

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка»

Факультет естествознания

Кафедра географии и методики преподавания географии

(рег. № УМ 25-4-25/23 2019)

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой  
географии и методикой  
преподавания географии



Таранчук А.В.

«27» сентября 2019 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Декан факультета естествознания



Науменко Н.В.

«02» октября 2019 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ГЕОЛОГИЯ»

для специальности

1-02 04 02 «Биология и география»

Составитель: **Д.А. Пацыкайлик**, старший преподаватель кафедры географии и методики преподавания географии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», магистр географических наук

Рассмотрено и утверждено  
на заседании Совета БГПУ

21 10 2019, прот. № 2

## Оглавление

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	5
1.1 СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА.....	5
Лекция 1 .....	5
Лекция 2 .....	6
Лекция 3 .....	9
Лекция 4 .....	12
Лекция 5 .....	15
Лекция 6 .....	17
Лекция 7 .....	20
Лекция 8 .....	22
Лекция 9 .....	24
Лекция 10.....	26
Лекция 11.....	28
Лекция 12.....	29
Лекция 13.....	31
Лекция 14.....	35
Лекция 15.....	37
Лекция 15.....	38
Лекция 16.....	42
Лекция 17.....	44
Лекция 18.....	47
Лекция 19.....	48
Лекция 20.....	50
Лекция 21.....	52
Лекция 22.....	54
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	56
2.1 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ	56
Лабораторная работа №1 .....	57
Лабораторная работа №2 .....	58
Лабораторные работы №3, №4 .....	60
Лабораторная работа №5 .....	62
Лабораторная работа №6 .....	63
Лабораторная работа №7 .....	64
Лабораторная работа №8 .....	65
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ .....	67
3.1 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ .....	67
3.2 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ .....	71
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	74
4.1 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	74
4.2 ПРОГРАММНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.....	76

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Изучение учебной дисциплины «Геология» предусмотрено образовательным стандартом и типовым учебным планом подготовки студентов по специальности 1-02 04 02 Биология и география. В системе фундаментального географического образования «Геология» закладывает основы теоретических знаний, объясняет процессы, происходящие в природе, знакомит с основными структурными элементами земной коры и закономерностями её развития, а также показывает значение геологии для народного хозяйства. Знания по геологии являются составной частью среднего образования и поэтому учитель географии должен иметь достаточно большой уровень геологических знаний. Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) «Геология» состоит из следующих разделов: теоретического, практического, раздела контроля знаний и вспомогательного, что обеспечивает комплексность учебно-методических материалов, направленных на реализацию ступени образовательного стандарта: каждый элемент комплекса дополняет содержание и функциональные возможности другого.

**Теоретический раздел** содержит:

- краткий курс лекций по учебной дисциплине «Геология»;
- учебное пособие по учебной дисциплине «Геология» (часть – «Историческая геология»);
- учебное пособие «Общая геология с элементами геологии Беларуси.

**Практический раздел** содержит материал для проведения лабораторных занятий и семинаров в соответствии с тематическим планом. Раздел включает методические рекомендации к лабораторным занятиям.

**Раздел контроля знаний** содержит:

- материалы для самоконтроля;
- тестовые задания;
- вопросы к экзамену.

**Вспомогательный раздел** содержит:

- список рекомендуемой литературы;
- темы для самостоятельного изучения учебной дисциплины;
- учебную программную документацию.

**Целью** создания ЭУМК «Геология» является приобретение студентами основ геологических знаний и формирование у них представлений о процессах, протекающих в недрах Земли и на её поверхности, а также истории развития Земли на основе изучения тектонических структур материков и океанов и эволюции органического мира.

**Задачи** ЭУМК «Геология»:

- изучить вещественный состав Земли и земной коры при непосредственном исследовании слагающих их горных пород;
- изучить процессы, протекающие в недрах литосферы и на её поверхности, обусловленные внутренними (эндогенными) и внешними (экзогенными) силами;

– изучить минералы и горные породы магматического, метаморфического происхождения и их значение для развития народного хозяйства;

– дать представление о наиболее важных экзогенных факторах (выветривании, геологической деятельности атмосферных и подземных вод, рек, морей, ветра, озёр, болот, ледников и т.д.) и их роли в формировании рельефа Земли;

– ознакомить студентов с методами проведения палеогеографических реконструкций, сформировать понятие о фациях и формациях и связанных с ними полезных ископаемых;

– сформировать представление о геологической истории развития Земли, её основных тектонических этапах формирования;

– показать общие закономерности развития органического мира и его эволюции;

– показать важность изучения геологии с целью практического использования недр Земли для развития народного хозяйства.

Основными **методами** изучения данной дисциплины, являются: проблемное обучение; учебно-исследовательская деятельность; метод аналогии; информационный анализ; картографический метод.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Содержание лекционного материала

Теоретический раздел включает материал 22 лекций, где в сжатой форме изложены вопросы учебной дисциплины «Геология».

### Лекция 1

#### **Предмет и задачи геологии. Основные этапы истории развития геологических знаний (2 ч.)**

При подготовке учителей географии, биологии и химии курсу общей геологии уделяется значительное внимание. Из этого курса студенты приобретают знания о строении и составе Земли, земной коры, учатся определять минералы и горные породы. Изучение геологии способствует повышению общекультурного уровня студентов и материалистического понимания мира.

Геология (греч. «гео» – земля, «логос» – учение) – фундаментальная наука о Земле. Она занимается изучением состава, строения, истории развития Земли и процессов, протекающих в ее недрах и на поверхности. В современном понятии этот термин начал применяться с XVII века. Современная геология использует новейшие достижения и методы ряда естественных наук – математики, физики, химии, биологии, географии. Геология как наука изучает всю нашу планету, но она также детально занимается минералами, горными породами, ископаемыми органическими остатками и рудами – исследует, как они образовались, какие изменения претерпели, как можно восстановить по ним геологическую историю.

Одним из нескольких основных направлений в геологии является изучение вещественного состава литосферы: горных пород, минералов, химических элементов. Одни горные породы образуются из магматического силикатного расплава и называются *магматическими* или *изверженными*, другие – путём осаждения и накопления в морских и континентальных условиях и называются *осадочными*; третьи – за счёт изменения различных горных пород под влиянием температуры и давления, жидких и газовых флюидов и называются *метаморфическими*. Одна из важнейших задач геологии – прогнозирование залежей минерального сырья, составляющего основу экономической мощи государства. Главные народнохозяйственные задачи геологии:

- поиск и открытия новых месторождений различных полезных ископаемых, являющихся основной базой для развития промышленности и сельского хозяйства;
- изучение и определение ресурсов подземных вод, необходимых для питьевого и промышленного водоснабжения, а также мелиорации земель;
- инженерно-геологическое обоснование проектов возводимых крупных сооружений и научный прогноз изменения условий после окончания их строительства;
- охрана и рациональное использование недр Земли.

Познание всех закономерностей эволюции Земли, ее происхождения и развития имеет исключительно важное значение для понимания природы и поэтому является необходимой частью высшего образования в области естествознания.

**Основные этапы истории развития геологических знаний.** В истории развития геологических знаний можно выделить четыре этапа. Первый этап связан с первыми потребностями человека в орудиях труда из кремня, затем бронзы и железа. Поэтому зачатки геологических знаний есть в трудах мыслителей античного мира. В эпоху Возрождения большой вклад в развитие геологии внесли Агрикола, Бируни, а также учение Н.Коперника о месте Земли в Солнечной системе. Развитие торгового капитала привело к поискам полезных ископаемых и в результате были организованы многочисленные экспедиции как в России так и за рубежом. Второй этап связан с внедрением в практику палеонтологического метода в Англии У.Смитом и во Франции Ж. Кювье и А. Броньяром. Третий этап связан с изучением недр и освоением многочисленным угольных и нефтяных месторождений. Важное значение для геологии имело развитие теоретических вопросов в работах Ф.Тейлора, А.Вегенера, Д.В. Наливкина, Н.С.Шатского и других. Четвертый этап отмечается в связи с развитием научно- технического прогресс, который затронул также и геологию. Это исследования ложа Мирового океана, изучение Земли из космоса, а также изучение Луны, Венеры, Марса и других планет. Все это привело к пересмотру ряда важнейших положений в геологической науке.

## Лекция 2

### **Строение, физические, химические свойства Земли, возраст и гипотезы происхождения Земли (2 ч.)**

Первые представления о форме и размерах Земли появились в глубокой древности. Античные мыслители высказывали мысль, что наша планета имеет шарообразную форму. На рубеже XVII и XVIII вв. впервые Ньютон теоретически обосновал положение о том, что под воздействием силы тяжести Земля должна иметь сжатие в направлении оси вращения и, следовательно, её форма представляет эллипсоид вращения, или сфероид. Чем быстрее вращается тело, тем больше оно сплющивается у полюсов. Разница полярного и экваториального радиусов составляет 21 км. Детальными последующими измерениями, особенно новыми методами исследования с искусственных спутников, было показано, что Земля сжата не только на полюсах, но также несколько и по экватору (наибольший и наименьший радиусы по экватору отличаются на 210 м), т.е. Земля является не двухосным, а трёхосным эллипсоидом. Кроме того, Земля несимметрична по отношению к экватору: южный полюс расположен ближе к экватору, чем северный.

В связи с расчленением рельефа действительная форма Земли является более сложной, чем трёхосный эллипсоид. Учитывая эти особенности, немецкий физик Листинг в 1873 г. фигуру Земли назвал геоидом, что

дословно обозначает «землеподобный». *Геоид* - некоторая воображаемая уровенная поверхность, которая определяется тем, что направление силы тяжести к ней всюду перпендикулярно. Эта поверхность совпадает с уровнем воды в Мировом океане, который мысленно проводится под континентами. Это та поверхность, от которой производится отсчёт высот рельефа. Поверхность геоида приближается к поверхности трёхосного эллипсоида, отклоняясь от него местами на величину 100-150 м

В настоящее время принимается *эллипсоид Ф.Н. Красовского* и его учеников, основные параметры которого подтверждаются современными исследованиями и с орбитальных станций. По этим данным экваториальный радиус  $a = 6378,245$  км, полярный радиус  $b = 6356,863$  км, полярное сжатие =  $1/298,25$ . Объем Земли составляет  $1,083 \cdot 10^{12}$  км<sup>3</sup>, а масса –  $6 \cdot 10^{27}$  г. Ускорение силы тяжести на полюсе  $983$  см/с<sup>2</sup>, на экваторе  $978$  см/с<sup>2</sup>. Площадь поверхности Земли около 510 млн. км<sup>2</sup>, из которых 70,8% представляет Мировой океан и 29,2% – суша.

Внутреннее строение Земли изучается главным образом геофизическими методами, так как геологические методы, основанные на изучении естественных обнажений горных пород, разрезов шахт и рудников, кернов глубоких буровых скважин, дают возможность судить лишь о строении приповерхностной части земной коры. Одним из важнейших методов является *сейсмический* (греч. «сеймос» – трясение) *метод*, основанный на изучении естественных землетрясений и «искусственных землетрясений». На основании скорости распространения сейсмических волн австралийский сейсмолог К. Буллен разделил Землю на ряд зон и дал им буквенные обозначения в определённых усреднённых интервалах глубин, которые используются с некоторыми уточнениями до настоящего времени. Выделяют три главные геосферы Земли:

1. *Земная кора* (слой А) - верхняя оболочка Земли, мощность которой изменяется от 6-7 км под глубокими частями океанов до 35-40 км под равнинными платформенными территориями континентов и до 50-70(75) км под горными сооружениями (наибольшие под Гималаями и Андами).

2. *Мантия Земли*, распространяющаяся до глубин 2900 км. В её пределах по сейсмическим данным выделяются: верхняя мантия – слой В глубиной до 400 км и С – до 800-1000 км (некоторые исследователи слой С называют средней мантией); нижняя мантия – слой D до глубины 2700 с переходным слоем D<sup>1</sup> – от 2700 до 2900 км.

3. *Ядро Земли*, подразделяемое: на внешнее ядро – слой Е в пределах глубин 2900-4980 км; переходную оболочку – слой F – от 4980 до 5120 км и внутреннее ядро – слой G до 6971 км.

**Химический состав Земли.** По данным Дж. Смита, содержание главных элементов Земли таково (в мас. %): О – 31,3 Fe – 31,7 Mg – 13,7, Si – 15,1, S – 2,91, Ni – 1,72, Ca – 2,28, Al – 1,83. По А. П. Виноградову, девять элементов дают в сумме 99,48 % состава земной коры. Это: кислород – 47,0 %; кремний – 29,5; алюминий – 8,0 %; железо – 4,6 %; кальций – 2,9 %;

натрий – 2,5 %; калий – 2,5 %; магний – 1,8 %; титан – 0,4 %; прочие элементы (это 95 химических элементов таблицы Д. И. Менделеева) – 0,52 %. Причём, например, содержание серы, хрома, фтора, меди, никеля измеряется сотыми долями процента от общего состава; урана, лития, цинка, свинца, кобальта и бора – тысячными долями. Остальные элементы представлены в миллионных, миллиардных, триллионных и квадриллионных долях процента. К последним, в частности, относится радий.

**Геохронология** (от греч. ге+хронос – время+логос – изучать) – раздел геологии, который изучает возраст (время формирования) Земли и горных пород, слагающих земную кору. В первом случае речь идёт о времени возникновения Земли как планеты солнечной системы (Протоземли). Только в результате эволюции Протоземли сформировались древнейшие горные породы, слагающие земную кору. В этом и состоит различие между возрастом Земли и возрастом горных пород.

Наиболее древние горные породы обнаружены в пределах Антарктиды и Охотского срединного массива, где их возраст составляет около 4 млрд. лет. Максимальные значения абсолютного возраста метеоритов, представляющих собой наиболее вероятные образцы протопланетного материала, из которого сформировалась Протоземля, достигают 4500 – 4700 млн. лет. Таким образом, можно предполагать, что Земля и другие планеты солнечной системы существовали уже 4500 – 4700 млн. лет назад. За максимальный предел возраста Земли многие исследователи склонны принять время возникновения тяжёлых радиоактивных ядер, рассчитанное по данным о распределении свинца, урана и их изотопов в земной коре. Эти расчёты также приводят к значениям порядка 4,6 – 4,7 млрд. лет (возможно, до 5 млрд. лет).

**Современные представления о происхождении Земли.** Иммануил Кант (1755 г.) считал, что Земля и Солнечная система в целом возникла при эволюционном развитии холодной пылевой туманности, в центре образовалось Солнце, в периферийных частях – планеты. Французский математик Лаплас (1796 г.) предполагал, что первоначальная туманность была газовой, очень горячей и быстро вращалась, причём от неё отделились кольца – будущие планеты (они образовались раньше Солнца), Гипотеза Канта – Лапласа и сейчас не потеряла научного значения.

**Космогоническая гипотеза Шмидта О. Ю.** Согласно этой гипотезе, около 6 – 7 млрд. лет назад Солнце на своём пути встретилось с огромным холодным облаком, состоящим из газа и пыли. Силой своего притяжения Солнце захватило за собой это облако. Обладая значительно меньшими скоростями, чем лёгкие газовые молекулы, пылинки собирались в центральной плоскости вращающегося облака. Постепенно расстояние между пылинками уменьшалось, взаимное притяжение увеличивалось, образовывались сгущения пылевых частиц,двигающиеся вокруг Солнца в направлении движения облака. Со временем пылевые сгущения превратились в сравнительно крупные тела – малые планеты – *астероиды*. Более крупные тела притягивали мелкие и, за счёт прямого выпадения

вещества на их поверхности, постепенно увеличивались в размерах, становились большими планетами.

### Лекция 3

#### Генетическая минералогия (4 ч.)

Минералами называются природные химические соединения или отдельные химические элементы, возникшие в результате различных физико-химических процессов, происходящих в земной коре и на ее поверхности. Большая часть минералов находится в кристаллическом состоянии, и лишь незначительная часть – в аморфном. Свойства кристаллических веществ обуславливаются как их составом, так и внутренним строением, т.е. кристаллической структурой. Кристаллические формы минералов изучает наука кристаллография. В аморфных веществах закономерность в расположении частиц отсутствует. Свойства их зависят только от состава и во всех направлениях статистически одинаковы.

В различных физико-химических условиях вещества одинакового химического состава могут приобретать разное внутреннее строение, а, следовательно, и разные физические свойства и создавать таким образом разные минералы. Это явление называется *полиморфизмом*. В кристаллической структуре минералов атомы и ионы, имеющие близкие по величине радиусы, могут замещать друг друга. Это явление носит название *изоморфизма*.

