

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кафедра радиоэкологии и экологической безопасности

Ю.Ю. Климова, О.П. Гавриш

ГЕОЛОГИЯ

Методические указания
по выполнению
практических занятий и семинаров
для студентов направления подготовки
05.03.06 «Экология и природопользование»

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 55 (076)
ББК 26.3я73
К492

Р е ц е н з е н т ы:

Ю.А. Омельчук - и.о. зав. кафедрой РЭБ, к.х.н., доцент
Г.В. Кучерик - к.т.н., доцент кафедры РЭБ

Ответственный за выпуск Ю.Ю. Климова

Климова Ю.Ю.

К492 Геология: метод. указания по выполнению практических занятий и семинаров для студентов направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» / Ю.Ю. Климова, О.П. Гавриш. – Севастополь: СевГУ, 2018. – 107 с.

Предназначены для студентов 2-го курса очной формы обучения для закрепления теоретических и практических знаний, которые студенты, обучающиеся по программе бакалавриата, приобретают в лекционном курсе по геологии. В качестве основных задач предлагается построение геологических разрезов, маршрутная съемка оползня, выполняемая в полевых условиях, определение отложений четвертичного периода, обсуждение в рамках семинарских занятий актуальных эколого-геологических проблем, методов геологических исследований, а также, научных, нормативных электронных изданий.

Материал, изложенный в работе, иллюстрации, фотографии, словарь терминов, а также литературные источники помогут в подготовке к экзамену по дисциплине.

УДК 55 (076)
ББК 26.3я73

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Радиоэкология и экологическая безопасность», протокол № 8 от 30 января 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания по изучению дисциплины	4
Содержание программы дисциплины	7
Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Геология»	9
Рекомендуемая литература	10
Задания и методические указания по проведению семинарских и практических занятий	12
Контрольная работа	85
Перечень тестовых вопросов для самоконтроля	86
Программные вопросы для итогового контроля знаний	95
Терминология	100

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Геология» является элементом вариативной части обязательных дисциплин основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование. Дисциплина базируется на предметах естественно-научного цикла, а также профессионального цикла.

Процесс изучения учебной дисциплины «Геология» (Б.1.В.ОД.5) направлен на формирование элементов следующих **профессиональных компетенций**, согласно ФГОС ВПО направления «Экология и природопользование».

Перечень компетенций, формируемых дисциплиной «Геология»

Код компетенции	Формулировка компетенции
1	2
ОПК	ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ОПК-3	Владение профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования.
ПК	ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ПК-17	Способность решать глобальные и региональные геологические проблемы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

- основную геологическую терминологию;
- теории происхождения и особенности внутреннего строения Земли и методы ее изучения;
- базовые понятия процессов внешней и внутренней динамики Земли;
- характеристики и свойства типов земной коры;
- геохронологическую геохронологию;
- основы геологического и геоморфологического картирования;
- главные породообразующие минералы и горные породы;
- эндогенные и экзогенные геологические процессы;

- основные структурные элементы земной коры;
- основные положения теории тектоники литосферных плит;
- виды воздействия человека на геологическую среду;
- особенности строения и состава Земли, связь с Солнечной системой и космосом, факторы рельефообразования, типы и формы рельефа;
- основные понятия о минералах и горных породах, их происхождении и структуре.

уметь:

- различать главные породообразующие минералы и основные горные породы, различать их структуру и текстуру;
- определять типы складчатых и разрывных деформаций, понимать действие эндогенных и экзогенных геологических процессов;
- определять самостоятельно механические свойства натуральных образцов минералов по шкале твердости Мооса;
- определять главные породообразующие минералы;
- строить геолого-геоморфологические профили по данным буровых скважин;
- анализировать геологические и тектонические карты;
- прогнозировать состояние и развитие геоэкосистем;
- исследовать геодинамические процессы, влияющие на формирование экологического состояния объектов или территорий;
- строить гипсометрические профили;
- составлять карты геологической среды и рельефа, измененного антропогенными факторами – опасными геодинамическими процессами (оползнями, обвалами, осыпями, селями, лавинами, карстом, суффозией);
- исследовать состояние геоэкосистем, учитывая различные типы выветривания горных пород и минералов.

уметь объяснить термины: планеты земной группы, планеты-гиганты, метеорит, болид, Солнечная система, Галактика, геотектоника, земная кора, литосфера, мантия, ядро, астеносфера, мезосфера, платформа, щит, плита, массив, авлакоген, синеклиза, антеклиза, спрединг, субдукция. геотермический градиент, магнитосфера, геодинамические процессы, трансгрессия моря, сейсмические области, асейсмические области, сейсмические волны, сейсмограф, гипоцентр, эпицентр, изосейсмы, интрузивный магматизм, парагенезис, эффузивный магматизм, лакколиты, батолиты, штоки, кальдера, лава, фумаролы, лапилли, сальзы, метаморфизм, выветривание, десквамация, коллювий, дефляция, корразия, аккумуляция, лессы, эрозия, базис эрозии, аллювий, делювий, плоскостной смыл, пролювий, сели, оползни, инфильтрация, водоносный слой, водоупорный слой, суффозия, тиксотропия, артезианские воды, криосфера, снеговая

граница, экзарация, морена, криотурбация, абразия, литогенез, технолитогенез, технолиты, техноплагенные процессы.

владеть:

- понятийным аппаратом;
- основными методами исследования;
- навыками распознавания различных геологических процессов, преобразующих лик Земли. Эндогенных и экзогенных процессов - выветривания, геологической деятельности поверхностных вод, подземных вод, склоновых процессов, карсте, гляциальных процессов и их роли в рельефообразовании;
- навыками геологического картирования.

быть ознакомленным:

- с основными классами минералов, их физическими свойствами, происхождением, значением и распространением в земной коре;
- с основными периодами геохронологической шкалы;
- с современными методами и технологиями эколого-геологических исследований.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Геология, предмет, задачи и разделы. Геология и гидрогеология, связь с другими естественными науками. Основные объекты изучения. Значение пограничных наук: геохимии, геофизики, геоморфологии, кристаллохимии и других в познании недр Земли.

Раздел 2. Методы исследований в геологии. Геологические, палеонтологические, геохимические, геофизические, гидрогеологические методы исследования земной коры. Дистанционные методы исследования Земли.

Раздел 3. Строение Земли. Фигура Земли, размеры, масса, средняя плотность. Гравитационное поле. Магнитное поле Земли. Давление и его изменение с глубиной. Температура Земли, ее изменение с глубиной. Понятие о тепловом потоке и его вариациях. Оболочки Земли: атмосфера, гидросфера, биосфера, земная кора, мантия. Строение ядра Земли. Геологические методы познания строения верхней части земной коры. Представление о строении, составе и агрегатном состоянии вещества мантии и ядра Земли. Литосфера и атмосфера.

Раздел 4. Минералы. Понятие о минералах. Понятие о горных породах и их генетическая классификация. Формы нахождения минералов в природе. Физические свойства минералов. Взаимосвязь кристаллической структуры, химического состава и физических свойств минералов. Принципы классификации минералов. Главнейшие породообразующие минералы, их химический состав и физические свойства. Структура, текстура, минеральный состав горных пород как основные генетические признаки.

Раздел 5. Возраст Земли. Геологическая хронология. Специфика пространственно-временных отношений. Относительная геохронология. Методы определения относительного возраста (последовательности образования). Абсолютная геохронология. Общая характеристика методов определения абсолютного возраста горных пород: калий-аргоновый, уран - свинцовый, радиоуглеродный, рубидий-стронциевый. Геохронологическая шкала (шкала геологического времени) и соответствующая ей стратиграфическая шкала.

Раздел 6. Геологическая деятельность подземных вод. Происхождение подземных вод. Использование подземных вод. Основные генетические типы подземных вод. Воды инфильтрационные, конденсационные, хемогенные, седиментационные и антропогенные. Процессы, приводящие к формированию вод. Водопроницаемые и водонепроницаемые породы. Различные виды воды в горных породах. Типы подземных вод. Факторы и процессы формирования химического состава подземных вод. Пищевое и техническое использование подземных вод. Минеральные (лечебные) воды, их состав и свойства. Использование подземных вод для добычи химических элементов, для выработки электроэнергии (геотермальные ЭС Камчатки и о.Сахалин). Разведка и эксплуатация водоносных горизонтов.

Раздел 7. Геологические процессы в криолитозоне. Криолитозона. Геокриологические процессы и формы их проявления. Аккумулятивные формы ледникового рельефа. Экологическая проблема таяния вечной мерзлоты и высвобождения парниковых газов.

Раздел 8. Процессы выветривания, гипергенез. Сущность и направленность процессов выветривания. Агенты и типы выветривания. Физическое выветривание и вызывающие его факторы. Химическое выветривание. Факторы химического выветривания. Типы химических реакций, вызывающих коренные изменения горных пород. Роль органического мира в процессах выветривания. Кора выветривания как исторически сложившийся и взаимосвязанный природный комплекс.

Раздел 9. Геологическая деятельность поверхностных текучих вод. Деятельность временных потоков. Линейный размыв (эрозия), перенос обломочного материала переменными потоками; аккумуляция осадков. Разрушительная, переносная и аккумулятивная деятельность временных горных потоков. Делювий и пролювий. Сели, условия их образования и борьба с ними.

Раздел 10. Геологическая деятельность речных потоков. Эрозия донная и боковая. Понятие о профиле равновесия реки. Перенос обломочного и растворенного материала. Аккумуляция. Аллювий - один из важнейших генетических типов континентальных отложений. Излучины (меандры) рек, причины их возникновения и роль в расширении долины и формирования аллювия. Основные причины образования надпойменных террас. Направленность и цикличность в развитии речных долин. Аллювиальные россыпные месторождения полезных ископаемых. Устьевые части рек. Дельты, эстуарии, лиманы. Охрана водных ресурсов.

Раздел 11. Геологические карты и разрезы. Геологическая карта, ее содержание и назначение. Типы и масштабы геологических карт. Знакомство с геологическими картами для горизонтальной, моноклинальной и складчатой структуры и правилами составления геологических профилей, стратиграфических колонок и условных обозначений.

Раздел 12. Деятельность человека и охрана природной среды. Техногенное воздействие на геологическую среду. Опасные геологические процессы городских агломераций. Изменение в земной коре, связанные с добычей полезных ископаемых. Подрезка склонов при дорожном и жилищном строительстве и возникновение опасных экзогенных процессов. Современные методы борьбы с опасными геологическими процессами. Проблема охраны недр, защиты природной среды и улучшение природной обстановки. Охрана недр и комплексное использование полезных ископаемых. Мероприятия правительства по усилению охраны природы и рациональному использованию ресурсов России.

Заключение. Краткое обобщение курса. Охрана геологической среды. Экологический аспект геологической деятельности человека. Значение изучения рельефа в решении проблемы охраны природы и рационального природопользования. Значение международного сотрудничества по охране окружающей среды.

Рекомендации по самостоятельному изучению курса.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОЛОГИЯ»

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Геология, предмет, задачи и разделы	ОПК-3;	Устный опрос, Вопросы для семинара, сообщение
2.	Методы исследований в геологии	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, Контрольное задание
3.	Строение Земли	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, Вопросы для семинара, Тестирование.
4.	Минералы	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, Контрольное задание, реферат, сообщение
5.	Возраст Земли. Геологическая хронология	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, Вопросы для семинара
6.	Геологическая деятельность подземных вод. Использование подземных вод	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, контрольная работа (Геологические процес- сы)
7.	Геологические процессы в криолитозоне	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, Вопросы для семинара
8.	Процессы выветривания, гипергенез	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, реферат
9.	Геологическая деятельность поверхност- ных текучих вод	ОПК-3;ПК-17	Контрольное задание, сообщение
10.	Геологическая деятельность речных пото- ков	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, сообщение
11.	Геологические карты и разрезы	ОПК-3;ПК-17	Контрольное задание, сообщение
12.	Деятельность человека и охрана природ- ной среды. Техногенное воздействие на геологическую среду. Опасные геологи- ческие процессы городских агломераций	ОПК-3;ПК-17	Устный опрос, Вопросы для семинара, контрольное задание, реферат, Тестирование.
13.	Заключение	ОПК-3;ПК-17	Экзаменационные вопросы

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Короновский Н.В. Геология: учеб. пособие для прикладного бакалавриата / Н.В. Короновский. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 225 с.
2. Милютин А. Г. Геология полезных ископаемых: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Милютин. - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 197 с.
3. Короновский Н.В. Общая геология. - М.: ИНФРА-М. 2016. - 153 с.
4. Соломатин В.И. Геокриология: подземные льды: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Соломатин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 345 с.
5. Тектонический кодекс России / Г.С. Гусев, Н.В. Межеловский, А.В. Гушин и др. / Мин-во природных ресурсов и экологии РФ: РОСНЕДРА: ГЕОКАРТ [Отв. ред. Н.В. Межеловский]. - М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2016. - 240 с.
6. Практическое руководство по общей геологии: учеб. пособ. для студ. вузов / А.И. Гушин, М.А. Романовская и др.; под ред. Н.В. Короновского. - М.: Академия, 2007. - 160 с.
7. Стратиграфический кодекс России. - изд. 3-е. - СПб., 2006. - 96 с. (Межведомственный стратиграфический комитет России).
8. Инженерная геология [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.М. Алтухов. - Новосибирск: СГГА, 2010. - 116 с. Режим доступа: lib.ssga.ru. – Загл. с экрана.
9. Сперанская Ю.Ю. Геология с основами геоморфологии. Курс лекций: учеб. пособие. - Севастополь: СНУЯЭиП, 2010. - 104 с.
10. Болтрамович С.Ф. Геоморфология. - М.: ИЦА, 2005.
11. Эколого-геологические карты. Теоретические основы и методика составления: учеб. пособие / Под ред. В.Т. Трофимова. - М.: Высшая школа, 2007.
12. Добровольский В.В. Геология. - М.: Владос, 2001.
13. Музафаров В.Г. Определитель минералов, горных пород и окаменелостей. - М.: Недра, 1979.
14. Стольберг Ф.В. Экология города. Гл. «Геологическая среда». - К.: Либра, 2001.
15. Геологический словарь. - М.: Недра, 1973. - Т. 1,2.
16. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов / В.Е. Хаин. - М.: Научный мир, 2001. - 606 с.
17. Авдонин В.В. Технические средства и методика разведки месторождений полезных ископаемых. - М.: Изд-во МГУ, 1994. - 208 с.

18. Трипольский А.А. Литосфера докембрийских щитов Северного полушария Земли (по сейсмическим данным). - Петрозаводск: КНЦ РАН, 2004.
19. Обручев В.А. Основы геологии. - М.: Просвещение, 1959.
20. Ларионов А.К. Занимательная инженерная геология. – М.: «Недра», 1974.
21. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород. - М.: ВШ, 1967. 415 с.
22. Шварцбах М. Великие памятники природы. - М.: Мир, 1973. - 335 с.
23. Климова Ю.Ю. Геология: учеб.-метод. пособие. - Севастополь: СевГУ, 2016. - 56 с.

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

СЕМИНАР № 1

Тема: Современные теории тектоники литосферных плит.

Цель занятия: Закрепить и углубить знания по геотектонике.

Время: 2 часа.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Ранние научные гипотезы развития Земли и современный взгляд на происхождение Земли. Ретроспектива (Концепция Канта - Лапласа, Шмидта, Джинса и др.).

2. Теория фиксистов и мобилистов.

3. Гипотеза спрединга.

4. Сущность концепции глобальной тектоники литосферных плит.

5. Концепция плюмов (магматических шлейфов), горячие точки.

6. Особенности внутреннего строения Земли: литосфера, силикатная оболочка - мантия, ядро.

7. Строение и вещественный состав земной коры.

8. Крупные литосферные плиты. Астеносфера, мезосфера.

9. Строение океанической коры, рифтовые зоны.

10. Виды и причины тектонических движений. Зона Заварицкого - Беньофа - Вадати. Сейсмотектоническое районирование.

По модели субдукции, как одной из моделей теории тектоники литосферных плит, землетрясения обусловлены взаимодействием подвигаемой океанической плиты с надвигаемой (нависающей) континентальной плитой.

Зона субдукции - место, где океаническая кора погружается в мантию. К зонам субдукции приурочено большинство землетрясений и множество вулканов.

Геоморфологическим выражением зон субдукции являются **глубоководные желоба**,

Строение внутритрокеанского спредингового пояса показано на рис. 1.

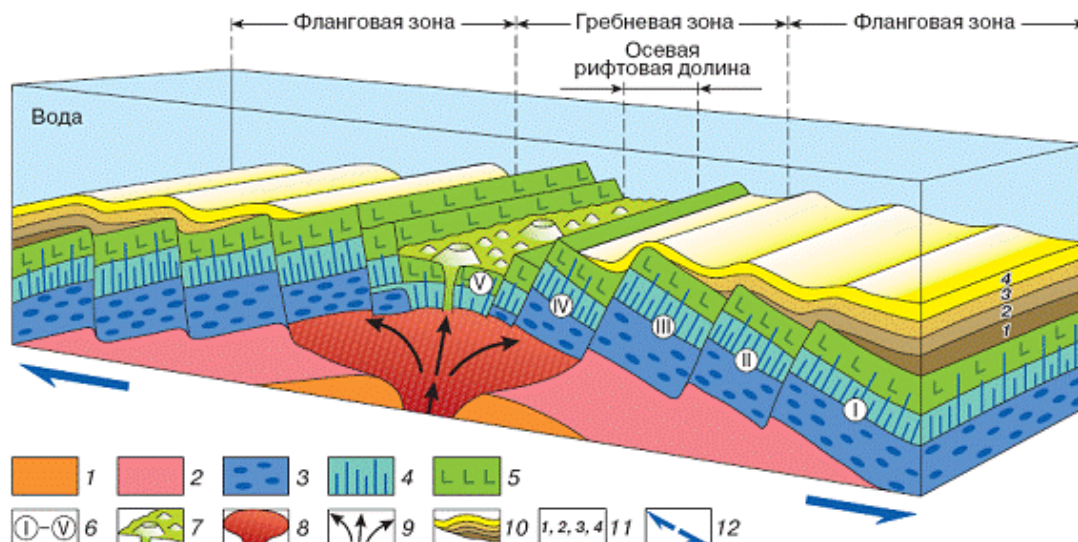


Рис. 1. Блок-диаграмма строения фрагмента внутриокеанского спредингового пояса, <https://infourok.ru>:

- 1 - астеносфера; 2 - 7 - разновозрастные комплексы ультраосновных и основных пород океанской коры: 2 - ультраосновные породы, образовавшиеся из нижней части магматического очага, 3 - существенно основные породы (габброиды), образовавшиеся из верхней части магматического очага, 4 - комплекс параллельных базальтовых даек, 5 - комплекс базальтовых лав, частично пронизанных дайками, 6 - возрастные генерации океанской коры, соответствующие разным стадиям спрединга, 7 - ограниченное сбросами дно осевой рифтовой долины, сложенное базальтовыми лавами с подводными вулканическими аппаратами; 8 - близповерхностный магматический очаг с расплавом основного состава в верхней части и ультраосновного в нижней; 9 - конвективные течения магмы в очаге; 10 - толща океанских осадков; 11 - разновозрастные стратиграфические комплексы океанских осадков; 12 - направления, по которым происходит расширение океанской коры на флангах спредингового пояса

Другие названия зоны субдукции: **сейсмофокальная зона**, так как в ней сосредоточено большинство глубокофокусных землетрясений, или **зона Заварицкого - Бенъофа - Вадати**, по именам ученых, которые выделили эту особую зону. Поводом для этого стали сейсмические данные, которые показали, что фокусы землетрясений располагаются все глубже по направлению от глубоководного желоба к континенту. Зона субдукции хорошо прослеживается на сейсмотомаграфических профилях, по крайней мере, до границы верхней и нижней мантии (670 км).

С зонами субдукции связаны две широко распространенные геодинамических обстановки: Активные континентальные окраины и островные дуги. В классическом варианте зона субдукции реализуется в случае взаимодействия двух океанических или океанической и континентальной плит. Однако в последние десятилетия выявлено, что при коллизии континентальных литосферных плит, также имеет место поддвиг одной литосфер-

ной плиты под другую, это явление получило название **континентальной субдукции**. Субдукция является одним из основных геологических режимов. При общей протяженности современных конвергентных границ плит около 57 000 километров, 45 000 из них приходится на субдукционные, остальные 12 000 - на коллизионные.

Наиболее известные зоны субдукции находятся в Тихом океане: Япония, Курильские острова, Камчатка, Алеутские острова, побережье Северной Америки, побережье Южной Америки. Также зонами субдукции являются Суматра и Ява в Индонезии, Антильские острова в Карибском море, Южные Сандвичевы острова, Новая Зеландия и др.

Вместе с океанической литосферой в сторону зон поддвига плит перемещаются и **пелагические осадки**, тем не менее, сдирания и смятия осадков в большинстве случаев не происходит (рис. 2).

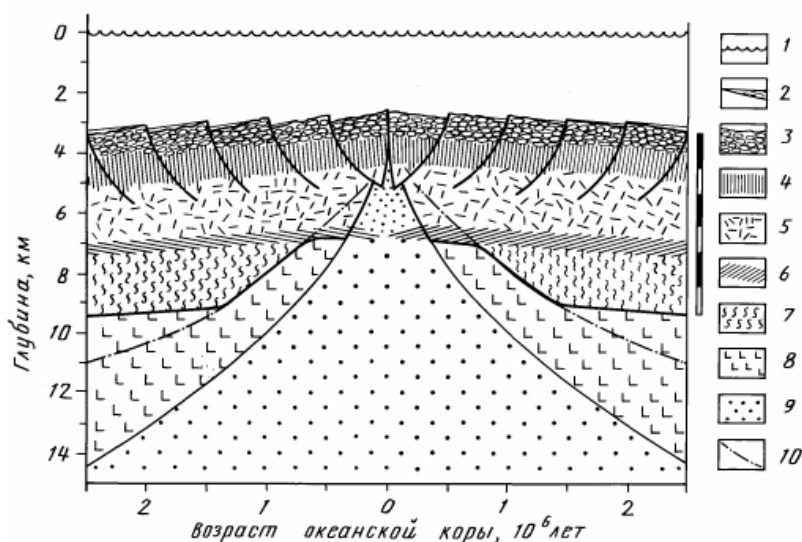


Рис. 2. Строение рифтовой зоны и океанической коры
(по О.Г. Сорохтину, С.А. Ушакову), <http://ocean.phys.msu.ru/>:

- 1 - уровень океана; 2 - осадки; 3 - подушечные базальтовые лавы (слой 2а);
- 4 - дайковый комплекс, долериты (слой 2б); 5 - габбро; 6 - расслоенный комплекс;
- 7 - серпентиниты; 8 - лерцолиты литосферных плит; 9 - астеносфера;
- 10 - изотерма 500 °C (начало серпентинизации).

Как правило, не наблюдается чрезмерного накопления осадков и в глубоководных желобах, даже, несмотря на то, что скорость седиментации в этих местах достигает нескольких сантиметров за тысячу лет. При такой скорости осадконакопления большинство желобов оказались бы полностью засыпанными уже через несколько десятков миллионов лет, тогда как в действительности они остаются не заполненными осадками, хотя некоторые из них существуют и продолжают развиваться уже в течение сотен миллионов лет подряд, как, например, Японский или Перуанско-Чилийский желоб. Это свидетельствует о том, что в глубоководных жело-

бах действует эффективный механизм удаления осадков с поверхности океанского дна. Таким естественным механизмом, как теперь выяснилось, является затягивание осадков в зону поддвига плит.

Литосфера расколота примерно на 10 больших плит, наиболее крупные - Евразийская, Африканская, Индо-Австралийская, Американская, Тихоокеанская, Антарктическая. В основе теории движения литосферных плит - гипотеза А. Вегенера о дрейфе континентов.

Литосферные плиты постоянно меняют свои очертания, они могут раскалываться в результате **рифтинга** и спаиваться, образуя единую плиту в результате **коллизии**. С другой стороны, разделение земной коры на плиты не однозначно, и по мере накопления геологических знаний выделяются новые плиты, а некоторые границы плит признаются несуществующими (рис. 3). Движение литосферных плит обусловлено перемещением вещества в верхней мантии. В рифтовых зонах оно разрывает земную кору и расталкивает плиты. Большинство рифтов находится на дне океанов, где земная кора тоньше. На суше крупнейшие рифты расположены в районе Великих Африканских озер и озера Байкал. Скорость движения литосферных плит – 1 - 6 см в год.

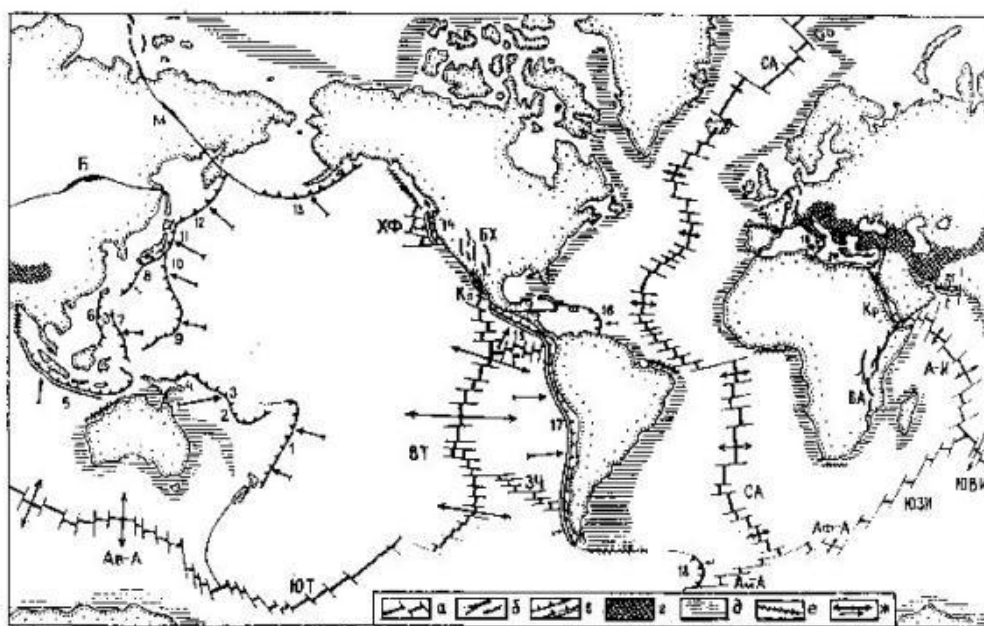


Рис. 3. Глобальная система современных континентальных и океанских рифтов, главные зоны субдукции и коллизии, пассивные (внутриплитные) континентальные окраины (по Дж. Минстеру, Т. Джордану (1978) и К. Чейзу (1978), с дополнениями, <http://avspir.narod.ru/>):

- а - океанские рифты (зоны спрединга) и трансформные разломы; б - континентальные рифты; в - зоны субдукции: островодужные и окраинно-материковые (двойная линия); г - зоны коллизии; д - пассивные континентальные окраины; е - трансформные континентальные окраины (в том числе пассивные); ж - векторы относительных движений литосферных плит, в зонах спрединга – до 15 - 18 см/г в каждую сторону, в зонах субдукции – до 12 см/г.

