относятся породы ряда углей (торф, ископаемые угли) и горючие сланцы. К каустобиолитам относятся также нефти и продукты ее изменения.

Породы ряда углей, представляют собой ряд обогащения древесины углеродом по схеме: древесина (50% C) – торф (55-60% C) – бурый уголь (70% C) – каменный уголь (82% C) – антрацит (95% C).

*Торф* представляет собой бурую или черную массу не до конца разложившегося растительного материала, обугленного и обогащенного органическими кислотами. В виде примеси присутствует терригенный материал. Это рыхлая, пористая, землистая порода, образующаяся в болотах при недостаточном притоке кислорода.

Ископаемые угли образуются преимущественно из древесной растительности (гумусовые угли), меньше из водорослей (сапропелевые угли). Во всех углях присутствует терригенная примесь. В углях процесс разложения органических веществ заходит значительно дальше, чем в торфе.

*Бурый уголь* — плотная, темно-бурая или черная порода, с матовым или стекляннным (реже) блеском, землистым или раковистым изломом и бурой чертой. Неразложившиеся части растений практически отсутствуют. Содержание углерода примерно 60-70%.

*Каменный уголь* — черный, с жирным или матовым блеском, черной матовой или блестящей чертой; хрупок, пачкает руки. Большинство бурых и каменных углей обладает хорошо выраженной слоистостью. Содержание углерода увеличивается до 82-92%.

*Антрацит* — это еще более плотная порода серовато-черного цвета с сильным полуметаллическим блеском. Излом неровный, раковистый; не пачкает рук. Содержит углерода до 97%.

Процесс разложения органического вещества, происходящий в условиях наиболее затрудненного доступа кислорода, приводит к образованию нефти или горючих летучих веществ — *битумов*.

Битуминозные породы — породы с рассеянной в них нефтью, находящейся в окисленном (сгущенном) виде. Они имеют темный цвет, запах битума при ударе по породе и окрашивают растворители (бензин, бензол) при погружении в них порошка породы. Часто накопление битумов происходит одновременно с отложением тонких илов, образующих горючие сланцы.

*Горючие сланцы* — это тонкослоистые, темно-серые или бурые породы, при горении выделяют запах битума.

*Нефть* — это жидкость от светло-желтого (легкие разновидности) до коричневатого-черного (тяжелые разновидности) цвета со специфическим запахом битума и масляным блеском. Залежи нефти формируются в пористых или трещиноватых породах, которые играют роль коллекторов. Существует две гипотезы происхождения нефти - органическая и неорганическая. Самые распространенные из осадочных пород – глинистые (около 40 %), затем идут обломочные породы (30 %), известняки и доломиты (25 %) и 5 % остается на долю остальных осадочных пород [8].

### 2.4.3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОПИСАНИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Метаморфические горные породы возникают в результате преобразования ранее

существовавших осадочных, магматических, а также метаморфических пород, происходящего в земной коре под воздействием эндогенных процессов. Эти преобразования протекают в твердом состоянии и выражаются в изменении химического и минерального состава, структуры и текстуры первичных пород. К факторам метаморфизма относится воздействие высокой температуры и давления, привнос и вынос вещества высокотемпературными растворами и газами. Большую роль играет также состав исходных, а иногда и вмещающих пород (табл. 3) [7].

Таблица 3

### Преобразование осадочных и магматических пород при региональном метаморфизме

Исходные породы	Метаморфические породы
Глинистые осадочные породы аргиллиты	Глинистые (аргиллитовые) сланцы филлиты кристаллические сланцы гнейсы
Кварцевые пески и песчаники	Кварцево-сланцевые сланцы,
Аркозовые песчаники	Кварцево-сланцевые сланцы,
Кремнистые породы (опоки,	Мелкозернистые кварциты
Карбонатные породы	Мраморы
Граниты, сиениты	Кристаллические сланцы, гнейсы
Габбро, базальты	Тальковые, хлоритовые, зеленые сланцы, амфиболиты
Ультраосновные магматические породы	Тальковые сланцы, серпентинит (змеевик)

Метаморфические горные породы отличаются своеобразным строением. Они являются кристаллическими плотными агрегатами, сложенными зернами разной величины и формы. Для них характерны чешуйчатая и листоватая форма зерна, большая плотность и сланцеватость. Помимо структурных и текстурных признаков своеобразным является и минеральный состав пород. Их слагают минералы, устойчивые в условиях высоких температур и давления, - кварц, альбит, биотит, роговая обманка, пироксены, магнетит, гематит, тальк, графит, гранат и другие.

При исследовании метаморфических пород нужно стремиться установить, что представляла собой порода до метаморфизма, и какие явления обусловили метаморфизм. Приставка «пара» прибавляется к названию метаморфических пород, образованных из осадочных пород; а приставка «орто» - из магматических пород.

Под структурой метаморфических пород понимается строение минеральных агрегатов, которое характеризуется абсолютной, относительной величиной зерна и его формой.

По абсолютной величине зерна выделяют следующие структуры:

- *Крупнокристаллическая* - более 1 мм;
- *Среднекристаллическая* - 1,0-0,25 мм;
- *Мелкокристаллическая* - менее 0,25 мм;
- *Микрокристаллическая* - размер зерна на глаз не устанавливается.

По относительной величине зерна выделяют *равномернозернистую* и *неравномернозернистую* структуры.

По степени сплошности все метаморфические породы являются плотными, компактными.

Определение метаморфических пород следует начинать с установления их минерального состава. Вторым важным признаком является текстура. Имеют значение также структура и цвет. При исследовании метаморфических пород нужно стремиться установить исходную породу и тип метаморфизма (табл. 4) [11].

Таблица 4

**Важнейшие метаморфические породы**

Название породы	Текстура	Структура	Минеральный состав	Примечания
Глинистый сланец	Массивная, слабо рассланцованная	Микрозернистая	Глинистые частицы, кварц, хлорит, слюда, углистые частицы	Уплотненная, обезвоженная темная порода, иногда с прожилками кварца
Филлит	Сланцеватая	Микрочешуйчатая	Серицит, хлорит, кварц	Разноокрашенная порода с шелковистым блеском
Слюдяной сланец	Сланцеватая	Чешуйчатая, листоватая	Биотит, мусковит, кварц, иногда графит, гранат, дистен	Обильное количество слюды, часто с включениями редких минералов
Хлоритовый сланец	Сланцеватая, плойчатая	Чешуйчатая, листоватая	Хлорит, кварц, слюда	Зеленая порода с шелковистым блеском
Гнейс	Гнейсовая, массивная	Зернисто-кристаллическая	Кварц, калиевый полевой шпат, биотит, мусковит, пироксен, роговая обманка	Серая или кремовая порода с хорошо ориентированными темными минералами
Кварцит	Массивная	Зернисто-кристаллическая	Кварц	Разноокрашенная, блестящая на изломе порода
Мрамор	Массивная, неяснополосчатая	Зернисто-кристаллическая	Кальцит, доломит, примесь графита	Разноокрашенная зернистая порода, взаимодействует с HCl
Зеленый сланец	Сланцеватая	Игольчатая	Хлорит, альбит, эпидот	Зеленая порода с шелковистым блеском
Амфиболит	Массивная, сланцеватая	Зернисто-кристаллическая	Роговая обманка, средний плагиоклаз	Темно-зеленая до черной порода прожилками кварца

Змеевик	Массивная, волокнисто-сланцеватая	Кристаллическая, волокнистая	Серпентин, магнетит, хромит	Зеленовато-черная порода с блестящими эмалевыми поверхностями
Тальковый сланец	Сланцеватая	Чешуйчатая, листоватая	Тальк, кварц	Светло-зеленоватая порода, жирная на ощупь

По форме зерна выделяют следующие структуры:

- *Зернисто-кристаллическая* – порода состоит из зерен различных минералов более или менее изометричных;
- *листоватая* – минералы представлены в виде листочков крупных и средних размеров;
- *чешуйчатая* – разновидность листоватой, но с меньшим размером кристаллов минералов;
- *игольчатая* – порода состоит в основном из минералов игольчатого и волокнистого строения;
- *призматическая* – порода состоит в основном из мелких кристаллов призматической формы;

– *реликтовая* – остаточная структура, унаследованная от первичных пород.  
Текстура метаморфических пород характеризует порядок расположения минералов в породе и степень ее сплошности.

По расположению минералов в породе различают следующие текстуры:

- *сланцеватая* – удлиненные минералы располагаются своими длинными сторонами взаимно параллельно;
- *гнейсовая* – параллельное расположение таблитчатых минералов при малом содержании чешуйчатых частиц, характерна для гнейсов, где рассланцованы в основном темноцветные минералы;
- *полосчатая* - с полосчатым расположением минералов разной окраски;
- *очковая* - со светлыми округлыми пятнами на темном фоне породы;
- *плойчатая* - с волнообразно изогнутыми слоями по слоистости;
- *беспорядочная* - с беспорядочным расположением минералов.
- 

## **2.5. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ**

С тектоническим строением, стратиграфией района прохождения практики, а также с проявлениями неотектонических движений студенты знакомятся по литературным, картографическим и фондовым материалам на подготовительном этапе практики. В полевых условиях студенты должны подтвердить полученные данные.

Геоморфологическая характеристика территории проводится по следующему плану:

1. Местоположение изучаемой территории
2. Принадлежность данной территории к определенному геоморфологическому региону (по данным литературных и картографических источников)
3. Общий геоморфологический анализ, т.е. разделение территории на однородные по генезису и морфологии участки

4. Положительные и отрицательные формы микрорельефа в пределах каждого участка

#### 5. Описание водоразделов

Описание речных долин включает характеристики отдельных элементов долины: русла, поймы, надпойменных террас, коренного склона. Отмечается тип речной долины по форме поперечного профиля (террасированные или не террасированные, симметричные или несимметричные), ширина долины, глубина ее эрозионного вреза.

При характеристике русла устанавливают ширину и глубину реки, степень меандрирования, размеры меандр, наличие в русле рукавов и островов, уровень реки в межень и половодье.

Изучение поймы включает анализ ее микро- и мезорельефа, геологического строения и особенностей генезиса.

- двухсторонняя пойма – на реках с широкой развитой долиной и излучинами, меняющими положение по отношению к коренным берегам, подходящими попеременно к склонам надпойменных террас и склонам долины. Пойма расположена на внутренних берегах излучин, состоит из отдельных участков.

- односторонняя пойма характерна для рек с руслом, смещенным в сторону одного из берегов. Ширина ее достигает нескольких километров и тянется на несколько километров вниз по течению.

- пойма у впадения притоков отличается сложным строением и малой устойчивостью, связанной с различием режимов основной реки и притока.

- поймы участков долины с преобладанием глубинной эрозии встречаются с одной или с двух сторон, поверхность слабо расчленена, построены более крупным аллювиальным материалом и высоко расположены над межженным уровнем.

В поймах отмечается наличие или отсутствие грив, стариц, плакорных участков, форм микрорельефа. Дугообразность грив, асимметричный профиль, наличие «веера блуждания» свидетельствует о формировании их в прирусловой части в процессе смещения меандра. Плоская пойма формируется вследствие выполаживания гривистого рельефа в результате накопления пойменного аллювия.

Исследование надпойменных террас должно включать установление числа террас, характер и генезис их. Указываются гипсометрические данные: среднее превышение террасы над ее подошвой и над уровнем реки, наклон террасы в поперечном и продольном направлении, ширина террасы, ее приуроченность к той или иной части долины, микрорельеф поверхности, ее строение (аккумулятивная, цокольная, эрозионная).

В строении надпойменных террас различают: ПБ - уступ, Б - бровку, БП - террасовидную площадку, П - подошву, ТШ - тыловой шов, Н<sub>1</sub> - высоту бровки, Н<sub>2</sub> - высоту тылового шва, ГВВ - горизонт высоких вод. Надпойменные террасы нумеруются снизу вверх - от более молодых к древним. Над уровнем поймы обычно выделяют первую, вторую и т.д. (рис.4).

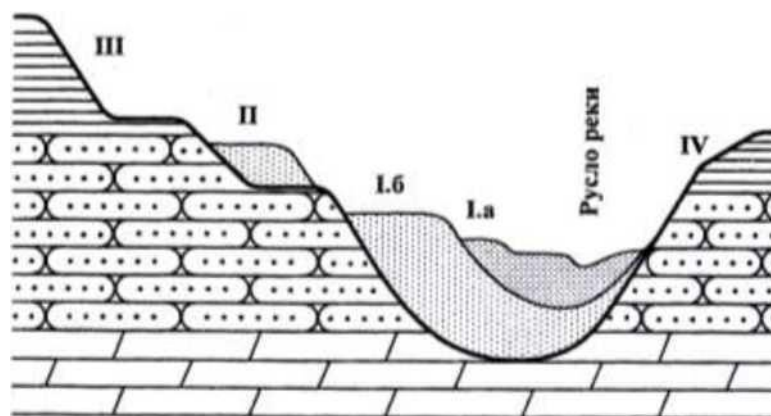


Рис. 4. Речные террасы

Генетические типы террас:

1. *Аккумулятивные, эрозионно-аккумулятивные* - это террасы, у которых мощность аллювия больше относительной высоты их над уровнем реки, весь террасовидный уступ сложен аллювиальными накоплениями, а в присклоновой и притеррасовой частях он покрыт делювиальным материалом. Различают прислоненные и вложенные террасы.

*Вложенные* (1.а) формируются при неоднократном частичном размыве аллювия. В каждой фазе размыва река углубляется до коренных пород, а затем вновь заполняет аллювием долину, промытую в ранее отложенных породах.

*Прислоненные* (1б) отличаются тем, что при размыве аллювия река не достигает коренных пород. В результате размыва возникает несколько эрозионных уступов и на древнем аллювии формируются более молодые отложения.

2. *Эрозионные* (II) террасы целиком образованы в коренных породах. На террасовидной площадке аллювий отсутствует или располагается в виде очень тонкого покрова. Террасы образуются при резком преобладании процессов эрозии над процессами аккумуляции. Наиболее древние террасы нередко превышают современное русло реки на сотни метров.

3. *Цокольные* (III) террасы. Мощность аллювия здесь значительна, но не превышает их высоты. В уступах ниже толщи аллювия обнажаются коренные породы, слагающие основание террасы и вышележащую часть склона долины. Обнаженную часть коренных пород в уступе таких террас принято называть цоколем.

4. *Скульптурные* (IV) террасы не являются собственно речными, а только морфологически похожи на них. Состоят из площадки, бровки, уступа, но образовались под влиянием процессов избирательной денудации, сопротивления выветриванию различных слоев горных пород, слагающих коренной склон долины.

## 2.6. ИЗУЧЕНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

Особое внимание во время практики уделяется изучению экзогенных геологических процессов (ЭГП) и явлений. Под ЭГП следует понимать все многообразие геологических процессов, которые приповерхностных частях литосферы преимущественно внешних факторов (табл. 5) [8].