**Физические свойства минералов** – это их внешние признаки, которые можно определить визуально.

*Цвет* - важный признак минералов, который, однако, можно использовать лишь в совокупности с другими свойствами.

Важным диагностическим признаком является *цвет минерала в порошке*, или *цвет черты*.

Для определения цвета порошка минералом проводят по шероховатой поверхности фарфоровой пластинки, называемой бисквитом, на которой остаётся черта, соответствующая цвету порошка; если твёрдость минерала больше твёрдости бисквита, на последнем остаётся царапина.

*Прозрачность* – это способность минерала пропускать свет.

*Блеск* минерала зависит от показателя его преломления и от характера отражающей поверхности.

*Излом* минерала определяется поверхностью, по которой он раскалывается.

*Спайность* - способность кристаллических минералов раскалываться по ровным поверхностям - плоскостям спайности.

*Твёрдость* – способность минерала противостоять внешнему механическому воздействию. Это одно из важных свойств минералов. Обычно в минералогии определяется относительная твёрдость путём царапанья эталонными минералами из шкалы твёрдости Мооса поверхности исследуемого минерала.

### Шкала твёрдости Мооса

Минерал	Формула	Твёрдость
Тальк	$Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$	1
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2
Кальцит	$CaCO_3$	3
Флюорит	$CaF_2$	4
Апатит	$Ca_5[PO_4]_3 (F, Cl, OH)$	5
Ортоклаз	$K [AlSi_3O_8]$	6
Кварц	$SiO_2$	7
Топаз	$Al_2 [SiO_4] (F, OH)_2$	8
Корунд	$Al_2O_3$	9
Алмаз	C	10

**Классификация минералов.** Количество известных в настоящее время минералов превышает 2000. Их можно группировать по разным признакам. В основе принятой в настоящее время классификации минералов лежат химический состав и структура. Большое внимание уделяется также *генезису*.

Класс сульфиды. Сульфиды – это соли сероводородной кислоты  $H_2S$ . Общее количество сульфидов 200 – 300 минералов. Они составляют 0,15 % массы земной коры. Сульфиды, в основном, характеризуются металлическим блеском, невысокой твёрдостью (3 – 4), темным цветом, большим удельным весом. Сульфиды представляют большой интерес как руды цветных и черных металлов. Происхождение минералов класса сульфидов связано главным образом с горячеводными растворами (гидротермальными).

Класс самородные элементы. В самородном состоянии встречаются по данным различных авторов от 30 до 80 химических элементов. На их долю приходится 0,1 % массы земной коры. Некоторые химические элементы встречаются в природе исключительно в самородном состоянии и называются благородные (золото, серебро, платина и др.). Наиболее широко распространены в природе сера и графит.

Класс галоидных соединений. К нему относятся минералы, представляющие соли фтористо-, бромисто-, хлористо-, йодистоводородных кислот. В этом классе около 100 минералов. Все представители этого класса характеризуются малой твёрдостью, алмазным или стеклянным блеском. Большинство из них хорошо растворяется в воде. Многие имеют промышленное значение. Распространёнными минералами этого класса являются хлориды, образующиеся главным образом при испарении вод поверхностных бассейнов.

Класс оксидов и гидроксидов. Минералы этого класса широко

распространены в природе и играют большую роль в сложении земной коры. Они образованы примерно тридцатью химическими элементами. Сейчас известно около 200 минералов, представляющих собой окислы или гидроокислы металлов, полуметаллов и металлоидов. Все они соответствуют примерно 5% от общего веса литосферы. Многочисленны окислы, содержащие железо.

Класс карбонатов объединяет более 60 минералов, для которых характерна реакция с соляной кислотой, сопровождающаяся выделением углекислого газа. Интенсивность реакции помогает различать минералы - карбонаты, близкие по многим свойствам. Они часто светлоокрашенные, со стеклянным блеском; твёрдостью 3 – 4,5; спайностью совершенной в трёх направлениях.

Класс сульфатов. К сульфатам относятся минералы, являющиеся солями серной кислоты  $H_2SO_4$

В основном, они имеют светлую окраску, небольшую твёрдость (2 – 3,5), стеклянный блеск и хорошую растворимость, не реагируют с соляной кислотой. Минералы класса сульфатов осаждаются в поверхностных водоёмах, образуются при окислении сульфидов и серы в зонах выветривания, реже связаны с вулканической деятельностью.

Класс вольфрамовых минералов. Минералов этого класса известно немного. Все они являются солями вольфрамовой кислоты. Образуются гидротермальным путём и используются как руда на вольфрам. Содержание вольфрамовых минералов в земной коре незначительно. Основным минералом этого класса является вольфрамит.

Класс фосфатов. Минералы этого класса представляют собой соли ортофосфорной кислоты  $H_3PO_4$ .

Наиболее распространённым минералом является апатит и фосфорит.

Класс силикатов. Природные силикаты образовались в основном из расплавленной магмы. Предполагается, что при затвердевании магмы из неё сначала выкристаллизовывались силикаты, более бедные кремнезёмом – ортосиликаты, затем после израсходования катионов выделялись силикаты с высоким содержанием кремнезёма – полевые шпаты, слюды и, наконец, чистый кремнезём. Силикаты – сложные кремнекислородные соединения в виде минералов и горных пород, занимают определяющее место в составе земной коры (80% по В.И. Вернадскому). А если добавить природный оксид кремния – кварц, то кремнекислородные соединения образуют более 90% массы земной коры и практически полностью слагают объём Земли. Силикатные минералы являются породообразующими. Абсолютное большинство силикатных минералов является твёрдыми кристаллическими телами.

## Лекция 4

### Магматизм и магматические горные породы (4 ч.)

*Магматизм* – процесс возникновения расплава, его движения и формирования горных пород из магмы (греч. «магма» – пластичная, тестообразная, вязкая масса). Магматические процессы, происходящие ниже поверхности Земли, связывают с *интрузивным* магматизмом. Если магматические расплавы вырываются на поверхность, то происходит извержение вулканов, носящие в зависимости от состава магмы спокойный либо катастрофический характер. Такой тип магматизма называют *эффузивным*.

*Магма* представляет собой флюидно-силикатный расплав вещества в верхней мантии или земной коре. Магма возникает при определенных высоких значениях давления и температуры. Магматический расплав состоит из жидкости, газа и твердых кристаллов. При изменении температуры и давления магматический расплав изменяется. Этот процесс преобразований, сопровождаемый образованием кристаллов минералов, называется *магматической дифференциацией*. Наблюдения показывают, что большая часть магмы (более 90%) затвердевает под землей и не изливается на поверхность в виде вулканического материала. Процесс внедрения магмы в горные породы называют *интрузиями*. Горные породы, образовавшиеся на глубине в результате охлаждения и кристаллизации магмы, носят название *интрузивных горных пород*.

Самые крупные абиссальные интрузивы площадью во многие сотни и даже тысячи км<sup>2</sup> называются *батолитами*. Более мелкие интрузивы по отношению к вмещающим породам подразделяются на *несогласные* и *согласные*. Несогласные интрузивные тела пересекают, прорывают пласты вмещающих пород или заполняют трещины и разломы. К ним относятся дайки, магматические жилы, штоки. Согласные интрузивы представлены силами, лополитами, лакколитами, факолитами, хонолитами.

*Вулканизм* – грозное явление природы. Извержение вулкана происходит, когда жидкий магматический расплав достигает земной поверхности. Характер извержения определяется составом расплава, его температурой, давлением, концентрацией летучих компонентов и другими параметрами. Главной причиной извержения магмы является ее *дегазация*. Газы, заключенные в расплаве, служат тем «двигателем», который вызывает извержение. В зависимости от количества газов, их состава и температуры они могут выделяться из магмы относительно спокойно, тогда происходит излияние – *эффузия* лавовых потоков. Когда газы отделяются быстро, происходит мгновенное вскипание расплава и магма разрывается расширяющимися газовыми пузырьками, вызывающими мощное взрывное извержение – *эксплозию*. Если магма вязкая и температура ее невысока, то расплав медленно выжимается, выдавливается на поверхность, происходит *экструзия* магмы. Вулканические продукты при извержениях бывают жидкими, твердыми и газообразными.

Вулканы центрального типа имеют центральный подводный трубообразный канал, или *жерло*, ведущее к поверхности от магматического очага. Жерло оканчивается расширением, называемым *кратером*, который по мере роста вулканической постройки перемещается вверх. У вулкана центрального типа кроме главного кратера могут быть и побочные, или паразитические, кратеры, расположенные на его склонах и приуроченные к кольцевым или радиальным трещинам. В кратерах могут скапливаться озера жидкой лавы. Когда лава обладает высокой вязкостью, в кратерах растут купола выжимания, закупоривающие жерла, подобно «пробке». Впоследствии, под давлением газов эту «пробку» выбивает из жерла.

Форма вулканов центрального типа зависит от состава и вязкости магмы. Горячие и легкоподвижные базальтовые магмы создают обширные и плоские *щитовые вулканы*, как, например, Мауна-Лоа на Гавайских островах. Если вулкан периодически извергает то лаву, то пирокластические продукты, возникает конусовидная слоистая постройка, называемая *стратовулканом*. У такого стратовулкана крутые склоны, покрытые глубокими радиальными оврагами – *барранкосами*. Различают *моногенные* и *полигенные* вулканы. Моногенные вулканы возникли в результате одноактного извержения, полигенные – многократных извержений.

В случае чисто газовых взрывов, формируются глубокие воронки – *маары*, впоследствии заполняющиеся водой. В жерлах взрывных вулканов может вообще не содержаться вулканического материала.

Отрицательные формы рельефа, связанные с вулканами центрального типа, представлены *кальдерами* – крупными провалами округлой формы, диаметром в несколько километров. Различают кальдеры, обусловленные мощными эксплозивными извержениями и кальдеры, возникновение которых связано с просадками под действием веса извергнувшегося вулканического материала и дефицита давления в магматическом очаге. Такие структуры называются *вулканотектоническими впадинами, депрессиями, грабенами*. Они могут иметь различную форму, диаметр в десятки километров и глубину до 1-3 км.

Вулканические извержения делятся на типы в зависимости от химического состава магмы, ее газонасыщенности, температуры, вязкости, характера вулканических продуктов и формы вулканических построек (*Гавайский, Стромболианский, Плинианский, Пелейский и др.*). При затухании вулканической деятельности длительное время наблюдается ряд характерных *поствулканических* явлений, указывающих на активные процессы, продолжающиеся в глубине. К их числу относятся выделение газов (фумаролы), термы, гейзеры. За исторический период (3000 лет) на земном шаре зафиксировано около тысячи действующих вулканов. На поверхности Земли вулканы распределены неравномерно. Большинство их приурочено к побережьям океанов, островным дугам, окаймляющим океаны, и океаническим островам. Внутри материков действующие вулканы встречаются редко. Горные породы представляют естественные минеральные агрегаты, образующиеся в земной коре или на ее поверхности в ходе

различных геологических процессов. Основную массу горных пород составляют породообразующие минералы, состав и строение которых отражают условия образования пород. Кроме этих минералов в породах могут присутствовать и другие, более редкие (акцессорные) минералы, состав и количество которых в породах непостоянны. В основу классификации горных пород положен генетический признак. По происхождению выделяют: 1) магматические, или изверженные, горные породы, связанные с застыванием в различных условиях силикатного расплава – магмы и лавы; 2) осадочные горные породы, образующиеся на поверхности в результате деятельности различных экзогенных факторов; 3) метаморфические горные породы, возникающие при переработке магматических, осадочных, а также ранее образованных метаморфических пород в глубинных условиях при воздействии высоких температур и давления, а также различных жидких и газообразных веществ (флюидов), поднимающихся с глубины.

**Магматические горные породы** наряду с метаморфическими составляют основную массу земной коры, однако, на современной поверхности материков области их распространения сравнительно невелики. В земной коре они образуют тела разнообразной формы и размеров, так называемые структурные формы, состав и строение которых зависят от химического состава исходной для данной породы магмы и условий ее застывания. В основе классификации магматических горных пород лежит их химический состав. По содержанию оксида кремния магматические породы условно делят на четыре группы кислотности:

- ультраосновные породы, содержащие более 45% кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ),
- основные – 45 – 52%,
- средние – 52 – 65%,
- кислые – более 65%.

В зависимости от условий, в которых происходило застывание магмы, магматические породы делят на ряд групп:

- породы глубинные, или интрузивные, образовавшиеся при застывании магмы на глубине, и
- породы излившиеся, или эффузивные, связанные с застыванием магмы, излившейся на поверхность, т.е. лавы.

Физико-химические условия застывания магмы на глубине и лавы на поверхности различны, соответственно различны и образующиеся при этом породы. Наиболее резко это выражается в структуре пород.

Магматические породы широко применяются в различных отраслях строительства. С разными их группами связаны различные комплексы металлических полезных ископаемых. К ультраосновным породам приурочены руды платины, железа, хрома, никеля. Основные породы сопровождаются месторождениями магнетита, титаномагнетита, ильменита, медных и полиметаллических руд; средние – магнетита, халькопирита, золота и др.; кислые породы содержат золото, цветные, редкие, радиоактивные металлы. Нефелиновые сиениты используются как руда на алюминий.

## Лекция 5

### Гипергенез и кора выветривания. Геологическая деятельность атмосферных вод (1ч.)

Под выветриванием понимается совокупность физических, химических и биохимических процессов преобразования горных пород и слагающих их минералов в приповерхностной части земной коры. Часть земной коры, в которой происходит преобразование минерального вещества, называется *зоной выветривания* или *зоной гипергенеза* (от греч. «гипер» – над, сверху). Процесс гипергенеза, или выветривания, очень сложен и зависит от климата, рельефа, органического мира и времени.

**Физическое выветривание.** В этом типе наибольшее значение имеет *температурное выветривание*, которое связано с суточными и сезонными колебаниями температуры, что вызывает то нагревание, то охлаждение поверхностной части горных пород. Большие различия коэффициента «расширение – сжатие» порообразующих минералов при длительном воздействии колебаний температуры приводят к тому, что взаимное сцепление отдельных минеральных зерен нарушается, образуются трещины и в конце концов происходит распад горных пород на отдельные обломки различной размерности (глыбы, щебень, песок и др.). Интенсивное физическое (механическое) выветривание происходит в районах с суровыми климатическими условиями с наличием многолетней мерзлоты, обусловливаемой ее избыточным поверхностным увлажнением. В этих условиях выветривание связано главным образом с расклинивающим действием замерзающей воды в трещинах и с процессами, связанными с льдообразованием.

Такое выветривание иногда называют *морозным*. Расклинивающее воздействие на горные породы оказывает также корневая система растущих деревьев. Механическую работу производят и разнообразные роющие животные. Физическое выветривание приводит к раздроблению горных пород, то есть к механическому разрушению без изменения их минералогического и химического состава.

**Химическое выветривание** Одновременно с физическим выветриванием происходят процессы химического изменения с образованием новых минералов.

Большая роль *биосферы* в геологических процессах отмечена в работах крупнейшего ученого XX в. В. И. Вернадского. К процессам химического выветривания относятся окисление, гидратация, растворение и гидролиз.

**Окисление** особенно интенсивно протекает в минералах, содержащих железо. В качестве примера приведем окисление магнетита, который переходит в более устойчивую форму - гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_4 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

**Гидратация.** Под воздействием воды происходит гидратация минералов, т.е. закрепление молекул воды на поверхности отдельных участков кристаллической структуры минерала. Примером гидратации

является переход ангидрита в гипс: ангидрит –  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – гипс. Процесс гидратации наблюдается и в более сложных минералах – силикатах.

**Растворение.** Многие соединения характеризуются способностью к растворимости. Их растворение происходит под действием воды, стекающей по поверхности горных пород и просачивающейся через трещины и поры. Ускорению процессов растворения способствуют высокая концентрация водородных ионов и содержание в воде  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  и органических кислот. Из химических соединений наилучшей растворимостью обладают хлориды – галит, сильвин и др. На втором месте – сульфаты – ангидрит и гипс. На третьем месте карбонаты – известняки и доломиты. В процессе растворения указанных пород в ряде мест происходит образование различных карстовых форм на поверхности и в недрах.

**Гидролиз.** При выветривании силикатов и алюмосиликатов важное значение имеет гидролиз, при котором структура кристаллических минералов разрушается благодаря действию воды и растворенных в ней ионов и заменяется новой существенно отличной от первоначальной и присущей вновь образованным минералам.

В результате взаимосвязанных физического, химического и биогенного процессов разрушения горных пород образуются различные продукты выветривания. Остаточные продукты выветривания, остающиеся на месте разрушения материнских (коренных) горных пород, представляют собой один из важных генетических типов континентальных образований и называют *элювием*.