Рифтовые зоны: СА – Срединно-Атлантическая; Ам-А – Американско-Антарктическая; Аф-А – Африканско-Антарктическая; ЮЗИ – Юго-Западная Индоокеанская; А-И – Аравийско-Индийская; ВА – Восточно-Африканская; Кр – Красноморская; ЮВИ – Юго-Восточная Индоокеанская; Ав-А – Австрало-Антарктическая; ЮТ – Южно-Тихоокеанская; ВТ – Восточно-Тихоокеанская; ЗЧ – Западно-Чилийская; Г – Галапагосская; Кл – Калифорнийская; БХ – Рио-Гранде – Бассейнов и Хребтов; ХФ – Горда – Хуан-де-Фука; НГ – Нансена - Гаккеля; М – Момская; Б – Байкальская; Р – Рейнская.

Зоны субдукции: 1 – Тонга-Кермадек, 2 – Новогвинея, 3 – Соломон, 4 – Новобританская, 5 – Зондская, 6 – Манильская, 7 – Филиппинская, 8 – Рюкю, 9 – Марианская, 10 – Идзу-Бонинская, 11 – Японская, 12 – Курило-Камчатская, 13 – Алеутская, 14 – Каскадных гор, 15 – Центральноамериканская, 16 – Малых Антиль, 17 – Андская, 18 – Южных Антиль (Скотия), 19 – Эоловая (Калабрийская), 20 – Эгейская (Критская), 21 – Мекран.

Главные зоны субдукции (по Р. Жарару, 1986): Новозеландская, Кермадек, Тонга, Соломон, Новобританская, Рюкю, Марианская, Идзу-Бонинская, Японская, Курильская, Камчатская, Центр. Алеутская, П-ова Аляска, Каскадных гор, Мексиканская, Центральноамериканская, Андская, Колумбия, Перу, Центр. Чили, Южн. Чили, Малых Антиль, Южных Антиль (Скотия), Макран, Зондская, Андаман, Суматра, Ява.

Объяснить термины: геотектоника, земная кора, литосфера, мантия, ядро, астеносфера, мезосфера, платформа, щит, плита, массив, авлакоген, синеклиза, антеклиза, спрединг, субдукция, глобальная система срединно-океанических хребтов, склон континентальный, суперплюм, плюм, глубоководный желоб, сейсмофокальная зона.

Темы небольших докладов

1. Ранние научные гипотезы развития Земли. Гипотеза А. Вегенера (1912 г.) и теория дрейфа материков, палеоклиматология.
2. Контракционная гипотеза.
3. Вещественный состав геосфер.
4. Эпейрогенетические движения земной коры.
5. Срединно-океанические хребты.
6. Черные и белые курильщики.
7. Зоны спрединга и субдукции.

Обсуждение научных статей

1. Хаин В.Е. Об основных принципах построения подлинно-глобальной модели динамики Земли Геотектоника и геодинамика // Геология и геофизика. – 2010. - Т. 51. - № 6. - С. 753 - 760.
2. Кузьмин М., Ярмолюк В., Кравчинский В. Глубинная геодинамика - основной механизм развития Земли // Наука в России. - № 6 (198). - 2013. - с. 10 - 20. https://sites.ualberta.ca/~vadim/Publications-Kravchinsky_files/2013-

Plutonic%20Geodynamics%20as%20the%20Mechanism%20of%20Earth%20Evolution-Russian.pdf

3. Короновский Н.В. Сейсмическая томография НАУКИ О ЗЕМЛЕ, 2000. Статьи Соросовского Образовательного журнала в текстовом формате.

СЕМИНАР № 2

Тема: Геохронология. Международная геохронологическая шкала.

Цель занятия: Закрепить и углубить теоретические знания о возникновении Земли и основных геологических этапах ее развития.

Время: 2 часа

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Строение Солнечной системы, современный взгляд.
2. Небулярные и катастрофические гипотезы происхождения Земли.
3. Геохронология, как наука. Геохронология, развитие органического мира.
4. Принцип актуализма (принцип Лайеля), принцип неполноты стратиграфической и палеонтологической летописи (принцип Дарвина), принцип необратимости геологической эволюции (принцип Долло), принцип последовательности образования геологических тел (принцип Стенона).
5. Этапы складчатости в геологической истории Земли.
6. Шкала геологического времени.
7. Методы определения абсолютного (физического) возраста горных пород и ископаемых останков (изотопные, радиометрические, изотопно-геохронометрические).
8. Стратиграфический Кодекс России (2006), назначение и применение. <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-stratigraficheskiy-kodeks-2005.pdf>, Международная стратиграфическая шкала (2004), понятие «золотой гвоздь».
9. Методы определения относительного возраста горных пород: стратиграфический, петрографический и палеонтологический.
10. Происхождение магнитного поля Земли. Тепловое поле Земли.

Объяснить термины: планеты земной группы, планеты-гиганты, метеорит, болид, Солнечная система, Галактика, палеонтология, стратиграфия, геохронологическое подразделение, геохронологическая шкала, стратотип.

Темы небольших докладов

1. Закон фаунистических ассоциаций.
2. Калий-аргоновый метод определения возраста горных пород (примеры).

3. Рубидий-стронциевый метод определения возраста горных пород.
4. Принцип разновозрастности граничных поверхностей осадочных геологических тел (закон Н.А. Головкинского).
5. Уран-свинцовый метод определения возраста горных пород.
6. Радиоуглеродный метод определения возраста горных пород.
7. Метод «молекулярных часов» в определении возраста горных пород.
8. Палеомагнитный метод определения возраста океанского дна.
9. Методы датирования горных пород различного генезиса.
10. Общая стратиграфическая шкала России.

Обсуждение научного издания

1. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. - изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб., 2008. - 200 с.
2. Стратиграфический кодекс России. - изд. 3-е, доп. - СПб., 2006. - 96 с.

СЕМИНАР № 3

Тема: Антропогенное воздействие на геологическую среду.

Цель занятия: Закрепить и углубить знания о технолитогенезе.

Время: 2 часа.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Инженерная геоморфология как наука, основные теоретические положения.
2. Интегративный геотехноморфогенез.
3. Техноморфологические воздействия на земную поверхность.
4. Техногенные формы земной поверхности.
5. Рельефоиды, рельефиды.
6. Процесс антропогенизации рельефа.
7. Изменение форм земной поверхности, вызванных человеческой деятельностью.
8. Классификация техноморфологических воздействий на земную поверхность (по Л.Л. Розанову).
9. Искусственные и преобразованные человеком формы рельефа.
10. Технолиты.
11. Экологические последствия изменения рельефа земной поверхности.
12. Катастрофические геоморфологические процессы (техноплагенные).
13. Характерные технолитоморфогенные экологические проблемы.

Объяснить термины: технолитогенез, рельефоиды, технолиты, техноплагенные процессы.

Темы небольших докладов

1. Трансформация земной поверхности с момента зарождения древних цивилизаций.
2. Влияние деятельности человека на антропогенизацию рельефа (с/х деятельность, строительство, добыча полезных ископаемых, военные действия).
3. Влияние горного производства на прибрежную зону Крыма.
5. Вырубка лесов, процессы эрозии и селеобразования.
6. Обработка земель, провоцирующая эрозию и дефляцию.
7. Геоэкологическая опасность изменений рельефа.
8. Осушение болот, торфяные пожары, воздействие на геологическую среду.

Обсуждение научных статей

1. Трофимов В.Т., Королёв В.А., Герасимова А.С. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. - 1995. - № 5. - С. 96 - 107.
2. Розанов Л. Л. Современное геоэкологическое / Л. Л. Розанов // Научный диалог. - 2015. - № 2 (38). - С. 21 - 40.
http://nauka-dialog.ru/assets/userfiles/1810/21-40_Rozanov.pdf
3. Потапов А.Д., Потапов И.А. Инженерно-геологические или геоэкологические процессы и явления, их развитие в современности // Вестник МГСУ. - 2012. - № 9. - С. 191 - 196.

СЕМИНАР № 4

Тема: Процессы внешней и внутренней динамики (экзогенные и эндогенные геологические процессы).

Цель занятия: Закрепить и углубить знания о процессах внешней и внутренней динамики Земли.

Время: 2 часа.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Общая характеристика процессов внутренней динамики Земли.
2. Тектонические процессы, деформации, складки и разрывы слоев. Классификации тектонических движений.
3. Образование складчатых горных систем, тектонических разломов и трещин.

4. Сейсмические процессы. Землетрясения, классификация. Сейсмическая шкала.
5. Магматизм.
6. Виды интрузивов.
7. Метаморфизм, его факторы.
8. Вулканизм, образование эффузивных горных пород.
9. Виды вулканов, продукты извержения вулканов.
10. Явления вулканического порядка: гейзеры, грязевые вулканы (сальзы), минеральные воды.
11. Тепловой режим Земли, астеносфера, зона Заварицкого - Бенъофа - Вадати.
12. Образование океанических впадин и материков.
13. Роль эндогенных процессов в формировании рельефа Земли и образовании полезных ископаемых.
14. Общая характеристика процессов внешней динамики Земли, их роль в формировании рельефа Земли.
15. Гипергенез, особенности гипергенных процессов в разных климатических зонах.
16. Процессы выветривания и образование осадочных пород и полезных ископаемых (каолины, огнеупорные глины, пески, руды железа, алюминий, марганец, никель, кобальт, россыпи золота, платины).
17. Геологическая деятельность поверхностных и подземных вод.
18. Характеристика аллювиальных отложений.
19. Карст, карстовые формы рельефа (на примере Крыма).
20. Геологическая деятельность моря.

Объяснить термины: геотермический градиент, магнитосфера, геодинамические процессы, трансгрессия моря, сейсмические области, асейсмические области, сейсмические волны, сейсмограф, гипоцентр, эпицентр, изосейсмы, интрузивный магматизм, парагенезис, авлакогены, рифты, геосинклиналь, платформа, субдукция, эффузивный магматизм, лакколиты, батолиты, штоки, кальдера, лава, фумаролы, лапилли, сальзы, метаморфизм, выветривание, десквамация, коллювий, дефляция, корразия, аккумуляция, лессы, эрозия, базис эрозии, аллювий, делювий, плоскостной смыв, пролювий, сели, оползни, инфильтрация, водоносный слой, водупорный слой, суффозия, криосфера, снеговая граница, экзарация, трогии, бараньи лбы, морена, криотурбация, карры, курумы, абразия, литогенез.

Темы небольших докладов

1. Экзогенные и эндогенные процессы в формировании рельефа Земли, в образовании толщ осадочных горных пород и связанных с ними месторождений полезных ископаемых.

2. Грязевой вулканизм Керченско-Таманской области.
3. Аккумулятивные и дефляционно-аккумулятивные эоловые формы рельефа пустынь.
4. Факторы и типы метаморфизма.
5. Метаморфические горные породы (особенности текстуры).
6. Геологическая деятельность ледников
7. Абразия, абразионные структуры.
8. Морские отложения.

Обсуждение научного издания

1. Клюкин А.А. Экзогеодинамика Крыма. - Симферополь, 2007. - 320 с.
<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-klyukin-aa-ekzogeodinamika-kryma-2007.pdf>

СЕМИНАР № 5

Тема: Геологические процессы в криолитозоне.

Цель занятия: Закрепить и углубить знания о геокриологических процессах и формах их проявления.

Время: 2 часа.

Общие сведения о криолитозоне

Криолитозона охватывает 24 % площади суши Северного полушария - Аляска, Канада, Гренландия, Россия, Китай. Вечная мерзлота занимает 95 % площади Сибири и две трети территории России. Наибольшие мощности мерзлых толщ - до 1500 м - наблюдаются в центральных районах Таймыра (горы Бырранга) и Средне-Сибирского плоскогорья (сформировалась во времена плейстоцена - период от 2,6 миллиона лет назад до 11 000 лет назад, температура – 9 °С). Также, Западная Европа выделяется вечной мерзлотой альпийского типа, которая встречается в ряде горных массивов.

В результате климатических изменений происходит оттаивания вечной мерзлоты и увеличение глубины протаивания многолетнемерзлых болот, что ведет к высвобождению органических веществ, которые под действием микроорганизмов выделяют CO₂ в присутствии кислорода или метан в анаэробной среде. Основной производитель метана - донные отложения озер, прежде всего, термокарстовых. Парниковые газы способствуют повышению температуры, которое в свою очередь ведет к таянию мерзлоты и выделению газов, что называют «**ретроактивным процессом углерода в мерзлоте**». В вечной мерзлоте содержится 1 500 гигатонн углерода, что в два раза больше его содержания в атмосфере.

Треть всего побережья в мире находится в зоне мерзлоты, в море Лаптевых и море Бофорта (Северная Америка) эрозия побережья может достигать восьми метров в год. Также, на российском арктическом побережье и в устье Лены наблюдается активная эрозия грунта и таяние едомы - мощных ледяных образований, заполняющих трещины в вечной мерзлоте.

Изучением многолетней мерзлоты и многолетнемёрзлых пород занимается наука **геокриология** (греч. *Krios* - холод).

Строение криолитозоны представлено на рис. 4.

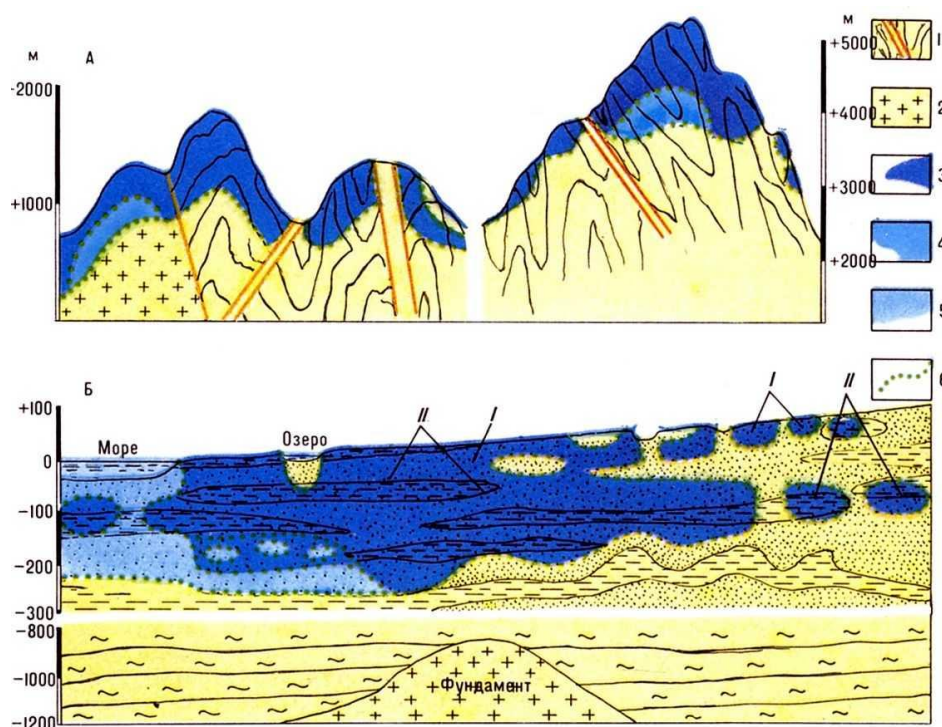


Рис. 4. Строение криолитозоны в горно-складчатых областях (А) и на платформах (Б), <https://studfiles.net>:

I – плейстоценовые мёрзлые толщи; II – голоценовые мёрзлые толщи (четвертичный период Кайнозойской эры; 1 – сложно дислоцированные и разбитые разломами терригенные и вулканогенные породы; 2 – магматические и метаморфические породы; 3 – мерзлые породы; 4 – морозные породы; 5 – охлаждённые породы; 6 – граница распространения

Положительные формы криогенного (мерзлотного) рельефа:

Многолетние инъекционные бугры пучения, образующиеся в условиях закрытой системы, связаны в основном с многолетним промерзанием несквозных водоносных подоцерных таликов. В Республике Саха (Якутия) эти бугры носят название **булгунняхы**. Причиной промерзания подоцерных таликов является обмеление или осушение озер. При промерзании несквозного замкнутого талика в нем возникает криогенный напор, в результате которого мерзлая кровля в наиболее слабом месте выгибается, образуя многолетний бугор пучения с ядром из инъекционного льда (рис. 5).

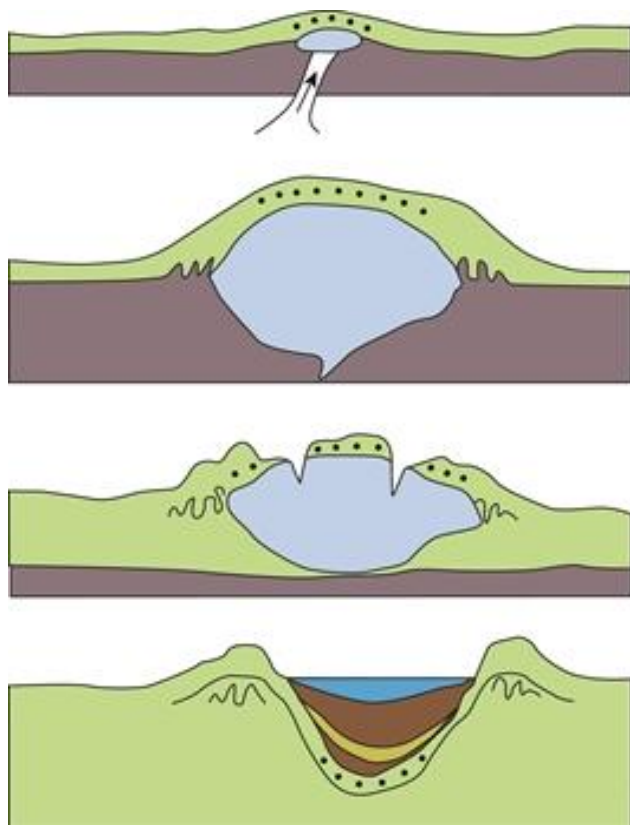


Рис. 5. Схема образования булгунняха,
<http://www.tart-aria.info>, автор: i_mar_a

Когда термокарстовое озеро осушается, то талые породы под ним начинают промерзать, а увеличивающееся давление выжимает талый грунт вверх, приподнимая образовавшуюся над ним мерзлотную корку. Рост бугра пучения растягивается на многие десятки и сотни лет и внедрение воды в растущий булгуннях происходит многократно. Размеры булгунняхов зависят от количества воды в замкнутой системе и могут достигать в высоту 30 - 40 м и по основанию - сотни метров.

Под действием морозов вода постепенно замерзает, и давление внутри растет. Бугор под натиском расширяющегося льда трескается (рис. 6), иногда взрывается, разбрасывая многотонные глыбы льда, т.к. переохлажденная вода может замерзнуть мгновенно в большом объеме, вызвав резкий скачок давления.

В Нидерландах такие холмы уже не сохранились, но сохранились их следы (рис. 7).



Рис. 6. Треснувший булгуннях,
<http://birdwatch.by>. Фото Ю.Емельянов, М. Емельянов



Рис. 7. Реликтовый, разрушенный булгуннях (pingoruïne),
<http://www.tart-aria.info>, автор: i_mar_a)

В местах разгрузки различного типа подземных вод в области криолитозоны также формируются инъекционные бугры пучения, которые принято называть **гидролакколитами** (в Центральной Якутии, у подножия склонов, где развиты надмерзлотные радиационно-тепловые талики). Причиной их образования является изменение гидродинамического напора подземных вод. Самой большой наледью на Земном шаре считается «Момский Улахан-Тарын», которая формируется на притоке р. Индигирки (Верхоянский хребет). Ее площадь в отдельные годы достигает 80 км^2 , а объем – 200 млн. м^3 . Как правило, гидролакколиты разрушаются в течение летнего

сезона, но встречаются и такие, которые формируются в течение одного зимнего периода, а разрушаются на протяжении нескольких лет (рис. 8).



Рис. 8. Строение гидролакколита (по А.А. Махнач, А.В. Матвееву), <http://www.geoversum.by>

Летом верхний слой многолетней мерзлоты оттаивает. Лежащая ниже мерзлота мешает талой воде просачиваться вниз; вода, если не находит стока в реку или озеро, остается на месте до осени, когда снова замерзает. В результате талая вода оказывается между водонепроницаемым слоем постоянной мерзлоты снизу и постепенно нарастающим сверху вниз слоем новой, сезонной мерзлоты. Лед занимает больший объем, чем вода. Вода, оказавшись между двумя слоями льда под огромным давлением, ищет выход в сезонномерзлом слое и прорывает его. Если она изливается на поверхность, образуется ледяное поле – **наледь**, рис. 9.



Рис. 9. Длинная трещина в ледовом поле, <http://birdwatch.by>.
Фото Ю.Емельянов, М. Емельянов

Термокарстовый рельеф особенно широко развит на аллювиальных аккумулятивных равнинах в арктическом и субарктическом поясах, где котловины протаивания чаще всего заняты озерами, вода в которых, аккумулируя тепло, сама способствует дальнейшему протаиванию мерзлого грунта. В южных районах криолитозоны, отмечаются слабые проявления современного термокарста.

Мерзлые породы чрезвычайно чувствительны к любому, даже самому незначительному техногенному нарушению природного теплового режима. Строительство дорог, нефте- и газопроводов, вырубка леса, даже след от трактора, тут же приводит к изменению теплового равновесия, начинается усиление протаивания и развитие термокарста, бороться с которым очень трудно.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Криолитозона. Современное состояние криолитозоны в России (занимает 65 % территории).
2. Геокриологические процессы и формы их проявления.
3. Условия залегания подземных вод в криолитозоне.
4. Типы подземных льдов.
5. Многолетнемерзлые породы (ММП), особенности температурный режим.
6. Аккумулятивные формы ледникового рельефа: моренные холмы и гряды, озы, друмлины, зандры, камы.
7. Склоновые процессы криолитозоны: криогенная десерпция - крип, солифлюкция.
8. Морозное выветривание. Морозное трещинообразование.
9. Термокарст, термокарстовые котловины, термокарстовые озера. Причины возникновения термокарста - природные и техногенные.
10. Процессы морозного вспучивания.
11. Экологическая проблема таяния вечной мерзлоты и высвобождения парниковых газов.
12. Особенности осуществления инженерной деятельности в условиях вечной мерзлоты (строительство зданий, бурение скважин, освоение продуктивных горизонтов, разработка месторождений УВ, транспортировка нефти или газа по трубопроводам). Льдистость мерзлых грунтов, от которой в наибольшей степени зависит величина их просадки при оттаивании.

Дать краткое определение терминов: вечная мерзлота, сингенетические и эпигенетические льды, погребенные льды, конституционные льды, инъекционные льды, жильные льды, алевроиты, тундровые полигоны, аласы, гидролакколиты, булгунняхи, пинго, крип, солифлюкция, курумообразование, деятельный слой, талики, морозные породы, охлажденные поро-

ды, многолетнемерзлые породы, криопэги, льдистость мерзлых грунтов, криотурбация.

Темы небольших докладов

1. Современная геокриология.
2. Формирование залежей газогидратов в криолитозоне.
3. Мониторинг криолитозоны. Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН - институт Сибирского Отделения Академии Наук (Якутск).
4. Инженерно-геологические условия территории распространения многолетнемерзлых пород.
5. Подземные воды криолитозоны.

Обсуждение научного издания

1. Н.А. Шполянская Арктический шельф и вечная мерзлота // Природа. - 2005. - № 1. Сетевая образовательная библиотека "VIVOS VOCO!" http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/01_05/01055360.PDF
2. Краев Г.Н., Ривкина Е.М. Накопление метана в промерзающих и мерзлых почвах криолитозоны // Arctic Environmental Research. - 2017. - Т. 17. - № 3. - С. 173 - 184.

СЕМИНАР № 6

Тема: Методы борьбы с опасными геологическими процессами.

Время: 2 часа.

Вопросы, выносимые на обсуждение

- 1. Общая характеристика опасных геологических процессов:**
 - склоново-гравитационные (оползни, обвалы, камнепады, лавины);
 - водно-эрозионные (селевые потоки, русловые процессы, овражная эрозия);
 - связанные с подземными водами (подтопление, карст, суффозия, просадки);
 - связанные с ветро-волновыми явлениями на акваториях (морская абразия, переработка берегов водохранилищ);
 - процессы криогенной группы (термокарст, морозное пучение, термоэрозия, солифлюкция, наледи);
 - землетрясения, извержение вулканов;
 - опасность разжижения грунтов;
- 2. Причины техногенных процессов, таких как:**
 - неравномерные, длительно незатухающие осадки зданий и сооружений и окружающей территории;

- подъем территорий подсыпкой или намывом, образование слоев техногенных грунтов (намытых песков, отвалов грунта, золы, городского мусора и др.);

- потеря устойчивости несущих слоев оснований зданий и сооружений, сложенных глинистыми грунтами;

- разрушение природной структуры грунтов при традиционных способах производства земляных работ;

- плывунные явления при открытом водоотливе из котлованов и траншей;

- развитие процессов гниения торфа, органических включений в грунте и деревянных элементов подземных конструкций при понижении уровня подземных вод;

- механическая суффозия грунта при авариях на сетях.

2. Краткая характеристика современных методов борьбы с опасными экзогенными геологическими процессами:

- динамические камнеулавливающие барьеры;

- регулирование водного режима оползней;

- изменение рельефа склона в целях повышения его устойчивости;

- противоэрозионные меры;

- агролесомелиорация;

- закрепление рыхлых и трещиноватых пород, слагающих склоны;

- противокарстовые мероприятия;

- защита берегов от разрушения - активные береговые сооружения, пассивные сооружения;

- техническая мелиорация грунтов;

- строительство удерживающих откос сооружений (габионные конструкции, подпорные стенки и т.п.).

3. Подрезка склонов при дорожном и жилищном строительстве и возникновение новых оползневых процессов.

4. Изменения в земной коре, связанные с добычей полезных ископаемых.

5. Инженерная геодинамика. Прогноз изменения инженерно-геологических условий в городских агломерациях.

6. Проблема охраны недр, защиты природной среды и улучшение природной обстановки.

Объяснить термины: суффозия, тиксотропия, абразия, литогенез, карст, оползень, термокарст, морозное пучение, термоэрозия, солифлюкция, наледь, габионы.

Темы небольших докладов

1. Геологические и инженерно-геологические процессы, явления и условия как объекты изучения инженерной геодинамики.
2. Классификация геологических процессов и явлений Ф.П. Саваренского, И.В. Попова, Н.В. Коломенского, В.Д. Ломтадзе, Е.М. Сергеева, Г.С. Золотарева, В.Т. Трофимова.
3. Опасные геологические процессы Крыма, г. Севастополя.

Обсуждение научно-учебных изданий

- 1.Неволин А.П. Инженерная геология. Инженерно-геологические изыскания для строительства : учеб.-метод. пособие / А.П. Неволин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 85 с. http://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/nevolin_a5__inzhenernaya_geologiya.pdf
2. СНиП 2.01.15-90 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов».
3. СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий».
4. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Определение основных классов минералов.

Цель:

1. Углубить знания о процессах минералообразования и классификации минералов, практическом применении минерального сырья.
2. Освоить макроскопический метод определения минералов.

Время: 2 часа.

Задание: Составить описание предложенных образцов минералов согласно варианту и проанализировать их условия образования.

Методика выполнения

Минералы - физически и химически однородные твердые тела, образовавшиеся в результате природных процессов. Однако, согласно современным исследованиям, однородность состава и строения минералов относительна. Они часто содержат примеси и имеют структурные дефекты кристаллов. Минералы слагают не только твердые оболочки Земли. В наше время установлено, что планеты земной группы, астероиды, Луна, метеориты, частицы космической пыли, прилетающие на Землю из Вселенной, также состоят из минералов. В современных лабораториях получают **искусственные минералы**, являющиеся синтетическими аналогами природных минералов.