Таблица 5

### Генетическая классификация экзогенных геологических процессов

Группа	Класс	Тип	Вид
I. Обусловленные климатическими и биологическими факторами	Выветривание	Площадное Линейное	1. Физическое 2. Химическое 3. Биологическое
II. Обусловленные энергией рельефа (силой тяжести)	Движение без потери контакта со склоном или с незначительной потерей его	Оползни	1. Сплывы 2. Оплывины 3. Оползни-блоки 4. Оползни-потоки 5. Оползни-обвалы
		Лавины	1. Снежные 2. Лотковые 3. Прыгающие
		Ледники	1. Горные (долинные) 2. Материковые (покровные)



Группа	Класс	Тип	Вид
	Движение с потерей контакта со склоном	Обвалы	1. Обвалы (собственно) 2. Вывалы 3. Камнепады
		Осыпи	1. Лотковые 2. Площадные
III. Обусловленные поверхностными водами	Океанов Морей Озер	Абразия Термоабразия Вдольбереговое перемещение наносов	1. Океанов и приливных морей 2. Бесприливных морей 3. Озер
	Водохранилищ	Переработка берегов	1. Разрушение берегов (обвалы, оползни, осыпи) 2. Размыв берега
	Водотоков	Эрозия	1. Склоновая 2. Овражная 3. Речная
		Термоэрозия	
		Сели	1. Гляциальные 2. Дождевые 3. Таяния снега 4. Прорыва плотин 5. Вулканогенные
		Затопление	
IV. Обусловленные подземными водами	Растворение и выщелачивание	Карст	1. Карбонатный 2. Сульфатный 3. Соляной
	Механический вынос	Суффозия	1. Суффозия 2. «Подземная эрозия»
	Понижение уровня подземных вод	Оседание поверхности	
	Подъем уровня грунтовых вод	Подтопление	
		Засоление	
		Заболачивание	1. Верховые болота 2. Переходные болота 3. Низинные болота
	Ослабление и разрушение структурных грунтов связей	Просадка лёссовидных пород	
		Плывуны	1. Истинные плывуны 2. Псевдоплывуны
Увеличение объема глинистых пород	Набухание		
V. Обусловленные ветром		Дефляция	1. Развевание 2. Выдувание
		Коррозия	
		Аккумуляция	1. Дюнообразование 2. Барханообразование
VI. Обусловленные промерзанием и оттаиванием пород	Промерзание	Пучение	1. Сезонное 2. Многолетнее
		Морозобойное растрескивание	
		Наледи	1. Родниковые 2. Речные 3. Смешанные

Группа	Класс	Тип	Вид
	Колебания температуры с переходом через 0°C	Курумы	1. Каменные реки 2. Каменные моря
	Оттаивание	Термокарст	
		Солифлюкция	1. Быстрая 2. Медленная
VII. Обусловленная выработкой подземного пространства	Добыча твердых полезных ископаемых и сооружение тоннелей	Проседание и провалы земной поверхности	
	Добыча нефти и газа	Оседание поверхности	

Цель изучения ЭГП - научиться находить и распознавать те геологические процессы, которые протекают в настоящее время; устанавливать причины, повлекшие за собой их развитие; оценивать масштабы проявления; делать геологически грамотное описание; зарисовывать формы рельефа, возникшие в результате развития ЭГП, давать рекомендации по устранению последствий от их проявления.

Описание ЭГП, характерных для района практики, дается в соответствии с общей генетической классификацией экзогенных геологических процессов. В ней в группы объединяются процессы по признаку обязательного и достаточного условия, без которого невозможно развитие экзогенных геологических процессов данной генетической группы. Классы выделяются по механизму воздействия основных агентов (условий). Типы выделяются по основным формам проявления ЭГП, а генетические виды отражают специфические особенности проявления процессов.

## 2.7. ИЗУЧЕНИЕ КАРСТОВЫХ И ЭРОЗИОННЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА

1. План работ по описанию карстовой воронки:

2. Общая рекогносцировка местности, во время которой выясняется расположение карстовых воронок. Вырабатывается представление об интенсивности карстового процесса, отдельные воронки сравниваются друг с другом по глубине (высоте), очертаниям бровки и др. (табл. 6) [5]. Все записи заносятся в дневник.

3. В пределах карстовой воронки прокладываются линии профилей в двух направлениях: с севера на юг, с запада на восток. По линии профиля ведутся микроклиматические наблюдения (на склонах разной экспозиции, на днище воронки), а для выявления изменений почвенно-растительного покрова закладывается 4-5 почвенных прикопок и пробных геоботанических площадок. При описании геоботанических площадок необходимо обратить особое внимание не только на изменения в составе травянистого покрова в зависимости от экспозиции склонов, но и на различия вегетативной фазы одних и тех же растений, степень задернованности, общий прирост биомассы и пр. Эти данные записываются в журнал наблюдений и в дальнейшем связываются с микроклиматическими наблюдениями и изменением почв по профилю. При описании почвенных прикопок студенты выявляют различия в мощности отдельных генетических горизонтов и степени намытости (смытости) почв в зависимости от положения почвенной прикопки.

4. Проводится площадная глазомерная съемка карстовой воронки и территории, в пределах которой работала вся группа студентов. При этом следует обратить внимание на особенности хозяйственного освоения этой местности.

5. После выполнения практических работ осуществляется камеральная обработка материалов. По результатам глазомерной съемки строится план воронки; по превышениям, полученным с помощью школьного нивелира или эклиметра, строятся

профили карстовой воронки.

По окончании камерального этапа работ студенты предоставляют следующую документацию:

1. Дневник и журналы полевых измерений;
2. Абрисы и зарисовки по почвенным прикопкам и подробные описания геоботанических площадок;
3. План воронки (дюны); на плане проводятся линии профилирования, общепринятыми топографическими знаками показывается ситуация места проведения съемки;
4. Комплексные профили с обозначением мест прикопок и пробных геоботанических площадок; здесь же строятся графики хода температур по линии профиля.

По данному виду работ в дневнике должны быть сделаны краткие выводы о закономерностях изменения отдельных компонентов как по мере углубления в воронку, так и в зависимости от экспозиции склонов.

Таблица 6

### Классификация воронок по диаметру (м) и глубине (м)

Диаметр	Вид	Глубина	Вид
< 5	небольшие	< 1	мелкие
5-25	обычные	1-5	обычные
25-50	большие	5-10	глубокие
> 50	очень большие	> 10	очень

1. План описания оврага (балки):
2. Небольшие овраги (балки) обследуются от устья до вершины. По тальвегу и бровкам склонов прокладывается буссольный ход, также инструментальная съемка проводится по границам конуса выноса.
3. Составляются несколько поперечных профилей (в зависимости от ответвлений оврага) и профиль по тальвегу.
4. Проводится глазомерная съемка оврага. Все данные заносятся в полевой журнал.
5. На склонах и дне оврага закладывается несколько почвенных прикопок и геоботанических площадок.
6. В устьевой части оврага и на конусе выноса закладываются разрезы для изучения отложений (делювиальных, делювиально-пролювиальных или аллювиально-пролювиальных)
7. Наносятся на схему и описываются все выходы коренных пород (обнажения), водопоявления (родники, заболоченность, колодцы), проявления экзогенных процессов (оползни, осыпи, обвалы, карстовые процессы).
8. В результате обследования дается заключение о происхождении оврага (эрозионный, эрозионно-карстовый) и активности (стадии роста, затухания и т.д.) (табл. 7) [8].
9. После выполнения практических работ осуществляется камеральная обработка материалов.

Таблица 7

### Категории овражной опасности

Градация по степени опасности	Количественные показатели	
	Густота овражной сети, км/км <sup>2</sup>	Плотность оврагов (количество на 100 км <sup>2</sup> )
Практически отсутствует	Менее 0,02	Менее 8

Очень слабая	0,02 - 0,2	8 - 40
Слабая	0,2 - 0,4	40 - 100
Умеренная	0,4 - 0,8	100 - 200
Сильная	0,8 - 1,2	200 - 400
Очень сильная	1,2 - 2 и более	400 - 600 и более

В масштабе вычерчивается план оврага, комплексные профили с указанием мест прикопок и пробных геоботанических площадок, обнажений, родников и т.д. проводится фракционный и литологический анализ отложений, делается заключение о происхождении отложений.

Оценивается овражная опасность территории.

*План описания долины малой реки:*

1. Указывается название реки, сведения о истоке и устье, притоках, хозяйственном использовании.

2. Зарисовываются и детально характеризуются элементы долины: борта, террасы, меандры, старицы, острова. Указывается форма поперечного профиля долины: симметричная или асимметричная, каньонообразная, осложненная террасами и т.д. Описываются родники, заболоченность, обнажения, проявления экзогенных геологических процессов, степень задернованности и залесенности.

3. Указывается ширина русла, характеристика островов, состав аллювия.

4. Отмечается высота и ширина поймы, описывается пляж, прирусловые валы, гривы и ложбины, пойменные озера, заболоченность.

5. Характеристика террас: ширина, уклон поверхности, наличие обнажений, заболоченность, задернованность, залесенность.

## 2.8. ИЗУЧЕНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

**Элювий** - континентальные геологические отложения, возникшие в результате разрушения горных пород не месте их первичного залегания. К элювию относят продукты выветривания горных пород, сохраняющие реликтовые структурные и петрографические признаки, генетическую связь и непрерывность последовательности перехода к исходным породам.

Элювий так многообразен, как и горные породы, на которых он образован. Элювий имеет ясно выраженные черты зональности. В засушливых условиях он щелочной, а в относительно влажных - кислый. В кислой среде протекает глееобразование или же латеритообразование, в щелочной среде возникает карбонатный элювий типа мергелей, лесса, лессовидных пород и т.д. нередко в верхних горизонтах элювий кислый, а книзу происходит нейтрализация углекислоты и нарастает щелочная реакция. В холодном климате наблюдается выраженное оглеение и ожелезнение - формирование мощных сизо-серых, вязких, глиноподобных масс и болотных охристо-желтых образований. В умеренном климате накапливаются красные и желто-бурые глины и суглинки, а при некоторой засушливости образуется карбонатный палево-желтый лессовидный элювий, иногда гипсоносный и обогащенный легкорастворимыми солями.

Элювиальный процесс протекает на всех элементах рельефа и захватывает все геологические отложения, не исключая новейших делювиальных, аллювиальных, эоловых, ледниковых и морских. В последних случаях образование элювия сводится к минимуму, так как оно подавляется другими геологическими процессами.

**Аллювий** - генетический тип континентальных рыхлых слоистых песчано-глинистых речных, дельтовых, овражно-балочных и озерных отложений. Типичный, широко распространенный, речной аллювий образуется в результате миграции водных потоков в пределах речных долин. В горных реках аллювий грубообломочный: валуны, галька, гравий, крупнозернистые пески; в равнинных - чаще всего пески разной

крупности, а в старицах - илы, реже глины. По мере движения наносов к устью рек они измельчаются. Аллювиальные отложения хорошо промыты и отсортированы, но в соответствии с неравномерностью струйного течения отлагаются в виде коротких косых слоев с линзами материала разной крупности. В зависимости от окружающего ландшафта в аллювии всегда присутствуют органические остатки: торфянистые включения в таежной зоне, размытые почвы в озерах, в илах и тонкозернистых песках пыльца растений. Типы аллювия: русловой, пойменный, старичный, аллювиально-делювиальные отложения в тыловой части поймы.

Различают новейший аллювий - массивов современных пойм и древний аллювий, слагающий речные террасы, сформированный в период их пойменной стадии.

**Делювий** - генетический тип континентальных отложений, образующихся на склонах в результате смыва и действия гравитационных сил. Делювиальные отложения - это разнообразные по цвету и механическому составу образования, обязанные происхождением деятельности переменных по силе и времени действия струйчатых водных потоков, которые не имеют определенных русел, а развиваются на склонах и производят смыв и отложение осадков в нижней части склонов. Делювий надо рассматривать как производное от ряда факторов: климатических условий; горных пород; формы и величины склона; водосборной площади склона; почвообразующих процессов; задернованности и залесенности склона.

Вниз по склону механический состав делювия последовательно меняется от более крупнозернистого к мелкозернистому; то же наблюдается и в вертикальном направлении - внизу делювиального чехла залегают более крупные осадки, вверху - более тонкие. Последнее связано с выравниванием (выполаживанием) склона и затуханием потоков.

Часто в разрезе делювиальной толщи наблюдаются ископаемые почвы, в большинстве случаев сформированные в перерывах в интенсивности отложения делювия. Эти почвы делят всю толщу делювия на горизонты различного возраста. При этом делювий таких горизонтов часто различен по механическому и литологическому составу в зависимости от изменения факторов осадконакопления. Делювий выпуклых склонов, в отличие от вогнутых и прямых, характеризуется несколько более легким механическим составом. Делювий длинных пологих склонов имеет тяжелый механический состав. Различия в экспозиции склонов сказывается на химическом составе делювия: делювий южных склонов относительно менее промыт и обогащен солями, особенно карбонатами. По разрезам делювиальной толщи восстанавливают древний ископаемый рельеф и бывшее положение базисов эрозии и денудации.

Исследования делювиальных отложений показало, что главная масса делювия возникла со времени образования глубоких долин древней гидрографической сети. Верхние горизонты делювиальных толщ местами завершаются новейшим делювием, достигающим иногда мощности в несколько метров, сильно окрашенным перегноем.

**Пролювий** - рыхлые отложения продуктов разрушения горных пород, смываемых и выносимых по ложбинам (эрозионным бороздам) временными потоками ливневых осадков к подножию склонов. В отличие от делювия обломочный материал менее окатан. Слагает он конусы выноса, где, сливаясь, они образуют наклонную полосу - пролювиальный шлейф. У вершин конусов выноса материал грубообломочный - галька и щебень с песчано-глинистым заполнением, а к периферии он мельчает до глин. Пролювий развит как в условиях засушливого или переменного-влажного климата (в предгорьях Средней Азии), так и в избыточно влажной субарктике.

**Флювиогляциальные (водно-ледниковые)** - генетический тип континентальных рыхлых отложений, сформированный мощными потоками талых вод древнего ледника (в условиях Восточно-Европейской равнины), современных горных или материковых ледников. Генетически эти отложения близки к аллювиальным. Чаще всего это косослоистые отложения песков, гравия, галечников. Обычны в озах и зандровых равнинах. Литологический состав может быть очень разным: встречаются обломки пород

не только осадочного происхождения, но и магматического и метаморфического.

В ходе практики студенты определяют фракционный и минералогический состав различных отложений. Генетический тип отложений определяется в полевых условиях и уточняется после проведения фракционного и минералогического анализа.

Фракционный анализ включает в себя определение соотношений различных фракций в составе тех или иных отложений с помощью набора сит и аналитических весов (табл. 8). Минералогический анализ проводится для каждой из фракций [1].

Таблица 8

### Классификация механических элементов почв

Название механических элементов	Размер механических элементов, мм	Название механических элементов	Размер механических элементов, мм
Камни	>3	Пыль средняя	0,01 - 0,005
Гравий	3,0 - 1,0	Пыль мелкая	0,005 - 0,001
Песок крупный	1,0 - 0,5	Ил грубый	0,001 - 0,0005
Песок средний	0,50 - 0,25	Ил тонкий	0,0005 - 0,0001
Песок мелкий	0,25 - 0,05	Коллоиды	< 0,0001
Пыль крупная	0,05 - 0,01		

## 2.9. ВЕДЕНИЕ ПОЛЕВОГО ДНЕВНИКА

Полевой дневник является основой для составления отчета, всех графических и табличных приложений, описания собранных коллекций минералов, горных пород и почвенных образцов. Он ведется в течение всей практики каждой бригадой.