Формирование кор выветривания – это сложный процесс, зависящий от сочетания многих факторов. Изучение кор выветривания имеет большое теоретическое и практическое значение. С корами выветривания различного возраста связано много разнообразных и ценных полезных ископаемых – бокситов, железных руд, марганца, руд никеля, кобальта и др.

**Геологическая деятельность атмосферных вод.** В периоды выпадения дождей и таяния снега вода стекает по склонам в виде сплошной тонкой пелены или густой сети отдельных струек. Они захватывают главным образом мелкоземистый материал, слагающий склоны, переносят его вниз. У подошвы течение воды замедляется, и переносимый материал откладывается как непосредственно у подножья, так и в прилегающей части склона. Такие отложения, образованные склоновым стоком, называются *делювиальными отложениями* или *делювием*. Процесс плоскостного смыва и образование делювия постепенно приводят к выколаживанию склонов. В высоких горах типичные делювиальные шлейфы отсутствуют в связи с широким развитием гравитационных процессов на склонах. В этих условиях формируются смешанные коллювиально-делювиальные образования.

Среди временных русловых потоков выделяются временные потоки оврагов и временные горные потоки. Начало оврагообразования связано в большинстве случаев со склонами долин рек. Если в пределах склона или его

бровки имеются различные естественные или искусственные неровности, понижения, то при выпадении дождя или таянии снега в них происходит слияние отдельных стекающих струй воды, которые разрушают указанные части склона и на их месте образуются различные промоины, рытвины. Так начинается на склонах процесс *размыва*, или *эрозии*. Фактически это первая зародышевая стадия развития оврага. В последующем в таких рытвинах периодически концентрируется еще большее количество воды, и они начинают расти в глубину, ширину, вниз и вверх по склону.

Наиболее глубокая и разветвленная сеть оврагов образуется в районах развития легко размываемых горных пород - лёссовидных суглинков, песков, алевролитов. В областях лесостепи и степи наблюдаются оврагоподобные формы с расширенным дном и мягкими пологими склонами, покрытыми плащом делювия и в ряде случаев растительностью. Такие формы называют *балками*.

*Временные горные потоки* развиваются несколько отлично от оврагов. Их верховья расположены в верхней части горных склонов и представлены системой сходящихся рытвин и промоин, образующих вместе водосборный бассейн. Ниже по склону вода движется в едином русле. Этот участок горного потока называется *каналом стока*. В периоды сильных дождей и интенсивного таяния снега временные горные потоки движутся с большой скоростью и захватывают значительное количество различного обломочного материала. Так образуется *конус выноса временного горного потока* в виде полукруга. Отложения конусов выноса временных горных потоков выделены в особый генетический тип континентальных отложений и названы *пролювием*.

В некоторых горных долинах периодически возникают мощные грязекаменные потоки, несущиеся с большой скоростью и обладающие огромной разрушительной силой. Они содержат до 70 – 80% обломочного материала от их общего объема. Грязекаменные потоки, возникающие при быстром таянии снега и льда или при сильных ливнях, называют *селями* в Средней Азии и на Кавказе, *мурами* – в Альпах. Нередко они носят катастрофический разрушительный характер.

## Лекция 6

### **Геологическая деятельность моря. Осадочные горные породы (2 ч.)**

Совокупность водных пространств океанов и морей, занимающих 361 млн. км, или 70,8 % поверхности Земли, называется *Мировым океаном*. Мировой океан включает четыре океана: Тихий, Индийский, Атлантический, Северный Ледовитый, все окраинные (Берингово, Охотское, Японское и др.) и внутриконтинентальные моря (Средиземное, Чёрное, Балтийское и др.).

Выделяются следующие планетарные формы рельефа: подводная окраина материков, ложе океана, глубоководные желоба и срединно-океанические хребты. В состав подводной окраины материков входят: шельф, материковый, или континентальный, склон и материковое подножье. *Шельф* (материковая отмель) представляет собой подводную слегка

наклонную равнину. Со стороны океана шельф ограничивается чётко выраженной бровкой, расположенной до глубин 100-200 м. *Материковый, или континентальный, склон* протягивается от бровки шельфа до глубин 2,0-2,5 км, а местами до 3 км. Уклон его поверхности составляет в среднем 3-5°.

*Материковое подножье* выделяется в качестве промежуточного элемента рельефа между материковым склоном и ложем океана и протягивается до глубин 3,5 км и более. Оно представляет собой наклонную холмистую равнину, окаймляющую основание материкового склона и местами характеризующуюся осадками большой мощности за счет выноса материала мутьевыми потоками и периодически возникающими крупными оползнями.

*Ложе Мирового океана* представлено обычно плоскими или холмистыми равнинами, расположенными на глубине 3500-6000 м. Они осложнены мелкими и крупными отдельными возвышенностями и подводными горами до больших вулканических построек типа Гавайских островов. В Тихом океане особенно много подводных вулканических гор.

*Глубоководные желоба* широко развиты в Тихом океане. В его западной части они образуют почти непрерывную цепь вдоль островных дуг. Глубина желобов от 7000 до почти 11 000 м. Наибольшая глубина у Марианского желоба – 10994 м.

*Срединно-океанские хребты* образуют единую глобальную систему общей протяжённостью свыше 60 000 км. Вдоль осевой части Срединно-Атлантического и Индийского хребтов протягивается крупная депрессия – долинообразное понижение, ограниченное глубинными разломами и названное *рифтовой долиной* или *рифтом* (англ. «рифт» – расселина, ущелье). Дно рифтов опущено до глубин 3,5 – 4,0 км. Срединно-океанские хребты пересечены многочисленными разломами. Они отличаются интенсивной сейсмичностью, высоким тепловым потоком и вулканизмом.

Разрушительная деятельность моря называется *абразией*. Она связана главным образом с волновыми движениями и в значительно меньшей степени с приливно-отливными. Наиболее важным процессом в пределах Мирового океана является аккумуляция донных осадков. Этот сложный процесс называют *седиментацией* или *седиментогенезом*. Изучение современных осадков, закономерностей их распространения в различных зонах Мирового океана позволяет восстанавливать палеогеографическую обстановку геологического прошлого.

По генезису выделяются следующие основные группы осадков: терригенные (от лат. «тера» – земля); органогенные (биогенные); полигенные («красная глубоководная глина»); вулканогенные; хемогенные. совместно с радиоляриями наблюдаются остатки теплолюбивых диатомей. Такие **Полигенные осадки**. К ним относится «красная» глубоководная глина коричневого цвета различных оттенков, занимающая свыше 35-50 % площади дна Тихого океана и приблизительно около 25-30% – Атлантического и Индийского. Она состоит из наиболее тонких частиц.

Распространение типичных красных глин приурочено к наиболее глубоким частям океана.

**Вулканогенные осадки** состоят из вулканогенного материала, встречаются в виде широких ареалов вокруг островных и подводных вулканов, расположение которых определяется тектонической активностью территорий. Наибольшее значение в вулканогенном осадкообразовании имеет пирокластический материал (пепел и другие).

**Хемогенные осадки** образуются только в аридных зонах при температуре вод от 25 до 30°С при значительном пересыщении  $\text{CaCO}_3$  и в условиях мелководья до глубин не более 20 м.

**Осадочные горные породы.** На поверхности Земли в результате действия различных экзогенных факторов образуются осадки, которые в дальнейшем уплотняются, претерпевают различные физико-химические изменения – диагенез, и превращаются в осадочные горные породы. Осадочные породы тонким чехлом покрывают около 75% поверхности континентов. Многие из них являются полезными ископаемыми. Осадочные породы подразделяются на три группы:

- обломочные породы, возникающие в результате механического разрушения каких-либо пород и накопления образовавшихся обломков;
- глинистые породы, являющиеся продуктом преимущественно химического разрушения пород и накопления возникших при этом глинистых минералов;
- химические (хемогенные) и органогенные породы, образовавшиеся в результате химических и биологических процессов.

Обломочные породы широко используются в различных отраслях строительства. По величине обломков обломочные породы делятся на:

- грубообломочные породы (псефитовые), состоящие из обломков более 2 мм в поперечнике;
- среднеобломочные или песчаные породы (псаммитовые), состоящие из обломков от 2 до 0,05 мм в поперечнике;
- мелкообломочные, или пылеватые породы (алевритовые), состоящие из обломков от 0,05 до 0,005 мм в поперечнике.

В пределах каждого гранулометрического типа породы подразделяются по окатанности обломков. *Грубообломочные породы.* В зависимости от формы и размеров обломков среди пород этого гранулометрического типа выделяют следующие:

- валуны и глыбы – соответственно окатанные и угловатые обломки размером свыше 200 мм в поперечнике;
- галька и щебень – при размерах обломков от 200 до 10 мм;
- гравий и дресва – при размерах обломков от 10 до 2 мм.

Глинистые породы. Наиболее распространенными осадочными породами являются глины, на долю которых приходится больше 50% от объема всех осадочных пород. Глинистые породы в основном состоят из мельчайших (меньше 0,02 мм) кристаллических (реже аморфных) зёрен

глинистых минералов. Кроме того, в их состав входят столь же мелкие зерна хлоритов, окислов и гидроокислов алюминия, глауконита, опала и других минералов. Выделяются разновидности: гидрослюдистые, каолиновые и монтмориллонитовые глины. Применяются глины как огнеупорный материал, для изготовления кирпича, керамики. Кроме песчаных, пылеватых и глинистых пород существует ещё ряд смешанных пород, состоящих из частиц разных размеров и состава. К ним относятся:

- супеси, содержащие наряду с песчаными до 20-30% глинистых частиц,
- суглинки, в которых количество глинистых частиц увеличивается до 40-50%.

Химические и органогенные породы образуются преимущественно в водных бассейнах. Среди них выделяют: карбонатные, кремнистые, галоидные и углеродистые (каустобиолиты) соединения. Карбонатные породы составляют около 14% объема осадочной оболочки Земли. Главный породообразующий минерал этих пород – кальцит (*Известняки, Мергель, Доломиты*).

Кремнистые породы состоят главным образом из опала и халцедона (*Диатомиты, Гейзериты и кремнистые туфы, Кремни, трепелы, опоки*).

Галоидные и сульфатные породы относятся к химическим образованиям (*Каменная соль, Гипс, ангидрит*).

Каустобиолиты (греч. «каусто» – горячий, "биос" - жизнь) образуются из растительных и животных остатков, преобразованных под влиянием различных геологических факторов. Эти породы обладают горючими свойствами, чем и обусловлено их важное практическое значение. К ним относятся: торф, ископаемые угли, горючие сланцы, нефть, газ, янтарь и др.

## Лекция 7

### Геологическая деятельность рек (2ч.)

Реки играют огромную роль в хозяйственной жизни людей. С реками связаны первые поселения человека и история культур древнейших народов. Режим каждой реки определяется следующими основными данными: количеством воды, уровнем воды, скоростью течения. Все эти показатели не остаются постоянными, а изменяются по сезонам года и в многолетнем разрезе. Изменение этих данных представляет собой режим реки. Водные потоки рек производят значительную эрозионную, переносную и аккумулятивную деятельность.

**Речная эрозия.** Выделяют два типа эрозии: 1) *донная*, или *глубинная*, направленная на врезание речного потока в глубину; 2) *боковая*, ведущая к подмыву берегов и в целом к расширению долины. Соотношение донной и боковой эрозии изменяется на разных стадиях развития долины реки. В начальных стадиях развития реки преобладает *донная эрозия*, которая стремится выработать профиль равновесия применительно к *базису эрозии*. По мере почти вертикальными, иногда ступенчатыми склонами и ступенчатым продольным профилем дна. Долина имеет V-образную форму с

покатыми склонами. Эта первая стадия развития реки называется *стадией морфологической молодости*. Такие формы особенно хорошо выражены в пределах молодых рек.

**Боковая эрозия.** По мере выработки профиля равновесия и уменьшения уклонов русла донная эрозия постепенно ослабевает и все больше начинает сказываться боковая эрозия, направленная на подмыв берегов и расширение долины. Это особенно проявляется в периоды половодий. Такие первичные изгибы, постепенно развиваясь, превращаются в *излучины*, играющие большую роль в формировании речных долин.

**Перенос.** Реки переносят большое количество обломочного материала различной размерности - от тонких илистых частиц и песка до крупных обломков. Перенос его осуществляется волочением (перекатыванием) по дну наиболее крупных обломков и во взвешенном состоянии песчаных, алевритовых и более тонких частиц. Переносимые обломочные материалы ещё больше усиливают глубинную эрозию.

**Аккумуляция.** Наряду с эрозией и переносом различного материала происходит и его аккумуляция (отложение). На первых стадиях развития реки, когда преобладают процессы эрозии, возникающие местами отложения оказываются неустойчивыми и при увеличении скорости течения во время половодий они вновь захватываются потоком и перемещаются вниз по течению. Но по мере выработки профиля равновесия и расширения долин образуются постоянные отложения, называемые *аллювиальными*, или *аллювием*.

Низкий участок долины, сложенный аллювием, представляет *пойму реки* - часть долины, возвышающуюся над руслом, называемую также *пойменной, луговой* или *заливной террасой*. Отшнурованные от русла реки излучины называют *старицами*.

В аллювиальных отложениях пойм равнинных рек чётко выделяются три фации: 1) *русловая*; 2) *пойменная* и 3) *старичная*. *Русловая фация* формируется в процессе нарастания и расширения прирусловых отмелей при миграции русла в сторону подмываемого берега и представлена песками различного гранулометрического состава, в основании песками с гравием и галькой. *Пойменная фация* формируется в периоды половодий, когда на поверхность поймы выпадает преимущественно взвешенный тонкий материал. Поэтому пойменный аллювий представлен преимущественно супесчано-суглинистым материалом. *Старичный аллювий* образуется в отшнурованных излучинах, превращённых в озеро, где накапливаются супеси, суглинки, местами глины, богатые органическим веществом, а при заболачивании - болотные отложения. В пределах равнинных рек обычно наблюдается до 3 – 5 надпойменных террас, в горных районах – до 8 – 10 и более. У каждой террасы различают следующие элементы: террасовидную площадку, уступ, или склон, бровку террасы и тыловой шов, где терраса сочленяется со следующей более высокой террасой или с коренным склоном, в который врезана долина.

С эрозионной и аккумулятивной деятельностью рек связано

формирование особого типа месторождений ценнейших полезных ископаемых, называемых аллювиальными *россыпными месторождениями*. В процессе переноса и переотложения продукты размыва сортируются по плотности. Более лёгкие минералы истираются и выносятся реками. В россыпях же концентрируются минералы с высокой плотностью, наиболее тяжёлые минералы выпадают ранее, а менее тяжёлые переносятся дальше. В первую очередь выпадают золото и платина, затем такие минералы, как вольфрамит, касситерит, магнетит, рутил, гранат, алмаз. Эти тяжёлые и устойчивые минералы и образуют аллювиальные россыпи – промышленные скопления полезных ископаемых. Особенно большое практическое значение имеют россыпные месторождения драгоценных металлов – золота и платины. В настоящее время около 25% мировой добычи золота производится из россыпей. характер.

## Лекция 8

### Геологическая деятельность ледников (2 ч.)

Ледники – это медленно движущееся скопление льда и фирна на земной поверхности, возникающее выше снеговой линии в результате накопления и преобразования твёрдых атмосферных осадков (снега). Необходимым условием образования ледников является сочетание низких температур воздуха и большого количества твёрдых атмосферных осадков. Ледники подразделяются на покровные и горно-долинные. Классическими примерами ныне существующих покровных ледников служат покровы Антарктиды и Гренландии.