Слово «минерал» произошло от греческого слова *minera*, означающего «руда». Наука, изучающая минералы, называется **минералогией**.

Минеральными индивидами называются конечные по своим размерам кристаллические тела, т.е. отдельные кристаллы, с определенным типом кристаллической структуры и идеализированным химическим составом. Скопления минеральных индивидов - это **минеральные агрегаты**, которые слагают горные породы и руды. **Минеральным видом** называется совокупность минералов с одинаковой структурой и составом. Каждый минеральный вид имеет собственное название. Если минералы имеют одинаковый химический состав, но различное внутреннее строение, структуру, то они относятся к различным минеральным видам и называются **полиморфными модификациями**. **Полиморфизм** (от греч. *polys* - многочисленный и *morphe* - форма) - свойство некоторых веществ находиться в нескольких кристаллических модификациях с разной структурой. Например, формула графита и алмаза - C; кальцита и аргонита CaCO_3 . В то же время минералы с переменным составом могут объединяться в один минеральный вид. Свойство различных, но родственных по химическому составу веществ кристаллизоваться в одинаковых структурах при одном типе химической связи называется **изоморфизм** (от греч. *isos* - равный и *morphe* - форма). Изоморфные вещества могут образовывать кристаллы перемен-

ного состава в результате взаимозамещения атомов, ионов или атомных групп, т.е. так называемые твердые растворы замещения.

Наружная оболочка земного шара, земная кора, состоит из различных горных пород. Каждая горная порода состоит из одного или нескольких минералов.

Каждый минерал обладает определенным химическим составом и имеет характерное для него внутреннее строение. Эти две важные особенности обуславливают довольно постоянные и индивидуальные физические свойства минералов. У каждого минерала есть свои, присущие лишь ему признаки. Для одних минералов постоянным признаком является цвет, для других твердость, для третьих плотность или форма кристаллов.

Роль минералов и горных пород в практической жизни человека огромна. Велико значение разнообразных полезных ископаемых: угля, нефти, торфа и руд ценных металлов – свинца, цинка, молибдена, вольфрама, олова и др., а также апатита, фосфоритов, калийных солей, которые можно назвать камнями плодородия, без которых не может успешно развиваться сельское хозяйство.

Минералогия - наука, изучающая **минералы** – продукты естественных химических реакций, более или менее однородные физически и химически. Минералогия изучает морфологию минералов, физические свойства, химический состав, внутреннюю структуру, выявляет их распространение в природе.

Разнообразны свойства и происхождение минералов. Одни из них образуются при остывании расплавленных масс на глубине или при излиянии лавы на поверхность земли при вулканических извержениях. Минералы отлагаются из газов и паров, а также горячих растворов, выделяющихся из земных недр, образуются на дне океанов и морей, соленых озер, на поверхности земли.

После своего возникновения минералы претерпевают непрерывные изменения, превращаются в другие минералы и горные породы, идут на построение почвенного скелета, способствуя плодородию почв или, наоборот, ухудшая их свойства, непосредственно влияя на особенности наземных фитоценозов.

В настоящее время известно около четырех тысяч минералов. Из них лишь немногим более 20 минералов являются пороодообразующими, т.е. входят в состав горных пород.

Формы нахождения минералов в природе (по Н.В. Короновскому)

Подавляющее большинство минералов представляют собой кристаллические образования, и лишь незначительная их часть встречается в аморфном состоянии. В связи с этим естественной формой их образования и нахождения в природе является **кристалл**. Кристаллы - это твердые тела,

атомы или ионы которых образуют правильные упорядоченные периодические структуры - **кристаллические решетки**. Конфигурация решеток определяет закон, которому подчиняется расположение атомов в пространстве. Этот закон может быть простым либо сложным, но во всех случаях атомы (или ионы), подчиняясь ему, располагаются в кристаллах упорядоченно. Слово «кристалл» в переводе с греч. (*krystallos*) первоначально означало лед. Кристаллы могут встречаться в виде отдельных индивидов различной формы, их обломков или сростков и **кристаллических агрегатов**. Наиболее часто встречающимися формами выделения минералов в природе являются беспорядочные скопления минералов - **минеральные агрегаты**.

Минеральные агрегаты могут быть мономинеральными (от греч. *monos* - один, единственный) и полиминеральными (от греч. *polys* - многочисленный).

При описании формы слагающих агрегат кристаллов можно ограничиться ее простой характеристикой, например: изометричная, таблитчатая, дисковидная, уплощенная, листоватая, пластинчатая, вытянутая, столбчатая, шестоватая, игольчатая, волокнистая, нитевидная и т.д. Иногда в строении агрегатов наблюдаются упорядоченные выделения слагающих их кристаллов, образующие звездчатые, сноповидные, сетчатые, розетковидные скопления. Например, дисковидные кристаллы гипса или кальцита, растущие из одного центра, могут образовывать красивые «каменные розы». Незакономерные сростки минералов могут образовывать **друзы** (от нем. *Druse* - щетка) - группу кристаллов, как правило, различного размера и ориентировки, выросших одним концом на какую-нибудь поверхность и хорошо ограненных лишь с одного конца, обращенного в сторону свободного пространства. Если группа кристаллов, выросших на какое-либо основание, имеет примерно одинаковый размер и ориентировку, то такое выделение минералов называют **щеткой**. Для образования как друз, так и щеток необходимы открытые полости или трещины, в которые может поступать минерализованный раствор и происходить рост кристаллов.

Минералы, выделяющиеся из растворов и нарастающие на стенках пустот, часто образуют **секреции** (от лат. *Secretio* - выделение). Слагающее их минеральное вещество нарастает от периферии к центру, т.е. от стенок полости к ее середине. Для секреций характерно концентрически-зональное строение. Размер их может быть различным: от нескольких миллиметров до первых значений метра. Мелкие секреции (обычно менее 2 - 5 см в поперечнике) называют миндалинами. Они заполняют поры вулканических пород, образовавшиеся в результате быстрого остывания лавы. Крупные секреции с оставшейся внутри полостью называют **жеодами** (от фр. *geode*). Округлые и шарообразные выделения минералов, в которых минеральное вещество нарастает от центра к периферии, называются **конкрециями** (от лат. *concretio* - срастание, сгущение).

При выпадении минерального вещества из растворов, текущих по открытым поверхностям, возникают натечные формы. Как правило, они сложены мелкокристаллическим или скрытокристаллическим минеральным веществом. Натечные формы имеют вид сосулек, почек, желваков, корок. Часто встречающиеся в пещерах натеки формируют сталактиты, свисающие с потолка в виде сосулек и растущие им навстречу образования в виде столбиков и башен называются сталагмитами, колоннообразные формы - **сталагматами**, а стекающие по стенкам каскады «каменных струй» - занавесами.

Иногда на поверхности горных пород или стенках разбивающих породы трещин встречаются незначительные по мощности и разнообразные по цвету выделения минералов, которые называют пленками, налетами, присыпками, примазками, выцветами. Некоторые минералы, например оксиды марганца, в результате быстрой кристаллизации по тонким трещинам образуют сложные формы - **дендриты** (от греч. *dendron* - дерево), напоминающие по виду отпечаток какого-то причудливого растения.

Иногда минералы выделяются в несвойственной им чуждой форме, образуя точную копию другого минерала или органического образования. Такие формы называют **псевдоморфозами**, т. е. ложными формами (от греч. *pseudos* - ложь и *morphe* - форма). Общеизвестными примерами псевдоморфоз являются различные окаменелости растений или животных, в которых органическое вещество целиком замещается кальцитом или другим минералом, при этом основные черты первоначальной формы сохраняются.

И наконец, как уже отмечалось, незначительное количество минералов не имеет кристаллической решетки, т.е. выделяется не в кристаллическом, а в аморфном, или коллоидном, состоянии. В аморфном состоянии находятся затвердевшие переохлажденные стекловидные жидкости, например вулканическое стекло - обсидиан. Аморфные выделения минералов обычно образуют однородные плотные или землистые массы натечного вида. Форма нахождения минералов в природе и особенности строения минеральных агрегатов позволяют судить об условиях их образования.

Основные процессы минералообразования:

1. Магматическое минералообразование. Магма – первоначальный силикатный расплав, поступающий из глубин Земли и дающий при отвердевании его изверженные горные породы и минералы. Наличие в магме газов, паров перегретой воды, соединений серы и бора делают ее более вязкой и способствуют кристаллизации. Магматические горные породы делятся на две группы: интрузивные и эффузивные. Минералы образуются в определенных физико-химических условиях, что способствует возникновению определенных ассоциаций (скоплений) минералов. Совместное на-

хождение минералов в природе, обусловленное общностью условий их образования, называется **парагенезисом**. Парагенетические особенности минералов приобретают большое значение при поисках месторождений полезных ископаемых.

2. Минералы пневматолитового процесса. Пневматолитовый процесс получил свое название от греческого слова «пневма» (газ) в связи с тем, что в нем активное участие принимают летучие вещества, содержащиеся в магме и выделяющиеся по мере ее охлаждения. Путем пневматолита из магмы выносятся многие минералы и металлоиды. Упругие летучие вещества создают благоприятные условия для роста кристаллов. Жилы, в которых происходит образование крупных кристаллов и зерен минералов, называются **пегматитовыми**. Жила – минеральное тело, заполняющее трещину в горной породе.

3. Минералы гидротермальных процессов. Возникают в одну из последних фаз охлаждения магматического очага, но водяной пар – один из компонентов магмы, сгущается в воду в условиях довольно большого давления, такая вода обладает большой растворяющей способностью и несет в растворенном виде золото, серебро, цинк, свинец и другие элементы. Их этих растворов высокотемпературной воды, перемещающейся по трещинам, образуются минералы гидротермального происхождения, к которым относятся и минералы рудных жил. Рудоносные разломы земной коры прослеживаются в длину почти на тысячу километров. Ширина их может достигать десятки километров.

4. Вулканическое минералообразование. При вулканических процессах, жидкая лава на поверхности земли теряет летучие соединения, становится вязкой и, затвердевая, образует плотную или тонкозернистую массу вулканических пород.

5. Минералообразование при процессах выветривания. При выходе на дневную поверхность магматические и метаморфические горные породы попадают в новые физико-химические условия, и многие из них становятся неустойчивыми соединениями. При физическом выветривании меняются внешние особенности минералов, но химический состав при этом остается без изменений. Минералы, подвергшиеся химическому выветриванию, превращаются в совершенно новые химические соединения – новые минералы. Основные агенты химического выветривания: кислород, вода и углекислота. В процессе выветривания принимают участие растения и животные. Механическое разрушение горных пород обусловлено ростом корневой системы растений, проникающей в трещины пород, а также деятельностью роющих животных: кротов, землероек, сусликов и т.п. В условиях влажного климата большое значение имеют дождевые черви, в жарких странах – термиты.

6. Минералообразование в морях, лагунах, озерах и болотах.

В областях с жарким сухим климатом наблюдается интенсивное испарение воды, что приводит к выпадению растворенных веществ в твердом виде. Также может иметь значение не только испарение воды, но и понижение температуры и обменные реакции между различными элементами, поэтому образование химических осадков наблюдается и в условиях умеренного климата.

7. Минералы органогенного происхождения. Некоторые минералы представляют собой продукты жизнедеятельности организмов, некоторые возникают в результате химических преобразований органических остатков.

8. Минералы метаморфического процесса. Образуются путем глубоких изменений (метаморфизации) минералов осадочного и магматического происхождения. Здесь большое значение имеют высокая температура, высокое давление и химическое влияние магмы на контактируемые с ней породы, под влиянием которых минералы преобразуются или, как говорят, метаморфизируются.

Классификация минералов

Для удобства изучения минералы классифицируют, причем в основу классификации могут быть положены различные признаки.

Генетическая классификация минералов

Минералы по генезису (происхождению) можно классифицировать следующим образом:

1. Минералы, характерные для магматических процессов.
2. Минералы вулканического происхождения.
3. Минералы пегматитовых жил.
4. Минералы пневматолитовых процессов.
5. Минералы гидротермального происхождения.
6. Минералы, образуемые при выветривании.
7. Осадки морей, заливов, озер.
8. Минералы органогенного происхождения.
9. Минералы метаморфического происхождения.

Классификация минералов и горных пород по их практическому значению

1. Горючие ископаемые: каменный уголь, антрацит, торф, нефть, горючий газ.

2. Руды черных металлов: железные руды – магнитный железняк, бурый железняк; марганцевая руда – пиролюзит; титановая руда – титанистый железняк.

3. **Руды цветных металлов:** медная руда – медный колчедан; ртутная руда – киноварь; цинковая руда – цинковая обманка.

4. **Руды редких металлов:** оловянная руда – оловянный камень; вольфрамовая руда – вольфрамит.

5. **Драгоценные (благородные) металлы:** золото, платина.

6. **Агроруды:** сырье для получения фосфорных удобрений – апатит, фосфорит; сырье для получения калийных удобрений – сильвин; для получения азотных удобрений – натриевая и калиевая селитра.

7. **Сырье для химической промышленности:** сера, каменная соль, ангидрит, гипс.

8. **Огнеупоры:** асбест, доломит, магнезит.

9. **Сырье для электрической промышленности:** слюда.

Для практического применения минерального сырья наиболее пригодны классификации, основанные на группировке месторождений по промышленным потребителям продукции горнодобывающих предприятий. Согласно Инструкции по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты РФ различаются следующие группы и подгруппы месторождений полезных ископаемых (по И.П. Лебедеву и др.).

Группа 1. Горючие ископаемые.

1.1. – нефть и газ;

1.2. – твердые горючие ископаемые (угли, сланец горючий, торф).

Группа 2. Металлические ископаемые.

2.1. – черные металлы (Fe, Mn, Cr, Ti, V);

2.2. – цветные металлы (Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, W, Sn, Al, Mg, Hg, As, Sb, Bi);

2.3. – редкие металлы, рассеянные и редкоземельные элементы (Be, Li, Ta, Nb, Cd, Ge, Zr, TRCe – цериевая группа (четные лантаноиды: Ce, Nd, Sm, Gd, Dy, Er, Yb), TRY – иттриевая группа (нечетные лантаноиды: Pr, Pm, Eu, Tb, Ho, Tm, Lu, а также Y).

2.4. – благородные металлы (Au, Ag, Pt, платиноиды: Ru, Rh, Pd, Os, Ir).

2.5. – радиоактивные элементы (U, Th).

Группа 3. Неметаллические ископаемые.

3.1. – оптические материалы (исландский шпат, кварц, флюорит);

3.2. – химическое сырье (пирит, сера, флюорит, барит, алунит, бораты, известняк и др.); 3.3. – минеральные удобрения: а) фосфатные (apatит, фосфорит, торфо-вивианит), б) калиевые, в) карбонатные (агрокарбонатные руды);

3.4. – керамическое и огнеупорное сырье (кварц и кварцевые пески, полевой шпат, пегматит керамический, каолин, глины огнеупорные и керамические, волластонит, дунит огнеупорный и др.);

3.5. – абразивные материалы (корунд и наждак, гранат, пемза, диатомит, трепел, опока, камни точильные и полировочные);

3.6. – горнотехническое сырье (асбест, мусковит, вермикулит, тальк, графит, магнезит, цеолиты);

3.7. – драгоценные и поделочные камни (алмазы, изумруды, бирюза, лазурит, малахит, агат, халцедоны, чароит и др.); 3.8. – строительные материалы: а) магматические породы, б) карбонатные породы, в) глинистые породы, г) обломочные породы;

3.9. – прочие ископаемые (глауконит, глины буровые, битум, мумие и др.).

Группа 4. Соли (натровые, калиевые, сульфаты, селитры).

Группа 5. Подземные воды и лечебные грязи:

5.1. – минеральные воды промышленные (бромные, йодные),

5.2. – минеральные воды лечебные (сероводородно-углекислые, метановые, радоновые и др.),

5.3. – термальные (теплоэнергетические) воды,

5.4. – питьевые воды (пресные, слабосоленоватые),

5.5. – грязи лечебные.

Обратите внимание: Различие между редкими и рассеянными элементами состоит в том, что редкие элементы имеют свои собственные рудные минералы-концентраторы (например, циркон, касситерит), а рассеянные химические элементы извлекаются попутно, так как входят в кристаллические решетки рудных минералов в виде элементов – примесей.

Химическая классификация минералов

Минералы делятся на несколько классов:

1. **Самородные элементы** – металлы и металлоиды, встречающиеся в природе в свободном состоянии: золото, платина, графит, алмаз, сера.

2. **Сульфиды** – соли сероводородной кислоты: молибденит, галенит, реальгар.

3. **Вольфраматы** – соли вольфрамовой кислоты: вольфрамит.

4. **Галогениды (хлориды)** – соли соляной кислоты: галит, сильвин.

5. **Нитраты** – соли азотной кислоты: натриевая селитра, калиевая селитра.

6. **Карбонаты** – соли угольной кислоты: кальцит, доломит, магнезит, малахит.

7. **Сульфаты** – соли серной кислоты: ангидрит, гипс.

8. **Фосфаты** – соли фосфорных кислот: апатит, фосфорит.

9. **Окислы и гидроокислы** – кислородные и водные соединения металлов и металлоидов: кварц, корунд, магнетит, гематит, опал, боксит.

10. **Силикаты и алюмосиликаты** – соли кремниевых и алюмокремниевых кислот: лабрадор, топаз, берилл, роговая обманка, биотит, тальк, асбест.

11. **Углеводородные (органические) соединения:** янтарь.

Определение минералов по внешним признакам

При определении минералов по внешним признакам необходимо обращать внимание в первую очередь на общие для всех минералов признаки, а затем переходить к рассмотрению индивидуальных особенностей отдельных минералов. В первую очередь обращается внимание на блеск минералов, после этого на твердость, на цвет на черту и т.д.

Блеск. Минералы бывают блестящие или матовые – когда блеск отсутствует. Большинство минералов обладает способностью отражать от своей поверхности свет, что и обуславливает блеск минералов. По блеску минералы подразделяются на две группы: обладающие металлическим блеском и имеющие неметаллический блеск.

Металлический блеск напоминает блеск поверхности свежего излома металлов, он хорошо виден на неокисленной поверхности образца. Характерен для минералов, являющихся рудами различных металлов, а также для самородных элементов. Минералы с металлическим блеском непрозрачны и тяжелы.

Большая часть минералов имеет неметаллический блеск, он может быть различным:

1. Стекланный блеск – напоминает блеск поверхности стекла (например, каменная соль, горный хрусталь).
2. Алмазный блеск – сильный, искрящийся блеск (алмаз, сфалерит).
3. Перламутровый блеск – аналогичен блеску перламутра, отливает радужными цветами (кальцит, слюда).
4. Шелковистый блеск – мерцающий, характерен для минералов, имеющих волокнистое и игольчатое строение (асбест, игольчатый гипс – селенит).
5. Жирный блеск характеризуется тем, что поверхность минерала как бы смазана жиром. Особенно типичен для мягких минералов (тальк).
6. Восковой блеск – подобен жирному, но более слабый (халцедон).

Твердость – это сопротивление твердого тела разрушению в поверхностном слое при силовых воздействиях на него. Если испытуемый материал мягче, чем тот предмет или минерал, которым вы царапаете по его поверхности, то на нем остается след – царапина. Твердость минералов зависит от характера сил сцепления между частицами вещества, что определяется формой кристаллической решетки, т.е. взаимным расположением частиц. Если энергетическая связь между частицами сильнее, тогда и твердость выше.

По твердости минералы можно разделить на четыре группы:

1. Мягкие минералы – ноготь оставляет на них царапину, легко крошатся, пачкают руки, ими можно писать (тальк, графит, гипс).
2. Минералы средней твердости – ноготь не оставляет на них царапины (кальцит).

3. Твердые минералы – оставляют царапину на стекле, но не оставляют ее на горном хрустале (кварц, полевые шпаты).

4. Очень твердые минералы – оставляют царапину не только на стекле, но и на горном хрустале (топаз, корунд). Встречаются только в группе с неметаллическим блеском.

Определяя твердость образца минерала, учитывают, что твердость мягкого карандаша – 1; ногтя – 2; стекла 5 – 5,5; стальной иглы и ножа 6 – 7.

Для оценки относительной твердости минерала используется эмпирическая шкала, предложенная в начале прошлого столетия австрийским минералогом Ф. Моосом (1772 - 1839) и известная в минералогии как шкала твердости Мооса. В шкале в качестве эталонов используются десять минералов с известной и постоянной твердостью. Эти минералы располагаются в порядке возрастания твердости. Первый минерал - **тальк** - соответствует самой низкой твердости, принятой за **1**, последний минерал - **алмаз** - соответствует самой высокой твердости **10**. Каждый предыдущий минерал шкалы царапается последующим минералом.

Шкала Мооса

Эталонами шкалы Мооса служат следующие минералы:

1. Тальк;
2. Гипс;
3. Кальцит;
4. Флюорит;
5. Апатит;
6. Ортоклаз;
7. Кварц;
8. Топаз;
9. Корунд;
10. Алмаз.

Особо подчеркнем, что шкала Мооса является шкалой относительной. Так, инструментально измеренная абсолютная твердость алмаза больше твердости талька не в 10 раз, а примерно в 4200 раз. К тому же возрастание твердости в пределах шкалы происходит от эталона к эталону весьма неравномерно.

По относительной твердости минералы удобно разбить на группы: мягкие – царапаются ногтем (гипс, тальк, глинистые минералы); средней твердости – не царапаются ногтем, но стекло оставляет на них царапину (карбонаты, сульфаты, многие слоистые силикаты); твердые – не царапаются стеклом (кварц, силикаты).

Горючесть и плавкость. Мягкие и средней твердости минералы, имеющие неметаллический блеск делятся на две группы: на минералы, ко-

торые легко плавятся или горят (самородная сера), и на тугоплавкие и негорючие минералы. При горении минералов выделяются газы различного состава, имеющие разный запах. Так, например, серу самородную иногда бывает трудно отличить от янтаря по внешним признакам, тот и другой минералы характеризуются легкоплавкостью и способностью гореть, но отличаются они по запаху газов, образующихся при горении: самородная сера выделяет запах резкий, удушливый, а янтарь приятный, ароматический.

Черта. Мягкие минералы и минералы средней твердости делятся по цвету черты. Цвет порошка у некоторых минералов не отличается от цвета самого минерала, но есть и такие минералы, у которых цвет порошка резко отличается от цвета самого минерала, в таком случае, это имеет важное значение при определении минералов. Например, порошок кальцита белый, несмотря на то, что цвета этого минерала очень разнообразны – бесцветный, синий, фиолетовый, желтый, зеленый, синий, черный.

Для получения порошка минерала применяется шероховатая фарфоровая пластинка, так называемый «бисквит», но его можно заменить осколком фарфоровой посуды, сняв с него наждачной бумагой или напильником гладкий слой глазури. Также, для получения порошка, можно просто поскоблить минерал ножом. Если провести минералом по поверхности бисквита, минерал оставляет след (черту). Большинство твердых минералов черты не дает, но они могут царапать бисквит и создавать впечатление черты. Можно сказать, что минерал дает черту, если она стирается пальцем.

Растворимость минералов в воде. Минералы отличаются различной степенью растворимости. Некоторые довольно легко растворяются в воде (каменная соль, сильвин), имеют вкус и по этому признаку легко отличаются от других минералов. Несколько хуже растворяются гипс, кальцит, магнезит и не имеют вкусовых качеств. Остальные минералы растворяются в воде плохо или практически относятся к нерастворимым в воде.

Растворимость минералов в кислотах. Минералы, имеющие в своем составе углекислые соли, под действием соляной кислоты (10 % раствор) выделяют в виде пузырьков углекислый газ (такое же действие оказывает уксусная кислота) - минерал «вскипает». Особенно хорошо растворяются в кислотах углекислые соединения – карбонаты: кальцит, сидерит, малахит. По этим признакам они легко отличаются от сходных с ними по внешнему облику сернокислых соединений – сульфатов, которые в кислотах растворяются с трудом. Некоторые минералы, например кварц, не растворяются в соляной, азотной, серной кислотах, но растворяются в плавиковой кислоте.

Цвет. Для некоторых минералов цвет является постоянным признаком, но для большинства минералов этот признак непостоянен, поэтому не следует определять минералы только по цвету, всегда необходимо использовать другие признаки.

Цвет минерала зависит от химического состава, от наличия посторонних примесей, от состояния атомов и ионов внутри кристалла, от рассеивания лучей света внутри минерала, от интерференции и дифракции световых волн. Окраска минералов определяется в первую очередь их химическим составом. Каждый химический элемент, входящий в состав минералов, и каждое химическое соединение придают им определенную, очень характерную окраску.

Минералы, содержащие углекислые соединения меди, зеленого и синего цвета (малахит, азурит). Минералы, содержащие закись железа, окрашены в зеленый, зелено-желтый цвета (хризолит). Минералы, содержащие окись железа, приобретают красный, бурый цвета (розовый кварц, бурый железняк). Наличие даже ничтожного количества примесей достаточно, чтобы минерал приобрел новую окраску.

Для определения цвета минерала необходимо получить свежий излом.

Побежалость. Некоторые минералы, особенно содержащие медь, на своей поверхности имеют пестроокрашенную тонкую пленку: розоватую, красноватую, желтоватую, голубоватую и др., обусловленную процессами химического выветривания. Цвет этой пленки отличается от цвета самого минерала. Это явление получило название побежалости. Побежалость наблюдается только у минералов с металлическим блеском.

Спайность. Спайность выражается в том, что в определенных направлениях минералы оказывают более слабое сопротивление физическим воздействиям – в этом направлении они легче раскалываются и дают ровные, гладкие, блестящие поверхности спайности. Спайность – одна из интереснейших особенностей кристаллических минералов: она обусловлена закономерным расположением атомов и ионов внутри кристалла и объясняется тем, что в пространственной решетке существуют плоские сетки, притяжение между которыми наименьшее, вследствие, например, большего расстояния между системами атомов или ионов.

Спайность у различных минералов выражена в различной степени. Она может быть:

1. Весьма совершенная – когда минералы легко расщепляются в одном направлении на ровные пластинки (слюда).
2. Совершенная, когда минералы раскалываются по определенным направлениям и дают ровные, блестящие поверхности спайности (шпаты).
3. Спайность отсутствует – при ударе минерал раскалывается по неопределенным направлениям и дает неровные поверхности излома (кварц, пирит).

Необходимо отличать от спайности гладкую поверхность кристалла.

Излом. При расколе у минералов возникают поверхности, определяющие так называемый излом. Минералы, обладающие спайностью, дают ровный излом (кальцит). Минералы, лишенные спайности, имеют неров-

ный излом (кварц). Излом, похожий на поверхность раковины, получил название раковистого. Раковистый излом бывает у халцедона. Зернистый излом характерен для пирита и других минералов, имеющих зернистое строение. У некоторых минералов излом землистый.

Плотность. Плотность минералов различна и зависит от химического состава. Минералы, в состав которых входят такие тяжелые элементы, как вольфрам, свинец, барий и т.п., имеют большую плотность (тяжелые), а минералы, в состав которых входят легкие элементы – алюминий, калий, натрий и т.п. имеют небольшую плотность (легкие). Наиболее тяжелыми являются самородные металлы.