Отчет должен содержать:

- титульный лист, на котором указывается состав бригады, начало и окончание практики;
- оглавление;
- текстовая часть глав;
- список литературы;
- список текстовых (иллюстрации) и графических приложений.

*Приложение к отчету:*

- полевой дневник;
- геологическая карта масштаба 1:25000;
- геологический разрез. Масштабы: горизонтальный 1:25000, вертикальный 1:2000;
- каталог образцов;
- иллюстрации, схемы, фотографии в тесте.

Записи и зарисовки в дневнике должны вестись простым карандашом, разборчиво, неточные данные зачеркиваются и записываются уточненные. Записи ведутся на правой стороне дневника, левая сторона служит для зарисовок и схем.

Большое значение имеют коллекции минералов, горных пород и почвенных образцов. Образцы пород должны точно характеризовать встреченные геологические объекты. Сбор палеонтологического материала должен производиться послойно и точно привязываться к послойному описанию обнажений. Коллекция почвенных образцов должна характеризовать почвенный покров района прохождения практики, должны быть представлены типичные и интразональные типы почв.

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите устройство горного компаса.
2. Перечислите этапы характеристики геологического обнажения.
3. Какие используют виды привязки геологических и геоморфологических объектов?
4. Как определяется мощность слоя?
5. Как определить азимут падения и азимут простирания?
6. Перечислите свойства горных пород.
7. Как различаются магматические горные породы по условиям образования?
8. На какие группы делятся магматические горные породы в зависимости от степени насыщения кремнезёмом?
9. На какие генетические группы делятся осадочные горные породы?
10. Как образуются метаморфические горные породы?
11. Перечислите генетические типы речных террас.
12. Дайте определение понятию карст.

## **Заключение**

Учебная полевая практика является неотъемлемым и очень важным звеном системы обучения и подготовки специалиста в области географии. Ее основные задачи: закрепление теоретических знаний, полученных студентами на аудиторных занятиях; выработка у студентов навыков наблюдений географических явлений и процессов, овладение методикой полевых исследований, развитие у студентов географического мышления, умения выявлять и анализировать взаимосвязи как между отдельными компонентами природы, так и между природой и хозяйственной деятельностью человека.

Роль полевой практики особенно возрастает в настоящее время, когда вопросы рационального использования природных ресурсов и охраны природы приобрели первостепенное значение.

Данное пособие, в котором приведена методика изучения обнажений и описания горных пород, гидрогеологических исследований, изучения элементов тектоники, экзогенных процессов рельефообразования, сбора и обработки минералопетрографических коллекций, методы геоморфологических исследований, изучение основных форм рельефа, установления связи с геологическими структурами несомненно повысит эффективность работы студентов и их руководителей при организации и прохождении практики.



## Экскурсия 1

## Иволгинская котловина

Цель экскурсии:

- изучить геологическое строение, описать морфографию и морфометрию типичной котловины забайкальского типа.
- построить поперечный гипсометрический профиль Иволгинской котловины.
- сделать описание геологических обнажений по линии профиля.
- определить эрозионный потенциал рельефа Иволгинской котловины

**Рельеф и геологическое строение Иволгинской впадины.**

Иволгинская котловина вытянута в субширотном направлении с запада-северо-запада на восток-северо-восток на расстояние около 40 км. С севера котловина ограничена южными склонами хребта Хамар-Дабан, на юге северными склонами Ганзуринского хребта, на юго-западе поднятие Кундулун отделяет её от Оронгойской впадины, на северо-востоке сливается с долиной р. Селенга.

В геологическом строении территории принимают участие породы различного генезиса и возраста.

Наиболее древними являются породы архейского возраста, которые встречаются небольшими массивами в горах Хамар-дабана и представлены переслаивающимися между собой мраморами, гнейсами и амфиболитами [12].

Значительно шире в пределах Хамар-Дабана распространены породы баргузинского комплекса протерозойского возраста. К ним относятся гранитоиды, кристаллические известняки, метаморфические сланцы.

Палеозойские отложения, преимущественно, метаморфизованные грубообломочные конгломераты с плохой сортировкой галек и редкими прослоями песчаников, слагают междуречье Краснояровки и Большой Речки.

В отношении определения возраста мезозойских пород нет единой точки зрения [12]. Все мезозойские отложения объединяет в гусиноозерскую серию, представленную тремя свитами: Комушкинской, Лысогорской и Сотниковской.

К породам Комушкинской свиты относятся аркозовые песчаники и конгломераты верхнеюрско-нижнемелового возраста, распространенные в урочище Тапхар-Обо.

Лысогорская свита представлена мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами с прослойками бурого угля. Мощность свиты в центральной части котловины составляет 600-700 м.

Выходы пород Сотниковской свиты прослеживаются вдоль подножья южного склона хребта Хамар-Дабан. В составе пород широко распространены крупнообломочные конгломераты с прослоями песчаников верхнемелового возраста. В некоторых работах данные породы отнесены к галгатайской свите верхнеюрского возраста.

Палеоген-неогеновые отложения в пределах Иволгинской котловины встречаются фрагментарно, представлены в основном грубыми конгломератами, песками и глинами.

Отложения четвертичного возраста распространены повсеместно. К ним относятся нерасчлененные континентальные отложения речных и озерных террас: пески, супеси, суглинки с прослоями галечников и валунов. Пески особенно широко распространены в южной части котловины, лессовидные суглинки и супеси занимают небольшие площади на восточном склоне Ганзуринского хребта по долинам падей Осиновая, Шалуба и др.

Пойма р. Иволги выполнена озерно-речными отложениями верхнечетвертичного возраста, в составе которых суглинки, супеси, глины [3].

Основными тектоническими структурами в пределах рассматриваемой территории являются поднятия Хамар-Дабан и Цаган-Дабан и заключенная между ними Иволгинская тектоническая депрессия.

Поднятие Хамар-Дабан представляет собой осевую часть антиклинория,

ограниченного системами разломов северо-восточного, широтного и северо-западного простирания.

Поднятие Цаган-Дабан в пределах рассматриваемой территории представлено горными массивами Бенц, Кундулун и Ганзуринский, отделенными друг от друга крутопадающими разломами.

Иволгинская межгорная котловина занимает юго-восточную часть Иволгино-Удинской тектонической депрессии. Осадочные отложения мезокайнозоя выполняющие впадину залегают в двух мульдах - Каленовской и Мухинской, разделенных антиклинальным поднятием, ось которого проходит восточнее устья р. Краснояровка, пересекая Иволгинскую котловину с севера на юг.

Неотектонические движения в котловине имеют унаследованный характер: отложения в мульдах испытывают слабое погружение, а поднятия продолжают воздыматься.

В поднятиях, окружающих Иволгинскую котловину, выделяется два типа рельефа. Это средневысотные горы Хамар-Дабана и денудационные холмы и гряды Ганзуринского хребта.

Горные массивы Хамар-Дабана отличаются большими абсолютными высотами (до 1200-1300 м), представляют среднегорье, расчлененное падами и речными долинами, имеющими V-образную форму. На отдельных, наиболее высоких массивах сохранились фрагменты древней поверхности выравнивания с холмисто-увалистым рельефом, каменными россыпями и выветрелыми останцами. Относительное превышение поднятий Хамар-Дабана составляет 400-600 м.

Ганзуринский хребет представляет собой сильно расчлененное низкогорье. Относительное превышение горных вершин составляет 150-200 м. Абсолютные высоты колеблются от 950 до 1070 м.

Днище Иволгинской котловины в рельефе представляет аккумулятивную равнину, в пределах которой выделяются:

Плоская равнина континентальной дельты и конуса выноса р. Иволги.

Плоские равнины поймы, нижних надпойменных террас и конусов выноса малых рек.

Плоские и увалистые равнины подгорных шлейфов.

Плоские равнины пойменных и нижних надпойменных террас р. Селенги.

Первый тип рельефа соответствует пойменной и надпойменным террасам р. Иволги и представляет слабо расчлененную аллювиально-пролювиальную равнину. Ширина поймы р. Иволги колеблется в значительных пределах, достигая в отдельных местах 6 км. Высота поймы обычно не превышает 1-2 м над урезом воды в реке в меженный период. Вследствие незначительного уклона, равнинности рельефа большая часть поймы заболочена.

Надпойменные аккумулятивно-эрозионные террасы распространены локально. Низкая терраса отчетливо выражена в восточной части котловины, сложена тяжелыми суглинками и глинами мощностью от 1,5 до 3,5 м. Высота бровки террасы 2,5-3,0 м, ширина достигает 2,0-2,5 км.

Высокая терраса в верховьях р. Иволги выражена достаточно четко в виде отдельных участков, разобщенных долинами временных водотоков. В нижнем течении реки высокая терраса прослеживается по левобережью. Высота террасы в верховьях составляет 4-7 км, ширина - 2-3 км.

Плоские равнины поймы, нижних надпойменных террас и конусов выноса малых рек распространены в верхней, горной части долины р. Иволги и по долинам ее горных притоков. Равнины сложены слабосортированными песчаными и глинистыми отложениями с примесью щебня и слабоокатанной гальки. Ширина пойменных равнин малых рек составляет 25-50 м, увеличиваясь до 200 м при выходе в котловину.

Равнины подгорных шлейфов представлены делювиально-пролювиальными

равнинами северного склона Ганзуринского хребта. Среди них различают плоские равнины, сложенные мелкообломочным, преимущественно песчаным материалом и расчлененные, сложенные грубообломочными, щебнистыми отложениями. Углы наклона равнин составляют 1-5°, в отдельных местах 10-15°.

На северо-востоке равнина континентальной дельты р. Иволги переходит в поверхность пойменной и первой надпойменной террасы р. Селенги, которая представляет плоскую аллювиальную равнину, сложенную валунно-галечниковыми, галечниковыми и песчаными отложениями, перекрытыми более мелкообломочным, обычно песчаным материалом [3].

Высота поймы колеблется от 1 до 5 м над урезом воды в реке, во время половодий эта поверхность затопливается. Высота первой террасы относительно поймы составляет 1-6 м, относительная высота второй 7-12 м.

### Контрольные вопросы.

1. Назовите время формирования впадин забайкальского типа.
2. Каковы характерные особенности впадин забайкальского типа.

### Экскурсия 2

#### Впадины байкальского типа

#### Рельеф и геологическое строение впадин байкальского типа юго-западной части Байкальской рифтовой зоны

Территория исследования расположена в пределах юго-западной части Байкальской рифтовой зоны в Южно-Сибирской физико-географической области [5]

Современный характер рельефа исследуемой территории унаследован от рельефа и морфоструктур предшествующих эпох лишь в самом общем виде. Это касается положения горной области в системе региональных структурных зон, контуров ее ограничений и общей тенденции к поднятию.

Современные морфоструктурные элементы юго-восточной части Восточного Саяна имеют линейное субширотное простирание. Общий облик рельефа определяется чередованием хребтов и, заключенных между ними, вытянутых депрессий различной ширины и протяженности. Сюда же включается перирогенная зона южной окраины Сибирской платформы.

Тункинский хребет и одноименная система впадин протягиваются на 175 км в широтном направлении. Хребет представляет собой горное сооружение с резко расчлененным альпинотипным рельефом. Многочисленные остроконечные горные вершины с гольцовыми ландшафтами достигают высоты 2500-3200 м (г. Алтан-Мундарга). Наибольшую высоту – 3491 м – имеет горный массив Мунку-Сардык, расположенный на стыке хребтов Большой Саян, Хамар-Дабан и Тункинских гольцов (рис. 2) [4].

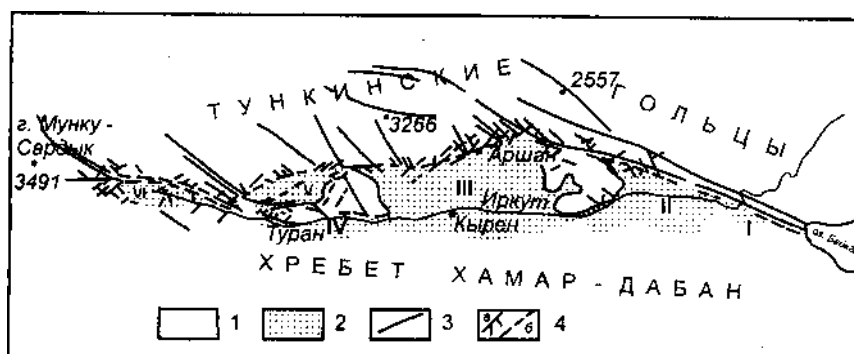


Рис. 2. Схема Тункинских впадин и их северного обрамления (с использованием материалов А.И. Шмотова): 1 – внутривпадинные перемычки; 2 - кайнозойские отложения; 3 - древние разломы; 4 - рифтогенные разломы (а - достоверные, б - предполагаемые). Впадины: I -

Быстринская; II – Горская; III – Тункинская; IV – Гуронская; V – Хойтогольская; VI – Мондинская

Ширина Тункинского хребта относительно невелика, и он представляет собой резко обособленную структуру, отличающуюся значительными высотами и значительной ледниково-эрозионной расчлененностью. Столь значительная дифференциация связана, вероятно, с блоковыми движениями вдоль глубинного Тункинского разлома на юге и Китайского на севере. Субмеридиональные оперяющие разломы хотя и обусловили блоковый распад хребта и формирование кристаллического фундамента межвпадинных перемычек, но не нарушили единства его морфоструктуры. Отмечается некоторая внутренняя дифференциация, связанная с неоднородностью древней структуры [12].

Морфометрические показатели системы впадин юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны, протягивающихся от западного окончания озера Байкал в субширотном направлении до горного массива Мунку-Сардык приведены в табл. 1 [4].

Таблица 1

**Морфометрические характеристики Тункинских впадин**

Котловина	Длина, м	Ширина, м	Площадь, км	Интервал абс. высот днища, м	Высота			Падение фоновой дренирующей реки
					Средняя, днища	Абс., вершин окружающих гор	Макс. относительная, бортов котловины	
Быстринская	8-9	3-4	30	600-730	700	1000-1400	800	7,0
Горская	30	10-20	36	660-800	750	1000-2200	1340	1,2
Тункинская	65	20-32	1800	700-900	800	2000-3200	2500	1,1
Туранская	22	3-6	70	840-1000	930	1200-3000	2160	5,0
Хойтогольская	33	7-11	270	900-1500	1100	1200-3200	2100	7,9
Мондинская	25	3,5-5	90	1250-1600	1430	1800-3500	2250	9,6

Северный борт впадин представляет собой крутой уступ по зоне Тункинского глубинного разлома, имеющий высоту 2000 м и более. На юге полого наклоненные днища впадин плавно переходят в хребет Хамар-Дабан. Впадины отделены друг от друга цокольными горными перемычками, соединяющими цепь Тункинских гольцов с северным склоном Хамар-Дабана. Над смежными аккумулятивными днищами впадин отроги возвышаются в среднем на 300-400 м.

На востоке система впадин начинается небольшой Быстринской впадиной, имеющей небольшую ширину. Западнее она резко расширяется и переходит в Горскую впадину, отделённой от Тункинской впадины Еловским отрогом. К западу от Тункинской впадины за Ниловским отрогом располагаются более мелкие и менее глубокие впадины – Туранская и Хойтогольская. Западнее Туранской впадины долина резко сужается и переходит в малую Мондинскую впадину.