Горно-долинные ледники развиты почти во всех крупных горных системах, где в высокогорье располагаются понижения - цирки с ледяными шапками, из которых лёд спускается в долины. В любом горно-долинном леднике различаются области: 1) *аккумуляции*, 2) *стока* и 3) *разгрузки*. Областью аккумуляции или накопления льда являются понижения между скальными – кары. Скорость движения ледников небольшая. Она зависит разных причин – времени года, климата, местоположения ледника и его типа. Горные ледники Альп, например, перемещаются со скоростью от 0,1-0,4 до 1,0 м/сут. Их максимальная скорость 10 м/сут. При движении ледник выполняет масштабную разрушительную работу, которая называется *экзарацией*. Горные породы подледного ложа разрушаются и ассимилируются ледником с образованием различного по форме и размеру обломочного материала. Экзарационная деятельность особенно интенсивно проявляется при больших мощностях льда, создающих огромное давление на подлёдное ложе. Происходит захват и выламывание различных по размерам блоков горных пород, их дробление и истачивание при переносе. Впаянные в основание ледника разнообразные по величине обломки при движении оставляют на подстилающих горных породах борозды и царапины - ледниковые шрамы, по направлению которых можно судить о направлении движения самого ледника. Скальные выступы пород сглаживаются и полируются абразивным действием льда, возникают т.н. бараньи лбы,

обладающие асимметричной формой. Длинный, отполированный и со шрамами «лоб» располагается навстречу движению ледника, а крутой, обрывистый склон находится, с другой стороны. Скопления бараньих лбов образует форму рельефа, называемую курчавыми скалами. С деятельностью ледников в горах связано образование цирков в вершинной части гор и специфических форм ледниковых долин – *трогов*. Материал любого размера, включённый в лёд или транспортируемый льдом и впоследствии отложенный, называется *мореной*. По составу морена как литологическое понятие очень разнообразна. Её основную массу образуют суглинки и супеси. В качестве включений в разных пропорциях содержится песок, гравий, галька и валуны. Различают движущиеся, или подвижные (в леднике), и отложенные (залегающие в виде отложений) морены. Движущиеся морены подразделяются на поверхностные, внутренние и донные. Среди поверхностных морен различают боковые морены и срединные морены. Боковые морены располагаются в краевых частях ледника, срединные - в их середине, причём как на поверхности, так и внутри ледника. Срединные морены образуются при слиянии двух ледников, когда две боковые морены сливаются в одну, расположенную по оси ледника. Донная морена выстилает ложе ледника.

Под влиянием давления ледника и в сочетании с его движением и напором глинистые и некоторые рыхлые горные породы, слагающие ложе, вовлекаются в *гляциодислокации* с образованием складок, небольших надвигов и других нарушений толщи первично горизонтальных отложений. Материковые покровы льда при таянии поставляют огромную массу воды. Водно-ледниковые или флювиогляциальные отложения слагают своеобразные формы рельефа: ложбины стока талых ледниковых вод, зандровые равнины, озы, камы, камовые террасы. *Зандры* или *зандровые равнины* представляют собой равнинные поверхности у концов и окраин ледников, сложенные продуктами перемыывания и переотложения морены (главным образом, песком). *Озы* – это длинные (до несколько десятков км), извилистые гряды или валы, высотой до 20-30 м, сложенные слоистым песчано-галечным или песчано-гравийным материалом. Образовались они вследствие наличия водных потоков на поверхности или внутри омертвевшего ледника, которые переносили песчано-гравийный материал.

*Камы* - холмы изометричной формы, высотой 10-20, редко больше метров, сложенные чередованием слоёв разнозернистого песка, реже ленточных глин, с отдельными гальками и валунами. Эти отложения формировались в небольших озёрных котловинах, расположенных на поверхности или внутри потерявшего подвижность ледника и оторванного от областей питания.

Озерно-ледниковые или лимногляциальные отложения образовались в приледниковых озерных бассейнах. Приледниковые озера возникали в случаях, когда отток талых вод от края ледника был затруднён. На территории Беларуси так сформировались Полоцкий, Вилейский и Лучосинский приледниковые водоёмы. Перигляциальной областью

первоначально называли территории, примыкающие к материковым ледниковым покровам и отличающиеся суровым климатом. В последующем это понятие стало применяться для обозначения всех районов с экстремально холодным климатом. Ландшафты криолитозоны характеризуются специфическими формами рельефа, обусловленными процессами многократного промерзания и оттаивания слоя. Это приводит к образованию следующих форм рельефа: морозобойных трещин и различных полигональных форм рельефа, форм пучения (гидролакколитов), термокарста, курумообразования, течения почвы, грунта, оплывин. *Термокарст* (термический карст) — явление неравномерного проседания или провала грунтов и подстилающих их горных пород в результате вытаивания подземного льда. *Солифлюкция* — медленное перемещение на склонах почвенного слоя и увлажнённых масс тонких осадков в промёрзшем сезонно-мёрзлом грунте. Следы былых оледенений, оставленные широко распространявшимися ледниковыми покровами, установлены на всех современных материках, на дне океанов, в отложениях разных геологических эпох. Только самые древние архейские породы не сохранили следов прошлых оледенений. Начало протерозойской эры ознаменовалось накоплением первых, самых древних из найденных до сих пор ледниковых отложений. В фанерозое отмечено ордовикское оледенение (460 – 410 млн. лет). Около 280 млн. лет назад достигло кульминации гондванское оледенение (340 – 240 млн. лет). В конце кайнозойской эры началась современная нам эпоха оледенения. Территория Беларуси в четвертичное время была ареной распространения нескольких ледниковых покровов, оставивших после себя многочисленные следы в виде ледниковых отложений и форм рельефа. Средняя мощность ледниковых отложений достигает здесь 70-80 м, максимальная – более 300 м. Хотя ледниковые периоды или оледенения часто случались в истории Земли, однако до сих пор не найден какой-то единственный планетарный или космический фактор, вызывающий оледенение. Оледенения – результат сочетания нескольких событий, одни из которых играют основную, а другие – второстепенную роль.

## Лекция 9

### Геологическая деятельность ветра, озёр и болот (2 ч.)

Ветер – один из важнейших экзогенных факторов, преобразующих рельеф Земли и формирующих специфические отложения. Наиболее ярко эта деятельность проявляется в пустынях, занимающих около 20% поверхности суши.

Геологическая работа ветра состоит из следующих видов: 1) *дефляции* (лат. «дефляцио» – выдувание и развевание); 2) *корразии* (лат. «корразио» – обтачивание, соскабливание); 3) переноса и 4) аккумуляции (лат. «аккумуляцио» – накопление). Все стороны работы ветра в природных условиях тесно связаны друг с другом, проявляются одновременно и представляют единый сложный процесс. Все процессы, обусловленные деятельностью ветра, создаваемые ими формы рельефа и отложения

называют *эоловыми* (Эол в древнегреческой мифологии – бог ветров). Дефляция – выдувание и развевание ветром рыхлых частиц горных пород (главным образом песчаных и пылеватых). Выделяется два вида дефляции: площадная и локальная. *Корразия* представляет механическую обработку обнажённых горных пород песчаными частицами, переносимыми ветром, выражающуюся в обтачивании, шлифовании, соскабливании, высверливании и т. п. При движении ветер захватывает песчаные и пылеватые частицы и переносит их на различные расстояния. Перенос осуществляется или скачкообразно, или перекачиванием их по дну, или во взвешенном состоянии. В пустынях Средней Азии преобладающее значение принадлежит песчаным отложениям, которые подвергаются интенсивному перевеванию и переносу ветром. На значительных пространствах пустынь одновременно с дефляцией и переносом происходит аккумуляция, и образуются эоловые отложения. Среди них выделяются два основных генетических типа – эоловые пески и эоловые лёссы.

Эоловый лёсс (нем. «лёсс» – желтозём) представляет своеобразный генетический тип континентальных отложений. Он образуется при накоплении взвешенных пылеватых частиц, выносимых ветром за пределы пустынь и в их краевые части, и в горные области. Вместе с тем лёссы и лёссовидные грунты могут иметь и другое происхождение.

В пустынях наблюдается многообразие песчаных форм, основными из которых являются барханы, грядовые пески и др.

Песчаные формы внепустынных областей образуются в прибрежных зонах океанов и морей, где наблюдается обильный принос песка на пляжи волнами, а также в пределах песчаных берегов озёр и в отдельных случаях на пойменных и древних террасах рек. Такие формы называются *дюнами*. Повседневная, или местная, ветровая эрозия проявляется за большой промежуток времени.

Озёра занимают около 2% суши и их образование связано с различными геологическими процессами. В Беларуси более 10 тыс. озёр. Геологическая Деятельность озёр заключается в разрушении берегов и накоплении различных типов осадков. Озерные отложения подразделяются на три группы: терригенные, органогенные и хемогенные. Терригенными называются отложения, которые накапливаются за счет осаждения в озере продуктов разрушения суши. Образование терригенных пород определяется климатическими особенностями, типами берегов, размерами озера. В прибрежных частях накапливается грубый материал, а в более глубоких частях водоема глины и илы. Органогенные породы представлены диатомитами, илами, а для умеренных широт характерно накопление сапропелей. Хемогенные осадки представлены известковыми конкрециями, скоплениями железных руд, а в тропических странах бокситами. Соленосные отложения формируются в областях жаркого аридного климата. В соленых озерах отлагаются сода, гипс, Каменная соль, мирабилит и другие. Болота занимают около 3% суши и большая часть болот приходится на северное полушарие. В Беларуси болота занимают около 2,5 млн. га. Болота возникают

на низменных побережьях озёр и морей, в поймах рек. Типичные отложения болот – это торф. Он образуется за счёт скопления неразложившихся остатков высших растений – мхов, трав, кустарников, деревьев. В болотах влажных тропиков накапливаются мощные толщи древесного угля. Хемогенные осадки болот представлены луговыми мергелями и болотными железными рудами. Мергели образуются в болотах, где имеются выходы подземных вод богатых углекислым кальцием. Болотные железные руды накапливаются за счёт выпадения в осадок соединений железа, растворенных в грунтовых водах. Болотные железные руды скапливаясь образуют оолиты, конкреции, линзовидные залежи до 1 – 1,5 м мощностью.

## Лекция 10

### Геологическая деятельность подземных вод (2 ч.)

К подземным водам относятся все природные воды, находящиеся под поверхностью Земли. Происхождение, движение, развитие и распространение подземных вод является предметом изучения специальной отрасли геологической науки – гидрогеологии. По степени проницаемости горные породы подразделяются на 3 группы:

- водопроницаемые, к которым относятся пески, гравий, галечники, трещиноватые песчаники, конгломераты и другие скальные породы, трещиноватые и закарстованные известняки, доломиты и другие растворимые породы;
- слабопроницаемые — супеси, лёгкие суглинки, лёсс, неразложившийся торф;
- относительно водонепроницаемые, или водоупорные, — глины, тяжелые суглинки, хорошо разложившийся торф и нетрещиноватые массивные кристаллические и цементированные осадочные горные породы.

Горные породы содержат различные виды воды. В настоящее время предложена следующая классификация видов воды в породах: 1) вода в форме пара; 2) физически связанная вода, которая подразделяется на прочносвязанную (гигроскопическую) и слабосвязанную (плёночную) воду; 3) свободная вода, подразделяющаяся на капиллярная и гравитационную; 4) вода в твердом состоянии; 5) кристаллизационная вода и химически связанная вода. Вода в форме пара содержится в воздухе, заполняющем пустоты и трещины горных пород, свободные от жидкой воды. Парообразная вода находится в динамическом равновесии с другими видами воды и с парами атмосферы. *Капиллярная вода* частично или полностью заполняет тонкие капиллярные поры и трещинки горных пород и удерживается в них силами поверхностного натяжения (капиллярных менисков). Она подразделяется на капиллярно-разобщенную, капиллярно-подвешенную и капиллярно-поднятую. *Гравитационная (свободная) вода* образуется в породах при полном насыщении всех пор и трещин водой, что соответствует полной влагоёмкости. В этих условиях вода движется под воздействием силы тяжести. *Вода в твёрдом состоянии* находится в горных породах или в виде отдельных кристаллов, или в виде линз и прослоев чистого льда. Она

образуется при сезонном промерзании водонасыщенных горных пород. *Кристаллизационная вода* свойственна ряду минералов, где она входит в их кристаллическую решётку. Из таких минералов можно назвать мирабилит, гипс.

В современной гидрогеологической литературе имеется множество классификаций подземных вод.

*Почвенные воды* распространены в почвенном слое близ поверхности Земли. Их формирование связано с процессами инфильтрации атмосферных осадков, талых вод и конденсации атмосферной влаги. *Верховодка* образуется в зоне аэрации, когда просачивающаяся вода встречает на своём пути линзы водонепроницаемых пород. Межпластовые ненапорные воды располагаются в водопроницаемых породах, которые сверху и снизу ограничены водонепроницаемыми пластами. Обычно они встречаются на приподнятых междуречных массивах в условиях расчленённого рельефа (местной гидрографической сети) и выходят в виде нисходящих источников в береговых склонах оврагов, рек и других поверхностных водоёмов. К напорным (артезианским) водам относятся подземные воды, находящиеся в водоносных горизонтах, перекрытых и подстилаемых водоупорными слоями горных пород, и обладающие гидростатическим напором. Они располагаются на больших пространствах и глубинах вне сферы воздействия местных дрен (рек, оврагов и др.).

*Общую минерализацию* подземных вод составляет сумма растворенных в них веществ. Она обычно выражается в г/дм<sup>3</sup> или мг/дм<sup>3</sup>. Обычно по минерализации (г/дм<sup>3</sup>) выделяют четыре группы подземных вод: пресные – до 1; солоноватые – от 1 до 10; солёные – от 10 до 50; рассолы – свыше 50 г/дм<sup>3</sup>. Воды могут быть различны по температуре, минерализации и содержанию целебных химических компонентов. Их принято делить на холодные при температуре до 20°С, тёплые, или субтермальные, при 20-37°С, термальные при 37-42°С, горячие, или гипертермальные, выше 42°С. По составу, свойствам и лечебному значению различают несколько групп минеральных вод.

*Карст* представляет собой процесс растворения, или выщелачивания трещиноватых растворимых горных пород подземными и поверхностными водами, в результате которого образуются отрицательные западинные формы рельефа на поверхности Земли и различные полости, каналы и пещеры в глубине.

К *поверхностным карстовым формам* относятся: 1) *карры*, или шрамы, небольшие углубления в виде рытвин и борозд глубиной от нескольких сантиметров до 1-2 м; 2) *поноры* – вертикальные или наклонные отверстия, уходящие в глубину и поглощающие поверхностные воды; 3) *карстовые воронки*, имеющие наибольшее распространение, как в горных районах, так и на равнинах. Среди них по условиям развития выделяются: а) воронки поверхностного выщелачивания, связанные с растворяющей деятельностью метеорных вод; б) воронки провальные, образующиеся путем

обрушения сводов подземных карстовых полостей; 4) крупные *карстовые котловины*, на дне которых могут развиваться карстовые воронки; 5) наиболее крупные карстовые формы – *поля*, ; 6) *карстовые колодцы и шахты*, достигающие местами глубин свыше 1000 м и являющиеся как бы переходными к подземным карстовым формам. *сталактиты*, растущие от кровли пещеры вниз, и *сталагмиты*, растущие вверх. Известны также ледяные пещеры, в которых накапливаются разнообразные формы льда.

*Закрытый карст* отличается от открытого тем, что закарстованные породы перекрыты нерастворимыми или слабо растворимыми горными породами. Формы поверхностного выщелачивания здесь отсутствуют, и процесс протекает в глубине. В большинстве случаев здесь на поверхности образуются карстовые *суффозионные* блюдцеобразные и воронкообразные формы, а также неглубокие поноры.

## Лекция 11

### Метаморфизм и метаморфические горные породы (1 ч.)

Метаморфизм (греч. «метаморфо» – преобразуюсь, превращаюсь) – это изменение и преобразование горных пород под влиянием различных эндогенных геологических процессов, главным образом температуры, давления и глубинных флюидов. Метаморфические преобразования в горных породах происходят при их перекристаллизации в твёрдом состоянии. Метаморфизму могут подвергаться горные породы любого происхождения: осадочные, магматические и ранее существовавшие метаморфические. С метаморфическими горными породами связаны важные в практическом отношении месторождения, содержащие железные руды, графит, золото, уран, медь, кварциты, мраморы. Главными причинами, или факторами метаморфизма горных пород, являются температура, давление и химически активные вещества – растворы и летучие соединения. *Температура*. Метаморфические преобразования начинаются при температуре выше 300°C, а прекращаются, когда температура достигает точки плавления развитых в данном месте горных пород. *Давление* подразделяется на всестороннее (литостатическое) и стрессовое или одностороннее. Всестороннее литостатическое давление является функцией глубины. Его возрастание связано с погружением горных пород в глубь литосферы. При высоких давлениях горные породы переходят в пластичное состояние. Стрессовое или одностороннее давление связано с тектоническими направленными движениями. *Флюиды* – это сильно нагретые, химически активные вещества: вода, углекислота, водород, соединения хлора, серы и др. В условиях значительных температур и давления флюиды играют роль катализаторов, облегчающих реакции между кристаллами. Существенная роль принадлежит *фактору времени*, ибо все это очень длительные процессы, осуществляющиеся в масштабах геологического времени. Распространенные виды локального метаморфизма – контактовый, динамометаморфизм, ударный метаморфизм. *Региональный метаморфизм* является наиболее распространенным и важным типом метаморфизма, поскольку охватывает

огромные площади или целые регионы. *Контактовый* метаморфизм проявляется на контактах магматических расплавов, внедряющихся в земную кору, с вмещающими породами. Вблизи контакта образуется ореол метаморфических пород, который обычно захватывает как окружающее магматическое тело породы, так и краевые части самого магматического тела. Ширина зоны контактового изменения (контактового ореола) может изменяться от сантиметров до первых километров. *Динамометаморфизм* (катакластический, дислокационный метаморфизм) проявляется, главным образом, в верхних частях земной коры, в зонах развития тектонических движений дислокационного характера. *Ударный метаморфизм* возникает при воздействии на горные породы мощной ударной волны, вызванной падением на Землю крупных метеоритов. При падении метеорита образуется кратер или *астроблема*. В результате образуются следующие основные виды текстур:

- сланцеватая – при однообразной ориентировке пластинчатых или удлиненных зерен;
- полосчатая – при линейном обособлении отдельных минералов или их скоплений;
- плейчатая – минеральные обособления смяты в мелкие складки;
- очковая или линзовидная, образованная линзовидными, параллельно ориентированными скоплениями минералов.