При определении минералов по внешним признакам плотность с большой точностью не определяется. При этом достаточно деления минералов на две группы: легкие и тяжелые.

Магнитность. Магнитностью обладают минералы, содержащие железо (магнитный железняк и др.) Для определения магнитности минералов пользуются магнитной стрелкой, а в полевых условиях работы – стрелкой компаса. Минералы, обладающие магнитными свойствами, при приближении их к магнитной стрелке притягивают ее или отталкивают.

Ковкость и хрупкость. Ковкие минералы при ударе молотком сплющиваются и закругляются по краям, в то время как хрупкие при ударе рассыпаются на мелкие куски.

Полевой метод определения минералов (макроскопический), основан на визуальном определении физических свойств минералов.

Оборудование и реактивы для определения минералов макроскопическим методом: молоток, перочинный нож, лупа 7–10-кратного увеличения, стекло, 10 % раствор соляной кислоты, коллекция минералов.

Необходимо отметить, что в диагностике горных пород рекомендуется несколько иной подход. Определить горную породу означает дать ей правильное наименование. Определение горной породы должно проводиться в штуче (образце) размером приблизительно 12х9х2 см, имеющим «свежий скол». Определение целесообразно производить непосредственно в процессе маршрутного исследования, т.к. в полевых условиях, в коренных выходах горных пород на поверхность, имеется уникальная возможность выявить условия залегания пород.

Схема описания образцов минералов

Название минерала	Химическая формула	Внешние признаки	Растворимость минерала в воде и кислотах; Подверженность выветриванию	Условия минералообразования. Происхождение и парагенезис	Разновидности	Основные месторождения; Практическое значение
Кварц	SiO ₂ Окислы и гидрокислы кремния	Твердость 7; Спайность весьма несовершенная; Излом раковистый, неровный; Блеск стеклянный на гранях, на изломе жирный; Прозрачен; Бесцветен. Окраска обусловлена наличием механических включений: серая, черная, синяя, розовая, зеленая, бурая.	С кислотами не реагируют, за исключением HF; стоек к выветриванию, разрушается только механически и образует россыпи кварцевых песков	Магматическое, гидротермальное, а также образуется в метаморфических и осадочных породах. Образует ассоциации с полевыми шпатами, слюдой. В гидротермальных жилах выделяется с золотом, сульфидами, кальцитом, баритом и др. Образует псевдоморфозы по волокнистым минералам, в этих случаях он представлен параллельно-волокнистым агрегатом.	Горный хрусталь, аметист, дымчатый кварц, цитрин, розовый кварц, сагенит, сердолин, агат, яшма, авантюрин	Южный и Средний Урал, жилы Альпийского типа на Приполярном Урале, Алдан, Алтай, Кавказ, Памир, Бразилия, Мадагаскар, США, Уругвай, Австралия Получение кремния. В химической и атомной промышленности, металлургии, радиотехнике, строительстве, электронике, ювелирном деле. В электромеханических часах.

Кварц является одним из самых распространенных минералов в земной коре. Он встречается как породообразующий минерал в большинстве горных пород магматического, метаморфического и осадочного типа, самый яркий представитель кварца, это граниты, занимающие площади в сотни и тысячи километров. Все образования группы кварца характеризуются высокой прочностью и твердостью, например кремнь, чья высокая твердость с самых древних времен стала причиной его широкого применения, т.к. по твердости кварцевые образования не уступают лучшим сортам стали.

Иногда кварц встречается в чистом виде. Например, к югу от Екатеринбурга есть гора Хрустальная и одноименное месторождение, полностью сложенное белоснежным листоватым кварцем (рис. 10).



Рис. 10. Кварц дробленый, карьер «Гора Хрустальная», <http://dom.e1.ru>

Месторождение представляет собой мономинеральное тело линзовидной формы.

Также, в Забайкальском крае находится урочище Чарские пески, представляющее собой песчаный массив размером примерно 10 км на 5 км. Урочище расположено в Чарской котловине. Массив является геологическим памятником природы геоморфологического типа федерального ранга, окружён лиственничной тайгой и болотами (рис. 11).



Рис. 11. Чарские пески, источник <https://www.drive2.ru>

Массив вытянут с юго-запада на северо-восток в направлении господствующих ветров и занимает площадь около 50 км². Ни в одной котловине

Забайкалья нет столь крупных массивов сыпучих движущихся песков. Пески кварцевые, мелко- и среднезернистые, прекрасно окатанные, флювиогляциальные, плейстоценового времени образования, впоследствии переработанные ветром. Песчаные массы формируют гряды, барханы и цепи барханов, перемежаемые котловинами выдувания. Длина отдельных барханов 150 - 170 м, высота до 80 м. Крутые северо-восточные склоны имеют уклон до 32 градусов.

Размер кварца колеблется от микроскопических, едва различимых зерен до гигантских кристаллов. Кварц молотый пылевидный находит широкое применение в стекольной промышленности, литье металлов, при изготовлении гончарных изделий, работе с керамикой, производстве огнеупорных материалов. Служит прекрасным абразивом при шлифовке и полировке поверхностей деталей. Дробленый кварц используется в металлургии, широко используется в качестве компонентов шлакообразующих смесей, строительстве.

В музее горного института г. Екатеринбурга есть кристалл кварца, называемый «малютка», весом 784 килограмма. Самый крупный найденный в России кристалл кварца хранится в музее Санкт-Петербургского горного института.

Применение современных физических методов, позволяет изучать тонкую структуру кварца, получать информацию о составе, концентрации и структурном положении примесей. Зная виды и количество дефектов в минерале, можно использовать его для расшифровки физико-химических условий минералообразования, раскрытия природы рудоносных растворов, прогнозирования новых рудных тел. Кварц содержит большую генетическую информацию, что полезно для практики геологоразведочных работ. Также, в настоящее время практически треть всего ассортимента ювелирных изделий – это украшения с кварцем.

Задание: Составить описание минералов согласно варианту.

Вариант 1	Тальк;	Вариант 11	Золото;
Вариант 2	Гипс;	Вариант 12	Графит;
Вариант 3	Кальцит;	Вариант 13	Сера;
Вариант 4	Флюорит;	Вариант 14	Киноварь;
Вариант 5	Апатит;	Вариант 15	Галит;
Вариант 6	Ортоклаз;	Вариант 16	Аметист;
Вариант 7	Халцедон;	Вариант 17	Мирабилит;
Вариант 8	Топаз;	Вариант 18	Каолинит;
Вариант 9	Корунд;	Вариант 19	Полевые шпаты;
Вариант 10	Алмаз;	Вариант 20	Нефелин

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные процессы минералообразования и укажите их особенности.
2. В чем заключается сущность пневматолитового процесса?
3. Приведите классификацию минералов.
4. Укажите внешние признаки минералов.
4. Как определяется твердость минералов?
5. Дайте определение термину «парагенезис».

Используемая литература

1. Музафаров В.Г. Определитель минералов, горных пород и окаменелостей. - М.: Недра, 1979.
2. Практическое руководство по общей геологии: учеб. пособ. для студ. вузов / А.И. Гущин, М.А. Романовская и др.; под ред. Н.В. Короновского. - М.: Академия, 2007. - 160 с.
<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-prakticheskoe-rukovodstvo-po-oshchey-geologii-gushchin-ai-romanovskaya-ma-stafeev-a.pdf>
3. Геология месторождений полезных ископаемых / И.П. Лебедев, Е.Х. Кориш, К.А. Савко, В.М. Холин. - Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009. - 129 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: Построение геолого-геоморфологического профиля по данным буровых скважин.

Цель: Освоение практических приемов составления, чтения и анализа геолого-геоморфологических профилей по крупномасштабным геологическим картам и описанию данных буровых скважин.

Время: 4 часа.

Задание: Составить геолого-геоморфологический профиль и выполнить его анализ.

Методика выполнения

Профиль, проведенный через какую-либо местность и показывающий не только внешний облик форм рельефа, но и слагающие его породы, называется **геолого-геоморфологическим**.

Геолого-геоморфологические разрезы или профили представляют собой вертикальное сечение участков земной поверхности на определенной территории. Разрезы дают представление об особенностях строения элементов рельефа, условиях залегания горных пород и подземных вод в толще земной коры. Грунтовые воды во многом определяют характер почво-

образования, продуктивность ценозов и даже характер хозяйственных мероприятий проводимых на конкретных лесохозяйственных территориях. Именно поэтому, необходимо иметь представление о характере подземных вод, их бассейне, динамике, скорости передвижения и др. Особое внимание обращают на характер вскрытых скважинами грунтовых вод. Приводится характеристика подземных вод, их виды (почвенные воды, верховодка, грунтовые воды, межпластовые).

Широко используются в научных и практических целях, т.к. дают наглядное представление о связи рельефа с геологическим строением.

Геолого-геоморфологические профили служат основой для построения ландшафтных и комплексных профилей. При анализе городского рельефа сравнение нескольких временных срезов рельефа одного и того же участка позволяет установить антропогенные изменения рельефа, происшедшие за определенный исторический период существенные преобразования: исчезновение озер, оврагов, балок, появление новых водоемов, изменение высотных отметок отдельных точек территории.

Также, профили используются при выявлении и оценке запасов подземных вод, которые являются источником питьевой и технической воды, составления гидрогеологических карт, водопроницаемых горных пород, что важно при расчете скорости проникновения токсикантов в водоносные горизонты.

Образцы геолого-геоморфологических профилей территории за различный период времени возможно использовать для обнаружения опасных геологических процессов (например, комплекс карстово-суффозионных процессов) и исследования их динамики.

По образцам геолого-геоморфологических профилей и геологических разрезов проводится рекультивация земель.

Рекультивация земель проводится согласно требованиям Постановления Правительства РФ от 23.02.1994 № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» и Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы, утвержденных Приказом Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1995 № 525/67.

Рекультивация земель - это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также, на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества (ГОСТ 17.5.1.01-83 «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения»).

В соответствии с п. 5 Основных положений рекультивации подлежат земли, нарушенные:

- при разработке месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом, а также добыче торфа;

- прокладке трубопроводов, проведении строительных, мелиоративных, лесозаготовительных, геологоразведочных, испытательных, эксплуатационных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова;
- ликвидации промышленных, военных, гражданских и иных объектов и сооружений;
- складировании и захоронении промышленных, бытовых и других отходов;
- строительстве, эксплуатации и консервации подземных объектов и коммуникаций (шахтные выработки, хранилища, метрополитен, канализационные сооружения и др.);
- ликвидации последствий загрязнения земель, если по условиям их восстановления требуется снятие верхнего плодородного слоя почвы.

Примеры практического применения геолого-геоморфологических профилей

Связь рельефа с геологическим строением территории представлена на геолого-геоморфологическом профиле, который был выполнен еще в 1960 году (рис. 12).

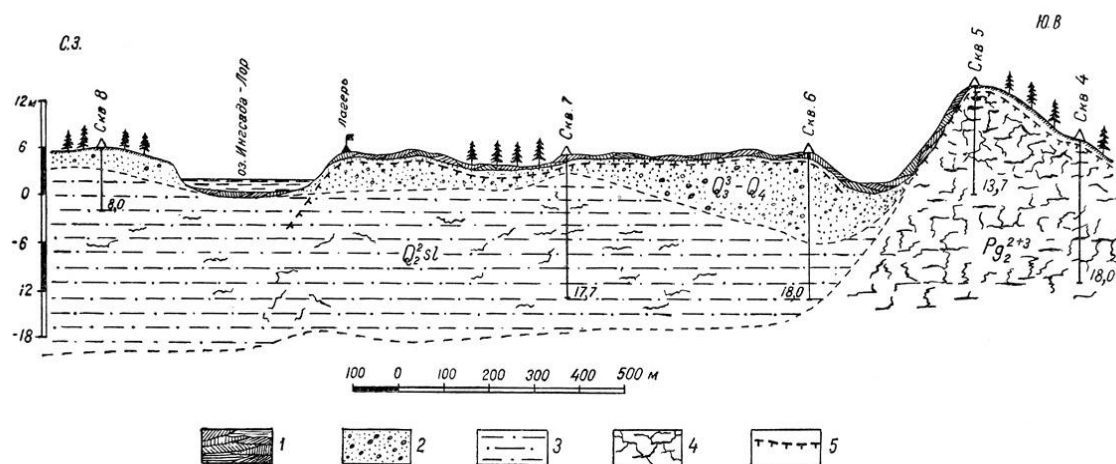


Рис. 12. Профиль по скважинам ручного бурения 4, 5, 6, 7, 8 на Полуийском грядовом участке (составил Ю.Ф. Андреев):

1 - торфяной покров; 2 - песок с гравием; 3 - суглинок; 4 - глина диатомовая.

Прослойками и линзами показан характер залегания и распределения по разрезу мерзлой глины чистого льда; 5 - верхняя граница многолетней мерзлоты

Профиль, построен по данным скважин ручного бурения, показана геоморфология участка, на основе анализа была выявлена связь линейно-грядового рельефа с тектоническими структурами (север Западной Сибири в области развития многолетней мерзлоты). На участке наблюдается раз-

витие бугристо-грядового рельефа. Крупные изометрической формы бугры высотой до 8 - 10 м приурочены к берегам заросших или заторфованных озерных котловин. Центральная часть исчезнувших озер обычно имеет торфяно-бугристую поверхность. Торфяные бугры достигают высоты 3 - 5 м и более.

Полевые исследования и бурение ручных скважин показали, что на всей площади распространения линейно-ориентированных гряд и бугров они сложены мерзлыми сильно льдистыми глинами. В некоторых случаях диатомиты и диатомовые глины (Pg_2^{2+3}) встречаются непосредственно на поверхности гряд, в других - они перекрываются слоем песка, мощностью 1 - 3 м, или маскируются сплошным растительно-торфяным покровом. Наблюдение за льдистостью вскрываемых скважинами пород во всех случаях подтвердило, что наибольшее количество свободного льда заключается в мерзлых диатомитах и диатомовой глине, слагающих гряды и бугры.

По визуальному определению объемное содержание льда в диатомовой глине до глубины 20 - 25 м, в среднем составляет не менее 30 - 40 %.

Высокая степень льдистости глины, слагающей возвышения, подчеркивается интенсивным развитием на их поверхности молодых форм надмерзлотного термокарста, которые в большинстве случаев отсутствуют в межгрядовых понижениях и на окружающих грядовый рельеф пространствах.

Склоны гряд, часто разрушаются, и в них обнажаются коренные породы. Термокарстовые воронки и озерки, образующиеся на поверхности глин, в высотном положении носят иногда признаки ступенчатого расположения.

Развитие термокарстово-солифлюкционной деятельности, наблюдаемой в пределах грядового рельефа, приводит к деформации и расчленению поверхности крупных положительных форм на более мелкие. В центральной части Полуйского рельефа встречены параллельно ориентированные гряды, в строении которых участвуют опоки нижне-эоценового возраста. Поверхность как диатомовых, так и опоковых гряд почти сплошь покрыта древесной растительностью. На опоковых грядах всюду наблюдается рассеянная щебенка опок (Pg_2^1). На вершине и склонах некоторых гряд было заложено несколько шурфов и пробурена ручная скважина глубиной 13,5 м. Все эти мелкие горные выработки до пройденной глубины вскрыли трещиноватые литифицированные опоки серовской свиты (Pg_2^1). Многолетняя мерзлота в них залегает на глубине 1,2 - 1,5 м. Мерзлые опоки сцементированы тонкими ледяными прожилками, пронизывающими породу по трещинам.

В результате проведения геологического картирования авторам удалось проследить по площади выходы пород различных литологических и возрастных свит и установить крупную положительную структуру второго порядка. В ядре структуры обнажаются наиболее древние породы - опоки серовской свиты (Pg_2^1). Существование этой антиклинальной складки, на-

званной Полуийским валом, подтверждено и данными геофизических исследований.

Исследования глядового рельефа с применением бурения мелких скважин позволили наметить и картировать выходы дочетвертичных пород и судить о проявлении тектонических структур по верхним горизонтам мезо-кайнозойского осадочного чехла в пределах северной части Западно-Сибирской низменности.

В 2012 году, во время исследований четвертичных отложений и гео-криологических условий берегов Гыданской губы побережья Карского моря, были построены геолого-геоморфологические профили устья р. Еры-Маретаяха и мыса Паха-Сале (рис. 13).

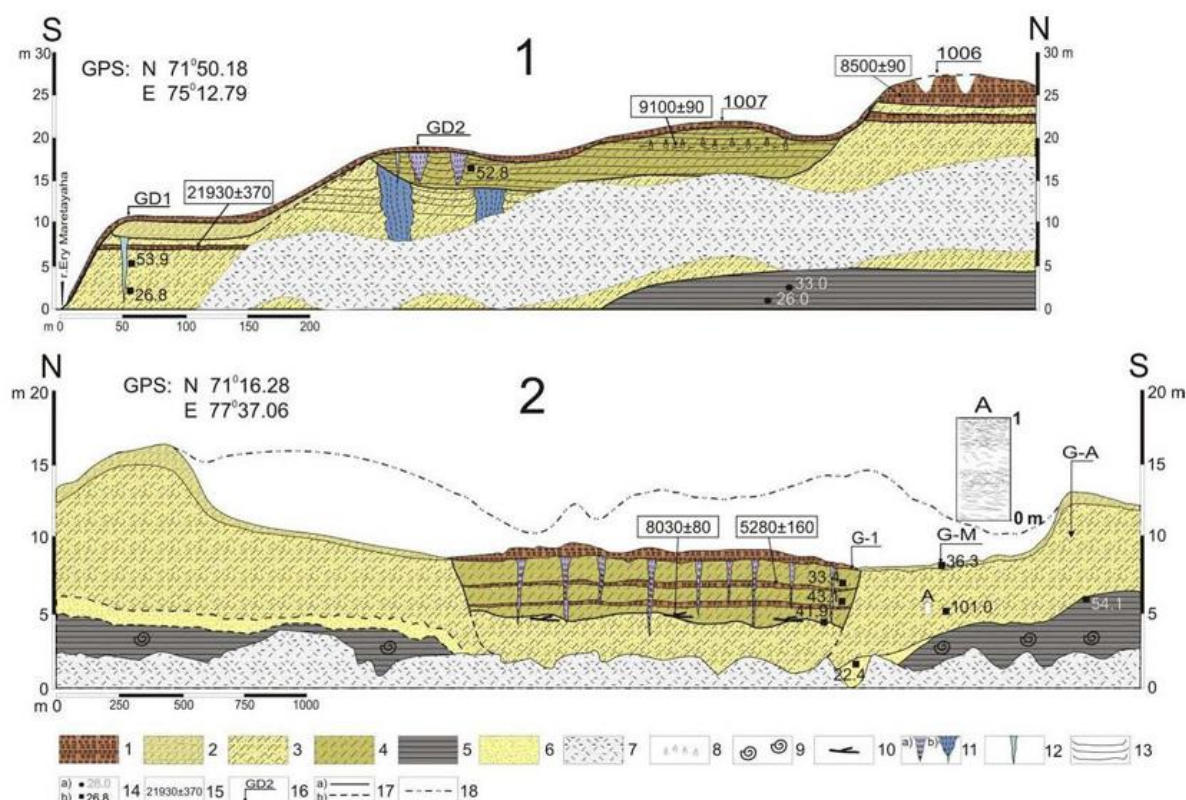


Рис. 13. Схема строения береговых обнажений Гыданской губы:

1 – устье р. Еры-Маретаяха; 2 – мыс паха-Сале., <http://www.evgenyev.narod.ru>.

Условные обозначения: 1 - торф; 2 - переслаивание супесей и песков;

- 3 - супеси пылеватые; 4 - супеси пылеватые оторфованные; 5 - глины; 6 - пески;
7 - осыпь; 8 - ракушки пресноводные озерные; 9 - морские моллюски; 10 - древесные
остатки; 11 - полигонально-жильные льды: а) голоценовые, б) верхнеплейстоценовые;
12 - трещинный лед; 13 - поясковая криотекстура; 14 - влажность в процентах:
а) суммарная, б) минеральных прослоев; 15 - возраст органических включений, лет;
16 - номер расчистки; 17 - литологические границы: а) установленные,
б) предполагаемые; 18 - граница поверхности не подвергшейся термоденудации

Гыданская губа Карского моря является одним из наиболее трудно-доступных районов севера Западной Сибири. Здесь в береговых обрывах

высотой 15 - 20 м вскрываются морские и прибрежно-морские песчано-алевритовые отложения.

Более древние морские отложения перекрываются верхнеплейстоцен-голоценовыми континентальными осадками с растительным детритом. На пляже рассеяно большое количество костных остатков, которые вымыты из береговых обрывов. Линза озерных осадков мощностью 4 - 6 м и видимой протяженностью 1200 м содержит слоистые насыщенные органикой супеси (содержание органического углерода достигает 1 %). Легкие супеси на глубине 2 - 4 м переходят в тяжелые супеси, количество органических остатков снижается, возрастает содержание пылеватых частиц с 35 % на глубине 1,4 м до 56 % на глубине 3,7 м. Лыдистость увеличивается с глубиной.

Заполнение термокарстовой депрессии происходило в два этапа. На первом этапе в начале голоцена накапливались отложения, которые попадали в озеро при разрушении берегов, сложенных пылеватыми сильнолыдыстыми супесями. В конце заполнения озерной котловины накапливались более грубые песчаные осадки. На существование талика под озером указывает горизонт с относительно малой лыдистостью и посткриогенной криотекстурой.

Используют геолого-геоморфологические профили и в исследовании морфологии речных долин, которая определяется геологическими и физико-географическими условиями местности, пересекаемой рекой, историей развития долины (рис. 14).

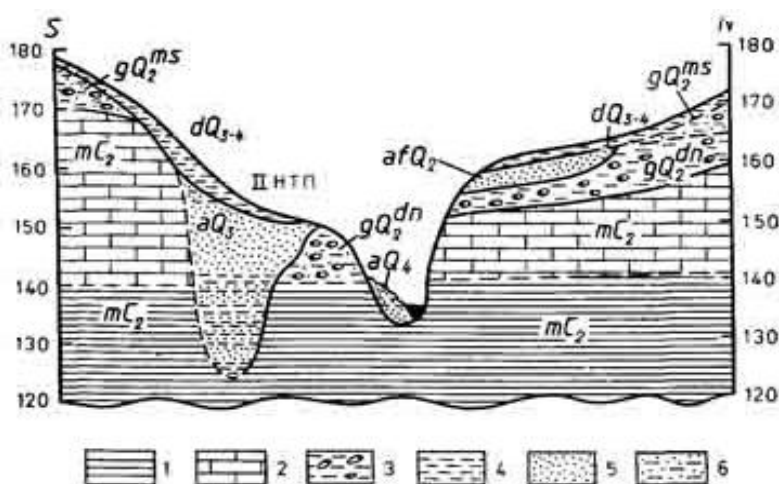


Рис. 14. Погребенная долина реки (по О.К.Леонтьеву, Г.И. Рычагову): 1 – глина; 2 – известняк; 3 – морена; 4 – суглинок; 5 – песок; 6 – переслаивание песка и суглинка; mC_2 – морские отложения среднекаменноугольного возраста; gQ_2^{dn} – ледниковые отложения днепровского возраста; gQ_2^{ms} – ледниковые отложения московского возраста; afQ_2 – аллювиально-флювиогляциальные отложения среднечетвертичного возраста; Q_3 – аллювиальные отложения позднечетвертичного возраста, выполняющие древнюю долину;

dQ₃₋₄ – делювиальные отложения позднеплейстоценового- голоценового возраста:
aQ₄ – голоценовые аллювиальные отложения (горизонтальный масштаб условный)

Например, погребенные долины широко развиты, в областях, подвергавшихся оледенениям, где вследствие неравномерного накопления ледниковых отложений после таяния ледников происходила интенсивная перестройка гидрографической сети. На рис. 14 изображена погребенная долина реки Протвы (левый приток Оки), возникшая после отступления московского ледника. Она была заполнена во время московского оледенения, а новая долина, заложившаяся в послевалдайское время, оказалась смещенной к северу по отношению к погребенной, на месте же последней располагается вторая надпойменная терраса, сформировавшаяся в позднечетвертичное (валдайское) время. Как видно из рисунка, погребенная долина была на 10 м глубже современной. Изучение погребенных речных долин имеет очень большое значение как при решении практических задач (поиски россыпей, подземных вод, строительных материалов, решения инженерных задач и т.д.), так и при изучении истории формирования рельефа.

Также, при инженерно-геологической оценке территорий часто исследуют геологическую деятельность рек, для этого выполняют построение поперечного профиля морфологически дифференцированной долины, выполняется ее описание и описание микрорельефа поймы.

Необходимо учесть, что если река интенсивно углубляет русло, пойма перестает заливаться водой и превращается в террасу. Понижения русла реки происходили неоднократно, и в долине насчитывается несколько террас, ступенями возвышающимися одна над другой. Так, на равнинных реках образуются аллювиальные террасы, сложенные слоистыми речными наносами, их объем зависит от характера растительности, интенсивности гипергенеза, эрозии. Чем старше территория, тем длительнее действует эрозия, которая зависит от литологии пород. Массивно-кристаллические эродированы медленнее, осадочные, плохо литифицированные - значительно быстрее. Счет террас идет снизу вверх от поймы.

Речные системы располагаются в отрицательных тектонических структурах: впадинах, прогибах, синеклизах или проходят по линиям разломов и сбросов, таким образом, речные долины, врезаясь в равнины, формируют эрозионный комплекс рельефа.

Построение геолого-геоморфологического профиля

Геолого-геоморфологический профиль строится на миллиметровой бумаге по крупномасштабной геологической карте с нанесенными горизонталями или по топографической карте.

Перед построением геолого-геоморфологического профиля необходимо предварительно распланировать лист миллиметровой бумаги, отведя

место для заголовка сверху, в середине листа для самого профиля и внизу для легенды.

Построение профиля начинают с общего знакомство с картой, ее масштабом и рельефом территории. Затем строят гипсометрический профиль.

Необходимо отметить, что на геолого-геоморфологических профилях увеличивают вертикальный масштаб, по сравнению с горизонтальным, в 3 - 5 раз для горных территорий и в 5 - 10 раз – для равнинных.

Далее наносят на профиль геологическую и геоморфологическую нагрузку по данным буровых скважин.

Скважина - это горная выработка с малым диаметром. Устье скважины показывается равнобедренным треугольником и подписывается буквой **С** с порядковым №. Например: с. № 1; Ствол – прямая линия; Забой – горизонтальная черта к стволу. С карты выносят местоположение скважин, подписывают высоту. Например: с. № 1 (абс. отм. 200 м).

Затем, на профиль выносят геологическое строение, пользуясь данными Описания скважин. Поочередно откладывают мощности слоев, вскрытых скважиной. В интервале проставляют условные обозначения (крап). После этого проводят границы слоев одного состава. Более древние осадки залегают в нижней части профиля. Для каждой скважины указывается ее номер, абсолютная отметка устья и дается послойная характеристика пород, пройденных при бурении.