В пределах Тункинской впадины глубина погружения фундамента достигает 2000 м ниже уровня моря. Одна из главнейших особенностей Тункинских впадин заключается в том, что они как бы подвешены над впадинами оз. Байкал. Современный урез воды в оз. Байкал располагается на высоте 455,9 м. Днище Быстринской впадины лежит уже на высоте 636 м, далее на запад происходит постепенное увеличение высот положения днищ Горской (660-690 м), Тункинской (712-760 м), Хойтогольской (918 м) и Мондинской (1350 м) впадин.

В районе исследования можно наблюдать все характерные формы экзогенного и эндогенного рельефа. В их развитии преобладают современные и палеосейсмогенные, склоновые, ледниковые и водно-эрозионные процессы. В структуре рельефа южного склона Тункинского хребта основную роль играют фасеты – склоны тектогенного происхождения треугольной формы, прямого профиля и крутизной 30°, ограничивающие боковые гребни хребта. На востоке Горской впадины уступ представляет систему разновысотных узких и протяженных тектонических ступеней. Такие же ступени наблюдаются на северном крыле Мондинской впадины.

Тункинский хребет прорезан глубокими поперечными долинами, заложенными вдоль разломов. В настоящее время реки активно врезаются. В связи с этим близ Тункинского сброса наблюдаются ущелья и каньоны. Эти участки долин отличаются высокими цокольными террасами, количество которых уменьшается вверх и вниз по течению. Долины перегружены глыбовым материалом и практически все являются селеопасными.

Повсеместно в горах широко развиты склоновые процессы – оползни, обвалы, осыпи, курумы, лавины, а также современные сейсмодислокации, выраженные в рельефе в виде разрывов почвенно-растительного покрова, сейсмических лавин, сеймотектонических ступеней.

Внутригорные Тункинские впадины представляют собой область накопления полигенетических отложений кайнозойского возраста, мощностью до 3000 м. Центральную часть впадин занимает аллювиальная равнина Иркутка с обширными озерными и болотными понижениями, которые являются зонами активного современного осадконакопления в местах максимального современного погружения фундамента.

В плейстоцене Тункинские гольцы подвергались горно-долинному оледенению. В глубине гор господствуют многоярусные кары, цирки и трогги, перегороженные ригелями. В троговых долинах частично сохранились конечные и боковые морены. Вершины хребта состоят из узких скалистых гребней и карлингов. Некоторые долинные ледники достигали высоко расположенных впадин. Формы ледниковой аккумуляции наиболее широко распространены в Мондинской и Хойтогольской впадинах, представлены полосовидными валами боковой морены, маргинальными каналами, переходящими ближе к долине Иркутка в холмисто-западинный ландшафт с моренами, термокарстовыми озерами и «бараньими лбами». Флювиогляциальные формы представлены зандровыми равнинами, на которых широко распространены современные эоловые формы – дюны и котловины выдувания.

В северо-восточной части Тункинской впадины возвышаются вулканические постройки плейстоценового возраста – небольшие единичные конусы, холмы и гряды, сложенные пористыми базальтами и шлаками. Самый крупный из них – вулкан Хара-Болдог (Черского), высота его конуса 100 м. Западнее д. Талой вулканические конусы едва возвышаются над озерно-болотной низиной и постепенно погружаются в голоценовые отложения. Несколько вулканов, наиболее древних в Тункинской группе, насажено на Еловское базальтовое плато. С миоценовой фазой вулканизма связан плохо сохранившийся вулкан Хулугайша в Мондинской впадине.

Рельеф является важным фактором развития карста, он определяет особенности формирования карстовых вод. Большая энергия рельефа, островерхие водоразделы и обширные межгорные понижения предопределяют:

- неравномерный характер распределения атмосферных осадков, связанный с экспозицией склонов по отношению к направлению господствующих ветров;
- высокую величину градиента осадков, часто на небольших площадях;
- аккумуляцию поверхностного и подземного стока в межгорных впадинах;
- различные условия инфильтрации атмосферных осадков на плоских водоразделах, крутых склонах и обширных межгорных понижениях;
- различные уклоны потоков подземных вод на склонах и в межгорных

понижениях, определяющие наряду с фильтрационными свойствами водовмещающих пород скорость движения этих потоков.

Уклоны поверхности и степень расчлененности территории контролируют характер поверхностного стока и инфильтрации вод, что определяет интенсивность развития поверхностных карстовых форм. Значительная крутизна склонов создает неблагоприятные условия для инфильтрации метеорных вод. На таких участках резко преобладает поверхностный сток и карстовый процесс не получает существенного развития. По слабонаклонным участкам атмосферные воды стекают медленно, оказывая длительное растворяющее действие на карстующиеся породы и просачиваясь в большом количестве по трещинам вглубь. Отрицательно влияет на карст и сильная расчлененность территории. К крайним показателям горизонтального расчленения, при которых возможно развитие карстовых форм, относятся 1,5-2 км на 1 км<sup>2</sup> (2). Кроме того, интенсивное врезание эрозионной сети приводит к уничтожению поверхностных карстовых форм на дне речных долин. В результате в горах карст чаще приурочен к пологим элементам рельефа – к поверхностям выравнивания, террасам и бортам речных долин [12].

В Тункинских гольцах значительная закарстованность характерна для коренных склонов речных долин и присклоновых участков, примыкающих к водоразделам. Этому благоприятствует наличие трещин бортового отпора в верхних частях склонов, тектонические нарушения, небольшая мощность рыхлых отложений и их грубый состав. На цокольных террасах под маломощным аллювием карстовые процессы активизируются. Интенсивное развитие карста наблюдается у подножия коренных склонов долин в полосе тылового шва надпойменной террасы и в руслах рек на участках выхода коренных пород. Причинами этого являются размывость покрова водонепроницаемых некарстующихся пород коренного берега, инстративный характер аллювия и ток карстовых вод в русло реки.

Ведущая роль в распределении ярусов горного рельефа и их морфологических особенностей принадлежит неотектонике. Ярусность горного рельефа на рассматриваемой территории в одних случаях проявляется четко, в других – ее геоморфологические границы стерты агентами денудации. Тункинский хребет – довольно резко очерченный, фрагментарно сохранившийся вершинный ярус нагорных плато и остроконечных вершин. Ниже располагается горно-долинный ярус, переходящий в промежуточный геоморфологический ярус, представленный наклонной предгорной равниной.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Дать определение понятию рифт.
2. Назовите характерные особенности впадин байкальского типа юго- западной ветви Байкальской рифтовой зоны.
3. Какие опасные природные явления свойственны исследуемой территории.
4. В какое время наблюдалась активная вулканическая деятельность на данной территории?

Порядок описания песчаных (алевритовых) пород в полевых условиях:

1. Название породы.
2. Окраска (желательно указать ее обусловленность и изменения в обнажении).
3. Структура\* (с указанием степени сортировки, преобладающих размерных фракций и их содержания).
4. Форма зерен (степень окатанности).
5. Минералогический состав обломков (с выделением породообразующей их части, минералов-примесей 1-10 % и акцессорных – обычно 1 %).
6. Текстура (тип слоистости с указанием ее обусловленности).
7. Цемент у сцементированных разностей пород (с указанием его состава, типа и других особенностей).
8. Физические свойства породы (пористость, крепость и другие).
9. Минеральные новообразования (аутигенные и вторичные минералы, конкреции и условия их формирования).
10. Включения органических остатков (фауна, флора).

Пример описания по данной схеме:

- 1) Песчаник.
- 2) Светло-серый с ржаво-бурыми пятнами и линзами, обусловленными неравномерным распределением в породе гидроокислов железа.
- 3) Разнозернистый, преимущественно средне- и мелкозернистый (в сумме до 60 %), плохо сортированный (грубозернистых частиц до 10 %) с единичными обломками мелкого гравия.
- 4) Зерна хорошо окатанные.
- 5) Слюдисто-кварцевый с единичными зернами глауконита.
- 6) Мульдовиднослоистый (слоистость подчеркивается неравномерным распределением различных по размеру обломков, образующих слойки, а также неравномерным распределением в породе гидроокислов железа, приуроченных к более крупнозернистым фракциям).
- 7) Цемент – глинисто-железистый, присутствует в малом (до 10 %) количестве, неравномерно распределен в породе, тип цемента – контактовый (соприкосновения);
- 8) Некрепкий (разминается руками), пористый в связи с малым количеством цемента);
- 9) Зерна глауконита, вероятно, переотложенные, имеют почковидную форму, сильно разложены, окислены с поверхности; гидроокислы железа образуют на обломках кварца «рубашку», возникли в результате циркуляции грунтовых вод, так как приурочены к более пористым участкам породы.
- 10) Органические остатки не установлены.

\*Рекомендуется пользоваться следующей классификацией: грубозернистые (2-1 мм), крупно-зернистые (1-0,5 мм), среднезернистые (0,5-0,25 мм), мелкозернистые (0,25-0,1 мм), тонкозернистые (0,1-0,05 мм) псаммиты, 0,05-0,01 мм - алевриты

### Последовательность описания глинистых пород в полевых условиях:

1. Название породы.
2. Окраска, ее изменения во влажном и сухом состоянии, обусловленность.
3. Минеральный состав (в полевых условиях не всегда может быть уверенно определен).
4. Структура (пелитоморфная, алевро- или псаммопелитовая).
5. Текстура и ее обусловленность (слоистая, массивная, отмечается также скорлуповатость).
6. Примеси песчаного, алевритового, известковистого, углистого и другого материала (данный факт при заметных количествах примеси отражается в названии породы).
7. Пластичность, крепость и другие физические свойства.
8. Новообразования (стяжения, желваки, конкреции, железистые оолиты, аутигенные минералы – пирит, марказит, гипс и т.п.).
9. Органические остатки, их количество, сохранность, вид, номера отобранных образцов).

### Пример описания по данной схеме:

1. Глина.
2. Зеленовато-серая с ржаво-бурыми полосками и пятнами, обусловленными гидроокислами железа, концентрирующимися вдоль трещин (полоски) и реже по всей массе породы (пятна).
3. Гидроглинистая (каолинито-гидроглинистая, монтмориллонитовая и т.д.).
4. Структура алевропсаммитовая.
5. Неясная параллельнослоистая текстура за счет присутствия тонких (1 мм) слойков, обогащенных алевритовым материалом и имеющих более светлую окраску.
6. Заметная (15 %) примесь алевритового материала, известковистая (вскипает от HCl).
7. Слабопластичная, комковатая.
8. Содержит единичные шарообразные стяжения сульфидов железа диаметром 2-3 мм, окисленные с поверхности;
9. В породе нередко встречаются цельные раковины двустворчатых моллюсков.



### Порядок описания известняков:

1. Название породы (определяется по соотношению главного компонента кальцита и примеси – песчаных и глинистых и др. частиц в соответствии с действующими классификациями; очень много дает реакция с HCl);
2. Окраска (и ее обусловленность); важно отмечать цвет в свежем изломе и на выветрелой поверхности, присутствие сидерита, анкерита вызывает бурую окраску.
3. Структура (кристаллическая зернистая, органогенная, обломочная, оолитовая и др.) с указанием соотношения обломков и цементирующей массы; указывается также равномерная или неравномерная зернистость;
4. Текстура, указываются текстуры первичные (слоистые, волнистослоистые, косослоистые и т.п.), биогенные (например, с ходами илоедов), гравитационные (оползневые) диагенетические и катагенетические (связанные с замещением, растворением, например, стилолитовые, узловатые известняки).
5. Состав породы: карбонатность с указанием минерала-примеси; характеристика фауны.
6. Крепость.
7. Цемент.
8. Включения.
9. Вторичные изменения.

а) собственно органогенная, когда порода состоит из известковых органических остатков без признаков их переноса, вкрапленных в тонкозернистый карбонатный материал;

б) органогенно-обломочная, когда в породе присутствуют раздробленные и частично окатанные органические остатки, находящиеся среди тонкозернистого карбонатного материала (карбонатного ила – микрита);

в) детритусовые, когда порода сложена только раздробленными органическими остатками без заметного количества тонкозернистых карбонатных частиц (в зависимости от размера обломков. Для характеристики структуры рекомендуется размерность обломочных пород, например, известняки крупнозернистые (0,5-1,0 мм); известняки грубодетритусовые (1,0-2 мм) и т.д.

Пример описания геологического обнажения

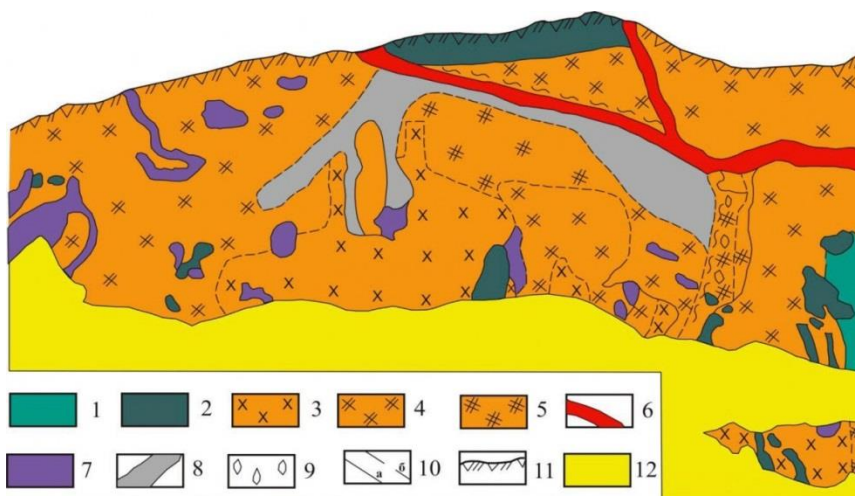


Рис. 1. Фрагмент зарисовки обнажения Ферсмана (составлен студентами кафедры геологии ФГБОУ ВО «БГУ» под руководством Д.И. Царева).

Местоположение. Географические координаты: 51°54'54.99"N 107°28'7.95"E вдоль острогов хребта Хамар-Дабан и левобережья поймы реки Селенги и заканчивается в месте впадения ручья Уточкиной пади в протоку Селенги в 2,5 км от с. Ошурково [6].

Длина обнажения 200 метров. 1 — монзониты; 2 — дайки лампрофиров; 3 — монцодиориты среднезернистые; 4 — монцодиориты крупнозернистые; 5 — габбро-пегматиты; 6 — граниты пегматиты; 7 — прожилково-вкрапленные цеолиты; 8 — карбонатиты; 9 — крупнозернистый апатит; 10 — контакты: а) четкие, б) постепенные; 11 — почвенно-растительный слой; 12 — осыпь.