В некоторых контактово-метаморфических породах наблюдаются массивные структуры. Формы залегания метаморфических пород в абсолютном большинстве случаев наследуются от пород исходных.

## Лекция 12

### Тектонические движения земной коры (2 ч.)

Тектонические движения – это механические движения земной коры, вызываемые силами, действующими в земной коре и в мантии Земли. Они приводят к деформации горных пород. Тектонические движения принято делить на эпейрогенические и орогенические, на вертикальные и горизонтальные. По времени проявления тектонические движения делятся на современные, неотектонические и древние или собственно тектонические. Результатом тектонических движений является изменение рельефа земной поверхности. Геофизические и геодезические методы позволяют фиксировать не только вертикальные, но и горизонтальные смещения земной коры. Для выявления вертикальных движений используют повторное высокоточное нивелирование.

Складчатые нарушения и складкообразование – широко распространённый процесс, проявляющийся в земной коре под влиянием тектонических и отчасти экзогенных (в основном, гляциальных) процессов. Основными типами складок преимущественно первого порядка являются *антиклинальная* и *синклиналиная* складки. Антиклинальная складка характеризуется тем, что в её центральной части, или в ядре, залегают более древние породы. В синклиналиной складке, наоборот, в ядре находятся более

молодые породы. Указанные взаимоотношения залегания горных пород не изменяются, даже если складки наклонить, положить на бок или перевернуть. При росте тектонических напряжений предел прочности горных пород превышает, и тогда они разрушаются или разрываются по плоскости, образуя *разрывное нарушение*, *разрыв* или *разлом*. К основным типам тектонических разрывов относятся сброс, взброс, надвиг, покров (шарьяж) и сдвиг.

*Сброс* – это разрыв, поверхность которого наклонена в сторону относительно опущенного блока или крыла. Перемещение пород при сбросе происходит в условиях тектонического растяжения.

*Взброс* образуется в условиях тектонического сжатия, характерного для процессов складчатого горообразования. При взбросе сместитель наклонен под углом до  $45^\circ$ . Висячее крыло взброса поднято относительно лежащего.

*Надвиг* – разрывная дислокация, возникающая при смещении толщ земной коры в горизонтальной или слабо наклонной плоскости. В результате надвига молодые отложения могут быть перекрыты более древними породами. Надвиг – тот же взброс, но угол падения сместителя обычно меньше  $45^\circ$ . Надвиги, как и взбросы образуются в условиях тектонического сжатия.

*Сдвиг* — разрыв с вертикальным или наклонным сместителем, по простиранию которого крылья смещены друг относительно друга. Различаются правые и левые сдвиги. Классическим примером этого типа разрывов является сдвиг Сан-Андреас в Калифорнии, который прослеживается на 1000 км.

*Раздвиг* – это разрыв в земной коре, образованный растяжением, при котором разделённые горные породы только раздвигаются и не испытывают каких-либо иных относительных смещений. Образованная при раздвиге трещина может остаться зияющей, но может быть заполнена минеральным веществом.

*Покров (тектонический)*, или *шарьяж*, представляет собой крупные почти горизонтальные пластины горных пород толщиной от первых сотен метров до нескольких километров. Снизу покров ограничен пологоволнистой или почти плоской поверхностью. Покров перемещён от места своего первичного залегания на расстояние от нескольких километров до нескольких десятков и сотен километров.

*Грабен* – вытянутая относительно пониженная структура земной коры или блок, ограниченный разломами вдоль его длинных сторон. В рельефе такая структура может быть выражена в виде *рифтовой долины*. Система величайших в мире грабенов проходит от южной Турции в Красное море и далее от района Эфиопии на юг Африки до реки Замбези. Длина такой континентальной рифтовой системы составляет более 6500 км.

*Горст* – приподнятая, вытянутая структура, ограниченная круто наклонёнными разрывами и обладающая формой, противоположной грабену. Размеры горстов различны – до многих десятков километров в поперечнике и

сотен километров в длину. Образование горста обусловлено сжатием горных пород.

*Глубинный разлом* — узкая, линейно вытянутая зона нарушения сплошности геологических тел, пронизывающая земную кору и проникающая в верхнюю мантию Земли. Глубинный разлом прослеживаются на многие сотни и тысячи километров по простиранию и до 700 км в глубину при ширине от нескольких сотен метров до первых десятков километров. Характеризуются длительностью существования.

## Лекция 13

### Проблемы геологического времени (2 ч.)

Геохронология — учение о хронологической последовательности геологических событий, происходивших в прошлом, путём установления временных взаимоотношений между накопившимися слоями горных пород, в которых эти события оказались запечатлёнными. Вся история Земли представляется как смена эволюционных и революционных этапов. В действительности в развитии природы более длительные периоды медленной эволюции чередуются с эпохами редких, часто катастрофических изменений, и развитие в целом носит прерывисто-непрерывный характер. Эта особенность отражается и в периодичности геологических процессов, и в эволюции органического мира. Крупным этапам развития Земли соответствуют и этапы развития органического мира. Относительная геохронология Стратиграфические исследования опираются на ряд теоретических положений. Одним из важнейших является принцип последовательности напластований, сформулированный в 1669 г. Н.Стено. Биостратиграфическое расчленение и корреляция разрезов основаны на принципе У. Смита. Согласно этому принципу, одновозрастные осадки содержат одни и те же или близкие остатки ископаемых организмов. С этим принципом связан и другой, его дополняющий, — ископаемые фауны и флоры сменяют друг друга в определённом порядке. Относительная геохронология разрабатывается с помощью палеонтологических, или биостратиграфических, и геофизических методов. Биостратиграфические методы. Эти методы базируются на широком использовании ископаемых органических остатков. В основе биостратиграфических методов лежит принцип непрерывного и необратимого изменения органического мира Земли, когда каждому отрезку геологического времени отвечают характерные только для него растения и животные. Закон необратимости эволюционного процесса впервые установил Ч.Дарвин. Он отметил, что исчезнувший по тем или иным причинам вид организмов никогда не может появиться вновь. Исходя из этого закона, каждый комплекс ископаемых органических остатков, встречающихся в том или ином слое, отражает определённый этап развития органического мира и является неповторимым. Определение возраста толщи горных пород и отнесение ее к той или иной стратиграфической единице осуществляют путём сравнения найденных ископаемых остатков с теми, которые встречаются в опорном, так

называемом стратотипическом разрезе. Метод руководящих ископаемых. Руководящими формами называют остатки вымерших организмов, которые существовали короткий отрезок времени, но успели за этот срок расселиться на значительной территории и встречаются в большом количестве. Следовательно, руководящие ископаемые имеют широкое горизонтальное и узкое вертикальное распространение, встречаются в разрезах довольно часто и легко распознаются. Этот метод является первым палеонтологическим методом, который был введен в стратиграфию на рубеже XVIII —XIX вв. Научное обоснование он получил в середине XIX в., когда немецкий палеонтолог Г. Бронн ввел понятие о руководящих формах и составил первый в мире атлас руководящих форм беспозвоночных. Метод руководящих ископаемых основан на том положении, что разновозрастными считаются те отложения, в которых встречаются одинаковые руководящие ископаемые. Долгое время этот метод был основным в биостратиграфии и благодаря ему была разработана детальная стратиграфическая шкала, расчленены и сопоставлены многие весьма удаленные друг от друга отложения. Метод органических комплексов. В отличие от метода руководящих форм метод анализа фаунистических и флористических комплексов использует весь имеющийся палеонтологический материал. Исследователи выясняют распределение всех окаменелостей в разрезе, устанавливают смену их комплексов и прослеживают изменчивость комплекса от разреза к разрезу. Преимущество данного метода заключается в том, что выводы о возрасте и корреляции разрезов осуществляются не на базе единичных руководящих форм, а на совокупности всей встречающейся в слое фауны или флоры. Таким образом, вероятность ошибочного заключения о возрасте значительно снижается. Данный метод широко распространен и в настоящее время является основным в биостратиграфии. Эволюционный (филогенетический) метод. Этот метод заключается в выяснении последовательности смены родственных организмов во времени на основании эволюционного развития. В процессе эволюции происходит непрерывное увеличение разнообразия животных и растений, совершенствуется их организация, усложняются функциональные особенности и морфоанатомическое строение. Вынужденные приспособляться к среде обитания организмы со временем меняют физиологические и морфологические особенности, что составляет одну из причин появления новых таксонов. Отсюда следует, что потомки устроены более прогрессивно, чем предки, остатки которых встречаются в более древних отложениях. Для применения эволюционного метода необходимо выяснить филогенез конкретной родственной группы, т.е. установить, когда появились данные организмы, сколько времени они существовали, какие у них были предки, кто стал их потомками и как они развивались. Установление филогенетических взаимоотношений организмов позволяет глубже понять законы их эволюции во времени и выявить закономерное присутствие той или иной формы в сложной цепи эволюционного развития.

Палеоэкологический метод. Данный метод разработан Р. Ф. Геккером и

учитывает зависимость фаунистических комплексов от физико-географических, фациальных условий. Соответственно изучается связь определенных организмов со средой их обитания. Нередко фациальные изменения приводят к тому, что разновозрастные фаунистические комплексы отличаются настолько сильно, что их признают разновозрастными, и, наоборот, разновозрастные фаунистические комплексы в сходной ландшафтной обстановке становятся похожими. Палеоэкологический метод дополняет филогенетический и метод анализа органических комплексов, дает возможность проследить смену фаунистических комплексов в пространстве и во времени и провести сопоставление разнофациальных отложений. Количественные методы корреляции. Эти методы были впервые введены в XIX в. Они основаны на применении математического аппарата при анализе палеонтологических комплексов и проведении стратиграфического расчленения и корреляции. Впервые применив один из этих методов, Ч. Лайель на основании процентного содержания современных моллюсков в третичных отложениях Западной Европы выделил эоцен, миоцен и плиоцен. Позднее методы стали широко применять при расчленении и корреляции более древних отложений. Определение относительного возраста по этим методам основывается на сравнении процентного содержания общих видов с эталонными разрезами. Например, в исследуемом слое присутствуют 10 % окаменелостей слоя «а», 60 — слоя «б», 5 — «в» и 25 % — слоя «г». По наибольшему содержанию общих видов изучаемый слой сопоставляется со слоем «б», и слои считаются разновозрастными. Слои и пачки сравнивают друг с другом на основании специально разработанных коэффициентов. Однако надо отметить, что этот метод является формальным и его непосредственное применение не раз приводило к ошибкам в стратиграфии. Поэтому его надо использовать только вместе с другими биостратиграфическими методами, так как довольно часто разновозрастные, но разнофациальные отложения имеют мало общих форм. Геологические методы. Эти методы позволяют расчленять разрезы на отдельные слои, пачки и горизонты, проводить их сопоставление и в ряде случаев оценивать относительный возраст. Однако их можно использовать только вместе с палеонтологическим методом. Среди геологических методов наибольшее применение имеют литологический и структурный и другие. Абсолютная геохронология Палеонтологические и геолого-геофизические методы определения относительного возраста горных пород не дают реального представления об абсолютном возрасте тех или иных осадочных, вулканогенных или интрузивных образований, не позволяют оценивать продолжительность времени их формирования. Относительная геохронология дает возможность, как указывалось выше, судить лишь о последовательности геологических событий. Время их действия и продолжительность можно установить, только используя радиогеохронологические методы или, как их еще называют, методы определения абсолютного возраста. Методику определения «абсолютного» возраста горных пород ученые пытались разработать, начиная с XVIII в. Для

этого использовались геологические, физические, химические и биологические процессы и явления. Одни пытались вести подсчет времени накопления солей в Мировом океане за счет привноса реками до современного уровня их содержания, другие оценивали время накопления осадков, отложенных начиная с докембрийских времен, исходя из современной скорости их аккумуляции, третьи рассчитывали потери тепла Земли при ее остывании, принимая ее первоначальное состояние расплавленным. Однако все эти попытки определения продолжительности истории Земли и отдельных ее этапов не увенчались успехом, давая сильно заниженные значения. Открытие радиоактивного распада в конце XIX в. дало возможность ученым впервые достаточно достоверно оценить возраст ряда минералов и горных пород с помощью анализа их изотопного состава, т.е. по содержанию в них исходных, промежуточных и конечных продуктов распада естественно-радиоактивных элементов. Такие исследования дают достоверный результат при условии, что со времени образования исследуемого минерала или породы не происходило частичного выноса или последующего привноса радиоактивного элемента или продукта его распада. Явление радиоактивности связано с распадом ядер атомов радиоактивных элементов, который протекает самопроизвольно, с постоянной скоростью, не зависящей от каких-либо физико-химических процессов, протекавших на земной поверхности и в недрах Земли. Постоянство скорости радиоактивного распада обосновано теоретически и доказано опытным путем. Радиоактивные изотопы химических элементов распадаются так, что их количество убывает со временем по экспоненциальному закону. В настоящее время широко применяют следующие радиогеохронологические методы: урано-ториево-свинцовый, свинцовый, рубидий-стронциевый, калий-аргоновый, аргон-аргоновый, самарий-неодимовый, радиоуглеродный. Международная геохронологическая шкала Основные подразделения международной стратиграфической шкалы, на базе которой в дальнейшем была создана геохронологическая шкала, были выделены в Европе к середине XIX в. Все они вначале устанавливались как региональные стратиграфические подразделения и, следовательно, отвечали естественным этапам развития конкретной территории.

В своей основе современная международная геохронологическая шкала в качестве «общей стратиграфической классификации» была принята в 1881 г. на 2-м Международном геологическом конгрессе (МГК) в Болонье (Италия). По праву приоритета стратиграфическая шкала Европы была признана международным стандартом, с которым стали проводить корреляцию стратиграфических подразделений различных регионов мира. На 2-м МГК была утверждена иерархия стратиграфических подразделений: группа, система, отдел и ярус, и для них введены единые для всех стран названия. На 8-м МГК (1900) в Париже к ним была добавлена самая мелкая стратиграфическая единица международной шкалы — зона. Указанным стратиграфическим подразделениям соответствовали геохронологические эквиваленты: эра, период, эпоха, век и время (или фаза). Общие

стратиграфические подразделения представляют собой совокупности горных пород, естественные геологические тела, время формирования которых соответствовало определенному этапу геологической истории Земли. Общие подразделения устанавливаются с помощью различных методов. Для докембрийских образований в основном применяют радиогеохронологические методы, а для фанерозоя — палеонтологические. Общим стратиграфическим подразделениям соответствуют геохронологические эквиваленты: Эонотема — эон; ярус — век; эратема (группа) — эра; зона — фаза; система — период; звено—пора, отдел — эпоха.