В геологическом строении района могут принимать участие морские и континентальные отложения, для их обозначения используют **индексы** – малые латинские буквы:

Генетический тип отложений	Индекс
Аллювиальные (аллювий) или речные Континентальные отложения, образовавшиеся в условиях преобладания процессов денудации над аккумулятивными	<i>al</i>
Делювиальные (делювий) Образовались в результате накопления смытых со склонов дождевыми и талыми водами рыхлых продуктов выветривания	<i>dl</i>
Элювиальные (элювий) Продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте своего образования	<i>el</i>
Пролувиальные (пролювий) Образовались в результате переноса и отложения временными водными потоками материала с более высоких гипсометрических уровней	<i>pl</i>
Покровные Результат экзогенных процессов	<i>p</i>
Моренные Скопления обломков горных пород, переносимых или отложенных ледником	<i>gl</i>
Флювиогляциальные (водно-ледниковые) Отложения водно-ледниковых потоков	<i>fg</i>

Озерные Накапливаются на дне озер	<i>ℓ</i>
Болотные Образуются в результате зарастания непроточных водоемов	<i>b</i>
Морские донные осадки современных и древних морей Земли, терригенные, биогенные, хемогенные и вулканогенные	<i>m</i>

Итог работы – оформление профиля. Для этого под вычерченным профилем помещают Легенду, которая состоит из: литологии; стратиграфии; генезиса; геоморфологии.

Составление легенды: выносим все условные обозначения, которые использовались при составлении геолого-геоморфологического профиля.

Литология – в прямоугольники стандартного размера 7x13 мм выносим крап, которым обозначали структуру горной породы каждого слоя, пройденного при бурении;

Стратиграфия – геологический возраст отложений. Все стратиграфические подразделения располагаются в порядке возраста. Молодые – сверху, древние – снизу;

Генезис - происхождение отложений;

Геоморфология – выносим основные морфологические элементы, которыми могут быть: русло реки; прирусловая отмель; пойменная равнина; болото; пойма; надпойменная терраса – аллювиальная; склоны речной долины; эрозионные террасы, с указанием их номера; балки; моренные холмы и т.п.

В заключении выполняется письменный анализ геолого-геоморфологического профиля - составление описания рельефа и истории его развития.

Описываются малые эрозионные формы, их пространственного расположения и характеристики геологического строения – состав, мощность залегания слоев различного генетического типа, краткая история геологического развития по эпохам.

Важной составляющей истории развития рельефа является характеристика современных рельефообразующих процессов, которые происходили в голоцене и продолжают формировать рельеф сегодня. Такими процессами являются эрозия и связанные с нею смещения реки, плоскостной смыв, эрозия временных водотоков, заболачивание, а также обвальные, осыпные и оползневые процессы. Они выявляются по генетическим типам отложений.

Завершают анализ прогнозом дальнейшего развития рельефа, высказывают предположения о направлении тектонических движений – поднятия или опускания, и о смене эрозионно-аккумулятивной деятельности реки, усиления или ослабления денудационных процессов. Прогнозируют развитие рельефа вследствие смены климатических условий.

Контрольные вопросы

1. Что такое геолого-геоморфологический профиль?
2. Для каких целей специалисту-экологу необходимо освоить практические приемы составления геолого-геоморфологических профилей?
3. Что такое гипсометрический профиль?
4. Изложите порядок построения гипсометрического профиля?
5. Изложите правила выноса на профиль геологических образований различного генезиса.
6. Каким образом выносят геологическую нагрузку на профиль по данным буровых скважин?
7. Изложите правила выноса на профиль литологической структуры геологических отложений.
8. В каком порядке составляется легенда профиля?
9. Каким образом выполняется анализ геолого-геоморфологического профиля?

Исходные данные к контрольному заданию

1. Геологическая карта с нанесенными изолиниями М 1:10000.
2. Данные буровых скважин (описание) – литология, мощность слоев, согласно варианту.

Используемая литература

1. Методические указания к лабораторным занятиям по геологии «Геологические карты и разрезы» / Л.А. Соколов. - Брянск, 1999. - 42 с.
2. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология: учеб. для студ. геогр. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ВШ, 1988. - 319 с
3. Болтрамович С.Ф. Геоморфология. - М.: ИЦА, 2005.
4. Андреев Ю.Ф. О связи линейно-грядового рельефа с тектоническими структурами на севере Западной Сибири (в области развития многолетней мерзлоты) // Геология и геохимия. - 1960. – Вып. 3 (IX). - с. 76-94.
5. Облогов Г.Е., Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Гусев Е.А., Арсланов Х.А. Четвертичные отложения и геокриологические условия берегов Гыданской губы (Карское море) // Десятая Международная конференция по мерзловедению (TICOP): Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой в меняющемся мире. Т. 3. – Тюмень: Печатник, 2012. - С. 365 -369. www.evgengusev.narod.ru
6. Стольберг Ф.В. Экология города. Гл «Геологическая среда». - К.: Либра, 2001.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Маршрутная съемка оползневого склона

Цель: Освоение практических приемов проведения маршрутной съемки геологических объектов

Время: 6 часов.

Задание:

1. Провести маршрутно-визуальное обследование оползня пляжа «Учкуевка» г. Севастополь (№ 921 в Кадастре оползней Крыма).
2. Проанализировать природные и антропогенные факторы, обуславливающие оползневую активность данного района.
3. Провести экспресс-анализ отобранной пробы водоисточника у основания оползня.
4. Разработать природоохранные меры по берегоукреплению.

Методика выполнения

Под термином оползень понимают как процесс, так и геологическое тело.

Оползневые процессы – один из главнейших факторов, отрицательно влияющих на экологическую обстановку их негативное влияние проявляется в снижении устойчивости жилых зданий, нарушении целостности инженерной и транспортной инфраструктуры, а также безопасности проживания людей.

Динамика оползней на морском побережье характеризуется постоянными медленными смещениями. Периодически возникают отдельные катастрофические смещения. Возрастание техногенной нагрузки (застройка неблагоприятных участков, фронтальные подрезки грунта склонов без возведения подпорных стен, нагрузка на склон) приводит к нарушению равновесия верхней зоны геологической среды - четвертичных не литифицированных отложений, в большей степени подверженных склоновым гравитационным процессам.

Для изучения причин активизации оползневого процесса и выявления триггерных эффектов проводят маршрутные наблюдения, фотофиксацию на территории всего исследуемого оползнеопасного склона и прилегающих зон.

Цели изысканий, согласно СП 11 105-97 ч. 2, установление:

- характера деформаций поверхности земли, инженерно-геологических типов склоновых процессов, развитых в районе, времени (возраста) и причин их возникновения, стадии (фазы) развития, характера деформаций в имеющихся на склоне зданиях и сооружениях, состояния сооружений инженерной защиты и эффективности их работы;

- приуроченности склоновых процессов к определенным геологическим образованиям, тектоническим структурам и геоморфологическим элементам;

- влияния гидрогеологических, гидрологических и метеорологических условий на возникновение склоновых процессов;

- влияния рельефа, крутизны и экспозиции склона на проявления оползней и обвалов;

- роли хозяйственной деятельности в активизации склоновых процессов;

- наличия других видов современных экзогенных геологических процессов (выветривание, эрозия, абразия и т.п.) и определения степени их влияния на устойчивость склонов и, в частности, на возникновение и развитие на них оползней, осыпей и обвалов разных типов.

В задачу маршрутных наблюдений дополнительно к п. 5.5 СП 11-105-97 (ч. I) входит:

- описание и оценка состояния поверхности склона и его характерных особенностей на отдельных оползневых, осыпных и обвальных участках;

- выявление визуальных проявлений оползневых, осыпных и обвальных процессов на поверхности склона;

- выявление проявлений свежей эрозионной или абразионной подсечки склонов;

- установление пространственных закономерностей оползневых деформаций на склоне (границ участков активных оползней, оползней второго порядка и др.);

- установление характера хозяйственного использования территории, техногенных воздействий, преобразований рельефа, почв и растительности;

- обследование имеющихся деформаций зданий и сооружений и оценка состояния и эффективности сооружений инженерной защиты;

- поиски аналогов оползней и обвалов на прилегающей территории с выявлением их причин.

При обследовании оползней следует устанавливать размеры оползня, амплитуду оползневого смещения, виды оползневых трещин на поверхности склона.

Схема описания оползня

1. Название типа (подтипа) и местоположение оползня по отношению к геоморфологическим элементам.

2. Генезис, ориентировка, конфигурация, высота и крутизна склона, на котором расположен оползень.

3. Базис оползня.

4. Форма и размер оползня в плане (длина, ширина, площадь).

5. Средний уклон поверхности оползня.

6. Характер границ оползня (стенка срыва, борта, язык), характер и состояние обрывов (свежие, выветрелые, задернованные), их профиль, высота, крутизна и характер бровок, амплитуда смещения, характер и ширина трещин, наличие просевших участков, следов надвигания и смятия, валов и бугров выпирания, следов подмыва или свежей подрезки языка.

7. Границы водосборной площади оползня и её размеры.

8. Рельеф и характер поверхности вокруг оползня в пределах его водосборной площади. Если водосборная площадь очень велика, то дается ее общая характеристика, а детально описывается только та часть, которая непосредственно примыкает к оползню. Наиболее детально следует описывать овраги, балки, канавы, водоемы, их расположение, условия, определяющие сток и фильтрацию (наличие трещин, распашка склонов и пр.).

9. Общая характеристика рельефа оползня (с выделением отдельных геоморфологических элементов).

10. Подробная характеристика каждого выделенного морфологического элемента оползня, его формы, размеров, среднего уклона и характера поверхности (наличие бессточных впадин, запрокинутых площадок, валов, бугров, гряд, трещин, суффозионных воронок), отдельных элементов макрорельефа, следов свежих смещений.

11. Рельеф и характер поверхности ниже языка оползня: пляж или бичевник - его ширина, профиль, крутизна (средняя и на отдельных участках профиля), слагающий материал, урез воды в водоеме; терраса - ее наименование, возраст, высота (относительная и абсолютная), ширина, характер поверхности и характер сопряжения с оползнем; наличие водотока и свежего размыва (тела и языка оползня), профиль оврага, наличие искусственной подрезки основания склона и ее характеристики; следы суффозии; наличие выпирания впереди оползня - расстояние вала (или валов) выпирания от языка оползня, форма вала в плане и его профиль, размеры, уклон внешнего и внутреннего склона, характер поверхности и строение.

12. Гидрографическая сеть на оползне, водопрооявления и источники питания оползня водой: канавы, овраги с постоянным или временным водотоком - их профиль, геологическое строение стенок, расположение, водосборная площадь (положение водоразделов 2-го порядка); колодцы, источники, условия выхода воды, дебит; бессточные площади, заболоченности, временные озерца, мочажины, их расположение, форма и размеры; расположение и состояние водопроводной и канализационной сети.

13. Растительный покров на оползне (по выделенным геоморфологическим элементам) и вокруг него: вид растительности, ее густота и расположение, наличие болотной растительности, сохранение или нарушение правильности рядов деревьев (аллеи, сады, плантации), наклон, искривление или разрыв стволов деревьев, их возраст, сведения о времени посадки и т.п.

14. Положение скальных выступов, крупных камней, пней и других заметных предметов.

15. Здания и инженерные сооружения на оползне и вокруг него (в том числе дороги, насыпи, водоемы, водопроводная и канализационная сеть, наличие утечек воды, противооползневые и берегоукрепительные сооружения); краткие сведения о материале, конструкции и основных размерах, времени их сооружения, последнего ремонта, состояние, наличие и характер деформаций.

При оценке и прогнозе устойчивости склонов, поражаемых гидрогеогенными оползнями, требуется учитывать внутригодовые (сезонные) и многолетние колебания степени обводненности пород, величин напора и гидравлических градиентов подземных вод.

К описанию оползня прилагаются **фотоматериалы**, сделанные непосредственно в исследуемом районе. Большое внимание уделяется анализу фотоматериалов прошлых лет для характеристики изменений рельефа оползневой зоны.

Например, к разряду угрожающих относится оползень № 2 - Василева балка (г. Севастополь), расположенный на крутом склоне площадью пять гектаров. Объём тела оползня около 500 тысяч м³. Несколько лет назад массивный оползень из каменных глыб разного размера спустился на пляж, изменив прибрежную полосу (рис. 15).



Рис. 15. Оползень в Василевой балке, техногенного типа, ретроспектива,
<http://sevastopol.su/news>

Тело оползня сложено разнородным грунтом из отвалов Псилерахского карьера, который навален на подстилающие глины пляжа «Васили». Ландшафт Василевой балки, из-за деятельности Балаклавского рудоуправ-

ления сильно изменился. Южный низкорослый лес из можжевельника, дуба, фисташки, груши исчез под отвалами карьера (рис. 16).



Рис. 16. Состояние оползня на 2017 год, язык подошвы размыт морем
<https://gazetacrimea.ru>, Фото: Владимир Илларионов

Порода отвала насыщена глиной и сланцами, которые хорошо аккумулируют атмосферные осадки и грунтовые воды. Катастрофическое оползание оползня, с вывалом грунта в море произошло в 2006 году.

Также, необходимо составить схематичный глазомерный план или разрез оползневого участка, как например, на рис. 17.

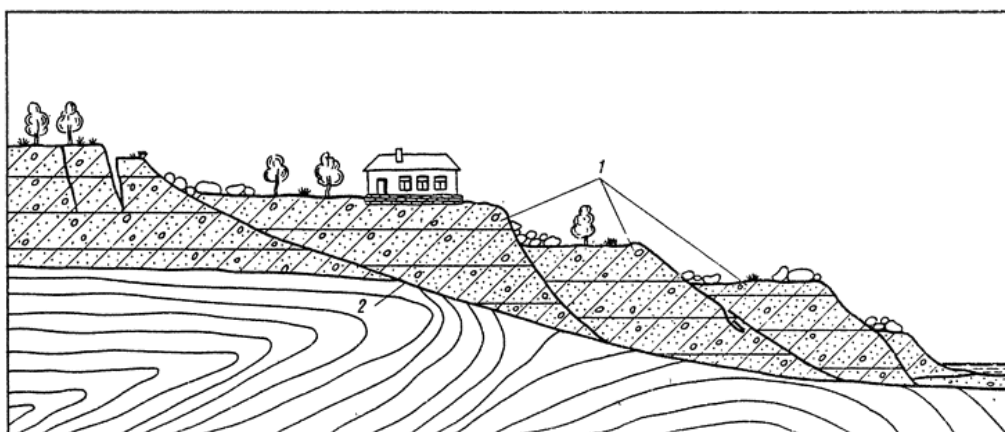


Рис. 17. Схема типичного оползня на Южном берегу Крыма
(по Г. Разумову, М. Хасину)

1 - оползневые блоки грунта (делювий); 2 - плоскость скольжения

Указать морфологические элементы оползня, используя рис. 18.

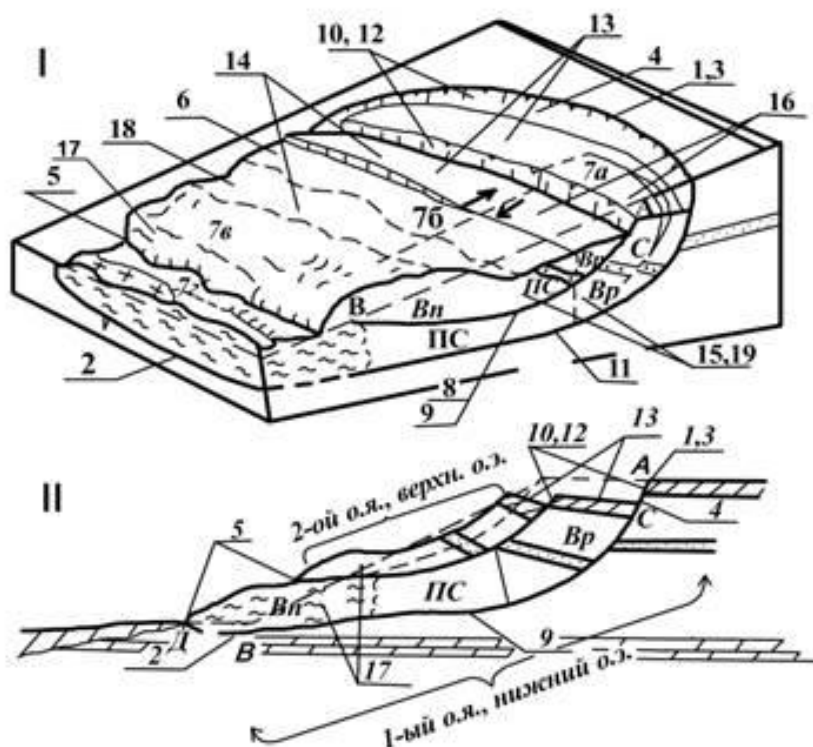


Рис. 18. Элементы оползневых систем в плане (I) и в разрезе (II), <https://www.science-education.ru>. Условные знаки: Точечные элементы: 1 – вершина оползня (бровки срыва); 2 – базис оползня. Линейные элементы: 3 – бровка срыва (уступа); 4 – тыловой шов; 5 – фронт оползня (фронтальный край); 6 – бортовой край (правый); 7 – трещины различного происхождения (7а – растяжения, 7б – сдвига, 7в – выпирания; 7г – выдавливания). Площадные элементы: 8 – поверхность отделения (AB); 9 – поверхность смещения (скольжения и др., CD); 10 – стенка отрыва (срыва AC); 11 – ложе оползня; 12 – оползневые уступы; 13 – оползневые ступени; 14 – поверхность оползня и его частей. Объемные элементы: 15 – оползневые тела, слагающие нижний этаж (1-й ярус) и верхний этаж (2-й ярус); 16 – головная часть оползня; 17 – языковая, фронтальная часть оползня; 18 – бортовые части оползня (правая); 19 – оползневые накопления или смещенные породы; 20 – оползневые блоки: Вр – вращения; ПС – плоского смещения; Вп – выпирания и др.; 21 – оползневые ярус (о.я.) и этаж (о.э.)

При описании оползня важно определить состояние растительного покрова на оползневом теле, фаутиность деревьев и направление искривления стволов, указать места разгрузки водоносного горизонта на поверхности оползневых террас, где происходит застой воды и заболачивание. Необходимо учесть, что особенности рельефа, геологического строения и нарушенность склона оползневыми и эрозионными процессами, способствуют аккумулярованию атмосферных и грунтовых вод в толще склона, что благоприятно для развития мезофитов. В данном случае, в растительных

сообществах преобладают ассоциации пырея ползучего, который выступает индикатором близкого залегания грунтовых вод, а также в нижней части склона - заросли ежевики и осоки.

Выяснение динамики оползня возможно при сравнении космических снимков. Для этого можно использовать данные из сервиса «Google Планета Земля». На космоснимках контуры оползневых участков и их бугристая поверхность проявляются характерным и очень четким рисунком. Этот диагностический признак весьма важен для изучения площади оползнеобразования, и для выявления новых потенциально оползнеопасных зон или участков.

Обязательно необходимо описать постройки в районе оползня и их деформацию, существующие противооползневые сооружения и уже проведенные мероприятия по стабилизации грунта на оползнеопасном склоне.

Для идентификации источника обводнения основания склона (природный или техногенный характер) проводят *экспресс-анализ* отобранных проб воды из водоисточников, которые выходят на поверхность. Определяют жесткость и органолептические показатели воды.

Далее необходимо определить тип оползня, учитывая особенности оползневого процесса:

- оползни детрузивные (сталкивающие) - образуются за счёт усиления давления на верхнюю часть оползневого тела;
- оползни сдвига (срезающие, консеквентные, срезающе-консеквентные);
- оползни вязкопластические;
- оползни гидродинамического выноса (суффозионные, гидродинамического выпора);
- оползни внезапного разжижения - тиксотропные (возникающие вследствие разрушения структурных связей в слабо уплотненных глинистых породах).
- оползни комбинированного механизма.

По генетическому признаку различаются оползни:

- абразионные;
- эрозионные;
- гидрогеогенные (образовавшиеся в результате воздействия подземных и инфильтрационных атмосферных вод на породы, слагающие склон);
- антропогенные (появляющиеся из-за изменения природных условий при различных видах инженерно-хозяйственной деятельности человека).

Изучение оползневых явлений, их причин и последствий, прогнозирование развития оползневых процессов является основой для выполнения инженерной защиты территорий и проводится в целях разработки обоснованных мероприятий по их стабилизации.

Цепочка причинно-следственных связей «особенности механизма оползневых деформаций - защитные мероприятия» проиллюстрирована на рис. 19.

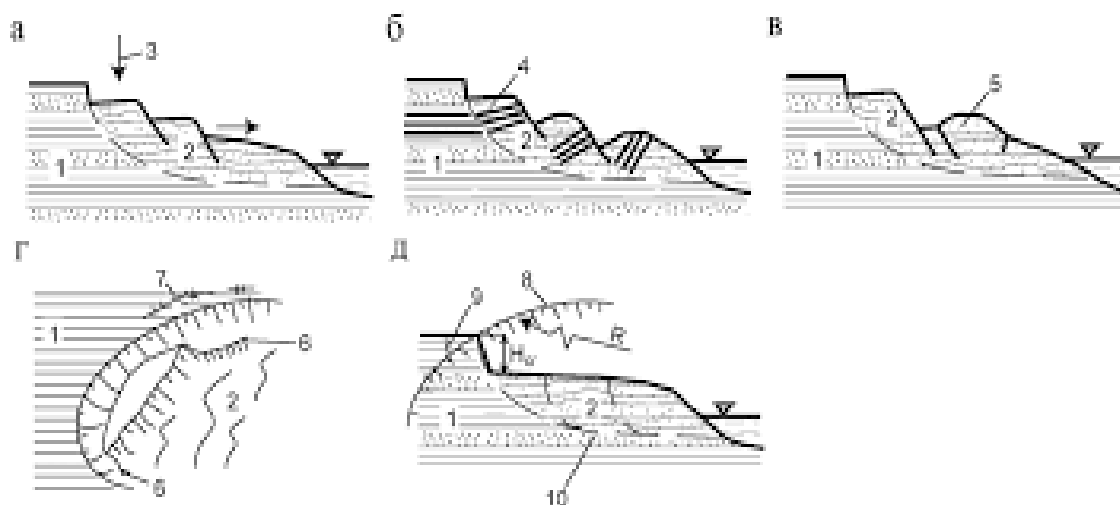


Рис. 19. Характерные схемы оползневого склона с развитием глубокого блокового оползня (2), (1) – коренной массив (по А.И Казееву, Г.П. Постоеву):

а - высокое положение верхнего оползневого блока, регламентирующего оползневое смещение (3); б - поступательное и вращательное движения блоков (4 - маркирующий жесткий слой); в - бугор сжатия (5) в оползневом теле; г - образование «подрезающей» трещины (6) у основания стенки срыва и «закольной» трещины (7) в оползнеопасном коренном массиве; д - предельное состояние коренного массива у стенки срыва с бровкой (8) радиусом R и подготовка нового оползневого блока (9); 10 - поверхность скольжения

Активность оползневых смещений в очаге (цирке) обеспечивается высоким положением оползневых блоков, примыкающих к верхней границе (стенке срыва) оползневого склона (см. рис. 19). Смещение оползневого тела, как указывалось выше, вызывается оседанием упомянутого блока и его силовым воздействием на остальную часть оползневого массива в очаге. Интенсивность смещений зависит как от размеров оползневых блоков, грунтов, в которых развивается оползневой процесс, так и от степени воздействия факторов. В прочных скальных массивах, на высоких склонах, этот процесс может протекать в течение многих веков (так называемые оползни «отседания»). Это важная закономерность глубоких подвижек. Ее необходимо учитывать в случаях строительства на территории оползневых очагов и прилегающей акватории водоемов, и даже в тех случаях, когда по внешним признакам представляется, что на склоне отсутствуют какие-либо деформации.

В практике борьбы с оползнями применяют следующие группы мероприятий:

1) регулирование поверхностного стока;

- 2) дренаж обводненных горных пород;
- 3) перераспределение масс горных пород;
- 4) закрепление масс горных пород;
- 5) искусственное улучшение свойств горных пород;
- 6) лесомелиоративные работы;
- 7) профилактические мероприятия.

В заключении необходимо разработать природоохранные меры по берегоукреплению данного исследуемого участка.

Контрольные вопросы

1. Что такое оползень?
2. Перечислите морфологические элементы оползня.
3. Укажите факторы, способствующие оползнеобразованию.
4. Какие типы оползней выделяют по механизму оползневого процесса?
5. Перечислите природоохранные мероприятия для стабилизации грунта.

Используемая литература

1. Климова Ю.Ю., Косовская М.А. Обоснование проведения паспортизации оползней прибрежной зоны Севастополя // Энергетические установки и технологии, 2017. - Т. 3. - № 1. - С. 73 - 82.
2. СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ", одобренный письмом Госстроя РФ 14 октября 1997 г. N 9-4/116.
3. СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов", одобренный письмом Госстроя РФ от 25 сентября 2000 г. N 5-11/88.
4. Никонорова И.В., Петров Н.Ф., Ильин В.Н., Павлов А.Н. Из опыта изучения и картографирования оползневых систем в Чувашской республике // Современные проблемы науки и образования. - 2013. - № 6.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10992> (дата обращения: 16.01.2018).
5. Тонушие города / Г. Разумов, М. Хасин. - 2-е изд., перераб. - М.: Прогресс; Лейпциг: BSB W. Q. Teubner Verlagsgesellschaft, 1986. - 136 с.
6. Казеев А.И., Постоев Г.П. // Геоэкология. 2013. - № 3. - С. 224-231.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

Тема: Построение геологического разреза и стратиграфической колонки.

Цель: освоение практических приемов построения геологических разрезов и стратиграфических колонок, рассмотрение особенностей построения геологического разреза в областях с горизонтальным типом залегания слоистых толщ.

Время: 4 часа.

Задание: Ознакомиться с методами построения геологических разрезов и стратиграфических колонок.

Методика выполнения

Геологический разрез – это графическое изображение геологического строения по воображаемой плоской вертикальной поверхности, пересекающей земную кору от поверхности Земли до определенной глубины.

Составление геологических разрезов позволяет не только иллюстрировать строение участка земной коры, но и изучать залегание пород, выявлять дополнительные структуры, уточнять представления о формах складчатых структур.

Так, например, об основных чертах геологического строения Крыма можно получить представление, ознакомившись с геологическим разрезом полуострова (рис. 20). На нем показаны наиболее распространенные толщи осадочных пород, их взаимоотношения, положение массива глубинных магматических пород, контакт глин и песчаников таврической серии с палеозойскими сланцами.



Рис. 20. Схематический геологический разрез Крымского полуострова в меридиональном направлении (по А.А.Богданову):

- 1 - уплотненные глины и песчаники таврической серии; 2 - верхнеюрские известняки;
- 3 - известняки, мергели и глины меловой и палеогеновой систем; 4 - палеозойские метаморфические сланцы; 5 - массив магматических глубинных пород; 6 - разрыв

Геологические разрезы позволяют наглядно продемонстрировать результаты научно-практических исследований. Так, для получения полной картины геологического строения и развития Севастопольской бухты, на основе данных бурения 18 скважин ЗАО «Морстройпроект» в устьевой части бухты построен схематический геологический профиль, ориентированный по направлению С-СВ-Ю-ЮЗ (рис. 21). Результаты комплексных литолого-фаунистических исследований проб морского и наземного бурения указывают на блоковое строение грабена Севастопольской бухты и многоэтапность ее формирования в позднем плейстоцене - голоцене.