## Глоссарий

### Гипергенные процессы. Выветривание

**Зона гипергенеза** – приповерхностная часть земной коры, в пределах которой происходит взаимодействие атмосферы, гидросферы и биосферы с веществом литосферы. Верхней границей зоны гипергенеза служит земная поверхность. Нижняя граница соответствует уровню затухания воздействия на горные породы фотосинтезирующей жизни (что сопровождается резким сокращением содержания кислорода и соответственно изменением химических условий среды (Eh, pH), угнетением процессов окисления, гидролиза, коллоидообразования). Обычная мощность зоны гипергенеза не превышает десятков метров, но иногда гипергенные процессы проявляются на глубинах в сотни и даже первые тысячи метров. Их проявление в глубинных зонах приурочено к зонам трещиноватости, карстовым полостям, поверхностям контактов пород, подземным горным выработкам, сохраняющим связь с земной поверхностью и служащим путями проникновения гипергенных агентов. В зависимости от условий процессы гипергенеза можно разделить на три группы: *поверхностный (или наземный) гипергенез*; *глубинный (или подземный) гипергенез* – комплекс явлений и процессов, происходящих ниже земной поверхности и связанных с воздействием подземных вод, движущихся по водоносным горизонтам или восходящих по проницаемым зонам; *подводный гипергенез (или гальмиролиз)* – комплекс явлений и процессов, происходящих на дне морей и океанов при взаимодействии морских вод с горными породами.

**Выветривание** – это процесс изменения и разрушения минералов и горных пород на поверхности Земли (в зоне поверхностного гипергенеза) на месте их залегания под воздействием физических, химических и органических факторов. В зависимости от того, какие факторы обуславливают процессы преобразования пород, выветривание можно подразделить на *физическое (или механическое)*, *химическое* и *органическое*.

**Выветривание температурное** – разрушение горных пород и минералов на поверхности Земли под влиянием колебаний температуры; разновидность физического выветривания.

**Десквамация** (*от лат. «desquamo» – снимаю чешую*) – чешуйчатое отслаивание горных пород под влиянием резких колебаний суточных температур.

**Выветривание морозное** – разрушение горных пород в результате периодического замерзания попадающей в трещины воды; разновидность физического выветривания.

**Выветривание химическое** – процесс химического преобразования минералов и горных пород под воздействием воды, кислорода, углекислого газа, органических кислот, а также вследствие биогеохимических процессов.

**Элювий** – продукты выветривания, залегающие на месте своего образования.

**Кора выветривания** – это комплекс элювиальных образований, возникших в верхней части литосферы в результате преобразования в континентальных условиях горных пород под воздействием различных факторов выветривания.

**Ортоэлювий** – кора выветривания магматических и метаморфических горных пород. Эти породы формировались в условиях, резко отличных от земной поверхности, и поэтому они изменяются наиболее сильно. Соответственно, развивающиеся по ним коры выветривания резко отличаются от материнской породы.

**Параэлювий** – кора выветривания морских осадочных пород. Изменение таких пород, по сравнению с магматическими и метаморфическими, часто менее значительно. Поэтому кора выветривания не всегда резко отличается от материнских пород (например, при выветривании глин).

**Неоэлювий** – элювий континентальных отложений. Материнские породы, за счёт которых происходит формирование такого элювия, сами являются переотложенными продуктами выветривания, и в поверхностных условиях уже слабо изменяются. В силу

этого неоэлювий часто выражен неотчётливо, нередко выветривание захватывает только почвенную толщу и коры выветривания не образуется.

**Стадии развития коры выветривания** – последовательность преобразования минералов и горных пород в корах выветривания. Выделяются 4 стадии развития коры выветривания: 1) *обломочная*, 2) *сиаллитная*, 3) *сиаллитная кислая*, 4) *аллитная*.

**Латерит** (от лат. «*later*» – *кирпич*) – красноцветные железистые или железисто-глинозёмистые элювиальные образования, образующиеся во влажных тропических и субтропических областях в условиях интенсивного выноса кремнезёма ( $\text{SiO}_2$ ) и оснований  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  и накоплением окислов алюминия (гиббсит –  $\text{AlO}(\text{OH})_3$ ), железа (гематит –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , гётит –  $\text{FeOOH}$ ) и титана в остаточных породах.

**Денудация** – процесс перемещения рыхлых продуктов разрушения горных пород.

## Склоновые процессы

**Склоны** – наклонные участки поверхности, ограничивающие различные формы рельефа. Вниз по склонам происходит перемещение рыхлых масс обломочного материала или крупных блоков пород, при этом характер перемещения определяется крутизной склона, составом слагающих его пород и воздействующими на склон факторами. Выделяют 4 главных группы склоновых процессов: 1) *обвально-осыпные*, 2) *оползневые*, 3) *процессы массового перемещения обломочного материала*, 4) *плоскостной безрусловый смыв*.

**Угол естественного откоса** – максимальный угол наклона склона, при котором горные породы не осыпаются и не оползают под собственным весом. На склонах, крутизна которых больше угла естественного откоса, преобладают обваливание и осыпание. При крутизне менее угла естественного откоса, но более  $12-15^\circ$  развиваются процессы оползания, часто сочетающиеся с плоскостным смывом и массовым движением обломков, покрывающих склон. Для пологих склонов характерен плоскостной смыв и массовое движение обломков.

**Осыпание** (или **камнепад**) – скатывание или скольжение обломков по склону.

**Обвал** – отрыв и падение больших масс горных пород на крутых и обрывистых склонах гор, речных долин и морских побережий. Обвал происходят в результате ослабления связности (цельности) горных пород, главным образом под влиянием процессов выветривания, деятельности поверхностных и подземных вод.

**Оползень** – это процесс соскальзывания масс горных пород вниз по склону под действием силы тяжести. Оползшую массу называют *оползевым телом*.

**Суффозия** (от лат. «*suffosio*» – *подкапывание*) – процесс выноса тончайших минеральных частиц и растворенных веществ водой, фильтрующейся в толще горных пород.

**Десерпция** – процесс медленного сползания щебенисто-глыбового материала вниз по склонам.

**Курумы** – медленное (до нескольких мм/год) движущиеся вниз по склонам потоки сухого щебенисто-глыбового материала.

**Солифлюкция** – медленное (со скоростью до нескольких см/год) перемещение материала вниз по склону в жидком или вязкотекучем состоянии. Солифлюкция наиболее активно протекает на склонах в зоне вечной мерзлоты в период таяния.

**Дефлюкция** – медленное пластичное смещение или выдавливание слабо увлажнённых масс.

**Коллювий** – продукты выветривания, смещённые вниз по склону под действием силы тяжести.

**Делювий** (от лат. «*deluo*» – *смываю*) – генетический тип отложений, возникающих в результате накопления смытых со склонов дождевыми или талыми водами рыхлых продуктов выветривания, называют. Для делювиальных отложений

типичны залегание в виде шлейфов, плохая сортировка материала, наличия неокатанных угловатых обломков пород, пористость, слабо выраженная слоистость (параллельная склону), карбонатность и наличие горизонтов погребенных почв. Основная масса делювия представлена суглинками и супесями. Средняя скорость его накопления невелика и составляет десятые доли мм/год.

### Геологическая деятельность ветра

**Дефляция** (от лат. «deflatio» – сдувание) – процесс выдувания и развевания ветром частиц рыхлых горных пород. Дефляции подвергаются мелкие частицы пелитовой, алевроитовой и песчаной размерности. Различают площадную и локальную дефляцию.

**Корразия** (от лат. «corrado» — скоблю, соскребаю) – процесс механического истирания горных пород обломочным материалом, переносимым ветром. Заключается в обтачивании, шлифовании, и высверливании горных пород.

**Сальтация** (от лат. «saltatio» – скачок) – процесс перемещения обломочных (преимущественно песчаных) частиц путём скачкообразных движений.

**Лёсс** (нем. «Loss» от «lose» – рыхлый, нетвёрдый) – отложения, сложенные пылеватыми частицами, неслоистые, обладающие высокой пористостью.

**Ветрогранники** – обломки горных пород двух-, трёх-, четырёхгранной формы, возникающие вследствие шлифующего действия песка, переносимого ветром

**Барханы** – подвижные аккумулятивно-дефляционные формы рельефа пустынь, представляющие собой серповидные в плане крупные скопления песков. Характерной морфологической особенностью барханов служит полулунное или серповидное очертание в плане и наличие ассиметричных склонов: длинного пологого (5—14°) наветренного и короткого крутого (30-33°) подветренного, переходящих в вытянутые по ветру «рога».

**Дюны** – подвижные аккумулятивно-дефляционные песчаные форма рельефа внепустынных областей. В отличие от развитых в пустынях барханов, у дюн «рога» расположены на наветренной стороне. Пологий склон обращён навстречу ветру и имеет угол наклона 8—20°, заветренный 30-40°.

**Корразийные формы эолового рельефа** – формы, возникающие под воздействием динамических ударов ветра и, особенно, под действием ударов мелких частиц, переносимых ветром в ветропесчаном потоке.

### Геологическая деятельность русловых потоков

**Эрозия** – размыв земной поверхности водным потоком. Эрозия может быть направлена на углубление дна долины – **донная** (или **глубинная**) **эрозия**, или на размыв берегов и расширение долины – **боковая эрозия**.

**Базис эрозии** – поверхность, на уровне которой водный поток теряет свою силу и ниже которой не может углублять своё ложе. За **главный базис эрозии** принимается уровень Мирового океана. Помимо главного, выделяются **региональные** и **локальные базисы эрозии**. Региональными базисами эрозии являются уровень моря или озера, в которое впадает река, уровень крупных низменностей и пр. Локальным базисом может являться любая точка русла – водопады, пороги, устья притоков и др.; эти базисы постоянно изменяются и определяющими эрозию на расположенном выше по течению участке.

#### *Деятельность временных русловых потоков*

**Эрозионные борозды** – переходные формы от плоскостного к линейному размыву поверхности склонов. Борозды возникают за счёт плоскостного стока дождевых и талых вод при слиянии небольших струек в наиболее пониженных участках склона. Дальнейшая эрозия в бороздах приводит к образованию более крупных форм – **рытвин**.

**Овраг** – эрозионная форма рельефа, обладающая продольным профилем, отличным от профиля склона и крутыми бортами.

**Балка** – эрозионная форма, характеризующуюся наличием плоского дна и пологих склонов, закреплённых растительностью. Балки образуются в процессе расширения оврага при незначительной скорости его углубления.

**Сель** – временный разрушительный поток, перегруженный грязекаменным материалом.

**Пролувий** – отложения устьевых выносов временных русловых потоков и отложения субаэральных дельт. Пролувиальные отложения особенно широко развиты у подножия гор в условиях аридного климата, где они слагают мощные конусы выноса и предгорные шлейфы, образующиеся при их слиянии.

#### **Деятельность рек**

**Меандры** – крутые изгибы речной долины, образующиеся в процессе размыва берегов.

**Старица** – это замкнутый водоем, обычно продолговатой извилистой или подковообразной формы, образовавшийся в результате полного или частичного отделения участка реки от её прежнего русла. Старицы некоторое время могут сохранять связь с рекой, но постепенно входы в них заносятся речными отложениями – происходит их превращение в старичные озёра, а затем – в болота или сырые луга.

**Аллювий** – отложения постоянных русловых потоков (рек, ручьев). Аллювий формируется в различных участках речной долины, в соответствии с чем выделяют три его фации: *русловый, пойменный и старичный аллювий*.

**Террасы речные** – ступенеобразные уступы в бортах речной долины. В строении террас выделяют **площадку** – выровненную поверхность террасы, **тыловой шов** – место сочленения площадки с вышерасположенной террасой или коренным склоном, **склон террасы** и **бровку** – место сочленения площадки и склона террасы. Формируются террасы в процессе омоложения рек.

**Террасы эрозионные** (или скульптурные террасы, террасы размыва) – террасы, выработанные речным потоком в коренных породах. Такие террасы наиболее характерны для горных рек, где активно проявляются тектонические движения, приводящие к частым изменениям продольного профиля реки.

**Террасы эрозионно-аккумулятивные** (или цокольные) – террасы, нижняя часть которых сложена коренными породами (цоколь), а верхняя – аллювиальными отложениями.

**Террасы аккумулятивные** – террасы, полностью сложенные аллювиальными отложениями. Аккумулятивные террасы имеют широкое распространение в пределах низменных платформенных равнин, а также в межгорных и предгорных прогибах. Они свойственны желобовидным и планиморфным долинам, характеризующимся значительными мощностями аллювия.

**Дельта реки** – сложенная речными наносами низменность в низовьях рек, прорезанная сетью рукавов и протоков.

**Эстуарий** (*от лат. aestuarium – затопляемое устье реки*) – воронкообразный залив, вдающийся в устье реки. Факторами, определяющими образование эстуариев являются: удаление отлагаемых рекой наносов морскими течениями или приливными волнами, большая глубина моря, быстрое прогибание прибрежной зоны.

**Лиман** (*от греч. гавань, бухта*) – расширенная устьевая часть реки, затопленная водами бесприливных морей. Образование лиманов связано с затоплением морем долин равнинных рек и балок.

#### **Деятельность подземных вод**

**Подземные воды** – воды, находящиеся в толще горных пород в жидком, твёрдом и газообразном состоянии.

**Инфильтрационные воды** образуются путём просачивания с поверхности дождевых и талых вод, а также вод поверхностных водоёмов.

**Седиментационные воды** – воды, захороненные вместе с осадками в процессе осадкообразования.

**Конденсационные воды** – подземные воды, образовавшиеся в результате конденсации парообразной воды.

**Эндогенные воды** – воды, поступающие из недр планеты; их образование связано с процессами отделения водяных паров от магмы и их конденсации (**ювенильные воды**), процессами метаморфизма, сопровождающимися дегидратацией минералов и выделением газовой-жидких включений, дегазацией мантии.

**Гравитационная вода** – вода в горных породах, способная перемещаться под преимущественным воздействием силы тяжести. В зависимости от характера пустот горных пород, вмещающих гравитационные воды, последние делятся на *поровые, трещинные и карстовые (трещинно-карстовые)*.

**Водоносный горизонт** – слои горных пород, насыщенные гравитационной водой.

**Водоупорный горизонт** – толщи горных пород, непроницаемые или слабопроницаемые для подземных вод. Проницаемость водоупорных пород ниже проницаемости смежных пород, что вызывает затрудненное продвижение в нем гравитационной воды при прочих равных гидравлических условиях. Водоупорными могут быть глины и все массивные породы, если они не трещиноваты, а также слой многолетней мерзлоты.

**Верховодки** – временные скопления гравитационных вод в зоне аэрации.

**Грунтовые воды** – первый от поверхности Земли постоянно существующий в пределах рассматриваемой территории водоносный горизонт.

**Межпластовые воды** – водоносные горизонты, залегающие ниже горизонта грунтовых вод и разделяющиеся пластами водоупорных пород. Разделяются на **межпластовые безнапорные** и **межпластовые напорные (или артезианские)** воды.

**Зона аэрации** – пространство от поверхности Земли до зеркала грунтовых вод, в котором происходит инфильтрация вод с поверхности. К водам зоны аэрации относятся почвенные воды и верховодки.

**Зона насыщения** – пространство ниже зеркала грунтовых вод, где находятся постоянно действующие водоносные горизонты. К водам зоны насыщения относятся грунтовые и межпластовые воды.

**Минерализация** – сумма растворенных в воде веществ, исключая газы. Минерализация выражается в г/л или мг/л.т. По степени минерализации подземные воды подразделяют (по классификации В. И. Вернадского) на следующие группы: пресные – воды с минерализацией до 1 г/л; солоноватые – от 1 до 10 г/л; солёные – от 10 до 50 г/л; подземные рассолы – более 50 г/л (в ряде классификаций принято значение 36 г/л, соответствующее средней солёности вод Мирового океана).