## Лекция 14

### Учение о фациях и формациях (2ч).

Восстановление физико-географических условий и ландшафтно-климатических обстановок, существовавших в геологическом прошлом, возлагается на одну из основных научных дисциплин, входящих в состав исторической геологии, — палеогеографию. Палеогеография — наука об истории географической оболочки Земли, ее состоянии и развитии в геологическом прошлом. В процессе палеогеографических исследований реконструируется рельеф земной поверхности, состав атмосферы, гидросферы, верхней части литосферы и биосферы, выявляются масштабность и интенсивность палеогеологических процессов, восстанавливаются ландшафтные обстановки геологического прошлого, реконструируется климатическая зональность и дается характеристика климата. К числу наиболее общих методов восстановления древних физико-географических обстановок относятся фациальный и палеоэкологический анализы. Фациальный анализ. Понятие «фация» было введено в геологию А. Грессли (1838). В их представлении фация — это комплекс отложений, отличающихся составом и физико-географическими условиями образования от соседних отложений того же стратиграфического уровня. Общим понятием, не имеющим стратиграфического содержания, является генетический тип. Важнейшими критериями при фациальном анализе являются следующие:

- тип и вещественный (химический и минеральный) состав пород (осадков), включая аутигенные минералы, конкреции и особенности цемента;
- гранулометрический состав породы, ее цвет, структура, состав обломков, их окатанность, характер поверхности напластования и размыва, следы перерывов в осадконакоплении, ориентировка обломочных компонентов и органических остатков, присутствие подводно-оползневых деформаций и нептунических даек;
- текстурные особенности — типы и характер слоистости и слойчатости, изучение цикличности и ритмичности осадочных и осадочно-вулканических толщ;
- формы залегания пород, их мощности; характер переходов в другие породы;

- палеонтологические особенности. Состав, сохранность и распределение фауны и флоры. Соотношение между отдельными группами и сообществами, следы жизнедеятельности организмов, степень сохранности следов роющих животных и их особенности;

- наличие минералов — индикаторов солености и газового режима водоемов, геохимические особенности осадочных толщ;

- кислотнo-щелочные и окислительно-восстановительные условия. Определение Eh, pH, содержание окисных и закисных форм железа;

- определение соотношения изотопов кислорода, стронция, серы, углерода, палеотермометрические данные (магнезиальный, изотопный, стронциевый методы), присутствие вулканогенного и метеоритного материала.

### ***Формационный анализ.***

Под формациями понимается совокупность фаций, которые образовались на более или менее значительном участке земной поверхности при определенных тектонических и климатических условиях и отличаются от других особенностями состава и строения. Отдельные фации могут быть образованы на различных участках земной поверхности. Однако их устойчивые и длительные сочетания, которые позволяют сгруппировать их в формации, возникают только в строго определенных тектонических и климатических условиях. Основными признаками осадочных формаций являются:

- набор слагающих их ассоциаций главных горных пород, которые отвечают определенным фациям или генетическим типам;

- характер переслаивания этих пород в вертикальном разрезе, ритмичное строение и форма тела формации и ее мощность;

- наличие в ней каких-то характерных аутогенных минералов, своеобразных горных пород или руд;

- преобладающая окраска, в той или иной степени несущая генетическую информацию;

- степень диагенетических или метаморфических изменений.

Границы формаций часто, но не всегда совпадают с поверхностями несогласий и со стратоизохронными уровнями. Иногда формации недостаточно четко отделены друг от друга перерывами и в ряде случаев постепенно переходят друг в друга, что создает дополнительные трудности при их выделении. Классификация формаций проводится по основным геоструктурным элементам земной коры и по стадиям их развития в пределах каждого тектонического цикла. Кроме того, классификация формаций проводится по климатическому режиму, который имеет исключительное значение для континентального и мелководно-морского литогенеза. Вместе с тем необходимо отметить, что классификация формаций может производиться по тектоническим, климатическим или ландшафтным признакам. Палеогеографические карты. Конечный итог палеогеографических исследований — составление палеогеографических карт, с помощью которых можно понять происхождение и оценить перспективность территорий на

определенный тип полезного ископаемого. В зависимости от степени обоснованности выделяют палеогеографические карты и схемы. Палеогеографические карты отличаются от географических тем, что последние составляются на настоящий момент и на них отражена ныне существующая обстановка, а на палеогеографической карте показана обобщенная география, существовавшая на протяжении какого-либо длительного отрезка времени в геологическом прошлом. Наряду с общими, собственно палеогеографическими или литолого-палеогеографическими картами существуют специальные палеогеографические карты — палеогеологические, палеотектонические, ландшафтно-климатические, палеовулканические, палеогеоморфологические, палеобиогеографические, палеолимнологические. Имеется ряд вспомогательных карт, которые способствуют обоснованию и детализации палеогеографических карт. Таковы литолого-фациальные карты распределения мощностей осадочных толщ, карты осадочных формаций. Палеогеографические карты дополняются литолого-фациальными профилями, на которых можно проследить смену природных обстановок во времени и в пространстве.

## Лекция 15

### Эволюционная палеонтология (2ч.)

Изучением основных закономерностей развития органического мира занимается палеонтология. Палеонтология изучает органические остатки как животных так растений. Наука изучающая растительный мир прошлых геологических эпох называется палеоботаникой. Весь растительный мир подразделяется на две большие группы: высшие и низшие растения. В отложения архея достоверные остатки растений отсутствуют. В протерозое известны продукты жизнедеятельности сине-зелёных водорослей — строматолиты. В раннем палеозое флора представлена бактериями и водорослями и только в конце силура начался массовый выход растений на сушу. В позднем палеозое растения уже освоили всю сушу и получили развитие споровые, которые к середине карбона заселили и водоразделы. В позднепермскую эпоху в связи с усилением аридизации вымерли тепло- и влаголюбивые споровые и их место заняли голосеменные. В мезозойское время наблюдается расцвет голосеменных. А со второй половины мелового периода начинается развитие покрытосеменных и сокращение мезозойской флоры. Кайнозойская эра ознаменовалась расцветом покрытосеменных и усиленной дифференциацией флоры на фитогеографические провинции. В неогене происходит сокращение тропических и субтропических зон в связи с похолоданием. В четвертичном периоде в связи с резкими и неоднократными чередованиями ледниковых и межледниковых эпох происходила миграция растительности в значительных пределах.

Первые достоверные остатки беспозвоночных известны с венда, которые представлены уже всеми типами. В фанерозое получают развитие скелетные формы, что связано с изменением газового состава атмосферы. В раннем палеозое вся жизнь была сконцентрирована в море. И только в

карбоне получили развитие наземные формы членистоногих. В мезозойское время происходит дальнейшее развитие беспозвоночных. Наибольшее развитие получили насекомые (мел) в связи с появлением цветковых растений. В кайнозойское время появляются новые виды беспозвоночных. Самого большого разнообразия они достигли в морях, особенно различные роды моллюсков. Древнейшие позвоночные(бесчелюстные) обнаружены в ордовике в прибрежно-морских отложениях. В позднем силуре встречаются хрящевые, панцирные рыбы и акантоды. В девоне широко были распространены разнообразные рыбы. В позднем карбоне появились первые наземные четвероногие животные ихтиостеги (древние представители земноводных), которые произошли от кистеперых рыб. Мезозойская эра характеризуется дальнейшим развитием наземных животных, среди которых наибольшего разнообразия получили пресмыкающиеся. Поэтому юрский период, когда они достигли исключительного развития, получил название век рептилий. Внезапное вымирание рептилий в конце мелового периода привело к развитию более совершенного класса животных млекопитающих. В кайнозойскую эру они заняли господствующее положение и очень быстро эволюционировали. Высшие млекопитающие развивались по следующим направлениям: примитивные хищники, копытные и приматы.

## Лекция 15

### Понятие о современном строении земной коры (2 ч.)

Континенты и океаны – наиболее крупные структурные элементы земной коры. Менее крупными структурными элементами являются *платформы*, которые могут быть как в океанах, так и на континентах. Платформы характеризуются выровненным рельефом, которому соответствует такое же положение поверхности на глубине, только под континентальными платформами она находится на глубинах 30 – 50 км, а под океанами 5 – 8 км. Океаническая кора гораздо тоньше континентальной.

*Срединно-океанические подвижные пояса* выделяются в океанах как самостоятельные структурные элементы. Они представлены срединно-океаническими хребтами с рифтовыми зонами в их осевой части, пересеченными трансформными разломами и являющиеся в настоящее время зонами расширения океанического дна и наращивания новообразованной океанической коры.

Платформы на континентах выделяются как структурные элементы высшего ранга. Древние платформы являются устойчивыми блоками земной коры, сформировавшимися в позднем архее или раннем протерозое. Их отличительная черта – двухэтажность строения.

*Нижний этаж, или фундамент* – это комплекс относительно более древних, обычно интенсивно складчатых и метаморфизованных пород, слагающих цоколь платформ. Фундамент древних платформ называется кристаллическим, фундамент молодых платформ — складчатым основанием. Фундамент платформ формировался в течение длительного времени в архее и раннем протерозое.

*Верхний этаж платформ*, или *осадочный чехол*, – это толща несогласно залегающих на фундаменте различных осадочных отложений, включая морские, континентальные и вулканогенные образования. Строение платформенного чехла оказывается сложным и на многих платформах на ранних стадиях его образования возникают грабены, грабенообразные прогибы – *авлакогены*. Авлакогены чаще всего формировались в позднем протерозое (рифее) и образовывали в теле фундамента протяженные системы. Мощность континентальных и реже морских отложений в авлакогенах достигает 5-7 км.

Щиты и плиты – наиболее крупные структурные элементов платформ. *Щит* представляет собой выступ на поверхность фундамента платформы, который на протяжении всего платформенного этапа развития испытывал тенденцию к поднятию.

*Плита* – часть платформы, перекрытая чехлом отложений и обладающая тенденцией к прогибанию. В пределах плит различаются более мелкие структурные элементы. В первую очередь это *синеклизы* – обширные плоские впадины, под которыми фундамент прогнут, и *антеклизы* – пологие своды с поднятым фундаментом и относительно утоненным чехлом. Структуры на антеклизях и синеклизях называются сводами, впадинами, валами.

Платформенный чехол в процессе формирования неоднократно претерпевал перестройку структурного плана, приуроченную к рубежам крупных геотектонических циклов: байкальского, каледонского, герцинского, альпийского. В моменты тектономагматической активизации на платформах накапливались магматические горные породы. Наиболее типична трапповая формация. Изредка возникала щелочно-ультраосновная (кимберлитовая) формация, содержащая алмазы в продуктах трубок взрыва (Южная Африка, Сибирская платформа). Кроме древних платформ выделяют и молодые, хотя чаще их называют *плитами*, сформировавшимися либо на байкальском, каледонском или герцинском фундаменте, отличающемся большей дислоцированностью чехла, меньшей степенью метаморфизма пород фундамента и значительной унаследованностью структур чехла от структур фундамента. Примерами таких платформ (плит) являются: эпибайкальская Тимано-Печорская, эпигерцинская Скифская, эпипалеозойская Западно-Сибирская и др.

До середины XX в. в геологии господствовало учение о геосинклиналях. Горно-складчатые структуры, согласно этому учению, возникли на месте прогибов, заполнявшиеся разнообразными морскими отложениями. В силу того, что общая форма этих прогибов была синклинальной, а масштабы прогибов огромными, их называли *геосинклиналями*. Однако это учение страдало одним существенным недостатком — отсутствием геодинамической интерпретации развития отдельных геосинклинальных систем и не было способно указать место геосинклиналей в современном структурном плане земной коры. Устранить этот недостаток смогла новая концепция — концепция тектоники

*литосферных плит*. Она возникла на рубеже 60 —70-х годов XX в. и быстро превратилась в ведущую геотектоническую теорию. С точки зрения тектоники литосферных плит, или новой глобальной тектоники, геосинклинальные пояса возникают на границах взаимодействия континентальных и океанских литосферных плит. Основная идея новой теории базировалась на признании разделения литосферы, т.е. верхней оболочки Земли, включающей земную кору и верхнюю мантию до астеносферы, на семь самостоятельных крупных (Евразийскую, Северо-Американскую, Южно-Американскую, Африканскую, Тихоокеанскую, Индийско-Австралийскую, Антарктическую) и ряд малых литосферных плит. Эти плиты в своих центральных частях лишены сейсмичности, они тектонически стабильны, а вот по краям плит сейсмичность очень высокая и там постоянно происходят землетрясения разной силы. Следовательно, краевые зоны плит испытывают большие напряжения, так как перемещаются относительно друг друга. Определив особенности напряжения в очагах землетрясений на краях плит, удалось выяснить характер движения между плитами. В одних случаях речь может идти о растяжении, т. е. расхождении плит вдоль оси срединно-океанских хребтов. Зона расхождения отмечена в рельефе срединно-океанских хребтов глубокими ущельями — *рифтами* (от англ. «рифт» — расщелина). Подобные границы, маркирующие зоны расхождения литосферных плит, называют *дивергентными* (от англ. «дивергенс» — расхождение). Границы других плит в очагах землетрясений, наоборот, свидетельствуют об обстановке тектонического сжатия, т. е. в этих местах литосферные плиты движутся навстречу друг другу со скоростью приблизительно 10-12 см/год. Такие границы получили название *конвергентных* (от англ. «конвергенс» — схождение). В земной коре существует еще один тип границ литосферных плит, где они смещаются горизонтально относительно друг друга, как бы сдвигаются, о чём говорит и обстановка скалывания в очагах землетрясений этих зон. Они получили название *трансформных разломов* (от англ. «трансформ» — преобразовывать), поскольку передают и преобразуют движения от одной зоны к другой. Когда речь идет о литосферных плитах, следует помнить, что Земля шарообразная и плиты перемещаются по сфере. Современными геодезическими методами, включая космическую геодезию и высокоточные лазерные измерения, установлены скорости движения литосферных плит и доказано, что океанские плиты движутся быстрее, чем более толстые континентальные плиты. Литосферные плиты перемещаются согласно конвективному переносу вещества мантии. Процесс такого перемещения изучен в рифтовых зонах срединно-океанских хребтов, где относительно более нагретая мантия, поднимаясь к поверхности, подвергается плавлению. Она изливалась в виде базальтовых лав в рифтовой зоне и застывала. Далее в эти застывшие породы вновь внедрялась базальтовая магма и раздвигала в обе стороны более древние базальты. При этом океаническое дно как бы наращивалось, разрасталось. Подобный процесс получил название *спрединга* (от англ. «спрединг» — развертывание, расстилание). Таким образом,

спрединг имеет скорость, измеряемую по обе стороны осевого рифта срединно-океанического хребта. Скорость разрастания океанического дна колеблется от нескольких миллиметров до 18 см в год. По мере наращивания океанической литосферы по обе стороны от срединно-океанического хребта и удаления от него она становится холоднее и тяжелее и в конце концов постепенно опускается вниз до астеносферы. В местах опускания океанической литосферы глубина океана увеличивается. Процесс опускания океанической литосферы обусловлен также ее столкновением с континентальной литосферой. Тяжелая и холодная океаническая литосфера, подходя к более толстой и легкой континентальной, уходит под нее, как бы подныривает. Зоны, в которых океаническая кора пододвигается под континентальную, названы зонами *субдукции* (от англ. «сабдакшн» — погружение). Располагаются они по краям Тихого океана и на востоке Индийского. Зоны, где происходит субдукция, морфологически выражены глубоководными желобами, а сама погружающаяся океаническая холодная и упругая литосфера хорошо устанавливается по данным сейсмической томографии. Угол погружения океанских плит различный, вплоть до вертикального, и плиты прослеживаются до границы верхней и нижней мантий в 670 км. Некоторые плиты останавливаются на этом уровне, иногда выполаживаясь и как бы скользя по границе. Другие погружаются в нижнюю мантию, местами достигая практически поверхности внешнего ядра на глубине 2900 км.