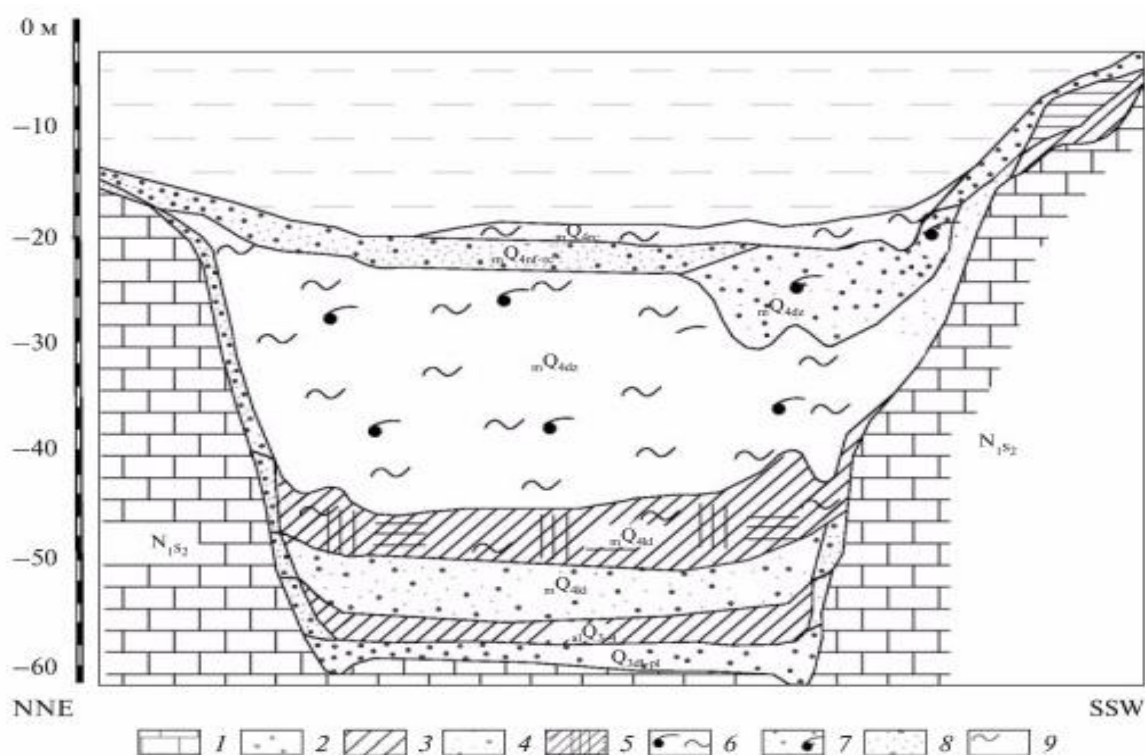


Рис. 21. Схематический геологический разрез устьевой части бухты по оси Северного и Южного молвов (по данным ЗАО «Морстройпроект», Бондарев И.П., Ломакин И.Э. Иванов В.Е):

- 1 – известняки, 2 – дресвяно-щебневые и гравийно-галечные отложения с супесчаным заполнителем; 3 – суглинки с дресвяно-гравийно-галечниковыми включениями, 4 – гравийно-галечные отложения с супесчаным заполнителем,
- 5 – илы темно-серые, обогащенные органическими остатками, с фауной морских моллюсков, 6 – илы светло – серые с фауной морских моллюсков,
- 7 – песчано-гравийные отложения с фауной морских моллюсков, 8 – песчано-гравийные отложения с фауной морских моллюсков, 9 – илы современные

Отдельные блоки отличаются режимом осадконакопления, который в значительной мере контролируется тектоническими процессами. Приведенные материалы дают ключ к пониманию новейшей геологической истории не только района исследований, но и всего северного Причерноморья.

рья, подчеркивая чрезвычайную геологическую молодость блоковых тектонических реконструкций региона.

Также, геологические разрезы используют в комплексной оценке геологического строения территорий, выявлении проявлений и месторождений полезных ископаемых (рис. 22).

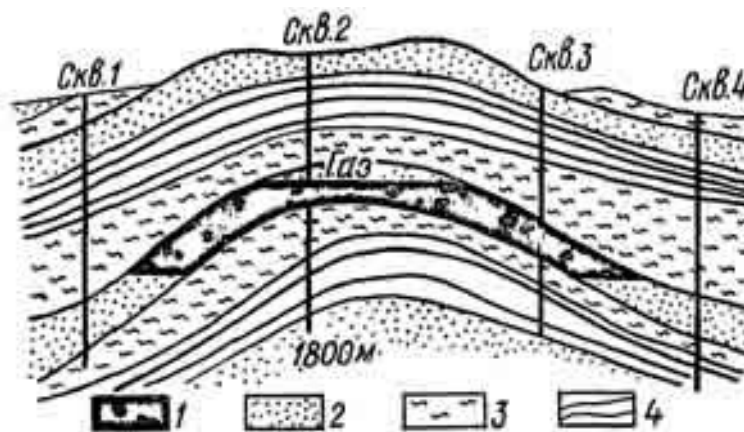


Рис. 22. Разрез нефтеносной антиклинальной складки: (по Д.М. Корулину),
<https://collectedpapers.com.ua>:

1 – нефть; 2 – песчаник и пески; 3 – глины; 4 – аргиллиты

В представленном на рисунке пласте-коллекторе внизу размещается вода, затем нефть и газ. Самыми благоприятными местами для скопления больших масс мигрирующей нефти и газа являются обращенные изгибом вверх складки осадочных пород - антиклинальные складки - главный объект геологических исследований при поисках нефти или газа.

Вертикальный и горизонтальный масштабы геологических разрезов обычно одинаковы, что позволяет непосредственно определять углы падения пластов и тектонических нарушений.

Средне-, крупномасштабные и детальные геологические карты сопровождаются стратиграфическими колонками и геологическими разрезами.

Условные обозначения на геологических разрезах представлены окраской, индексами и крапом (рис. 23).

Условные изображения на геологической карте даны в красках, реже в штрихах, причем порода каждой системы обозначена особым цветом и буквенным индексом. Интрузии магматических пород, разрывающие толщу тех или иных осадочных пород и выходящие на поверхность, показаны отдельно соответствующими цветовыми и буквенными обозначениями. Антиклинальные складки на геологической карте узнаются по симметричному расположению полос относительно более молодых пород по отношению к центральному участку, представляющему ядро складки. Разрывные нарушения на геологических картах изображают обычно толстой черной линией.

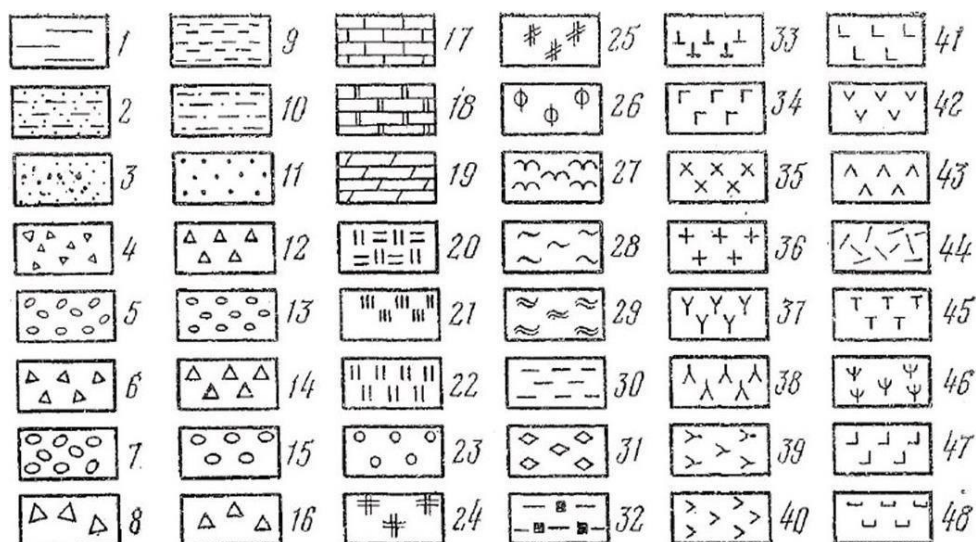


Рис. 23. Условные обозначения (штриховые знаки, крап) для геологических разрезов (по В.П. Лощинину, Н.П. Галяниной):

Осадочные породы (1 – 26): 1 – глины, 2 – алевриты, 3 – пески, 4 – дресва, 5 – гравий, 6 – обломки, щебень, 7 – галечники, 8 – глыбы, 9 – аргиллиты, 10 – алевролиты, 11 – песчаники, 12 – дресвяная брекчия, 13 – гравелиты, 14 – брекчии, 15 – конгломераты, 16 – глыбовые брекчии;

Карбонатные породы (17 – 19): 17 – известняки, 18 – доломиты, 19 – мергели; **Кремнистые породы (20 – 22):** 20 – трепелы, 21 – опоки, спонголиты, 22 – радиоляриты, яшмы;

Осадочные руды (23 – 26): 23 – алюминия (бокситы), 24 – железа, 25 – марганца, 26 – фосфора.

Метаморфические породы (27 – 32): 27 – микрокристаллические сланцы, 28 – кристаллические сланцы, 29 – амфиболиты, 30 – гнейсы, гранито-гнейсы, 31 – эклогиты, 32 – кварциты.

Интрузивные породы (33 – 40): 33 – дуниты, перидотиты, пироксениты, 34 – габбро, 35 – диориты, 36 – граниты, 37 – сиениты, 38 – нефелиновые сиениты, 39 – йолит-уртиты, 40 – анортозиты.

Эффузивные породы (41 – 48): 41 – базальты, 42 – андезиты, 43 – дациты, 44 – липариты, 45 – трахиты, 46 – фонолиты, 47 – то же щелочно-ультраосновного и щелочно-базальтоидного состава, 48 – пикриты

Строятся геологические разрезы обычно вместе с картой района, который они пересекают.

Геологические разрезы составляются в условных обозначениях карты по линиям через участки, наиболее важные для общей характеристики геологического строения.

При построении разрезов, кроме геологической карты, привлекаются данные бурения, геофизики и некоторые другие материалы.

Геологические разрезы составляются в следующей последовательности:

1. На геологической карте по выбранному направлению наносится линия разреза необходимой длины, в концевых точках и точках излома (если

линия разреза ломаная) которой проставляются обозначения наименования линии разреза (буквы и цифры). Если линия разреза располагается внутри листа карты и не пересекает рамки, то ее ограничивают короткими штрихами, перпендикулярными линии разреза.

2. Перед построением разреза необходимо выбрать горизонтальный и вертикальный масштабы будущего разреза, которые обычно соответствуют масштабу карты. Для разрезов с горизонтальным и слабонаклонным залеганием слоев возможно увеличение вертикального масштаба. При складчатом и круто наклонном залегании пород изменение вертикального масштаба по сравнению с горизонтальным не допускается.

3. Построение геологического разреза следует начинать с построения **топографического (гипсометрического) профиля**, горизонтальный и вертикальный масштабы которого должны соответствовать выбранному масштабу разреза.

4. Построив топографический профиль, необходимо аккуратно нанести на него буровые скважины и горные выработки, расположенные на линии разреза и вблизи него, а затем точки пресечения линии разреза с геологическими границами и разрывными нарушениями, изображенными на карте.

5. Следующим шагом на разрезе отстраиваются разрывные нарушения, а затем границы тел интрузивных горных пород.

6. Последними на разрезе отображаются слоистые образования. Задача, которую при этом приходится решать, в значительной степени сводится к соединению между собой точек выходов на поверхность разновозрастных границ слоев, при соблюдении углов наклона слоев и выдержанности мощностей слоев. Углы наклона контролируются по карте, мощности – по стратиграфической колонке.

7. После того как построение разреза будет завершено, следует еще раз внимательно просмотреть весь разрез и при необходимости внести в него коррективы.

8. Затем разрез раскрашивается, по необходимости наносится крап; проставляются индексы геологических подразделений, которые должны строго соответствовать индексам карты.

10. В последнюю очередь выполняется «зарамочное» оформление разреза, при необходимости составляются условные обозначения. При построении разреза особое внимание нужно уделять построению гипсометрического профиля, выносу на него геологических границ и разрывов, правильному откладыванию углов наклона слоев и разрывных нарушений, выдержанности мощностей слоев, правильности отображения стратиграфической последовательности слоев.

Построение разреза при горизонтальном залегании слоев

Горизонтальное залегание слоистых толщ определяется общим горизонтальным или близким к нему расположением поверхностей наложения (границ слоя), при условии, что каждый вышележащий слой более молодой, чем нижележащий. Горизонтально залегающие слои на геологической карте, таким образом, можно узнать по следующим признакам: а) границы между слоями повторяют элементы рельефа; б) границы слоев совпадают с горизонталями рельефа или располагаются параллельно им; в) границы одновозрастных слоев имеют одинаковые гипсометрические отметки; г) наиболее древние слои располагаются в понижениях рельефа, а наиболее молодые на возвышенностях и водоразделах (рис. 24).

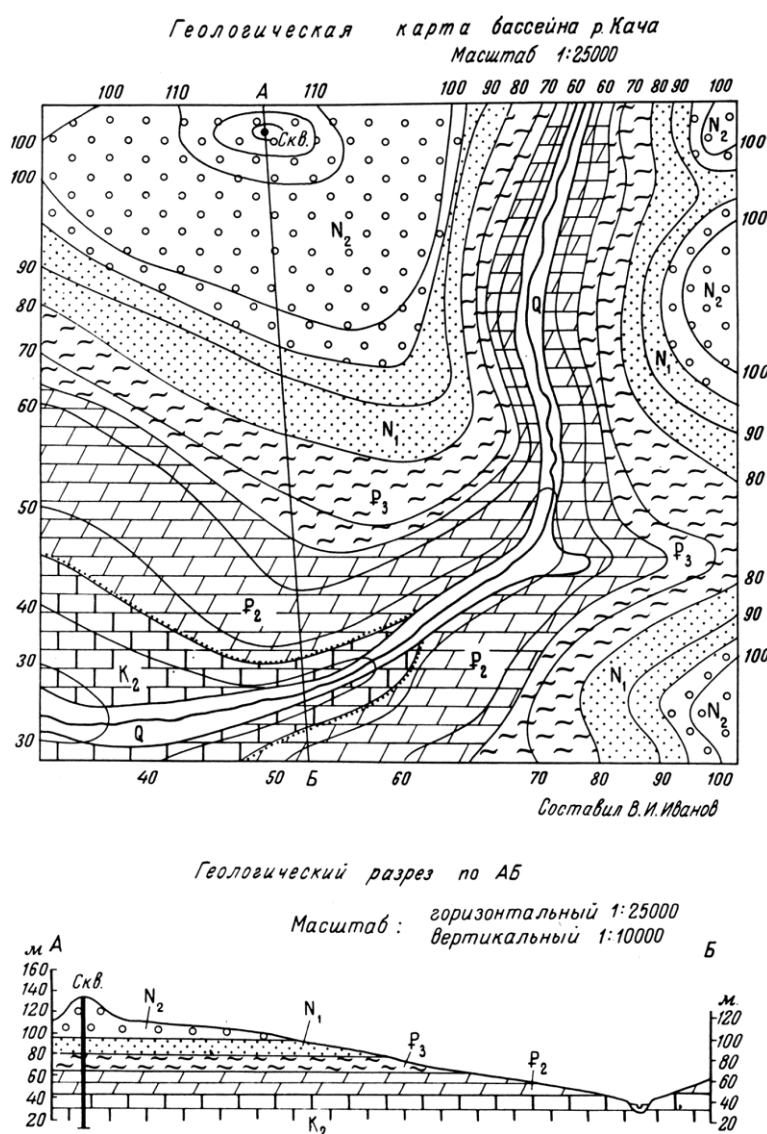


Рис. 24. Пример геологической карты и геологического разреза района, сложенного горизонтально залегающими породами (С.М. Калягин, И.Р. Абуталиева)

При горизонтальном залегании слоев наиболее рациональным направлением геологического разреза будет линия, проходящая через самую высокую и самую низкую точки рельефа, так как при такой ориентировке на нем будут изображены все подразделения стратиграфического разреза, обнаженные на поверхности. Глубина разреза ниже поверхности Земли определяется конкретными данными о мощностях и залегании пород, не обнажающихся на поверхности. Основным источником этих данных служат стратиграфическая колонка к карте и разрезы буровых скважин.

Построение на разрезе горизонтально залегающих слоев начинается с того, что отметки геологических границ с линии перегиба (или верхнего обреза) миллиметровки вертикальными линиями переносят на гипсометрический профиль, а затем соединяют между собой точки на профиле, отвечающие одновозрастным геологическим границам. При этом должны получиться горизонтальные линии, каждая из которых будет представлять собой кровлю одного слоя и одновременно подошву вышележащего слоя. Если залегание строго горизонтальное (контуры горизонталей параллельны геологическим границам и нигде не пересекают их), то и построенная граница слоя будет горизонтальной.

Геологический разрез является выполненной в масштабе графической моделью вертикального среза земной коры, на которой показаны геологические объекты, расположенные в плоскости разреза или спроецированные на нее.

Стратиграфическая колонка содержит информацию о стратиграфических подразделениях геологической карты: их составе, мощности, характере границ, соотношении с подразделениями общей стратиграфической шкалы. Четвертичные отложения в стратиграфической колонке не отображаются. Стратиграфическая колонка размещается слева от геологической карты или при недостатке места на отдельном листе.

Стратиграфическая колонка представляет собой таблицу, выполненную в вертикальном масштабе и состоящую из ряда (восьми-деяти) вертикальных граф, включающих в себя (слева направо): общую стратиграфическую шкалу с указанием системы, отдела, яруса и региональную стратиграфическую шкалу с указанием горизонта (четыре графы для фанерозоя); индекс местного стратиграфического подразделения; литологический состав и положение находок органических остатков (в условных обозначениях); мощность картографируемых подразделений (в метрах); характеристика геологических подразделений (наименования и таксоны стратиграфических подразделений, краткое описание вещественного состава, перечень важнейших (руководящих) ископаемых органических остатков).

В стратиграфической колонке стратонаы отображаются в строгом соответствии с их возрастной последовательностью. Самые древние отложения показываются в нижней части колонки, а самые молодые – в верхней.

Характер соотношений между подразделениями в разрезе изображается различными типами линий. Стратиграфические подразделения в колонке раскрашиваются и индексируются в полном соответствии с цветами и индексами геологических подразделений геологической карты. Индексы стратиграфических подразделений пишутся горизонтально в одну строку. Расшифровка индексов приводится словами, которые могут быть написаны как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Литологический состав стратиграфических подразделений отображается горизонтально расположенными черными условными знаками. Стратиграфическая колонка строится к геологическому разрезу на основании геохронологической шкалы.

Контрольные вопросы

1. Что такое геологический разрез, его практическое применение.
2. Что такое стратиграфическая колонка?
3. Какие карты используются для построения геологических разрезов?
4. Каковы особенности построения геологического разреза при горизонтальном залегании пород?
5. Какие условные обозначения используют при оформлении геологического разреза?

Используемая литература

1. Бондарев И.П., Ломакин И.Э. Иванов В.Е. Особенности формирования и развития Севастопольской бухты // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. - 2015. - № 4.- С. 19 - 31.
2. Туров А.В., Андрухович А.О. Геологическая карта и разрезы к ней. Методическое руководство. - Деловая полиграфия, 2014. – 129 с.
3. Структурная геология и геологическое картирование: учеб. пособие к лабораторному практикуму по структурной геологии и геологическому картированию / В.П. Лощинин, Н.П. Галянина; Оренбургск. гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2013. – 94 с.
4. Геология: метод. указания к лаборатор. занятиям по дисциплине «Геология» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 130503.65 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»/ АГТУ; С.М. Калягин, И.Р. Абуталиева. – Астрахань, 2007. - 23 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

Тема: Определение основных генетических типов отложений четвертичного возраста.

Цель: Овладеть методом определения генезиса четвертичных отложений.

Задание: выявить особенности формирования осадочных образований в четвертичный период. Рассмотреть основные факторы, влияющие на формирование различных типов отложений, слагающих крупные аккумулятивные формы рельефа. Объяснить условия образования отложений.

Время: 4 часа.

Методика выполнения

Один из выдающихся геологов 20-го столетия академик В.А.Обручев писал, что «каждый геолог должен сначала поработать над изучением четвертичных образований: современных геологических процессов и форм рельефа, чтобы научиться правильно понимать и объяснять историю Земли, которая в этих страницах написана наиболее четко».

Определение происхождения или генезиса отложений является одной из основных задач **четвертичной геологии**. Геология четвертичных отложений изучает самый короткий период развития Земли – четвертичный, или квартал (от англ. *quarter* – четверть). В четвертичных отложениях скрыта информация об истории развития Земли за последние 1,76 млн лет. **Генезис четвертичных отложений** определяет их инженерно-геологические, гидрогеологические и другие свойства, перспективы нахождения в них различных полезных ископаемых, развитие почвенного покрова и формирование рельефа земной поверхности.

Смена в разрезах отложений различного генезиса позволяет делать выводы об изменении обстановки осадконакопления, обычно связанной с чередованием холодных и теплых, или влажных и сухих климатических эпох. На этом основан один из ведущих методов возрастного расчленения четвертичных отложений - **климатостратиграфический**.

Основа генетической классификации четвертичных отложений в России создана А.П. Павловым. Им разработано учение о генетических типах континентальных осадочных образований. По А.П. Павлову, генетический тип - это отложения, сформировавшиеся в результате деятельности определенных геологических агентов: воды, ветра, льда и др. Большой заслугой А.П. Павлова является то, что он впервые ввел в классификацию генетических типов **делювий** - отложения, образующиеся в результате плоскостного смыва, и **пролювий** - отложения, сформированные временными потоками при выходе из гор. Он же уточнил определения ледниковых, аллювиальных и элювиальных образований, выделенных еще в конце прошлого столетия.

Разработанная Е.В. Шанцером (1966) генетическая классификация континентальных четвертичных отложений принята в нашей стране и используется до настоящего времени.

Каждому **генетическому типу** свойственны особая **форма залегания** составляющих его отложений и определенные **аккумулятивные формы**

рельефа. Так, например, аллювий слагает поймы и надпойменные террасы, протягивающиеся по долинам рек на многие километры, пролювий формирует конусы выноса, образующие обширные шлейфы у подножий гор, а гляциальные отложения выражены в рельефе отдельными холмами или грядами.

Методы исследования генезиса отложений объединяют совокупность литолого-петрографических, геоморфологических, геохимических и др. Литолого-петрографические методы посвящены изучению вещественного состава (гранулометрического, петрографического, минералогического), формы обломков и окраски пород, особенностей текстур.

Примером использования минералого-петрографических анализов служит **метод изучения руководящих валунов.** Руководящими называют эрратические валуны, представленные породами, коренное залегание которых четко локализовано, с их помощью можно восстанавливать положение области ледникового питания и сноса, реконструировать расположение древних центров оледенения и направление движения ледника. Главная закономерность распределения обломков в четвертичной толще – рост доли обломков с высокой миграционной способностью вниз по разрезу: в отложениях нижнего плейстоцена они составляют 50 - 60 % от всех обломков, в осадках верхнего плейстоцена 25 - 35 %.

Изучение формы обломков информирует об агенте, их транспортировавшем, и о дальности переноса. Макроскопически определяют форму псефитов, микроскопически – мелких частиц. В целом обломки делят на окатанные и угловатые. Наиболее активно истирает обломки текучая вода. Форма галек определяется силой потока и характером движения воды. Возвратно-поступательное волновое движение на морских и озерных пляжах создает дисковидную гальку. Поступательное движение руслового потока придает гальке форму эллипсоида. Перенесенные ледником валуны – утюгообразные, подвергшиеся ветровой корразии – пирамидальные. Скорость истирания зависит от состава, массы и первоначальных размеров обломков. Быстрее и сильнее всего окатываются крупные обломки мягких пород. Для изменения очертаний песчинок требуется перенос на 700 км и более либо многократное переотложение.

Исследование окраски помогает определять состав и условия образования осадков. По времени и причине возникновения выделяют три типа окраски: первичный, сингенетический, вторичный. Первичная (унаследованная) окраска зависит от цвета породообразующих обломков. Она возникает при физическом выветривании или очень быстром накоплении и захоронении осадка. Сингенетическая окраска формируется одновременно с осадком. Она заполняет весь слой и зависит от трех факторов: цвета и размера породообразующих обломков, цвета цемента. Чем меньше диаметр обломков, тем порода темнее. Сингенетический красно-желтый и

красный цвет – признак седиментации в жарком влажном и переменновлажном климате; ржаво-бурый до маслянисто-черного – в засушливом климате; сизый цвет свойственен застойно-водным аккумуляциям. Вторичная окраска формируется гипергенными процессами после накопления осадка. Чем древнее моренная толща, тем ее окраска тусклее. Темно-серый и черный цвет обусловлен пропиткой пород битумом или растворами, содержащими сернистое железо или соли марганца. **Исследование текстур** четвертичных отложений позволяет восстанавливать условия осадконакопления. **Текстура** – совокупность признаков строения горных пород, обусловленных ориентировкой, относительным расположением и распределением составных частей осадочной породы. Каждый слой возникает при изменении условий аккумуляции.

Геоморфологические методы помогают решать вопросы стратиграфии и генезиса отложений. Методы определения генезиса отложений (морфогенетической диагностики) опираются на взаимосвязь геологических и геоморфологических процессов (генетических типов отложений и рельефа). Методы изучения морфологии геологических тел используют для выявления характера слагающих их отложений: анализируют геометрию, морфометрию и морфографию рельефа. Формы рельефа характеризуют количественно (высота, длина, уклон поверхности и проч.). Исследования возможно производить не только инструментально, в полевых условиях, но и в камеральных – по топокартам, аэро- и космическим снимкам.

Методы определения относительного возраста отложений базируются на установлении относительного возраста форм рельефа. Для этого нужно знать возраст прилегающих форм, идентичных по генезису, но возникших раньше. Метод наложенных форм отличается меньшей точностью: для выявления относительного возраста наложенной формы надо знать возраст погребенной под ней формы (и наоборот). Метод аналогий обладает еще меньшей точностью. Если на территориях, сходных геоморфологически, геологически и географически, представлены идентичные формы рельефа, сложенные одинаковыми горными породами и в одной степени денудированные, то возраст этих форм совпадает. Также, в исследовании четвертичных отложений применяют археологические, геофизические, геохимические методы и др.

Генетический тип отложений – это совокупность образований, накопленных определенным геологическим агентом в разных природных условиях. Отложениям каждого генетического типа свойственны особые условия залегания, определенные строение и состав, закономерный набор фаций.

Четвертичные отложения формируют **аккумулятивный рельеф**. Доступность четвертичных отложений, слагающих современные аккумулятивные формы рельефа, и высокая сохранность их первичных особенно-

стей позволяют выяснить среду их осадконакопления, определять процессы, ведущие к формированию их характерных черт.

Генетические типы могут, в свою очередь, состоять из менее крупных образований-фаций. Фации, в свою очередь, подразделяются еще на более дробные генетические подразделения-микрофации или субфации. Чаще всего фации входят в состав крупных генетически однородных аккумулятивных образований.