**Источник подземных вод (родник, ключ)** – выходы подземных вод на поверхность суши или дно водоёмов. **Нисходящие источники** питаются безнапорными водами (грунтовыми и межпластовыми безнапорными водами); **восходящие** – напорными водами.

**Гейзеры** (от исландского "geysa" – хлынуть) – горячие источники, периодически выбрасывающие воду и пар. Распространены в областях современной или недавно прекратившейся вулканической деятельности, где происходит интенсивный приток эндогенного

тепла. Гейзеры имеют вид небольших усечённых конусов или чашеобразных углублений, связанных с трубообразными или щелеобразными каналами, подводящими воду.

**Кольматолиты** (франц. colmatage, от итал. colmata наполнение, насыпь) – специфичные породы, свойственные палеоводоносным горизонтам, образующиеся путём

вымывания глинистых и коллоидных частиц в водопроницаемые породы (обычно кольматации подвергаются пески).

**Иллювий** (от лат. *illuvies* — разлив, намывная грязь) — группа отложений, возникающая при отложении вещества, поступающего с инфильтрующимися (просачивающимися) в зоне поверхностного гипергенеза подземными водами. Сложенные иллювием геологические тела образуют **инфильтрационные коры**.

**Карбонатная кора (каliche, калькрет)** — пласт карбонатных пород, образованных в ходе капиллярного поднятия и последующего испарения грунтовых вод. Такие образования характерны для аридных и субаридных районов, особенно для пустынных областей, подстилаемых карбонатными породами.

**Кремнистая кора (силькрет)** — пласт кремнистых (преимущественно халцедон-кварцевых) пород, образующихся в аридных условиях путём поступления к поверхности щелочных вод, богатых кремнезёмом.

**Сульфатная кора** — пласт существенно глинистых обычно рыхлых пород, содержащих значительное количество комковатого гипса, а также известь и водорастворимые соли магния, натрия, калия. Образуется при испарении капиллярных вод, связанных с грунтовыми водами, насыщенными сульфатом кальция. Сульфатные коры мощностью до нескольких метров характерны для глинистых пустынь.

**Месторождения подземных вод** — участки водоносных горизонтов или комплексов, в пределах которых имеются условия для отбора подземных вод, отвечающих установленным кондициям, в количестве, достаточном для экономически целесообразного их использования.

**Минеральные воды** — воды, обладающие повышенным содержанием биологически активных минеральных (реже органических) компонентов или специфическими свойствами (температура, радиоактивность и др.), благодаря которым оказывают на организм человека лечебное действие.

**Каптаж** (франц. *captage*, от лат. *capto* — ловлю, хватаю) — комплекс инженерно-технических мероприятий, обеспечивающий вскрытие подземных вод (а также нефти и газа), вывод их на поверхность и возможность эксплуатации. Простейшим типом каптажных сооружений является колодец, вскрывающий подземные воды неглубоко залегающих водоносных горизонтов.

## Карст и суффозия

**Карст** — совокупность явлений, связанных с деятельностью подземных и поверхностных вод, выражающаяся в растворении горных пород и образовании в них пустот.

**Карры** — микроформы карстового рельефа, представляющие собой рытвины и борозды, глубиной от нескольких см до 1-2 м.

**Поноры** — вертикальные или наклонные глубокие отверстия щеле- или колодцеобразной формы, поглощающие поверхностные воды и отводящие их в глубину карстового массива.

**Воронка поверхностного выщелачивания** — карстовая форма в виде воронки, образующаяся за счёт выноса в растворённом состоянии выщелоченной на поверхности породы через поноры или трещины.

**Воронка провальная** — карстовая форма, образующаяся за счёт обвалов сводов подземных карстовых полостей. За счёт слияния нескольких воронок образуются более крупные карстовые формы — **карстовые котловины**.

**Поля** — обширные, иногда громадные формы (до сотен км<sup>2</sup>) с плоским дном и крутыми склонами, образующиеся за счёт слияния котловин. Глубина полей может достигать уровня грунтовых вод, из-за чего на их дне образуются временные или постоянные водостоки.



**Карстовые отложения** – разнообразные по составу и генезису породы, объединяемые общностью приуроченности к карстовым полостям. Подразделяются на *остаточные, гидрехомогенные, гидромеханические, гравитационные, биогенные и биогеогенные, антропогенные образования.*

**Остаточные карстовые отложения** – отложения, формирующиеся за счет накопления и переотложения нерастворимого остатка карстующихся пород. Характерными отложениями является **терра-росса**.

**Гидромеханические (водные механические, инфлювиальные) карстовые отложения** – отложения, связанные с приносом водой в карстовые полости и трещины карстового массива твёрдых частиц. Для группы таких отложений, выполняющих трещины, иногда применяется специальный термин «кольматолиты» (от *colmatage* – вмывание). Представлены такие образования преимущественно скоплениями вязкой глины.

**Гидрехомогенные (или водные химические) отложения** – различные образования, формирующиеся за счёт процессов химического осаждения вещества из водных растворов. Особенно широкое развитие имеют карбонатные натёчные образования. Из капель, просачивающихся с потолка карстовых полостей, нарастают вниз натёчные образования, называемые **сталактитами**, а из капель, падающих на пол, образуются **сталагмиты**.

**Терра-росса** (от *итал. terra rossa* – красная земля) – красноцветные глинистые отложения, обогащённые гидроокислами алюминия и железа, представляющие собой нерастворимый остаток известняков. Терра-росса встречается как на дне карстовых воронок, так и в пещерах.

**Сталактиты** (от *греч. stalaktós* – *натёкший по капле*) – натёчно-капельные, чаще известковые, образования, свешивающиеся в виде сосулков, трубок, гребёнок, бахромы и т.п. с потолков и верхних частей стен карстовых пещер. Возникают в результате выпадения в осадок углекислого кальция при удалении из насыщенной им воды углекислого газа. Иногда встречаются гипсовые и соляные сталактиты.

**Сталагмиты** (от *греч. stálagma* – *капля*) – натёчно-капельные, чаще известковые, образования столбообразной, конической и др. форм, поднимающиеся со дна пещер и других подземных карстовых полостей. Возникают в результате выпадения в осадок углекислого кальция при удалении из насыщенной им воды углекислого газа.

### Геологическая деятельность ледников

**Ледник** – движущаяся масса льда, возникающая на суше в результате накопления и преобразования твёрдых атмосферных осадков.

**Снеговая линия** – уровень, выше которого годовой приход твердых атмосферных осадков больше, чем расход.

**Область питания ледника** – участок, расположенный выше снеговой линии, на котором происходит накопление снега и его последующее превращение в фирн и, затем, в глетчерный (ледниковый) лёд.

**Фирн** – плотный зернистый снег, образовавшийся под давлением вышележащих слоев, поверхностного таяния и вторичного замерзания воды. Дальнейшее уплотнение фирна, приводящее к исчезновению воздушных промежутков между зёрнами, превращает его в лёд.

**Область стока ледника** – участок, расположенный ниже снеговой линии, на котором происходит абляция ледника.

**Абляция ледника** (от *лат. «ablatio»* – *отнятие*) – уменьшение массы ледника за счёт таяния, испарения, сдувания снега ветром и механического откалывания. Различают поверхностную, внутреннюю, подледниковую и механическую абляцию.

**Осцилляция ледника** (от *лат. «oscillo»* – *качаюсь*) – колебание края ледника.

**Ледниковая эпоха** – отрезок времени геологической истории Земли, характеризующийся сильным похолоданием климата и развитием обширных материковых ледников. В геологической истории Земли были этапы длительного похолодания климата, во время которых ледниковые эпохи чередовались с эпохами относительного потепления климата и сокращением площади ледников (**межледниковьями**), такие этапы называют **ледниковыми периодами**.

**Экзарация** (от лат. «*exaratio*» — *выпахивание*) – разрушительная деятельность ледника, заключающаяся в механическом отрыве глыб от ледникового ложа и разрушении ложа вмёрзшими в движущийся лед обломками горных пород.

**Морена** – скопления обломочного материала, переносимого или отложенного ледником. Различают движущиеся и отложенные морены.

**Морена поверхностная** – обломочный материал, расположенный на поверхности ледника. Поверхностные морены разделяется на боковые и срединные.

**Морена боковая** – валы, протягивающиеся вдоль боковых сторон ледникового языка, сложенные обломочным материалом, поступившим со склонов (коллювий обрушения и оползания, лавинный материал).

**Морена срединная** – морена, образующаяся при слиянии ледников, когда их боковые морены объединяются в один вал.

**Морена внутренняя** – обломочный материал, переносимый в толще льда внутренней части ледника. Этот вид морен образуется за счёт обломков, поступающих со снежными лавинами в фирновый бассейн и вмёрзающих в лёд по мере его образования (в области питания ледника), а также, отчасти, за счёт поверхностных (при попадании обломков в трещины) и донных морен (внедрение материала из донной морены при движении ледника). В сложных ледниках пополнение внутренней морены может происходить и за счёт слияния с донными моренами ледниковых притоков.

**Морена донная** – обломочный материал, оторванный от ложа в процессе экзарации, и переносимый в придонных слоях ледника. Решающую роль в процессе образования мореносодержащего льда в основании ледника имеет послойно-пластичное течение и скольжение блоков и пластин льда по поверхностям срывов, обеспечивающие затаскивание материала внутрь ледника. С донной мореной связан основной объём переносимого ледником обломочного материала.

**Морена отложенная** – скопления обломочного материала, оставленного ледником после его отступления или стаивания, и образуются за счёт всех видов движущихся морен. Среди отложенных морен выделяют три генетических типа: конечные (или краевые), основные и абляционные.

**Морена конечная (краевая)** – валообразные возвышенности, распространённые по периферии ледника, и образующиеся за счёт «сгужения» обломочного материала при таянии его краевых частей. Среди конечных морен выделяют **насыпные** (образованные своим происхождением описанному механизму «сгужения» обломочного материала) и **напорные**, образующиеся при напоре края движущегося ледника на уже отложенные насыпные морены и коренные породы.

**Морена основная** – отложенные морены, образующиеся образуются как в процессе движения ледника, так и при его остановке и стаивании за счёт отслаивания части донной морены или при донном таянии ледника.

**Морена абляционная** – отложенные морены, возникающие при стаивании остановившегося ледника (мёртвого льда) и «сгужении» рыхлого материала всех морен на поверхность основной морены. Абляционные морены представлены преимущественно рыхлыми грубообломочными и песчаными частицами, что связано с выносом более мелкозернистого материала образующимися при таянии ледника водами.

**Флювиогляциальные отложения** (от лат. «*fluvius*» – *река* и «*glacialis*» – *ледяной*) – группа отложений, образующихся в результате вымывания, переноса и отложения материала морен потоками талых ледниковых вод. Среди них выделяют два генетических

типа: внутриледниковые и приледниковые. **Внутриледниковые** флювиогляциальные отложения образуются в результате отложения материала внутри тающего ледника (в над- и внутриледниковых ледяных руслах). **Приледниковые** флювиогляциальные отложения накапливаются за пределами тающего ледника в результате отложения тальми водами материала, вымытого из внутриледниковой области и краевых морен.

**Тиллиты** (от англ. *till* — валунная глина) — древние моренные отложения.

**Альпийский рельеф** — резко расчленённый рельеф, характеризующийся широким развитием ледниковых форм (кары, цирки, карлинги, трог и др.), придающих ему крутизну и скалистость склонов, остроту и зазубренность вершин и водоразделов.

**Кар** (от шотл. «*corrie*» — кресло) — нишеобразное углубление на склонах гор с крутыми, часто отвесными стенками. Формирование каров связано с процессами морозного выветривания.

**Карлинг** — пирамидальная вершина с крутыми склонами, образующихся между сливающимися карами или цирками.

**Трог** (от нем. «*Trog*» — корыто) — корытообразная, преобразованная ледником эрозионная долина.

**Ригель** (от нем. «*Rigel*» — преграда) — скалистые пороги на дне ледниковых трогов, образование которых связано с выходами прочных пород.

**Бараньи лбы** — асимметричные скальные выступы, сложенные прочными породами, сглаженными и отполированными ледником. Склон, расположенный со стороны движения ледника, пологий, сглаженный и исштрихованный; противоположный — крутой и зазубренный, так как ледник при своём движении выламывает из него куски пород (ледниковые валуны). Группы бараньих лбов образуют **курчавые скалы**.

**Друмлины** (от ирл. «*drumlins*» — холмы) — холмы продолговато-овальной формы, сложенные моренным материалом, ориентированные по направлению движения ледника.

**Озы** (от швед. «*asar*» — хребет, гряда) — гряды в форме узких извилистых гребнеобразных валов. Озы сложены горизонтальными или, чаще, косослоистыми хорошо перемытыми песками, гравием, галькой, содержащими примесь валунов. Представляют собой отложение потоков талых вод, протекавших по промытым в теле ледника долинам и туннелям.

**Камы** (от нем. «*Kamm*» — гребень) — крутосклонные холмы с пологими вершинами, образованные ледниковыми отложениями. Сложены преимущественно перемытыми и отсортированными песками и гравием, иногда перекрыты абляционной мореной. Образуются за счёт моренного материала, принесённого флювиогляциальными потоками в ледяные озёра и пещеры при таянии ледника. Крупные камы, прислоняющиеся к коренным склонам долин и имеющие плоские поверхности, называются **камовыми террасами**.

**Зандры** (от дат. «*sandur*» — песок) — пологоволнистые равнины, расположенные за грядами конечных морен, сложенные вынесенными флювиогляциальными потоками продуктами перемыывания морен.

### Геологическая деятельность океанов и морей

**Океан** — непрерывная водная оболочка Земли, окружающая материки и острова и обладающая общностью солевого состава. В геологии под океаническими областями (океаническими блоками) нередко понимаются области развития океанической коры.

**Критическая глубина карбонатакопления** — глубина, ниже которой содержание  $\text{CaCO}_3$  в осадках не превышает 10%.

**Глубина карбонатной компенсации** — глубина, соответствующая границе, на которой происходит смена карбонатсодержащих осадков на полностью бескарбонатные; на этой глубине опускающиеся на дно организмы с карбонатным скелетом полностью растворяются.

**Шельф (или материковая отмель)** – слабонаклонённая выровненная часть подводной окраины континентов, прилегающая к берегам суши и характеризующаяся общим с ней геологическим строением. Внешняя граница шельфа очерчена перегибом рельефа дна – **бровкой шельфа**. Современные шельфы представляют собой зоны транзита материала, по которым материал перемещается с континентов к континентальному подножию.

**Материковый склон** – элемент подводной окраины материков, расположен между шельфом и материковым подножием. Характеризуется более крутыми уклонами поверхности по сравнению с шельфом и ложем океана (в среднем 3-5°, иногда до 40°) и значительной расчленённостью рельефа.

**Материковое подножие** – шлейф аккумулятивных отложений, возникший у подножия материкового склона за счёт перемещения материала вниз по склону (путём мутьевых потоков, подводных оползней и обвалов) и осадения взвеси.

**Талассократоны** – океанские плиты, поверхность таких плит представлена абиссальными (глубоководными) аккумулятивными и холмистыми равнинами.