Резкий изгиб океанической плиты в зоне субдукции вызывает напряжения в толщах горных пород, которые, разряжаясь, вызывают землетрясения. Гипоцентры или очаги землетрясений довольно четко маркируют границу трения между двумя плитами и образуют наклонную *сейсмофокальную зону*, погружающуюся под континентальную литосферу до глубин 700 км. Впервые эту зону обнаружил японский геофизик К. Вадати в 1935 г., а американский сейсмолог Х. Бенъоф в 1955 г. подробно описал эти зоны, которые с тех пор стали называться *зонами Бенъофа*. Погружение океанической литосферы приводит не только к землетрясениям, но и к вулканизму. При опускании литосферы до глубины 100-200 км в область высоких температур и давлений из горных пород начинают выделяться флюиды — перегретые минеральные растворы. Газообразные флюиды, внедряясь в горные породы континентальной литосферы вызывают их плавление и образование магматических очагов, питающих цепи вулканов. Чем круче наклонена опускающаяся океаническая литосфера к глубоководному желобу, тем ближе к ним расположены цепи вулканических построек. Следовательно, зона субдукции — это зона сильно расчлененного рельефа (океанских впадин), высокой сейсмичности и энергичной вулканической деятельности. Проявления процесса субдукции зависят от различных обстоятельств. Часть осадков, перекрывающих океаническую литосферу, подрезается краем континентальной плиты, и эти отложения не попадают на глубину, а приращиваются к континентальной плите в виде *аккреционного клина* (от англ. «аккрешион» — приращение). Какая-то часть

осадочных отложений погружается вместе с океанической плитой в глубины мантии. В различных местах этот процесс идет разными путями. В ряде других мест погружающаяся океаническая литосферная плита разрушает, эродирует край континентальной литосферы и увлекает за собой вглубь ее фрагменты. Кроме явления субдукции существует так называемая обдукция, т. е. надвигание океанской литосферы на континентальную, примером которой является огромный тектонический покров (500 x 100 км) на восточной окраине Аравийского полуострова, сложенный типичной океанической корой, перекрывающей древние докембрийские толщи Аравийского щита. Следует также упомянуть о столкновении, или коллизии, двух континентальных плит, которые в силу относительной легкости слагающего их материала не могут погрузиться друг под друга, а сталкиваются, образуя горно-складчатый пояс с очень сложным внутренним строением. Так, например, возникли Гималайские горы, когда 50 млн лет назад Индостанская плита столкнулась с Азиатской. Подобным образом сформировался Альпийский горно-складчатый пояс при коллизии Африкано-Аравийской и Евразийской континентальных плит. Тектоника литосферных плит позволила восстановить картину распада последнего суперматерика Пангеи-2, воссоздать картину раскрытия Атлантического и Индийского океанов. Теория тектоники литосферных плит впервые в истории геологии носит глобальный характер, так как касается всех районов земного шара и позволяет объяснить их историю развития, геологическое и тектоническое строение. На сегодняшний день эта теория наилучшим образом объясняет историю развития земной коры.

## Лекция 16

### Раннегеологический этап (2 ч.)

В настоящее время установлено, что Вселенная, в которой расположена наша Солнечная система, сформировалась около 14,5 млрд. лет назад. По современным представлениям, Вселенная сформировалась за счет внезапного расширения вещества, или Большого Взрыва, до момента которого оно находилось в так называемом сингулярном состоянии при колоссальных давлениях и температуре. Процесс расширения Вселенной, обоснованный в 20-х годах XX в. нашим соотечественником А.А.Фридманом, продолжается и в настоящее время, о чём свидетельствует ряд фактов, рассматривавшихся в курсе «Общая геология». Рождение Солнечной системы могло развиваться по следующему, наиболее обоснованному в настоящее время, сценарию. Он предполагает воздействие какой-то силы, по-видимому, взрыва сверхновой звезды, на облако межзвездного вещества массой около 100 тыс. солнечных масс. Плотность газовой-пылевой туманности составляла от 10 тыс. до 1 млн. молекул на  $1 \text{ см}^3$ . Температура не превышала 20— 100 К. Иными словами, туманность была холодной. Предположительно, что химический состав вещества, слагавшего облако, был очень близок к составу метеоритов — углистых хондритов. Во время взрыва сверхновой звезды под действием

ударной волны межзвездное вещество пришло в турбулентное состояние и начало сжиматься, вращаться и уплотняться, превратившись в итоге в диск с максимальной массой в центре и наибольшим моментом количества движения по периферии.

Когда сжатие и температура в центре образовавшегося диска достигли огромных значений, начались термоядерные реакции и возникла новая звезда — Солнце. Скорее всего, это произошло около 4,6 млрд лет назад, хотя не исключено, что это событие могло произойти несколько раньше — 5 — 6 млрд лет назад. Солнце содержит 99,8 % общей массы Солнечной системы и только 0,2 % приходится на все девять планет, причем один Юпитер обладает 0,1 % массы системы. Идущие внутри Солнца термоядерные реакции — слияния ядер водорода — протонов и образование ядер гелия с высвобождением колоссальной энергии, обеспечивают теплом и светом нашу планету и создают возможность жизни на ней. После своего рождения Солнце было особенно активным, и его масса быстро уменьшалась за счёт разноса вещества солнечным ветром. Эта аномальная активность длилась не более 1 млн. лет. Согласно наиболее распространенной модели, в кольцах межзвездной пыли происходит слипание, или аккреция, частиц. Предполагается, что аккреция длилась не более 100 млн. лет, что на фоне возраста Земли (по последним данным —  $4,45 \pm 0,02$  млрд. лет) составляет очень небольшой временной промежуток. В последней стадии этого кратковременного процесса аккреции участвовали большие планетезимали, возможно размером даже с Марс. Их соударение приводило к выделению огромного количества тепла, плавлению вещества слипшихся планетезималей и началу его дифференциации, приведшей к появлению жидкого ядра и мантии. Все это происходило в конце этапа аккреции в течение нескольких миллионов лет, в результате чего у Земли уже была первичная атмосфера, мантия и ядро. Мощнейшая бомбардировка ранней Земли крупными метеоритами помимо разогрева планеты способствовала выделению газов, из которых конденсировалась первичная атмосфера, по-видимому, обладавшая сильным парниковым эффектом. Протоатмосфера состояла из  $\text{NH}_2\text{S}$ ,  $\text{S}(\text{OH})\text{Cl}$  и ряда других газов и соединений, которые частично были растворены в первичной хлоридной и бессульфатной гидросфере, с которой атмосфера должна была находиться в равновесии. Следовательно, атмосфера и гидросфера должны были существовать с самых ранних стадий развития Земли. Благодаря разогреву, сопровождавшему аккрецию, мантия могла подвергнуться частичному плавлению до глубин 750 км, в результате чего образовался гипотетический магматический океан. Веществом, обладавшим свойствами жидкости, слегалось и ядро Земли. Его внутренняя, твердая часть сформировалась позже. Таким образом, важно подчеркнуть, что уже на самой ранней стадии существования нашей планеты, стадии, получившей название «догеологической» (4,5 — 4,0 млрд. лет назад), были образованы: ядро, мантия, подразделявшаяся на нижнюю и верхнюю, а также, возможно, первичная кора, имевшая базальтовый состав.

## Лекция 17

### Раннегеосинклинальный, доплитный этап (2 ч.)

Американский геолог Дж. Дана в 1872 г. наиболее древние метаморфические образования назвал архейскими (от греч. «археос» — древний). Вслед за ним У. Эммонс (1888) выделил верхнюю часть древнейших толщ под названием протерозой (от греч. «протерос» — первичный, «зоэ» — жизнь). Докембрий охватывает 3,5 млрд. лет истории Земли, если не считать «догеологическую» стадию ее развития от момента образования планеты 4,6 млрд. лет назад до 4,45 млрд. лет, о которой известно очень мало. Сложность расчленения докембрийских отложений заключается в том, что в этот огромный промежуток времени не существовало таких групп организмов, которые испытывали бы быстрое развитие, что является непременным условием зональной стратиграфической шкалы — основы расчленения отложений фанерозоя.

Раннеархейский этап развития Земли охватывает промежуток времени от 4,0 до 3,5 млрд. лет, т.е. порядка 500 млн. лет, что вполне сравнимо по длительности со всем фанерозойским эоном. Выделение древнейшего этапа в истории Земли, следы которого уже запечатлены в горных породах, связано с проблемой комплекса, относящегося к так называемым «серым гнейсам», впервые установленным на Канадском щите Северо-Американской платформы в 80-е годы XX. Наиболее древние породы на земном шаре теперь известны практически на всех крупных платформах как северного, так и южного рядов. На Северо-Американской платформе наиболее древние датированные породы обнажаются на Канадском щите в районе озера Верхнего, на полуострове Лабрадор, юго-западе Гренландии и в провинции Слейв на западе щита. В первом реки Миннесота, известны породы возраста 3,5 — 3,7 млрд. лет. Все породы очень сильно дислоцированы и образуют тектонические покровы. На Восточно-Европейской платформе комплекс «серых гнейсов» обнажен в пределах Балтийского и Украинского щитов. На Сибирской платформе серогнейсовые комплексы были обнаружены в конце XX в. в центральной части Алданского щита, на Енисейском кряже и Омолонском массиве (3,4 — 3,5 млрд. лет.) В пределах Китайско-Корейской платформы известны «серые гнейсы», которые имеют возраст 2,9 и 3,3 млрд. лет. Комплекс «серых гнейсов» платформ южного ряда — Южно-Американской, Африканской, Индостанской, Австралийской и Антарктической — древнейшие образования типа комплекса «серых гнейсов» распространены во многих местах щитов этих платформ.

Средний и поздний архей (3,5 — 2,5 млрд. лет назад). На всех щитах древних платформ и в пределах фундамента плит, перекрытых чехлом рифейских и фанерозойских отложений, наиболее примечательной чертой геологического строения является наличие трёх основных типов комплексов пород, формирующих более или менее линейные зоны, обычно именуемые поясами. Первый тип включает зеленокаменные пояса — мощные толщи закономерно изменяющихся пород от ультраосновных и основных

вулканитов. Подобное строение зеленокаменных поясов в вертикальном разрезе типично для многих районов их развития на древних платформах. Второй тип представлен орто- и парагнейсами, «пропитанными» гранитными массивами и превращенными в поля гранито-гнейсов, т. е. гнейсов, по составу отвечающих гранитам и обладающих гнейсовидной текстурой. Третий тип образован гранулитовыми (гранулито-гнейсовыми) поясами. Под гранулитами понимаются метаморфические породы, сформировавшиеся в условиях средних давлений, высоких температур (750—1000 °С) и содержащие кварц, полевой шпат и гранит. Отложения всех трех групп сильно дислоцированы с образованием надвигов и покровов, формирующих чешуйчатую структуру, в которой возможно сдвигание или страивание разреза. Поэтому приведенные выше оценки мощности отдельных подразделений, вероятно, завышены. На Африканской платформе зеленокаменные пояса широко распространены и в пределах щита Зимбабве, где известны три генерации поясов с возрастом от 3,5 до 2,7 млрд. лет. На Австралийской платформе ярким примером зеленокаменных поясов являются пояса блоков Пилбара и Иилгарн. Зеленокаменные пояса и гранит-зеленокаменные области распространены также на Индостанской и Антарктической платформах. На платформах северного, лавразийского, ряда архейские зеленокаменные пояса широко развиты в пределах Канадского щита Северо-Американской платформы, на Балтийском и Украинском щитах Восточно-Европейской платформы, Алданском щите Сибирской платформы, а также на Китайско-Корейской платформе. Широким развитием зеленокаменные пояса характеризуются на Восточно-Европейской платформе, в пределах Балтийского и Украинского щитов, Воронежского массива и под фанерозойским чехлом Русской плиты. Гранит-зеленокаменные области позднего архея (3,0 — 2,5 млрд. лет), слагающие значительную часть фундамента древних платформ, скорее всего, были сформированы под воздействием спрединга и субдукции. Обращает на себя внимание сильная деформированность всех типов пород, также, как и присутствие полифазных концентрически-кольцевых куполов. Высокая литологическая информативность пород зеленокаменных комплексов позволяет устанавливать мелководные и глубоководные обстановки, выявлять условия континентального склона и его подножия (флиш, турбидитные потоки). Важной составной частью разрезов являются железистые кварциты — джеспилиты, которые в ряде мест образуют крупные железорудные месторождения. Таким образом, к концу архея можно предполагать существование уже довольно мощной (до 30 — 40 км) и зрелой континентальной коры. Была ли она сосредоточена в одном месте, образуя гигантский материк (Пангею), которому противостоял не менее гигантский океан — Панталасса, или блоки сиалической коры были распределены по поверхности земного шара так, что между ними оставались пространства с корой океанского типа, остается не совсем ясным. В архейских образованиях известны следы примитивной органической жизни. Даже в древнейшем комплексе Исуа в Гренландии присутствует графит, в котором содержание

изотопов  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  почти такое же, как в современных органических остатках. Следы органической жизни известны в древних породах блока Пилбара (3,4 — 3,5 млрд. лет) в Западной Австралии, где обнаружены следы жизнедеятельности синезеленых водорослей — строматолиты. Синезеленые водоросли — цианофиты — наиболее древние представители органической жизни, продукты жизнедеятельности синезеленых водорослей (строматолиты и онколиты) — эти примитивные представители органической жизни известны в отложениях возраста 3,5 — 3,0 млрд. лет. Первыми живыми организмами были бактерии, превращавшие неорганические соединения в органические, используя солнечный свет. Бактерии разлагали сероводород, выделяя при этом серу. Синезеленые водоросли «научились» разлагать воду, выделяя кислород, а возникший в верхних слоях атмосферы озоновый слой предохранял от смертельного ультрафиолетового излучения организмы, которые могли существовать уже не только в толще воды, но и на суше.

Залежи полезных ископаемых в архейских породах относительно невелики. С одной стороны, это связано с небольшим развитием этих пород, а с другой — с низкой скоростью выноса рудных элементов из мантии в земную кору. Наиболее важными месторождениями полезных ископаемых архейского возраста являются месторождения Fe, Mn, Au, а также Cr—Ni—Ti, Co, Si и графита.

**РАННИЙ ПРОТЕРОЗОЙ** (2,5-1,65 млрд. лет назад) Конец архея — начало протерозоя на уровне 2,6 — 2,5 млрд. лет является хорошо выраженным рубежом в пределах всех континентов. В раннем протерозое во всем объеме начинают проявляться новые структурные элементы — протоплатформы и настоящие подвижные пояса, хотя их прообразы существовали и в позднем архее. В течение 1 млрд. лет, вплоть до позднего рифея, развитие основных структурных элементов земной коры шло довольно медленно и скорости осадконакопления были невелики. Суперматерик Пангея-0 около 2,2 млрд. лет назад, просуществовав примерно 300 млн. лет, начал распадаться с образованием бассейнов с корой океанического типа. Земная кора к началу протерозоя (около 2,5 млрд. лет назад) по своим параметрам была уже близка к современной, т.е. обладала достаточной прочностью, несмотря на более высокий, чем в настоящее время, тепловой поток. Сформировавшийся гигантский единый материк Пангея-0 в начале раннего протерозоя подвергся раздроблению, в результате которого обособились изометричные, относительно стабильные блоки земной коры — протоплатформы, а между ними — подвижные пояса длиной многие сотни и даже тысячи километров и шириной первые сотни километров. Начало раздробления Пангеи-0 ознаменовалось, по-видимому, заложением рифтогенных структур, которые в дальнейшем, эволюционируя, превращались в более широкие, зонально построенные подвижные пояса. Свидетельством раздробления архейской коры являются широко распространенные рой даек основного состава. Во второй половине раннего протерозоя (около 2,0—1,9 млрд. лет назад) подвижные пояса заканчивают свое развитие, раздавливаясь между сходящимися протоплатформами, и

коллизийные процессы приводят к образованию гранулит-гнейсовых поясов сильной тектонотермальной переработки, включающей метаморфизм, гранитизацию и интенсивные деформации. В конце раннего протерозоя возникла Пангея-1 — новый гигантский материк, практически полностью вышедший из-под уровня моря. Образование материка предполагает, что на другой половине Земли сосредоточилась водная масса, вытесненная из складчатых поясов. Вопрос о составе раннепротерозойской атмосферы все еще остается дискуссионным. По одним данным, уже на рубеже архея и протерозоя количество кислорода в атмосфере приблизилось к современному, по другим — это произошло лишь к середине раннего протерозоя (2 млрд. лет назад). Увеличению содержания свободного кислорода должна была способствовать деятельность фотосинтезирующих бактерий и сине-зелёных водорослей, следы жизнедеятельности которых — разнообразные строматолиты — широко распространены в нижнепротерозойских отложениях. Ранний протерозой был выдающейся эпохой железорудного накопления. Важное промышленное значение имеют осадочные железные руды. Это джеспилитовые полосчатые руды относительно глубоководного происхождения, железосланцевые и железо-карбонатные руды и оолитовые прибрежно-морские железные руды.