Классификация генетических типов четвертичных отложений (по И.П. Зинатуллиной)

№	Ряды	Генетические типы
I	Элювиальный (коры выветривания)	Элювиальный, Почвенный
II	Фитогенный	Торфяники
III	Коллювиальный (склоновый)	Обвальный (дерупций), осыпной (десперсий), оползневой (деляпсий), солифлюкционный, делювиальный
IV	Аквальный (водный)	Аллювиальный, пролювиальный, лимнический (озерный)
V	Субтерральный (подземноводный)	Пещерный, фонтанный
VI	Гляциальный (ледниковый)	Гляциальный, флювиогляциальный, лимногляциальный
VII	Эоловый (ветровой)	Эоловый
VIII	Субаэрально-морской	Дельтовый, эстуарный, лагунный, приливный, гляциально-морской
IX	Морской	Гидрогенный, гравитационный, айсберговый, биогенный, хемогенный, гидротермальный, подводно-элювиальный
X	Вулканогенный	Экструзивный, эффузивный, грязевулканический, водновулканический (лахары)
XI	Техногенный	Техногенный

Элювиальный ряд (коры выветривания). Элювиальный тип. Особенностью элювиальных образований, кроме сохранения реликтовых структур и текстур, является постепенность переходов новообразованного материала в исходную материнскую породу. Основным природный процесс, под воздействием которого формируется элювий,- это выветривание.

Фитогенный. Входит один генетический тип - торфяники. Они образуются в условиях заболачивания различного типа водоемов из остатков растительности на месте ее произрастания (рис. 25).



Рис. 25. Торфяники – огромные природные хранилища углерода,
Credit: flickr.com/photos/ninara/

Они называются *автохтонными*. В этих торфяниках выделяются два типа - *низинные* (или *низовые*) и *верховые*.

Низинные развиваются в понижениях рельефа. Одни образуются при зарастании озерных водоемов, другие при заболачивании речных пойм, низких террас.

Верховые образуются в болотах на водораздельных пространствах, преимущественно в лесотундровой или лесной зоне, в условиях застоя атмосферных вод или верховодки.

Сфагновые торфяники верхового типа могут возникать и в понижениях рельефа в завершающую стадию развития низинных болот.

Коллювиальный (склоновый) ряд.

Выделяются пять генетических типов.

1. Обвальный тип, характерен для горных районов.
2. Осыпной тип. Это обломочный материал, отделяющийся от скальных горных пород склона в результате физического выветривания и скатывающийся под действием силы тяжести к основанию склона.
3. Оползневой тип. Образуется при соскальзывании крупных блоков и разрушенных масс пород по возникающим в массиве склона поверхностям скольжения.
4. Солифлюкционный тип. Образуются в процессе солифлюкции, или вязкопластичного течения, переувлажненного поверхностного слоя грунта вниз по склону под воздействием силы тяжести (рис. 26).



Рис. 26. Солифлюкционный склон,
<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/684136>

5. Делювиальный тип. Формируются на пологих склонах и у их подножия в результате плоскостного смыва обломочного материала.

Аквальный (водный) ряд.

Аллювиальный тип образуется в результате непрерывного взаимодействия водного потока с руслом.

Пролувиальный тип. Пролувиальный комплекс отложений устьевых выносов эрозионных долин. В нем выделяются два подтипа: 1) отложения конусов выноса временных потоков, возникающих во время таяния снега или сильных дождей; 2) отложения, образующиеся у выхода из гор на равнину постоянных рек, но пересыхающих и не достигающих до своего базиса эрозии.

Лимнический (озерный) тип. Озерные осадки образуются с малоподвижной или стоячей водой. Осадкообразование зависит от климатических условий, которые определяют гидрологический и гидрохимический режим озерных водоемов и осадков. Выделяются три типа осадков.

1) Терригенные осадки образуются в основном за счет приноса обломочного материала реками. Такие осадки характерны для крупных проточных, пресных озер. Для этих осадков присуще дифференциация по механическому составу. Пляжные и прибрежные фации представлены галечным, гравийным и песчаным материалом. Глубоководные фации представлены глинами.

2) Органогенные, или биогенные осадки образуются в результате гибели организмов и растительности. К ним относятся торф. В северных холодных озерах образуются диатомиты и трепелы (рис. 27).

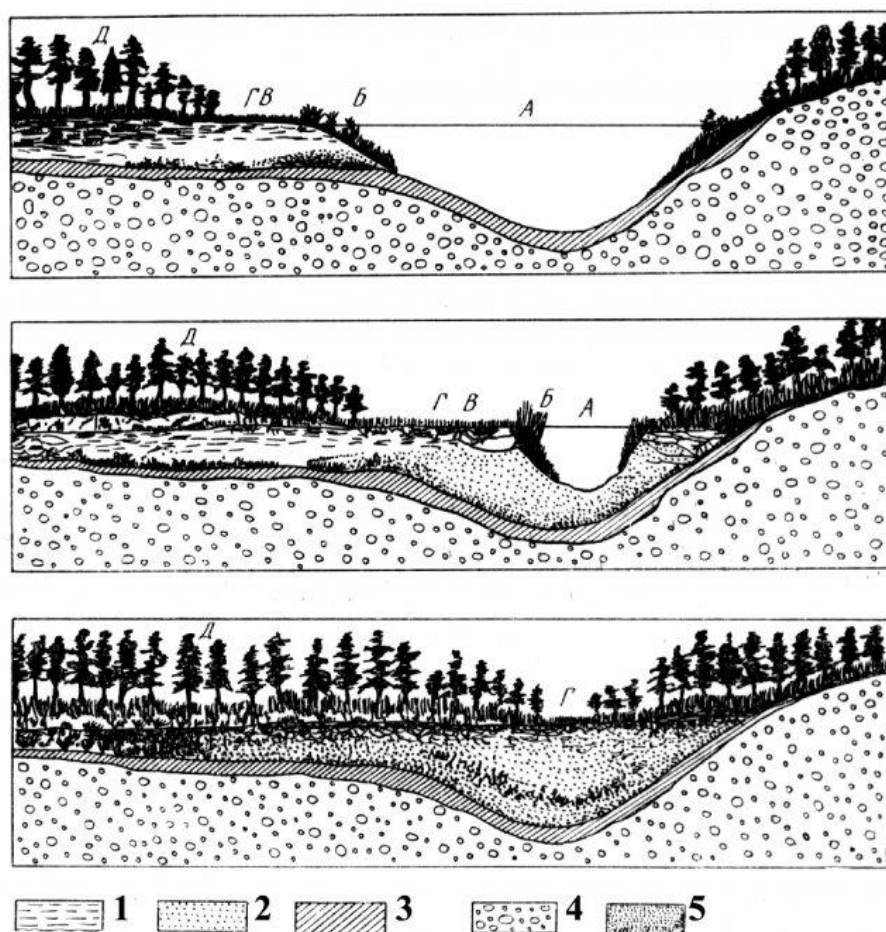


Рис. 27. Стадии заболачивания озера (по К.И. Лукашеву, 1971):
 А – открытое водное пространство; Б – прибрежно-водная растительность;
 В и Г – осоковое низинное болото; Д – сосновый лес на сфагновом торфе.
 1 – сфагновый торф; 2 – осоковый торф; 3 – сапропель; 4 – минеральный грунт;
 5 – сапропелевый торф

3) Хемогенные осадки образуются за счет осаждения растворенных в воде минеральных веществ, солей и коллоидов.

Субтеральный (подземноводный) ряд.

Пещерный тип. Пещерные образования распространены ограничено. Среди четвертичных образований пещер распространены - гравитационные (обвальные), хемогенные, аллювиальные, органогенные. Собственно пещерными являются лишь хемогенные образования. Это хорошо известные сталактиты, растущие с потолка пещер и сталагмиты, растущие им навстречу со дна пещер (рис. 28).



Рис. 28. Хемогенные образования, пещера Эмине-Баир-Хосар (Крым),
<http://virtual.crimea.ua>

Фонтанальный тип. Образуются из холодных или горячих источников подземных вод, углекислого состава в местах их выхода на поверхность. Известковые туфы, или травертиты - это легкие, пористые различного цвета породы, слоистость в них горизонтальная, часто облекающая неровности рельефа (рис. 29).



Рис. 29. Травертиновые туфы Памуккале, Турция.
 Комплекс состоит из 17 термальных источников,
<https://terrao.livejournal.com/5779722.html>

Гляциальный (ледниковый) ряд.

Гляциальный (ледниковый) тип. Включает отложения, возникающие в результате экзарационной и аккумулятивной деятельности ледников.

Флювиогляциальный (водноледниковый) тип. Данные отложения формируются потоками талых ледниковых вод, текущих под ледником, внутри ледника, на его поверхности или у его края. Внутри подледниковые потоки образуют каналы в толще льда или у его основания, в которых перемывается и откладывается обломочный материал. После отступления ледника эти отложения проектируются на поверхность ложа или основную морену, образуя своеобразные формы рельефа – озы (рис. 30).



Рис. 30. Озы - линейно вытянутые, узкие валы высотой до нескольких десятков метров, шириной от 100 - 200 м до 1 - 2 км и длиной (с небольшими перерывами) до нескольких десятков, редко сотен километров, <https://izofatov.livejournal.com>

Лимногляциальный (озерноледниковый) тип. Со стаиванием материковых ледников связано образование многочисленных приледниковых озер. В условиях холодного климата в них накапливался средне-, мелко- и тонкообломочный материал без примеси органического вещества.

Эоловый (ветровой) ряд. Эоловые отложения образуются в пустынях и по их ближайшей периферии. Среди эоловых отложений по литологии выделяются пески и лессы.

Во внепустынных областях эоловые отложения слагают дюны и гряды, развитые по берегам рек, морей и озер.

Лессы. Это обычно светлая желтовато-серая (палевая) порода, на 60-95 % сложенная пылеватыми частицами размером 0,05 - 0,005 мм. При увлажнении лессы уплотняются и дают просадки. Способность лессов давать просадки представляет серьезную опасность для строительства гражданских промышленных сооружений.

Лессовидные суглинки. Типичные лессы, обладающие всеми перечисленными признаками, распространены в аридных и семиаридных областях, как в предгорьях, так и на равнинах.

Субаэральнo(прибрежно) - морской ряд. Отложения формируются в пограничной зоне между сушей и морем, где постоянно происходит взаимодействие между морскими и наземными геологическими процессами.

Вулканогенный ряд. Вулканогенные отложения объединяют продукты извержения вулканов. Общими для них являются непосредственная генетическая и пространственная связь с вулканическим очагом.

Техногенный ряд. В результате переработки естественного геологического субстрата, создания новых материалов и аккумуляции отходов производства, возник новый ряд четвертичных отложений – *техногенных*, (рис. 31).



Рис. 31. Кольцевой хребет Кондер, уникальное месторождение россыпной платины, <http://www.eruda.ru>

На фото видно отработанную россыпь платины, которая начинается в центральной части «кольца» и выходит далеко за его пределы.

Особенности четвертичных отложений:

- континентальный генезис и огромная мощность: не известны континентальные осадочные толщи, сопоставимые по мощности с отложениями четвертичного периода;
- мощнейшие образования четвертичной системы соответствуют самому непродолжительному из периодов;
- повсеместность распространения: четвертичные отложения представлены на всех гипсометрических уровнях земной поверхности и даже под ней – в пещерах, горных выработках;

- быстрая смена генетических типов по простиранию и разрезу;
- тесная связь отложений с рельефом: каждый генетический тип четвертичных отложений образует определенные типы рельефа;
- почвообразующая роль: четвертичные осадки являются материнскими породами – определяют минеральный состав и водно-воздушные свойства современных почв;
- полезные ископаемые;
- несущая основа инженерных сооружений;
- четвертичные образования определяют особенности рельефа планеты;
- в квартере появился новый геологический агент – человек. Масштабы техногенного преобразования горных пород и рельефа едва ли не сравнялись с природными, возникли принципиально новые для планеты отложения – **техногенные**.

Техногенные [*technogenic deposits*]– отложения, сформировавшиеся в результате деятельности человека. Выделяют:

- а) насыпные отложения, представляющие собой в основном терригенные, реже хемогенные и др. образования (отвалы горно - рудных, промышленных, энергетических предприятий, насыпи транспортных, защитных, строительных валов и дамб, свалки мусора и бытовых отходов);
- б) засыпные отложения, образующиеся при засыпке природ и техногенных отрицательных форм рельефа, нередко материалом техногенного происхождения;
- в) намывные отложения, преимущественно терригенные, формирующиеся в процессе намыва с помощью гидромеханизмов (плотины, дамбы и др.);
- г) перемывные отложения, близкие по составу к намывным, образующиеся при добыче полезных ископаемых гидромониторами и драгами;
- д) отложения, связанные с выпадением осадков из техногенных бассейнов и водотоков;
- е) агротехнические отложения, связанные с перемешиванием почвенного слоя с.-х. механизмами;
- ж) строительные, представленные строительными материалами техногенными и (или) техногенно-измененными (кирпич, бетон, стекло и пр.);
- з) селитебные (культурный слой) и производственно-бытовые отходы, остатки материальной культуры и др.;
- и) технодиагенетические – природные горные породы, подвергшиеся техногенному диагенезу (обжигу, цементации, плавлению и т. д.). Т. о. могут представлять собой полезные ископаемые или содержать полезные компоненты, а в ряде случаев – представлять опасность для природы и для человека.

Антропогенный грунт (синоним – антропогенно-образованный): образовавшийся естественно-историческим образом (культурные слои) или

созданный человеком разными способами грунт, представленный отходами или продуктами его производственной и/или хозяйственной деятельности, являющимися компонентами геологической среды.

Техногенный грунт: грунт, измененный, перемещенный или образованный в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека.

В техногенно-созданные образования включены техногенные грунты, вещественный состав которых не имеет аналогов в природе (например, металлургические шлаки, отходы химического производства и т.д.), а также природные грунты, подвергнувшиеся различной степени техногенной переработке, в процессе которой они были перемещены с мест их природного залегания. К таким грунтам можно отнести отходы горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, а также насыпные и намывные природные грунты, которые при транспортировке и укладке подвергаются разрушению, фракционированию, отмыву мелких фракций и т.д.

Контрольные вопросы

1. Что является предметом изучения четвертичной геологии?
2. Кратко описать методы исследования генезиса четвертичных отложений?
3. Привести классификацию генетических типов отложений?
4. Указать особенности четвертичных отложений.
5. Указать особенности техногенных грунтов.

Список используемой литературы

1. Кухарчик Ю. В. Геология четвертичных отложений / Ю.В. Кухарчик. – Минск: БГУ, 2011. – 160 с.
2. Генетические типы и фации четвертичных отложений: учеб.-метод. пособие для практических занятий / И.П. Зинатуллина. - Казань: Казанский государственный университет, 2009.
3. Чистяков А.А., Макарова Н.В., Макаров В.И. Четвертичная геология: учебник. - М.: ГЕОС, 2000. - 303 с.
4. Матюшин Г.Н. Археологический словарь. - М.: Просвещение, 1996.
5. Методическое руководство по изучению и геологической съемке четвертичных отложений. - Л.: Недра, 1987.
6. Лукашев К.И. Геология четвертичного периода. - Минск: ВШ, 1971.
7. ГОСТ 25100-2011. Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация. МКС 93.020. Дата введения 2013-01-01.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Тема: Общие сведения о строении Земли. Геологические процессы.

Цель: Закрепить и проверить знания студентов, полученные на лекционных, семинарских и практических занятиях.

Время: 2 часа.

Задание: письменно кратко изложить теоретическое содержание вопроса.

Контрольные вопросы

1. Геология, предмет изучения, цели, задачи.
2. Внутреннее строение Земли, агрегатное состояние вещества мантии и ядра. Поверхность Мохоровичича. Раздел Конрада.
3. Минералы, состав, физические свойства, классификация.
4. Макроскопический метод, определение твердости минералов по шкале Мооса.
5. Горные породы, генезис.
6. Характеристика осадочных, магматических, метаморфических горных пород.
7. Каустобиолиты, их применение.
8. Теория спрединга. Строение земной коры, ее типы.
9. Характеристика эндогенных процессов.
10. Характеристика экзогенных процессов.
11. Вулканизм, его проявления.
12. Гипергенез, его виды.
13. Землетрясения, шкалы сейсмичности.
14. Возникновение оползней, меры борьбы.
15. Виды складчатых и разрывных дислокаций.
16. Факторы рельефообразования.
17. Геологическая деятельность ветра.
18. Геологическая деятельность поверхностных и подземных вод.
19. Геологическая деятельность моря.
20. Геологическая деятельность ледников.
21. Формы рельефа.
23. Карстовые формы рельефа.
24. Артезианский бассейн как геологическое образование.
25. Лессы и лессовидные отложения, их свойства.
26. Геолого-геоморфологическое картографирование.
27. Геолого-геоморфологический профиль, как приложение к данным экологического мониторинга.
29. Современные гипотезы геотектоники.
30. Антропогенное воздействие на геологическую среду. Технолитогенез.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕСТОВЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Геология – это:

- a. наука о картографировании земной поверхности
- b. наука о химическом составе Земли и законах распределения химических элементов в земной коре
- c. наука о определении возраста горных пород
- d. наука о строении, составе и истории Земли, закономерностях и процессах формирования и развития земной коры

2. **Фигура Земли ограничивается воображаемой поверхностью, совпадающей с поверхностью воды в Мировом океане, условно продолженной под материками так, чтобы отвесная линия в любой точке земного шара была перпендикулярна к этой поверхности, называется:**

- a. сфероид
- b. геоид
- c. эллипсоид
- d. шар

3. **Земная кора состоит из слоев:**

- a. осадочного
- b. гранитного
- c. базальтового
- d. мантии

4. **Литосфера – это:**

- a. слой из магматических пород
- b. твердая оболочка кристаллического строения
- c. осадочные горные породы
- d. кристалл

5. **Граница между земной корой и мантией, установленная по резкой смене скоростей сейсмических волн – это:**

- a. сейсмораздел
- b. раздел Мохоровичича
- c. внешняя оболочка ядра
- d. астеносфера

6. **Геотермический градиент - это:**

a. величина повышения температуры в градусах Цельсия на единицу углубления

- b. $0,6^{\circ}\text{C}$ на 1 м
- c. 16°C на 1 км
- d. Нет правильного ответа

7. **Выделяют типы земной коры:**

- a. континентальный
- b. океанический

- c. экваториальный
- d. геологический

8. Простое вещество или химическое соединение, возникающее в результате природных процессов или искусственно получаемое в лаборатории называют:

- a. конгломерат
- b. минерал
- c. горная порода
- d. Нет правильного ответа

9. Эндогенные процессы проявляются в виде:

- a. колебательных движений земной коры
- b. горообразования
- c. землетрясений
- d. магматизма и метаморфизма
- e. Все перечисленные ответы верны

10. Экзогенные процессы проявляются:

- a. в непрерывном разрушении и изменении земной поверхности, вследствие воздействия атмосферных и подземных вод, гипергенеза
- b. в виде магматизма и метаморфизма
- c. в виде землетрясений
- d. в виде выпадения твердых осадков

11. Трансгрессия моря – это:

- a. наступление моря на сушу, при опускании материка
- b. отступление моря с территории суши при поднятии материка
- c. повышение уровня воды в море
- d. понижение уровня воды в море

12. Геосинклиналь - это:

- a. подвижные ослабленные зоны в земной коре, где наиболее активно проявляется магматизм
- b. слабо подвижные участки, где тектоническая деятельность проявляется очень слабо
- c. устойчивые области земной коры
- d. устойчивые области земной коры, характеризующиеся двухъярусным строением

13. Платформы – это:

- a. подвижные ослабленные зоны в земной коре, где наиболее активно проявляется магматизм
- b. слабо подвижные участки, где тектоническая деятельность проявляется очень слабо
- c. устойчивые области земной коры
- d. устойчивые области земной коры, характеризующиеся двухъярусным строением

14. Участки земного шара, где кристаллический фундамент выходит на поверхность называют:

- a. щит
- b. платформа
- c. геосинклиналь
- d. антиклиналь

15. Опущенные участки платформ, перекрытые осадочными породами, получили название:

- a. щит
- b. платформа
- c. плита
- d. антиклиналь

16. В пределах платформ выделяют желобообразные тектонические борозды, приуроченные к разломам в фундаменте платформ – это:

- a. щит
- b. авлакогены
- c. геосинклиналь
- d. антиклиналь

17. Осадочная толща, которая накапливается в прогибе с чередованием прослоев глины, песков, конгломератов называется:

- a. клиф
- b. флиш
- c. брекчия
- d. ил

18. Концепция тектоники литосферных плит объясняет:

- a. складчатые движения земной коры
- b. тектонические движения земной коры
- c. вулканизм
- d. метаморфизм

19. Области плит, где происходит погружение и плавление, получили название:

- a. зоны субдукции
- b. зоны спрединга
- c. зоны мобилизма
- d. зоны вырожденного химизма

20. Интрузивный магматизм – это:

- a. процесс внедрения магмы в земную кору, ее раскристаллизация и остывание с образованием магматических интрузивных горных пород
- b. процесс образования лавы
- c. гипергенез
- d. выветривание

- 21. Интрузивные тела залегают в виде:**
- a. батолитов
 - b. лакколитов
 - c. дайков
 - d. все перечисленные ответы верны
- 22. Процесс извержения магмы на поверхность Земли называется:**
- a. эффузивный магматизм
 - b. вулканизм
 - c. интрузивный магматизм
 - d. плутонизм
- 23. Продукты вулканических извержений - это:**
- a. твердые вещества
 - b. жидкие вещества
 - c. газообразные вещества
 - d. все перечисленные ответы верны
- 24. Мелкий обломочный материал, выбрасываемый вулканом – это:**
- a. лапилли
 - b. вулканические бомбы
 - c. фумаролы
 - d. вулканический песок
- 25. К жидким продуктам вулканических извержений относят:**
- a. лаву
 - b. магму
 - c. фумаролы
 - d. лапилли
- 26. К газообразным продуктам вулканических извержений с температурой выше 200 °C относят:**
- a. водяные пары
 - b. сернистый газ, азот, диоксид углерода
 - c. фумаролы
 - d. все перечисленные ответы верны
- 27. К явлениям вулканического порядка относят:**
- a. гейзеры
 - b. грязевые вулканы
 - c. белые и черные курильщики
 - d. все перечисленные ответы верны
- 28. К вулканам, извергавшимся лишь один раз, и затем полностью прекратившим свою деятельность относят:**
- a. маары
 - b. диатремы
 - c. кимберлитовые трубки

d. все перечисленные ответы верны

29. Полезные ископаемые, генетически связанные с излившимися породами – это:

- a. золото, алмазы
- b. ртутные минералы, урановые руды
- c. известняк
- d. осадочные горные породы

30. Денудация – это:

a. совокупность процессов разрушения горных пород и сноса разрушенного материала

- b. отложение обломочного материала
- c. авлакоген
- d. аккумуляция

31. Гипергенез – это:

- a. выветривание
- b. денудация
- c. аккумуляция
- d. плоскостной смыв

32. Сумма процессов преобразования горных пород и слагающих их минералов на поверхности суши под влиянием факторов и условий географической среды – это:

- a. выветривание
- b. вулканизм
- c. магматизм
- d. аккумуляция

33. Шелушение поверхности горных пород при интенсивных колебаниях температуры в виде концентрических слоев /скорлупок/ - это:

- a. денудация
- b. десквамация
- c. абразия
- d. нет правильного ответа

34. Горные породы, за счет которых происходит процесс почвообразования и возникают почвы называют:

- a. плодородными породами
- b. генетическими породами
- c. почвообразующими породами
- d. водоупорными породами

35. Геологическая деятельность ветра проявляется в виде процессов:

- a. дефляции
- b. корразии

- c. переноса
- d. аккумуляции
- e. все перечисленные ответы верны

36. Коррозия – это:

- a. обтачивание, механическая обработка обнаженных горных пород при помощи переносимых ветром твердых частиц, проявляется в шлифовании и высверливании их поверхности
- b. выдувание
- c. денудация
- d. аккумуляция

37. К эоловым формам рельефа относят:

- a. дюны, барханы
- b. горы
- c. маары
- d. вулканы

38. К эоловым отложениям относят:

- a. осадочные горные породы
- b. метаморфические горные породы
- c. пески и лессы
- d. морские глины

39. Порода, в которой при намокании быстро теряется связь между частицами, происходит уменьшение объема, уплотнение, что вызывает просадочные явления на поверхности земли – это:

- a. глина
- b. гранит
- c. гипс
- d. лесс

40. Процесс разрушения горных пород водными потоками называют:

- a. абразия
- b. эрозия
- c. плоскостной смыв
- d. десквамация

41. Отложения, которые накапливаются в непосредственной близости от места первоначального залегания – это:

- a. коллювий
- b. аллювий
- c. делювий
- d. элювий

42. Базис эрозии – это:

- a. основа эрозии
- b. уровень, до которого проявляется эрозия

с. эрозионные формы рельефа

d. эрозионная поверхность

43. К морфологическим элементам реки относятся:

a. шельф, бордерленд, материковый склон, абиссальные равнины, дно

b. долина, пойма, русло, террасы, устье

с. уровень воды в реке

d. все перечисленные ответы верны

44. Астеносфера – это:

a. вязкий гранитный слой, по которому перемещаются литосферные плиты, расположен на глубинах около 500 м

b. вязкий базальтовый слой по которому перемещаются литосферные плиты, расположен на глубинах около 150 м

с. вязкий осадочный слой по которому перемещаются литосферные плиты, расположен на глубинах около 1500 м

d. нет правильного ответа

45. По геологическим условиям залегания подземные воды подразделяются на:

a. грунтовые; подземные; артезианские

b. верховодку; подземные; минеральные

с. верховодку; грунтовые; артезианские

d. молодые; древние; рассолы

46. Изучением подземных вод занимается наука:

a. спелеология

b. геология

с. гидрология

d. гидрогеология

47. Водоупорный слой – это:

a. слой горных пород, через который происходит инфильтрация воды

b. слой горных пород, насыщенный водой

с. слой горных пород, на котором происходит накапливание просачиваемой воды

d. слой воды

48. Водоносный слой – это:

a. слой горных пород, через который происходит инфильтрация воды

b. слой горных пород, насыщенный водой

с. слой горных пород, на котором происходит накапливание просачиваемой воды

d. слой воды

49. Горные породы водоупорных слоев – это:

a. глины

b. граниты

с. песок

- d. ракушечник
- 50. Горные породы водоносных слоев – это:**
 - a. глины
 - b. граниты
 - c. песок
 - d. ракушечник
- 51. Суффозия – это:**
 - a. плоскостной смыв
 - b. растворение
 - c. растворение и вынос фильтрующимся водным потоком мелких минеральных частиц
 - d. все перечисленные ответы верны
- 52. К опасным геологическим явлениям относят:**
 - a. образование карстовых форм рельефа
 - b. термокарст, тиксотропию, солифлюкцию
 - c. оползни, обвалы, камнепады, сели, эрозию
 - d. все перечисленные ответы верны
- 53. Геологические процессы, связанные с деятельностью ледников называют:**
 - a. фациальными
 - b. опасными
 - c. ледниковыми
 - d. гляциальными
- 54. К мерам борьбы с оползнями относят:**
 - a. возведение подпорных стен, срезка склона, прошивка сваями, бетонирование
 - b. насаждение растений с разветвленной корневой системой
 - c. налаживание подземного и наземного дренажа
 - d. наблюдение за гидрологическими особенностями местности
 - e. все перечисленные ответы верны
- 55. Морфологические элементы океана:**
 - a. материковый склон, абиссальные равнины
 - b. долина, пойма, русло, террасы, устье
 - c. средний уровень моря
 - d. материковая отмель; шельф; бордерленд ;материковый склон; ложе; глубоководные впадины – желоба;
- 56. Абразия – это:**
 - a. разрушительная деятельность водных потоков
 - b. разрушительная деятельность ледников
 - c. разрушительная деятельность моря
 - d. разрушительная деятельность планктона и бентоса
- 57. Конгломерат – это:**

- a. мономинеральная толща горных пород
- b. сцементированный агрегат, состоящий из валунов, гальки или гравия, скрепленный каким-либо цементом – кремниевым, карбонатным, глинистым
- c. не сцементированный агрегат, состоящий из валунов, гальки или гравия
- d. полиминеральные обломки горной породы

58. Для определения твердости минералов используют:

- a. нож
- b. стекло
- c. Шкалу Мооса
- d. все перечисленные ответы верны

59. Геохронология – это:

- a. Шкала определения твердости минералов
- b. наука, занимающаяся геологическим летоисчислением
- c. таблица
- d. наука о строении Земли

60. Геологический разрез – это:

- a. стратиграфическая колонка
- b. графическое изображение геологического строения по воображаемой плоской вертикальной поверхности, пересекающей земную кору от поверхности Земли до определенной глубины.
- c. геологическая карта
- d. скважина

ПРОГРАММНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ (ЭКЗАМЕН) ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОЛОГИЯ»

1. Геология – наука о строении и развитии Земли.
2. Положение Земли в Солнечной системе.
3. Характеристика планет земной группы.
4. Происхождение земли. Основные гипотезы (Канта-Лапласа, О.Ю. Шмидта, В.Г. Фесенкова).
5. Строение Земли. Характеристика основных геосфер (земной коры, мантии, ядра).
6. Физические свойства Земли: сила тяжести, магнетизм, температура и радиоактивность.
7. Горные породы (породообразующие и акцессорные, мономинеральные и полиминеральные, определения).
8. Магматические горные породы.
9. Осадочные породы.
10. Метаморфические горные породы.
11. Роль геологических процессов в формировании земной коры и рельефа поверхности Земли.
12. Эндогенные геологические процессы.
13. Поверхностный магматизм (вулканизм).
14. Строение вулкана, классификация, зоны распространения. Продукции вулканических извержений.
15. Типы тектонических движений.
16. Основные геологические структуры земной коры (геосинклинали, платформы, складчатые пояса, щиты, океанические впадины).
17. Складчатые дислокации (моноклиналь, синклиналь, антиклиналь, флексура).
18. Разрывные дислокации (сброс, взброс, горст, грабен).
19. Минералы. Понятие о минералах. Принципы классификации минералов.
Диагностические свойства минералов.
20. Главнейшие породообразующие минералы, их химический состав и физические свойства.
21. Магма. Понятие о дифференциации магмы. Формы интрузивных тел.
22. Понятие о горных породах и их генетическая классификация.
23. Понятие о строении горных пород. Понятие структуры и текстуры горной породы.
24. Магматические (изверженные) интрузивные и эффузивные горные породы, их классификация.