**Срединно-океанические хребты** – элементы мегарельефа дна океанов, представляющие собой мощные горные системы, протягивающиеся через все океаны и характеризующиеся интенсивным проявлением эндогенной активности: сейсмичностью, вулканизмом, высоким тепловым потоком.

**Пассивные окраины континентов** – области перехода от континентов к океанам, представляющие собой непосредственное продолжение континентальных блоков, затопленные водами морей и океанов. Они включают в себя шельф, континентальный склон и континентальное подножие и характеризуются отсутствием проявлений эндогенной активности.

**Активные окраины континентов** – области перехода от континента к океану, приуроченные к границам литосферных плит и характеризующиеся активной эндогенной активностью, к ним приурочены области сейсмической активности и современного вулканизма. Среди активных окраин выделяются два типа: западно-тихоокеанский (островодужный) и восточно-тихоокеанский (андский).

**Абразия** (от лат. «*abrasion*» – *соскабливание, сбривание*) – процесс разрушения пород волнами и течениями. Абразия наиболее интенсивно протекает у самого берега под действием прибоя. Разрушение горных пород берега складывается из следующих факторов: удар волны (сила которого достигает при штормах 30-40 т/м<sup>2</sup>); абразивное действие обломочного материала, приносимого волной; растворение пород; сжатие воздуха в порах и полостях породы во время удара волн, приводящее к растрескиванию пород под воздействием высокого давления; термоабразия, проявляющаяся в протаивании мёрзлых пород и ледяных берегов.

**Клиф** – образовавшийся в результате абразии обрыв или крутой уступ.

**Пляж** (от франц. «*plage*» – *отлогий морской берег*) – полоса наносов на морском побережье в зоне действия прибойного потока. Морфологически выделяются пляжи полного профиля, имеющие вид пологого вала, и пляжи неполного профиля, представляющие собой наклонённое в сторону моря скопление наносов, примыкающее тыльной стороной к подножию берегового обрыва. Пляжи полного профиля характерны для аккумулятивных берегов, неполного – преимущественно для абразионных берегов.

**Литораль** (от лат. «*litoralis*» – *береговой*) – пограничная полоса между сушей и морем, регулярно затопляемая во время прилива и осушаемая при отливе. Литораль представляет собой зону морского дна, расположенную между уровнями самого высокого прилива и самого низкого отлива.

**Неритовая зона** – область, соответствующая глубинам шельфа (название зоны дано по моллюску *Nerita*, широко распространённому в этой зоне).

**Батимальная зона** (от греч. «*глубокий*») – область, примерно соответствующая области континентального склона и подножия (глубинам 200-2500 м). Эта зона

характеризуется следующими экологическими условиями: значительное давление, почти полное отсутствие света, незначительные сезонные колебания температуры и плотности воды; в составе органического мира преобладают представители зообентоса и рыбы, растительный мир весьма беден из-за отсутствия света.

**Абиссальная зона** (от греч. «бездонный») – область, соответствующая морским глубинам более 2500 м, что отвечает глубоководным котловинам. Воды этой зоны характеризуются относительно слабой подвижностью, постоянно низкой температурой (1-2°C, в полярных областях ниже 0°C), постоянной солёностью; здесь полностью отсутствует солнечный свет и достигаются огромные давления, что определяют своеобразие и бедность органического мира. Участки, глубиной более 6000 м обычно выделяют как **ультраабиссальные зоны**, соответствующие наиболее глубоким участкам котловин и глубоководным желобам.

**Мутьевые потоки, турбидные потоки** – придонные суспензионные потоки в морях и океанах, образующиеся при оползании и взмучивании данных отложений и спускающиеся вниз по склону континентальному склону. Разгрузка потоков происходит на дне морских и океанических котловин, когда поток теряет скорость и разжижается, из взвеси выпадают сначала более крупные и тяжёлые частицы, потом всё более мелкие, вплоть до илистой мути. Многократное повторение слоев от последовательно сходящих потоков образует ритмически сортированную осадочную толщу – так называемые **турбидиты**. Турбидитные потоки образуют у подножья континентального склона огромные подводные конусы выноса или **фены**, покрывающие и прилегающую область абиссальных котловин.

**Турбидиты** – отложения мутьевых потоков на дне морей и океанов, представленные осадками обладающие ритмичным строением (градационной слоистостью): в нижней части каждого ритма залегают наиболее грубозернистые осадки, постепенно переходящие вверх в более тонкозернистые; завершается ритм тонким слоем пелитового осадка (глинистого или карбонатного).

### Геологическая деятельность озёр

**Озёра** – природные водоёмы со стоячей или слабопроточной водой, образующиеся в результате затопления понижений суши (котловин) водными массами. Озёра не имеют связи с океаном и, в отличие от рек, обладают замедленным водообменом. Каждое озеро состоит из трех взаимосвязанных природных компонентов: 1) котловины – формы рельефа земной поверхности, 2) водной массы с растворёнными в ней веществами, 3) растений и животных, населяющих водоём.

**Литораль** – прибрежная область озёр, распространяется до глубины проникновения света, обычно 10-30 м в зависимости от прозрачности воды.

**Профундаль** – глубоководная область озёр, расположенная глубже границы проникновения света и, соответственно, распространения зеленой растительности. В силу этого обладает низкой биологической продуктивностью. Профундаль свойственна наиболее глубоким озёрам.

**Пелагиаль** – водная масса вдали от берегов и дна, населённая фитопланктоном, зоопланктоном и nekтоном.

**Гигтия** (от швед. *gyttja* – ил, тина) – озёрные отложения, состоящие из органических остатков.

### Магматизм. Магматические горные породы

**Магматизм** – совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью магмы.

**Магма** (от греч. *magma* – густая мазь) – это огненно-жидкий природный обычно

силикатный расплав, обогащённый летучими компонентами (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S и др.). Редко встречаются низкосиликатные и несиликатные магмы. Кристаллизация магмы приводит к образованию магматических (изверженных) горных пород.

**Кристаллизационная дифференциация** – разделение кристаллизовавшихся при остывании магматического расплава минералов, обусловленное их перемещением и пространственным обособлением под влиянием различных факторов (гравитационное осаждение выделившихся из расплава кристаллов или перемещение их конвекционными токами). Кристаллизовавшиеся минералы находятся в химическом равновесии с магмой, реагируя с оставшимся расплавом. Нарушение равновесия между кристаллами и магмой приводит к изменению нормального течения реакции кристаллов с расплавом, сопровождающемуся фракционной дифференциацией магмы.

**Фракционная дифференциация магмы** – последовательное осаждение кристаллизовавшихся из расплава минералов на дно магматической камеры. Состав осаждающихся и накапливающихся на дне камеры минералов и состав остаточного расплава становятся различны, что определяет образование разных по составу пород при кристаллизации магматического расплава. Фракционная дифференциация широко проявляется при формировании расслоенных интрузий основных и ультраосновных пород.

**Ликвация** – процесс разделения магмы при понижении температуры на два несмешивающихся расплава с различным химическим составом.

**Гибридизм** («*hibrida*» – *помесь*) – процесс смешения разных по составу магм или усвоения магмой вещества вмещающих пород. Взаимодействуя с отличными по составу вмещающими породами, захватывая и перерабатывая их фрагменты, магматический расплав обогащается новыми компонентами. Процесс расплавления или полного усвоения постороннего материала магмой обозначается термином **ассимиляция** («*assimillato*» – *уподобление*). Например, путем взаимодействия магм основного состава с кислыми вмещающими породами образуется гибридные породы среднего состава. Или, напротив, внедрение кислых магм в породы богатые основными оксидами, может также привести к возникновению средних пород.

**Интрузия** (*от лат. intrude – вталкиваю*) – термин, употребляемый в двояком смысле: 1) процесс внедрения магмы в толщу горных пород, слагающих земную кору; 2) геологическое тело, сложенное магматической породой и образовавшееся в процессе внедрения и застывания магматического расплава в земной коре (интрузивное тело, плутон). По глубине, на которой произошло внедрение магмы, различают **интрузии глубинные (абиссальные)** и **интрузии малых глубин (гипабиссальные)**. По отношению к структуре вмещающих пород различают **интрузии согласные** и **интрузии несогласные (или секущие)**.

**Интрузии согласные** – интрузивные тела, границы которых, не пересекают границ вмещающих их геологических тел. К согласным интрузиям относят силлы, лакколлиты, лополиты.

**Силл** (*от швед. syll – лежень, подкладина*) – согласное пластообразное интрузивное тело. Силлы образуются при внедрении магмы вдоль поверхностей напластования в условиях растяжения земной коры. Являются гипабиссальными интрузиями и сложены, как правило, породами основного состава.

**Лополит** – это крупное согласное интрузивное тело блюдцеобразной формы.

**Лакколлит** (*от др.-греч. λάκκος – яма, углубление и λίθος – камень*) – согласное малоглубинное интрузивное тело грибообразной формы с выпуклою сводообразной формой кровли и обычно горизонтальной подошвой. Особой разновидностью лакколлитов являются **бисмалиты** (др.-греч. βύσμα — пробка и λίθος – камень), представляющие собой позднюю стадию формирования лакколита. В тех случаях, когда давление вязкой магмы превышает вес вышележащих слоев, в кровле лакколита может появиться система трещин, куда внедряется магма с образованием секущего цилиндрического тела.

Бисмалиты могут достигать поверхности Земли или оканчиваться в толще осадочных пород, приподнимая их в виде купола.

**Факолит** – небольшое интрузивное тело линзовидной (чечевицеобразной) формы, залегающее в осевых частях складок согласно с вмещающими породами. Образуется в результате заполнения магматическим расплавом полостей, возникающих в процессе складкообразования, и последующей деформации пластичных вмещающих пород.

**Дайка** – несогласное интрузивное тело пластиннообразной формы. Образуются в гипабиссальных и субвулканических условиях при внедрении магмы по разломам и трещинам.

**Жила** – небольшое секущее тело неправильной формы.

**Шток** (от нем. «Stock» – палка, ствол) – несогласное интрузивное тело столбообразной формы.

**Батолит** – крупное интрузивное тело площадью более 200 км<sup>2</sup> и мощностью несколько км. Батолиты сложены кислыми абиссальными породами, образующимися при плавлении вещества земной коры в областях горообразования.

**Вулканическое извержение** – процесс поступления на поверхность раскалённых или горячих твёрдых, жидких и газообразных вулканических продуктов.

**Вулкан** – выводное отверстие, через которое на поверхность планеты поступают вулканические продукты. В зависимости от формы выводного отверстия вулканы подразделяются на трещинные и центральные.

**Жерло** – трубообразный канал, проходящий от вулканического очага к поверхности. Верхняя часть жерла, открывающаяся на поверхность, называется **кратер**.

**Вулканы моногенные** – вулканические постройки, сформированные в результате одного извержения.

**Вулканы полигенные** – вулканические постройки, сформированные в результате многократных извержений. Полигенные вулканы, построенные из чередующихся лавовых потоков и рыхлого вулканического материала, называют **стратовулканами**.

**Диатрема** (или **трубка взрыва**) – трубообразный канал, образовавшийся при прорыве газов через пласты земной коры и заполненный брекчиевидными породами. Недердко диатремы заполнены алмазоносной брекчией – кимберлитом.

**Пирокластические породы** (от греч. «пруг» – огонь и «клао» – ломаю, разбиваю) – обломочные горные породы, образовавшиеся в результате накопления выброшенного во время извержений вулканов материала. Разделяются на **эндокластиты**, образующиеся при разбрызгивании и застывании лавы, и **экзокластиты**, образующиеся в результате дробления образовавшихся ранее приокластических пород.

**Вулканические бомбы** – наиболее крупные среди пирокластических образований, имеющие размер более 50 мм.

**Лапилли** (от лат. «lapillus» — камешек) – пирокластические породы, размером 2-50 мм.

**Вулканический пепел** – пирокластические породы, размером менее 2 мм; в состав пепла входит **вулканический песок** (0,1– 2 мм) и **вулканическая пыль** (менее 0,1 мм).

**Вулканогенные обломочные породы** – породы, имеющие обломочную структуру и состоящие более чем на 50% из эффузивного или эксплозивного синхронного вулканизму материала. Относятся к типу магматических пород. К таким породам не следует относить породы, образовавшиеся за счёт переотложения обломков вулканических пород.

**Тефра** – рыхлые вулканические продукты; впоследствии, уплотняясь и цементируясь, тефра превращается в **вулканические туфы**.

**Лавобрекчии** – породы, состоящие из обломков лавы, сцементированных лавовым материалом того же состава; образуются при взламывании образующейся на поверхности корки в процессе движения лавового потока. Обломки лавы и цемент одинаковы по составу, структуре и текстуре.

**Игнимбри́ты** (от лат. «*ignis*» – огонь и «*imber*» – ливень) – породы, состоящие из спекшегося пирокластического материала кислого состава. Их образование связано с возникновением **палящих туч** (или пепловых потоков) – потоков раскалённого газа, капель лавы и твёрдых вулканических выбросов, возникающих вследствие интенсивного импульсного выделения газов при извержении.

**Лава** (от итал. «*lava*» – затопляю) – это жидкая или вязкая расплавленная масса, поступающая на поверхность при вулканических извержениях. При застывании лава образует соответствующую по химическому составу вулканическую (эффузивную) горную породу, которую также называют лавой.

**Шаровая лава** (или **подушечная лава**) – застывшая лава с грубошаровой или эллипсоидальной отдельностью, напоминающей по форме подушку. Обычно базальтового или андезитового состава. Образуются при излиянии лавового потока в подводных условиях.

**Лава-пахоэхэ** – поток застывшей лавы со стекловатой волнистой поверхностью, часто скрученной в складки, иногда разделённой на отдельные струи, нередко с тоннелями. Образуется при застывании быстротекущих жидких лав. Текущая лава покрывается коркой, которая в условиях активного движения не успевает приобрести существенную мощность и быстро волнообразно сморщивается. «Волны» застывшей лавы при дальнейшем движении лавового потока сбиваются и выглядят как уложенные рядом канаты, образуя **канатные лавы**.

**Аа-лава** – поток застывшей лавы, поверхность которого представляет собой скопление многогранных уплощённых глыб (обычно менее 1 м), остроугольных обломков с шиповидными или иглообразными выступами. Свойственны более вязким, чем при формировании пахоэхэ, лавам – из-за более медленного течения корка приобретает большую толщину и разламывается под действием движущимся под коркой потоком лавы на угловатые обломки, покрывающие поверхность потока.

**Глыбовые лавы** – поток застывшей лавы, поверхность которого образована глыбами (размером более 1 м), имеющими относительно правильную форму и гладкую поверхность. Внешне сходны с аа-лавам и отличаются от них отсутствием шиповидных и иглообразных выступов, а также более правильной формой глыб. Движение лавовых потоков, поверхность которых покрыта глыбовыми лавами, приводит к образованию лавобрекчиевых горизонтов.

**Эффузивные извержения** – извержения, при которых происходит преимущественно спокойное излияние лавы в виде потока или покрова, почти не сопровождаемое взрывами.

**Экструзия** – тип извержения, сопровождающийся выдавливанием вязкой лавы. Экструзивные извержения могут сопровождаться взрывным выделением газов, приводящим к образованию палящих туч.