25. Осадочные горные породы. Различные подходы к классификации осадочных пород. Классификация осадочных пород по условиям образования.

26. Метаморфизм. Главные факторы метаморфизма. Типы метаморфизма – изохимический, аллохимический (метасоматический), термальный, региональный, импактный. Масштабы проявления метаморфизма.

27. Классификация метаморфических пород по условиям образования.

28. Земная кора. Основные слои коры, установленные сейсмическими методами. Типы земной коры.

29. Относительная геохронология. Методы определения относительного возраста (последовательности образования) осадочных и магматических горных пород.

30. Абсолютная геохронология. Общая характеристика методов определения абсолютного возраста горных пород. Абсолютный возраст Земли и древнейших пород.

31. Геохронологическая шкала (шкала геологического времени) и соответствующая ей стратиграфическая шкала.

32. Общее понятие о геологических процессах – эндогенных и экзогенных.

33. Рельеф земной поверхности как результат взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов.

34. Вертикальные и горизонтальные движения земной коры. Классификация колебательных движений по времени их проявления. Понятие о трансгрессии и регрессии моря.

35. Складчатые нарушения горных пород. Элементы складки. Физические условия развития складчатых нарушений. Типы складок и форма складок в плане.

36. Разрывные нарушения горных пород. Физические условия возникновения разрывных нарушений в твердом теле. Главнейшие типы разрывных нарушений.

37. Землетрясения, условия возникновения землетрясений. Характеристика параметров землетрясений (гипоцентр, эпицентр, магнитуда и т.д.). Шкалы землетрясений. Сейсмограф. Сейсмофокальные зоны Бенъофа - Заварицкого. Понятие о сейсмическом районировании. Проблема прогноза землетрясений.

38. Эффузивный магматизм – вулканизм. Продукты извержения вулканов: газообразные, жидкие, твердые. Строение лавовых потоков. Типы вулканов. Строение вулканического аппарата. Географическое и геологическое распределение действующих вулканов.

39. Интрузивный магматизм. Согласные и несогласные интрузии. Пневматолитовые и гидротермальные процессы. Взаимодействие интрузивных тел с вмещающими породами. Важнейшие полезные ископаемые,

связанные с различными типами магматических пород. Урановые месторождения.

40. Важнейшие полезные ископаемые, связанные с метаморфическими породами и процессами метаморфизма.

41. Процессы выветривания. Агенты и типы выветривания. Коры выветривания. Важнейшие полезные ископаемые, связанные с корами выветривания.

42. Геологическая деятельность ветра.

43. Геологическая деятельность поверхностных текучих вод.

44. Геологическая деятельность речных потоков.

45. Геологическая деятельность подземных вод. Карстовые процессы.

46. Геологическая деятельность ледников.

47. Криолитозона и происходящие в ней геологические процессы. Полигональные грунты.

48. Гравитационные процессы на склонах. Методы борьбы с оползнями.

49. Геологическая роль озер и болот.

50. Геологическая деятельность моря.

51. Океаны как структурный элемент высшего порядка. Срединно-океанские поднятия (хребты), их строение. Рифтовые зоны и магматизм. Океанские плиты, их структуры. Магнитное поле ложа океанов. Глубоководный желоб, островные дуги, окраинные моря, сейсмофокальная зона.

52. Континенты как структурный элемент высшего порядка. Древние и молодые платформы. Основные элементы строения платформ. Этапы развития платформ.

53. Складчатые пояса, области и системы. Распространение, основные черты строения. Представления о развитии складчатых поясов. Геосинклинальная концепция как отражение эмпирических закономерностей развития подвижных поясов.

54. Теория тектоники литосферных плит. Основные понятия. Литосферная плита, спрединг, трансформный разлом, субдукция, сейсмофокальные зоны Бенъофа - Заварицкого. Связь вулканизма и сейсмичности. Возраст океанического ложа. Движения плит и их возможный механизм.

55. Понятие цикла тектогенеза. Эпохи и фазы складчатости: байкальская, каледонская, герцинская, киммерийская, альпийская. Примеры складчатых областей различного возраста.

56. Представления о причинах и закономерностях развития земной коры. Гипотезы XVIII-XIX и первых десятилетий XX веков. Гипотеза поднятий. Гипотеза контракции. Пульсационная гипотеза. Гипотеза дрейфа материков. Фиксизм и мобилизм, основные положения.

57. Антропогенное воздействие на геологическую среду. Технолитогенез. Опасные геологические процессы городских агломераций.

58. Охрана недр и комплексное использование полезных ископаемых.
59. Значение международного сотрудничества по охране окружающей среды. Проблема охраны недр, защиты природной среды в РФ.
60. Основные понятия, содержание и задачи эколого-геологического картографирования.
61. Схематично изобразить геоморфологический профиль по линии АВ через долину реки, обозначить морфологические элементы реки, указать причину образования надпойменных террас.
62. Изобразить схему оползня, обозначить его основные морфологические элементы.
63. Схематично изобразить геологическое строение артезианского бассейна, указать основные элементы.
64. Изобразить геологический разрез внутреннего строения Земли, обозначить основные геосферы и сейсмические разделы.
65. Схематично показать строение земной коры: океанической и континентальной.
66. Схематично показать складчатые и разрывные нарушения земной коры, указать их элементы.
67. Раскрыть принцип построения стратиграфической колонки.
68. Раскрыть принцип изображения геоморфологических объектов. Привести пример.
69. Изобразить схему строения действующего вулкана, обозначить основные элементы.
70. Изобразить схему строения ледника, обозначить основные морфологические элементы.

Критерии оценки

В основу оценки уровня знаний студентов заложен рейтинговый подход с использованием 100-балльной системы и конвертацией ее в 5-балльную.

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, сформированы необходимые практические компетенции. Студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает материал курса, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.

Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические компетенции в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки. При ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

ТЕРМИНОЛОГИЯ, которую должен усвоить студент при изучении дисциплины «Геология»

Алевролит - осадочная порода, состоящая из сцементированных обломков минеральных зерен размером 0,1-0,01 мм;

Антиклиналь - форма залегания слоистых горных пород, представленная выпуклым изгибом, где внутренняя часть (ядро) сложена более древними, а внешняя - более молодыми отложениями;

Астроблема - округлое углубление, возникшее на земной поверхности в результате падения метеорита с космической скоростью;

Аккумуляция – отложение переносимого ветром материала;

Асейсмические районы – где история человечества не помнит землетрясений или они были очень редки и не причинили ущерба людям; равнинные платформенные области;

Антеклизы – крупные пологие поднятия, приуроченные к областям неглубокого погружения фундамента платформы;

Авлакогены (греч «авлакон» - борозда) – желобообразные глубокие тектонические борозды или рвы, вытянутые в линейном направлении на сотни километров, приуроченные к разломам в фундаменте платформ;

Астеносфера – слой менее плотных пород с пониженными скоростями распространения волн, расположен ниже земной коры в верхней мантии, на глубинах 100 - 200 км под материками и 50 - 400 км под дном океана и рассматривается как слой наиболее подвижного состояния вещества;

Базальтовый слой – подстилающий гранитный и присутствующий повсеместно, сложен породами, близкими по составу и физическим свойствам к базальтам, породам, бедным кремнекислотой – основными;

Биогерм(а) - известковый нарос на дне водоема, образованный прикрепленными организмами, отлагающими известь и сохраняющими после своей смерти прижизненное положение (кораллы, мшанки и др.), а также синезелеными водорослями;

Брекчия - крупнообломочные горные породы, состоящие из сцементированных угловатых обломков различных пород от 10 мм и более;

Виды сейсмических волн: продольные, поперечные, поверхностные;

Продольные – вызывают периодическое изменение объема горных пород, через которые они проходят, достигают поверхности Земли раньше других;

Поперечные – связаны с изменением формы вещества без изменения объема среды, в которой они распространяются;

Поверхностные – возникают на границе раздела двух сред – литосферы и гидросферы, распространяются с наименьшей скоростью, наибольшая длина;

12-балльная шкала землетрясений – для определения и характеристики их разрушительной силы, возрастание числа в этой шкале соответствует увеличению силы землетрясения и интенсивности разрушительного воздействия;

Выветривание или гипергенез – сумма процессов преобразования горных пород и слагающих их минералов на поверхности суши под влиянием факторов и условий географической среды;

Физическое, химическое, биологическое выветривание

Внешние оболочки Земли:

Атмосфера, делится на 5 сфер:

Тропосфера (от 0 до 8 - 17 км); Стратосфера (от 9 - 18 до 50 км); Мезосфера (от 55 до 80 км);

Термосфера или Ионосфера (от 85 до 700 - 800 км); Экзосфера (выше 800 км).

Гидросфера – водная оболочка земного шара. В нее входят воды океанов, морей, озер, рек, подземные воды, воды атмосферы, воды, входящие в состав минералов и горных пород. Основная масса гидросферы сосредоточена в океаносфере, состоящей из вод океанов и морей. Выделяют три типа вод гидросферы: пресные, солоноватые и соленые;

Биосфера – своеобразная оболочка земного шара, где сосредоточена органическая жизнь (название ввел австрийский геолог Э. Зюсс). По данным В.И. Вернадского, масса всего живого в биосфере составляет 10^{12} т. Масса растений на Земле намного больше массы животных в тысячу раз, на суше преобладание наиболее заметно;

Все три оболочки земли характеризуются большой подвижностью, тесно взаимодействуют друг с другом и с каменной оболочкой – литосферой;

Виды тектонических движений: колебательные, складчатые, землетрясения

Колебательные – эпейрогенетические, созидающие сушу (греч. «эпейро-генез» - созидающий континенты), проявляются в результате радиальных перемещений в земной коре, медленные вековые поднятия и опускания земной поверхности, охватывают обширные территории;

Виды деформаций горных пород:

Пликативные – без разрыва сплошности пород – антиклинальные, изоклинальные складки, флексуры;

Дизъюнктивные – разрывные – образование сбросов, надвигов, горстов, грабенов, диапировых складок;

Газовые гидраты - кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях из воды и газа. Относятся к нестехиометрическим соединениям. Внешне напоминают спрессованный снег, могут гореть, легко распадаются на воду и газ при повышении температуры. Благодаря своей клатратной структуре газовый гидрат объемом 1 м^3 природного газового гидрата может содержать до 164 м^3 . Легко разрушаться при нарушении термобарического состояния. Образование газогидрата происходит за счет замены в полостях водной сетки молекул воды на молекулу углеводорода. До сих пор остается нерешенный вопрос о эффективном способе добычи гидрата, в полной мере не изучена природа процессов и условий образования гидратов и их поведение в геосфере, стабильность газовых гидратов в зависимости от температуры, давле-

нии, химического состава гидратообразующих компонентов и геологической обстановки;

Геосинклиналь – чрезвычайно подвижный участок земной коры, характеризующийся интенсивно дислоцированными толщами горных пород, здесь интенсивно проявляется складчатость, магматизм, землетрясения;

Геологическая деятельность ветра (эоловая):

Дефляция – выдувание, разрушение горных пород, с образованием скал;

Корразия – обтачивание – механическая обработка обнаженных горных пород при помощи переносимых ветром твердых частиц – шлифование, высверливание;

Габитус кристаллов - наружный вид кристаллов, определяемый преобладающим развитием граней тех или иных простых форм.

Гранитный слой – располагается ниже слоя осадочных пород. Сложен магматическими и метаморфическими горными породами, богатыми кремнием и алюминием. Слой называют сиалическим или **сиаль**. Мощность от 20 до 40 км в разных районах земного шара; иногда он полностью отсутствует;

Граница Конрада - граница между гранитным и базальтовым слоем. Здесь скорость сейсмических волн возрастает до 6,5 км/с;

Горные породы – минеральные агрегаты, состоящие из одного или нескольких минералов;

Гипоцентр – центр очага землетрясения;

Гипергенез - совокупность физико-химических процессов, вызывающих преобразование горных пород в приповерхностных условиях;

Геофизика – наука о физических процессах, происходящих в различных оболочках земного шара;

Геоморфология – наука об образовании и развитии форм земной поверхности (рельефа);

Гидрогеология – наука о подземных водах, их происхождении, распределении в земной коре, химической и механической деятельности в недрах Земли;

Геотектоника и вулканология – изучают структуры земной коры, тектонические движения и процессы вулканизма;

Геотермический градиент – величина повышения температуры в градусах Цельсия на единицу углубления; величина может колебаться в широких пределах – от 5 до 148° на 1 км или от 0,5 до 15° на 100м;

Геологические процессы (геодинамические) – процессы, меняющие внешний облик земной поверхности и внутреннее строение Земли;

Геологические процессы подразделяются на **процессы внутренней динамики** – эндогенные и **внешней динамики** – экзогенные;

Геотектоника или тектоника – изучает закономерности движений и строения земной коры, происхождение и историю развития;

Гипотезы происхождения Земли:

Небулярные – в основе лежит принцип образования планет из газа, из пылевых туманностей и **катастрофические** - различные катастрофические явления (столкновение небесных тел, близкое прохождение друг от друга звезд);

Геоид – воображаемая поверхность, совпадающая с поверхностью воды в Мировом океане, условно продолженная под материками таким образом, чтобы отвесная линия в любой точке земного шара была перпендикулярна к этой поверхности; форма, свойственная только Земле;

Геологические сферы: ядро, мантия, наружная оболочка или земная кора – литосфера;

Денудация – совокупность процессов разрушения горных пород и сноса разрушенного материала;

Десквамация – шелушение поверхностного слоя горных пород при интенсивных колебаниях температуры;

Дайка - пластинообразное, вертикальное или крутопадающее тело, ограниченное параллельными стенками и имеющее большую протяженность по простиранию и падению при относительно небольшой мощности;

Диабаз - изверженная горная порода, состоящая из полевого шпата и пироксена (авгита);

Доломит - карбонатная порода, сложенная преимущественно минералом доломитом;

Земная кора – твердая оболочка Земли, состоящая из магматических, осадочных и метаморфических горных пород, также называют литосферой или каменной оболочкой;

Землетрясение – внезапное и резкое сотрясение земной поверхности, проявляющееся в виде толчков различной силы, вызванных рядом геологических факторов, действующих в земной коре и в верхней мантии;

Занорыш - крупная полость в хрусталеносных жилах и пегматитах, стенки которой покрыты щетками кристаллов;

Известняки - осадочные горные породы, преимущественно морские образования, состоящие главным образом из кальцита или кальцитовых скелетных остатков организмов;

Изодинамы – линии на географической карте, соединяющие точки земной поверхности с одинаковой напряженностью;

Интрузивные горные породы – образуются при застывании магмы в глубинных зонах земной коры (гранит, габбро);

Интрузивный магматизм – внедрение магмы в земную кору, ее раскристаллизация и остывание с образованием магматических интрузивных горных пород; интрузивы представлены батолитами, штоками, лакколитами, лополитами, силлами, дайками;

Эффузивный магматизм или вулканизм – извержение лавы на поверхность Земли;

Курумы – каменные реки – перемещение крупноглыбовых и щебнистых образований на оттаивающем поверхностном слое в горных районах, где развита вечная мерзлота;

Кальдера - циркообразная впадина с крутыми стенками и ровным дном, образовавшаяся вследствие провала вершины вулкана;

Камы - ледниковые холмистые формы рельефа в виде округлых конусовидных куполов, сложенные отсортированным гравием, песками и супесями с горизонтальной слоистостью;

Кар - нишеобразное углубление, врезанное в верхнюю часть склона горы;

Кристаллография – наука о кристаллах и кристаллическом состоянии веществ;

Карры - система гребешков и выступов, разделенных прихотливо ветвящимися бороздами, образующаяся на начальной стадии развития карста;

Карст - совокупность явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот разного размера и формы;

Кимберлит - гипабиссальная ультраосновная порода, являющаяся эруптивной брекчией, в которой среди разнородных включений обязательно присутствуют пиропсодержащие ультраосновные породы глубинного происхождения;

Ксенолит - в петрологии - включения обломков, чуждых магматической породе, в которой они встречены;

Курумы - скопления на склонах и у подножий гор глыбовых и крупных обломков скальных горных пород, образовавшиеся в результате интенсивного выветривания обнаженных скальных массивов;

Лакколит - грибообразная (караваеобразная) интрузия, у которой дно и кровля согласны со слоистостью вмещающих пород;

Мергель - осадочная порода смешанного глинистого-карбонатного состава;

Магнитосфера – область, где проявляются магнитные свойства земного шара;

Метаморфические горные породы – возникают в результате преобразования магматических и осадочных пород на больших глубинах под действием высокой температуры, больших давлений, химически активных растворов и газов (гнейсы, сланцы, мрамор, кварцит);

Минерал - простое вещество или химическое соединение, возникающее в результате природных процессов или искусственно получаемое в лаборатории;

Мономинеральные горные породы – состоящие из одного минерала (кварцит – сложен кварцем, мрамор – кальцитом);

Магматические или изверженные горные породы – возникают из магмы при участии внутренних процессов, зарождающихся в недрах Земли;

Магматизм – внедрение в толщу земной коры расплавленных масс магмы, излияние ее на поверхность Земли и выброс вулканических продуктов, образование мощных толщ магматических горных пород;

Массив – выход древнего фундамента на поверхность Земли, обнажившегося в связи с процессами поднятия и размыва осадочного чехла;

Морена (моренные отложения) - отложения, накопленные непосредственно глетчерным льдом;

Минералогия – наука о минералах;

Напряженность – понятие применяется для характеристики магнитного поля Земли. Измеряется в эрстедах;

Ноосфера (греч. «ноос» - разум) – понятие впервые ввели французские ученые Э. Леруа и П.Тейяр де Шарден (1927 г.). В.И. Вернадский развил представление о ноосфере как качественно новой форме организации, возникающей при взаимодействии природы и общества; качественно новое состояние биосферы, находящейся в эволюционном развитии;

Осадочный слой – составляет внешнюю часть земной коры и состоит из осадочных горных пород – рыхлых, иногда сцементированных и уплотненных, залегающих в виде слоев и пластов. Имеет небольшую мощность: от нескольких метров до сотен метров, в отдельных местах до 10 - 15 км;

Осадочные горные породы – образуются на поверхности Земли в результате взаимодействия литосферы с атмосферой, гидросферой и биосферой. Подразделяются на обломочные, глинистые, органогенные;

Озы - гряды в виде узких извилистых валов с волнистой линией гребня длиной до 30 - 40 км и более, сложенные флювиогляциальными галечниками и песками;

Останец - изолированная возвышенность, уцелевшая от разрушения более высокой поверхности процессами денудации;

Спрединг - процесс раздвигания литосферных плит;

Зоны спрединга – области плит, где происходит погружение и плавление;

Субдукция – процесс поддвигания плит;

Пегматит - преимущественно крупнозернистая порода, залегающая в форме жил, линз, гнезд, штокообразных и др. тел. Пегматиты обычно богаты минералами, содержащими легколетучие вещества, часто содержат соединения редких и рассеянных элементов;

Петрография и литология – науки о горных породах, слагающих земную кору, исследуют их минеральный и химический состав, условия залегания, распространение и классификацию;

Полиминеральные горные породы – состоящие из нескольких минералов (гранит состоит из полевого шпата, кварца и слюды);

Породообразующие минералы – слагающие основную массу горной породы;

Платформа – малоподвижные участки на поверхности земного шара, где тектоническая активность проявляется очень слабо - это устойчивые области земной коры;

Плита – опущенные участки платформы, перекрытые осадочными породами;

Продукты вулканических извержений – твердые, жидкие и газообразные вещества:

Вулканические бомбы, лапилли, вулканический песок, лава, фумаролы;

Порфирит - эффузивная горная порода с пофировыми выделениями плагиоклаза, роговой обманки или пироксена;

Раздел Мохоровичича (Поверхность Мохо) – граница между земной корой и мантией, устанавливаемая по резкой смене скоростей сейсмических волн;

Регрессия моря – отступление моря с территории суши при поднятии материка;

Рапа - соляной раствор в соляных природных и искусственных водоемах;

Свита - основная единица из местных стратиграфических подразделений, совокупность отложений с определенными литологическими и палеонтологическими признаками, развитых в пределах какого-либо геологического района;

Синклиналь - вогнутая складка, ядро которой сложено более молодыми породами;

Сомма - сохранившаяся гребнеобразная часть более древнего вулкана, оставшаяся после провала вершины вулкана или ее взрыва;

Спонголит - кремнистая осадочная порода, состоящая более чем на 50% из спикул кремниевых губок (спонгий) и опаловой или халцедоновой основной массы;

Сталагмиты - минеральные натечные кальцитовые образования в виде конусов, столбов, растущие с пола пещер снизу вверх;

Сталактиты - минеральные натечно-капельные кальцитовые образования в форме сосулек, растущие на потолках пещер;

Стратотип - конкретный разрез стратиграфического подразделения (яруса, горизонта и др.), указанный и описанный в качестве эталонного;

Сейсмический метод геофизики – изучает направление и скорости распространения в Земле упругих волн, возникающих при землетрясениях и искусственных взрывах; изучается внутреннее строение Земли;

Складчатые движения земной коры - горообразовательные или орогенетические (греч. «орогенез» - горообразование) – проявляются в результате тангенциальных напряжений в земной коре; Возникновение гор, интенсивно смятых в складки, складчатость сопровождается образованием крупных разломов и трещин в земной коре. Горообразовательные движения сопровождаются вулканизмом и землетрясениями;

Синеклизы – пологие прогибы значительных размеров с поперечником от нескольких сотен до тысячи километров, соответствующим областям глубокого погружения фундамента, заполнены осадочными горными породами мощностью 3 - 4 км;

Сейсмология – (греч. «сейсмос» - трясение) наука, занимающаяся изучением землетрясений;

Сейсмические области – определенные области, связанные с глубинными разломами в земной коре, с зонами молодого горообразования, или с геосинклиналями, к которым приурочены также основные вулканические пояса;

Строение земной коры: осадочный слой, гранитный слой, базальтовый слой.

Типы земной коры: континентальный и океанический;

Трансгрессия моря – наступление моря на сушу при опускании материка;

Техногенез – группа геохимических явлений, входящих в класс гипергенных процессов;

Типовой разрез - лучший разрез одного или нескольких стратиграфических подразделений, в пределах конкретных исследуемых территорий, принимаемый в качестве эталонного;

Трансгрессия - процесс наступления моря на сушу, обычно вызывается опусканием последней, реже - поднятием уровня океана;

Траппы - основные горные породы, развитые на платформе;

Туф известковый - легкая пористая горная порода, образовавшаяся при осаждении карбоната кальция из горячих и холодных источников;

Флишевые формации (флиш) - мощные толщи ритмично переслаивающихся тонких слоев песчаников, алевролитов, аргиллитов - терригенный флиш; мергелей, известняков - карбонатный флиш;

Фумаролы - выходы горячего вулканического газа и пара на поверхность в виде струй или спокойно парящих масс;

Фульгуриты или громовые стрелы – сплавление песка;

Цоколь – нижний, складчатый этаж платформы;

Щит – выход кристаллического фундамента на поверхность;

Эстуарий - воронкообразный залив, образовавшийся в результате затопления и расширения устья крупной реки при совместном воздействии на его берега абразии и приливно-отливных течений;

Эрстед является единицей измерения напряженности магнитного поля, в котором сила, действующая на 1 мг массы, сообщает ей ускорение 1 мм/с^2 ;

Эффузивные горные породы – возникают при излиянии лавы на земную поверхность или дно океанов (базальт, диабаз);

Эндегенные процессы проявляются в виде колебательных движений земной коры, горообразования, землетрясений, магматизма и метаморфизма. Колебательные движения восходящие и нисходящие, происходят в течение длительного времени и приводят к возникновению гигантских океанических впадин и материков, плоскогорий и низменностей, разломов и нарушений в земной коре и формируют лик Земли - **рельеф**;

Экзогенные процессы – протекают на поверхности земли с участием энергии Солнца при взаимодействии атмосферы, гидросферы и биосферы с литосферой, проявляются в непрерывной разрушении и изменении поверхности Земли вследствие воздействия атмосферных и подземных вод, рек и ледников, морей и океанов, гипергенеза, растительных и животных организмов, в результате антропогенной деятельности;

Эпицентр – проекция центра очага землетрясения на земную поверхность, где с наибольшей разрушительной силой проявляется землетрясение;

Эоловые отложения: дюны, барханы, грядовые пески, лессы, лессовидные суглинки;

Явления вулканического порядка: гейзеры, грязевые вулканы (сальзы), термальные источники (термы), минеральные воды.

**Климова Юлия Юьевна
Гавриш Ольга Петровна**

ГЕОЛОГИЯ

*Методические указания
по выполнению
практических занятий и семинаров*

В авторской редакции

Изд. № 6/18. Объем 6,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»