**Эксплозивные извержения** – извержения взрывного характера, обусловленные быстрым выделением газов.

**Классы магматических пород** – крупные таксономические подразделения типа магматических пород, выделяемые по фациальным условиям (глубинности) образования. Выделяют три класса магматических пород: плутонические, гипабиссальные, вулканические.

**Отряды магматических пород** – таксономические подразделения типа магматических пород, выделяемые по содержанию  $\text{SiO}_2$  (в весовых %). Выделяют шесть отрядов: 1) низко- и некремнезёмистые (менее 30%  $\text{SiO}_2$ ), 2) ультраосновные (30-45%  $\text{SiO}_2$ ), 3) основные (45-53%  $\text{SiO}_2$ ), 4) средние (53-64%  $\text{SiO}_2$ ), 5) кислые (64-78%  $\text{SiO}_2$ ), 6) высококремнезёмистые, или ультракислые (более 78%  $\text{SiO}_2$ ).

**Кимберлиты** – сообщество разнообразных по облику ультраосновных умереннощелочных и щелочных богатых летучими компонентами пород, часто с выраженной брекчиевидной структурой, заполняющих **диатремы** и реже встречающихся



в виде даек и жил. Эти породы состоят преимущественно из оливина с непостоянным количеством флогопита, клинопироксена, карбоната и характерных акцессорных минералов – пирропа, перовскита, пикроильменита и др.

## **Метаморфизм. Метаморфические горные породы**

**Метаморфизм** – процесс минеральных и структурно-текстурных преобразований в твёрдом состоянии существующих пород (протолита) под воздействием эндогенных факторов, протекающий без изменения их химического состава. Главные особенности метаморфических процессов: 1) протолит в ходе метаморфических изменений сохраняет твердое состояние (т.е. преобразование пород происходит без плавления); 2) процесс является субизохимическим – валовый химический состав метаморфической породы и породы, за счёт которой она образовалась (протолита), остаются одинаковыми (незначительные его изменения сводятся к частичной потере флюидной фазы).

**Динамо-термальный (или региональный) метаморфизм** – метаморфизм, обусловленный одновременным воздействием температуры и давления и охватывающий большие объёмы пород, пространственно соизмеримые с крупными тектоническими структурами. Проявления такого метаморфизма связаны тектонически активными зонами, в частности с зонами горообразования.

**Контактовый (или термальный) метаморфизм** – метаморфизм, связанный с воздействием теплового потока магматических расплавов на вмещающие породы земной коры. В ходе контактового метаморфизма образуются роговики.

**Динамический (или дислокационный) метаморфизм** – локальный метаморфизм, протекающий в условиях повышенного давления при относительно низкой температуре. Такой метаморфизм связан с зонами тектонических деформаций (смятия, разломов). В малоглубинных условиях при низких температурах горные породы ведут себя как хрупкие тела, что приводит к их дроблению на обломки разной размерности и формированию катакластических текстур; при динамическом метаморфизме глубинных пород, обладающих пластичностью, ведущим процессом является перекристаллизацией вещества в условиях градиента давлений.

**Ультраметаморфизм** [устаревший термин] – процесс формирования метасоматических мигматитов. Применение термина «ультраметаморфизм» этимологически необоснованно: это не «ультра» (*от лат. ultra — сверх, за пределами, по ту сторону*) процесс, поскольку протекает чаще всего в условиях амфиболитовой фации (то есть не самой высокотемпературной), и не «метаморфизм», так как сопровождается интенсивным привнесением щелочного флюида.

**Метаморфическая фация** – совокупность горных пород, претерпевших метаморфизм в близких термодинамических условиях и вследствие этого обладающих типичными для данных условий стабильными парагенезисами минералов. На границах фаций протекают минеральные преобразования, отражающие смену одних парагенезисов на другие, устойчивые в новых термодинамических условиях.

**Прогрессивный метаморфизм** – метаморфизм, протекающий в условиях повышения температуры и давления и приводящий к смене более низкотемпературных минеральных парагенезисов на более высокотемпературные.

**Регрессивный метаморфизм** – метаморфизм, протекающий в условиях понижения температуры и давления и приводящий к замене высокотемпературных минеральных парагенезисов на более низкотемпературные.

**Метаморфизованные породы** – частично преобразованные в процессе метаморфизма горные породы, сохранившие видимые признаки своей первичной природы.

**Метаморфические породы** – горные породы, сформировавшиеся в результате глубоких метаморфических преобразований, уничтоживших в процессе

перекристаллизации видимые признаки первоначальных структур, текстур и минерального состава исходных пород. Глубокие метаморфические преобразования приводят к полной замене исходного минерального состава пород новыми минеральными парагенезисами.

**Классы метаморфических пород** – крупные таксономические подразделения типа метаморфических пород, выделяемые по условиям образования. Выделяют три класса метаморфических пород: 1) контактово-метаморфические (термально-метаморфические), 2) регионально-метаморфические (динамотермально-метаморфические), 3) динамометаморфические (дислокационно-метаморфические).

**Надотряды метаморфических пород** – таксономические подразделения типа метаморфических пород, выделяемые по содержанию  $\text{SiO}_2$  (в весовых %). Выделяют шесть отрядов: 1) низкокременезёмистые (менее 30%  $\text{SiO}_2$ ), 2) ультраосновные (30-45%  $\text{SiO}_2$ ), 3) основные (45-53%  $\text{SiO}_2$ ), 4) средние (53-64%  $\text{SiO}_2$ ), 5) кислые (64-78%  $\text{SiO}_2$ ), 6) ультракислые (более 78%  $\text{SiO}_2$ ).

**Ортопороды** – метаморфические породы, образованные на счёт магматического протолита.

**Парапороды** – метаморфические породы, образованные на счёт осадочного протолита.

### **Метасоматоз и мигматитообразование. Метасоматические и мигматитовые породы**

**Метасоматоз** – процесс замещения горной породы с изменением её химического состава, при котором растворение существующих минералов и образование новых происходит одновременно, благодаря чему порода сохраняет твёрдое состояние. Метасоматоз ведет к частичному или полному химическому, минеральному и структурно-текстурному преобразованию протолита, сохраняющего при этом твердое состояние. В зависимости от обуславливающих метасоматоз причин его разделяют на три разновидности: контактовый, региональный, гипергенный.

**Контактовый метасоматоз** – метасоматоз, связанный с воздействием флюидов и теплового потока магматических тел на окружающие их породы; включая процесс **автометасоматоза** – воздействия магматогенного флюида на успевшие ранее раскристаллизоваться магматические породы.

**Региональный метасоматоз** – метасоматоз, связанный с региональным эндогенными потоками флюидов; такие потоки могут предвдвять и завершать магматизм, либо не иметь с ним непосредственной пространственной связи.

**Гипергенный метасоматоз** – метасоматоз, приуроченный к зоне гипергенеза-эпигенеза и связанный с химическим воздействием на породы фильтрующихся сквозь них низкотемпературных растворов; обычно гипергенно-метасоматические преобразования рассматривают как самостоятельный процесс – **гипергенез**.

**Мигматит** (*от греч. migmatos — смешение, смесь*) – горная порода, состоящая из метаморфического вмещающего вещества с жилками гранита. Является полигенной породой, состоящую из разных по происхождению составляющих: одна из составляющих мигматита представляет собой реликт метаморфической породы (так называемая **палеосама**), другая – новообразованная в ходе магматического и (или) метасоматического процесса (называемая **неосомой**).

**Метасоматические мигматиты** – мигматиты, образующиеся в ходе прогрессивного кремне-щелочного или щелочного метасоматоза. В процессе фильтрации флюид в первую очередь проникает по наиболее проницаемым зонам – плоскостям сланцеватости, отдельности и пр., где и происходят максимальные химические преобразования. Образующаяся в этих зонах неосома (а при длительной интенсивной флюидной переработке и вся порода) по составу приближается к граниту.

**Метаморфические мигматиты** – мигматиты, образующиеся в ходе изохимического метаморфизма. Сопровождающий метаморфические преобразования процесс дифференциации обуславливает обособление лейкократовых минералов в прослойки и жилки (лейкосомы); остаточный материал субстрата (рестит), обогащается меланократовыми компонентами – возникает типичная для мигматитов контрастная полосчатость. При достижении лейкосомой «гранитного» состава в условиях амфиболитовой или гранулитовой фации возможно её плавление.

**Инъекционно-магматические мигматиты** – мигматиты, образующиеся в результате тонких инъекций магматического расплава по плоскостям сланцеватости, тонким трещинкам или другим мелким тектоническим элементам породы.

**Классы метасоматических пород** – крупные таксономические подразделения типа метасоматических пород, выделяемые по условиям образования. Выделяют три класса метаморфических пород: 1) контактово-метасоматические, 2) регионально-метасоматические, 3) гипергенно-метасоматические.

**Классы мигматитовых пород** – крупные таксономические подразделения типа метасоматических пород, выделяемые по условиям образования. Выделяют три класса метасоматических пород: 1) метасоматические, 2) метаморфические, 3) инъекционно-магматические.

## Землетрясения

**Землетрясение** – это резкие импульсные сотрясения участков земной поверхности. По происхождению землетрясения разделяют на тектонические, вулканические, денудационные и техногенные.

**Тектонические землетрясения** – сотрясения участков земной поверхности, обусловленные высвобождением энергии, возникающей вследствие деформаций толщ горных пород.

**Вулканические землетрясения** – сотрясения участков земной поверхности, связанные с движением магмы, взрывом и обрушением вулканических аппаратов.

**Денудационные землетрясения** – сотрясения участков земной поверхности, связанные с поверхностными процессами (крупными обвалами, обрушением сводов карстовых полостей).

**Техногенные землетрясения** – сотрясения участков земной поверхности, связанные с деятельностью человека (добыча нефти и газа, ядерные взрывы и пр.).

**Очаг землетрясения** – область внутри Земли, где происходит возникновение сейсмических волн. При тектонических землетрясениях высвобождение накопленной потенциальной энергии сопровождается разрывом и смещением твердого вещества в очаге землетрясения; за пределами очага передача энергии происходит путём обратимых деформаций в виде упругих колебаний – сейсмических волн. В зависимости от глубины очага землетрясения, подразделяют на малоглубинные (до 70 км; с ними связано порядка 75% выделяющийся сейсмической энергии), промежуточные (80- 300 км) и глубокие (глубокофокусные) (свыше. 300 км).

**Форшоки** (англ. «fore» – *впереди* + «shock» – *удар, толчок*) – относительно слабые сейсмические точки, предшествующие главному сейсмическому удару; возникновение форшоков связано с началом образования разломов.

**Афтершоки** – подземные толчки, следующие за главным толчком из одной с ним очаговой области.

**Гипоцентр (или фокус) землетрясения** – условный центр очага землетрясения.

**Эпицентр землетрясения** – проекция гипоцентра на поверхность; вблизи эпицентра колебания земной поверхности и связанные с ними разрушения проявляются с наибольшей силой.

**Интенсивность землетрясения** – мера величины сотрясения земной поверхности при землетрясении. Интенсивность землетрясения может быть оценена по его внешнему

эффекту в баллах одной из принятых **сейсмологических шкал интенсивности** (шкала Медведева-Шпонхойера-Карника, шкала Меркалли и др.), либо, предпочтительнее, в значениях его **магнитуды**.

**Плейстосейстовая область** – территория, где землетрясение проявилось с максимальной силой.

**Изосейсты** – условные линии, соединяющие территории с одинаковой интенсивностью землетрясения.

**Магнитуда** (от лат. «*magnitudo*» – *величина*) – величина, представляющая собой десятичный логарифм максимальной амплитуды сейсмической волны (в тысячных долях миллиметра), записанной стандартным сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра землетрясения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валова Е.Э., Гынинова А.Б. Полевая учебная практика по почвоведению: учеб.-метод. пособие. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2013.-53 с.
2. Добровольский В.В. Практикум по географии почв с основами почвоведения. – М.: Владос, 2001.
3. Григорьева М.А., Маркелов Д.А. Радиоэкологическое состояние Иволгинской котловины. – М.: Папирус ПРО, 2001. -58 с.
4. Белоусов В.М., Будэ И.Ю., Радзиминович Я.Б. Физико-географическая характеристика и проблемы экологии юго-западной ветви Байкальской рифтовой зоны. – Иркутск: Изд-во Иркут. Ун-та, 2000. – 160 с.
5. Соколов Д.С. Основные условия развития карста. М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 321 с.
6. Кислов Е.В. Минерагения Северо-Восточной Азии. Вторая всероссийская научно-практическая конференция. Путеводитель экскурсии. Улан-Удэ. ЭКОС. 2011. 12 с.
7. Лебедева Н.Б. Пособие для практических занятий по общей геологии. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 102 с.
8. Лукьянов В.Ф., Бунеев В.Н., Войцеховский Г.В., Коваль С.А., Сиротин В.И., Старухин А.А., Шатров В.А. Учебная полевая практика по общей геологии на Семилукском полигоне: учебное пособие для ВУЗов. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008.-92 с.
9. Короновский Н.В. Общая геология: учебное пособие / Н.В. Короновский. – М.: Изд-во КДУ, 2006. – 525 с.
10. Полевая практика по геологии и географии почв: метод. пособие для студентов 2 курса дневного и заочного отделений. Ч. 1 / авт.-сост. А.Г.Орлова; Перм. гос. пед.ун-т. – Пермь, 2008 – 36 с.
11. Якушова А.Ф., Хаин В.Е., Славин В.И. Общая геология. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 448 с.
12. Логачев Н.А., Антощенко-Оленев И.В. и др. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востокаю - Издательство: М.: Наука. – 1974

## Рекомендуемая литература

### Основная литература

1. Геология: Учебник для бакалавров/Милютин А.Г.. —М.: Издательство Юрайт, 2016. - 543 с.
2. Геология: учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования, обучающихся по направлению подготовки "Педагогическое образование" профиль "География"/М. А. Романовская, Г. В. Брянцева, А. И. Гуцин ; под ред. Н. В. Короновского. —Москва: Академия, 2013. -399 с.
3. Короновский Н. В. Геология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экологическим направлениям/Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. - Москва: Издательский центр "Академия", 2012. – 446 с.
4. Атлас Забайкалья. – Москва-Иркутск: Изд-во Академия наук СССР, 1967.

### Дополнительная литература

1. Геоморфология: учеб. пособие для вузов по спец. "География"/ под ред. А. Н. Ласточкина, Д. В. Лопатина. - М.: Академия, 2005. - 512 с.
2. Макарова Н. В. Геоморфология: учеб. пособие для вузов по напр. 020300 Геология/Н. В. Макарова, Т. В. Суханова ; отв. ред. В. И. Макаров, Н. В. Короновский; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Геол. фак.. - М.: Книжный дом "Университет" , 2009. - 413 с.
3. Ананьев Г. С. Геоморфология материков: учебник для вузов по напр. "География" (510800)/Г. С. Ананьев, А. В. Бредихин; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. Географ. фак.. - М.: Книжный дом "Университет", 2008. - 347 с.
4. Рычагов Г. И. Общая геоморфология: учебник для вузов по географ. спец./Г. И. Рычагов; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. -412 с.
5. Симонов Ю. Г. Геоморфология: методология фундаментальных исследований: учеб. пособие для вузов по напр. 510800 "География" и спец. 012500 "География"/Ю.Г. Симонов. - СПб. и др.: Питер, 2005. - 426 с.