## Лекция 18

### Неогей, плитный этап в развитии Земли (2 ч.)

(ПОЗДНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ) Поздний протерозой — интервал геологического времени продолжительностью около 1 млрд. лет, начавшийся с карельской тектономагматической эпохи (ТМЭ) (1650+50 млн. лет назад) и продолжавшийся до байкальской ТМЭ (650 ±20 млн. лет назад), носит название рифея. Рубежами готской ТМЭ (1350 ±20 млн. лет назад) и гренвильской ТМЭ (1000 ±50 млн. лет назад) рифей делится на три части — нижний, средний и верхний. Название «рифей» происходит от древнего наименования Урала (Ripheus) и впервые было предложено Н. С. Шатским для мощного комплекса позднедокембрийских отложений, развитых на Урале. Нижний и средний рифей в зарубежных схемах принято рассматривать совместно в качестве среднего протерозоя, а под верхним протерозоем понимают верхний рифей и венд. Венд в нашей стране официально включается в состав верхнего протерозоя и им заканчивают докембрийский отрезок истории. Однако по содержащимся в нем органическим остаткам, вполне отвечающим понятию фанерозоя как времени существования «явной» жизни, так и в тектоническом отношении, венд все-таки больше тяготеет к фанерозою. В середине рифея начался распад Родинии (0,8 — 0,75 млрд. лет), начали раскрываться океанические бассейны: Протояпетус, Прототетис, Палеоазиатский, Протопацифик (Тихий океан) и ряд миниокеанов в пределах будущей Западной Гондваны. В новообразованных океанах вследствие субдукции появились вулканические дуги. В венде и начале кембрия происходило замыкание океанических бассейнов за счет приращения к ним вулканических дуг и различные блоки

Западной Гондваны (современные Южная Америка и Африка) спаялись между собой. Уже в кембрии Западная и Восточная Гондвана соединилась благодаря бай-кальскому орогенезу, в результате чего образовался крупный континентальный массив Гондваны, просуществовавший до середины карбона (320 млн. лет), когда он вошел в состав Новой Пангеи.

Переходные слои между протерозоем и кембрием под названием «венд» впервые были выделены Б.С.Соколовым (1952) на территории Прибалтики. До Вендская система соответствует подразделениям общей стратиграфической шкалы соответствующего ранга. Она определяется как планетарный комплекс разнофациальных отложений, заключенных между образованиями рифейской группы и древнейшими осадками кембрия и располагающихся в интервале  $650 \pm 10$ —  $540 \pm 10$  млн. лет назад. Вендское время, согласно постановлению Межведомственного стратиграфического комитета, включает эпоху массового развития бесскелетных многоклеточных и эпоху оледенения, называемого лапландским или варангерским. Эквиваленты вендской системы выделялись под названиями инфракембрия и эокембрия в Западной Европе, Америке и Африке и эдиакария в Австралии. Вендские отложения тесно связаны с кембрийскими, хотя их и относят к концу позднего протерозоя. Западная часть Восточно-Европейской платформы является для венда стратотипической местностью. В вендское время произошло массовое развитие бесскелетных многоклеточных организмов (эдиакарская фауна). Континентальные блоки несмотря на распад Пангеи-1 еще сохраняли компактное расположение. В раннем венде на Восточно-Европейском и Сибирском континентах возникло оледенение (лапландское) и в позднем венде большинство авлакогенов прекратили свое развитие и на платформах началось образование синеклиз.

## Лекция 19

### Раннепалеозойский (каледонский) этап (2 ч.)

Палеозойская эра (эра древней жизни) начинает последний крупный эон в истории Земли — фанерозой (время явной жизни). Палеозойская эра — наиболее продолжительная эра фанерозоя. Она началась 540 млн. лет назад и закончилась 230 млн. лет назад. В ее состав входят шесть периодов: кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный и пермский. К нижнему палеозою относятся кембрий и ордовик; к среднему — силур, девон и ранний карбон, а к верхнему — средний и поздний карбон и пермь. В зарубежной литературе преобладает двучленное деление палеозоя. При этом граница между ними проводится в основании девонской системы. Проблема происхождения скелетной фауны палеозоя. Наиболее четким отличием палеозойской эры, как и всего фанерозоя, от более раннего криптозойского этапа развития Земли было стремительное развитие сложно организованных животных с твердым скелетом. Уже в отложениях конца кембрийского периода обнаруживаются представители всех основных типов беспозвоночных животных, и даже, возможно, в это время уже существовали и первые примитивные хордовые.

**КЕМБРИЙСКИЙ ПЕРИОД.** По данным радиогеохронологии, кембрийский период начался около 542 млн. лет назад и закончился, по мнению английских исследователей, 505, а французских — 500 млн. лет назад. По новейшим данным, границы кембрия соответственно равны 540 и 495 млн. лет. Кембрийская система впервые была выделена в 1835 г. английским исследователем А. Седжвиком и получила название от римского наименования Уэльса. Главным событием кембрийского периода было появление и бурный расцвет многообразной фауны беспозвоночных, обладавших минеральным скелетом. Это произошло на фоне господства теплого климата и широкого распространения эпиконтинентальных морей. К началу периода был сформирован Мегаконтинент Гондвана, а будущие северные материки — Лаврентия, Балтика, Сибирь, Синокорейя оказались разделенными океанами, которые продолжали расширяться в кембрии; их кора в настоящее время представлена офиолитами. По мнению ряда исследователей, отмеченные изменения палеогеографической обстановки вместе с усилением в конце венда вулканической деятельности способствовали сначала резкому понижению содержания в атмосфере и в верхнем слое океана свободного кислорода, что привело к вымиранию эдиакарской биоты, а затем, наоборот, столь же резкому увеличению концентрации кислорода, который способствовал расцвету кембрийской фауны. Развитию этого процесса помогло также усиление апвеллинга глубинных вод, обогащенных органическим веществом. Материки концентрировались преимущественно вблизи экватора, что и способствовало установлению теплого климата, вероятно, вместе с усилением эксплозивного вулканизма. К концу кембрия в ряде регионов проявились деформации сжатия, поднятия, метаморфизм и гранитообразование, связанные с салаирской эпохой орогенеза.

**ОРДОВИКСКИЙ ПЕРИОД.** Впервые название «ордовикская система» появилось в 1879 г. в работе Ч.Лэпворта, посвященной расчленению нижнего палеозоя. Свое название система получила от племени ордовиков, населявших в древности Уэльс. Продолжительность ордовикского периода составляет 65 млн. лет. По одним данным, он начался 495 и закончился 440 млн. лет назад.

Большая часть Гондваны в позднем ордовике оставалась сушей, но мелкое море проникало в область будущего разъединения Западной Африки и севера Южной Америки. Главные особенности ордовикского периода

- сохранение единства Гондваны и площади остальных континентов при одновременном максимальном расширении в середине периода межконтинентальных океанов — Япетуса, Палеотетиса, Палеоазиатского;

- проявление в позднем ордовике таконского орогенеза, приведшего к существенным изменениям во внутренней структуре ряда подвижных поясов, особенно Палеоазиатского океана;

- господство теплого климата в течение раннего и среднего ордовика, затем резкое похолодание и появление покровного оледенения на Гондване и по ее периферии в связи с перемещением Гондваны в полярную область

Южного полушария;

■ дальнейшее развитие органического мира с возможным появлением наземной растительности.

**СИЛУРИЙСКИЙ ПЕРИОД.** Силурийская система была установлена английским геологом Р.Мурчисоном (1835), как кембрий и ордовик, в Уэльсе. Название системы происходит от наименования древнего кельтского племени силуров. Объем силурийской системы с течением времени менялся. Продолжительность силурийского периода по сравнению с другими периодами довольно короткая — всего 30 или даже 25 млн. лет. По Международной шкале силур начался около 440 (435) млн. лет назад и закончился 410 млн. лет назад. Сравнительно небольшой по продолжительности силурийский период является как бы переходным между талассократическим (т.е. с преобладанием морских условий) ордовикским и теократическим (т.е. с преобладанием суши) девонским. В начале периода местами на западе Гондваны еще сохранялись ледники, унаследованные от силура, но затем климат становился все более теплым. Силурийский период ознаменовался замыканием океана Япетус, моря Торнквиста и сокращением площади центрального и восточного Палеотетиса и Палеояпетского океана и закончился эпохой мощного горообразования, складчатости, гранитного магматизма и регионального метаморфизма. Она была заключительной для каледонской эры тектогенеза и продолжалась в раннем девоне, а местами и позднее, хотя в составе силурийской биоты еще преобладали те же беспозвоночные, что и в кембрии и ордовике, в частности граптолиты. Знаменательно появление позвоночных, в том числе первых рыб, и высших наземных растений — плауновых, наряду со мхами и грибами, населявшими сушу.

## Лекция 20

### Позднепалеозойский (герцинский) этап (3 ч.)

**ДЕВОНСКИЙ ПЕРИОД.** Девонский период (система) был установлен в 1839 г. А. Седжвиком и Р.Мурчисоном на территории Англии, в графстве Девоншир, по имени которого и был назван. Девонский период начался 410 млн. лет назад и закончился 360 млн. лет назад. Следовательно, продолжительность периода составляет 50 млн. лет. Девонский период был одним из переломных в истории Земли (рис. ). Он завершил ранний и начал поздний палеозой. Рубеж силура и девона совпадает с кульминацией каледонского орогенеза, создавшего Североатлантический пояс каледонид, спаявший Лаврентию и Балтию и создавший новый мегаконтинент Лавруссия. Это явилось первым шагом к образованию Вегенеровской Пангеи, или Пангеи-П. Каледонская эра завершилась акадско-лигарийско-тевобесским орогенезом в среднем девоне. В позднем девоне, начинающем герцинскую эру, ряд платформ — Восточно-Европейская, Баренцево-Печорская, Сибирская, Южно-Американская, Африканская и Австралийская — испытали рифтогенез, сопровождавшийся вулканизмом, преимущественно щелочно-базальтовым, а в Восточной Европе и Восточной Сибири —

образованием алмазонасных кимберлитовых трубок. Климат на протяжении девонского периода был теплым или даже жарким, аридным или влажным. В морях появились многочисленные ракообразные, рыбы, а на суше — обильная растительность, включая папоротники. Завершился девонский период бретонско-элсмирской фазой орогенеза, первой в герцинской эпохе тектогенеза.

**КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД.** Каменноугольная, или карбоновая, система выделена английскими геологами У. Конибиром и У. Филлипсом (1822) в Западной Европе. Современный ее объем установлен А. Седжвиком и Р. Мурчисоном (1839). Свое название система получила по наличию в ее составе большого количества пластов каменного угля. Каменноугольный период начался 359 — 355 млн. лет назад и завершился 295 (298) млн. лет назад, т. е. его продолжительность около 55 млн. лет.

Главными событиями каменноугольного периода были, конечно, возникновение суперконтинента Пангеи-2 за счет объединения мегаконтинентов Гондваны и Лавруссии и образование огромного покровного оледенения, охватившего Гондвану. Но оба эти события отмечаются во второй половине карбона, в то время как в раннем карбоне повсеместно господствовал теплый климат, моря имели широкое распространение и в целом палеогеографическая и палеотектоническая обстановка была унаследована от позднего девона. Образование единой Пангеи-2 произошло благодаря коллизии Западной Гондваны с Лаврусией в районе юга Северной Америки и Западного Средиземноморья, сопровождаясь мощными тектоническими деформациями, гранитоидным магматизмом, метаморфизмом и горообразованием во всем коллизионном поясе от Северной Мексики до Центральной Европы. В то же время восточнее остаточный Палеотетис в виде огромного залива открывался в Палеопацифику. В этом заливе существовали микроконтиненты — отторженцы Гондваны, которые последовательно причленились к южному краю восточной Лавразии, вызывая складчато-надвиговые деформации. А в их тылу шло раскрытие бассейнов Мезотетиса. Господство за пределами области оледенения теплого и влажного климата создало условия для пышного развития различной древесной растительности и для образования обширных зон угленакопления. Продолжавшаяся эволюция животного мира привела к появлению земноводных (амфибий), пресмыкающихся (рептилий), а также насекомых.

**ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД.** Пермская система была выделена Р. Мурчисоном (1841) в западном Приуралье и названа по наименованию Пермской губернии. Пермский период прошел под знаком развития тенденций, наметившихся во второй половине карбона. К началу перми в основном завершилось становление Пангеи-И, сомкнулись Балтия, Казахстан и Сибирь, сформировалась единая Лавразия. Огромные морские бассейны сохранились лишь на северо-западном и восточном окончании Палеоазиатского океана, соответственно в Новоземельской, Монголо-Охотской и Солонкер-Гириной системах. После заключительных

деформаций заальской фазы платформенный режим установился на территории Северной Европы и прилегающей Арктики, в середине перми затопленной Цехштейновым морем. Покровное оледенение Гондваны постепенно деградировало, и ледниковые отложения сменились здесь угленосными, а затем и красноцветными толщами. В целом для пермского периода характерны весьма контрастные климатические условия, и он завершился вымиранием многих групп палеозойской фауны. Причины этого события дискуссионны — одни усматривают их в резких изменениях палеогеографической обстановки, химизме.

## Лекция 21

### Мезозойский (киммерийский) этап (3 ч.)

Мезозойская эра подразделяется на три периода (системы): триасовый, юрский и меловой. Общая продолжительность эры – около 180 млн. лет.

**ТРИАСОВЫЙ ПЕРИОД** Триасовая система была выделена бельгийским ученым Ж. Омалиусом Д'Аллуа (1831) под названием «кейперские отложения». Под этим названием им были объединены развитые на севере Западной Европы, в Германском бассейне, отложения пестрого песчаника, раковинного известняка и радужных мергелей. В триасе заканчивается, хотя и не вполне, существование единой Пангеи-2 и в ее составе единой Гондваны (Лавразия просуществовала гораздо дольше — до конца мезозоя). Пангею почти со всех сторон окаймляют зоны субдукции, под которыми развиваются краевые вулканоплутонические пояса. Между тем в ее внутренних частях нарастают процессы рифтогенеза. Наиболее мощными рифтовыми системами были Африканско-Североатлантическая, Карело-Западносибирская с их ответвлениями, южная Африкано-Индийская, Западно-Австралийская; многим из них предстояло позже дать начало осям спрединга молодых океанов. Заканчивается в триасе и господство теократических условий, продержавшихся более 100 млн. лет (с середины карбона). Сохраняется теплый, даже жаркий климат. Органический мир в начале периода еще носит переходный от палеозоя характер, но в общем испытывает изменения. В море получают широкое распространение амmonoидеи, на суше — рептилии. Заканчивается триасовый период мощным импульсом орогенеза — индосинийским или раннекиммерийским, приведшим к существенным изменениям палеогеографической и палеотектонической обстановок в области Тетиса и его периферии и обширным платобазальтовым магматизмом.

**ЮРСКИЙ ПЕРИОД.** Юрский период начался 203 млн. лет назад и закончился 144 (133) млн. лет назад, продолжаясь, таким образом, около 30 (40) млн. лет. В современном объеме юрская система была установлена (1822) немецким естествоиспытателем А. фон Гумбольдтом, который отнес к «формации юры» известняки, развитые в Юрских горах Швейцарии и Франции. Юрский период ознаменовался началом распада последней Пангеи-П, в частности Гондваны, и образованием Атлантического и Индийского океанов. В конце средней юры океан Тетис с его продолжением

в Центральную Атлантику и Мекеикано-Карибский регион полностью отделил Лавразию от Гондваны. Начало и конец юрского периода характеризовались также крупными эпохами орогенеза, соответственно ранне- и позднеларамийской. Первая наиболее мощно проявилась в Восточной и Юго-Восточной Азии, вторая — в Тихоокеанском кольце подвижных поясов. Климат в течение всего периода оставался теплым и преимущественно влажным. Среди морской фауны господствовали аммониты, а среди наземной наступило господство динозавров, в то время как моря осваивались крупными ящерами-плезиозаврами, ихтиозаврами.

**МЕЛОВОЙ ПЕРИОД.** Меловой период продолжительностью 70 (80) млн. лет начался 145 (135) млн. лет назад и закончился 65 млн. лет назад. Меловая система в современном объёме была выделена бельгийским геологом Ж. д'Омалиусом д'Аллуа (1822) в Англо-Парижском бассейне. Свое название она получила от характерной породы — белого писчего мела, широко распространенного в Европе, от Британских островов до Прикаспия. В системе выделяют два отдела. Такое разделение было рекомендовано на 3-м МГК (Берлин, 1885) и используется по настоящее время. В течение мелового периода продолжился активный распад Пангеи-II и Гондваны в ее составе и начался распад Лавразии. Одновременно происходило расширение молодых океанов. Была образована Южная Атлантика, в середине периода соединившаяся с Центральной, и началось продвижение спрединга из Центральной Атлантики в северном направлении. Расширение Индийского океана было сопряжено с распадом Восточной Гондваны на отдельные континенты: Индию, Австралию, Антарктиду. Началось формирование Северного Ледовитого океана — в раннем мелу образовалась Канадская котловина, в позднем — котловина Макарова — Толля (Подводников). Между тем в результате появления трех крупных фаз орогенеза: позднекимерийского в начале мела, австрийского — в середине и ларамийского в конце периода, началось сокращение океанского бассейна Тетиса и усилились тектонические деформации и горообразование в разных сегментах Тихоокеанского кольца подвижных поясов. Глобальный климат на протяжении мелового периода оставался тёплым. В морях сохранили свое значение аммониты и белемниты, усилилась роль двустворчатых моллюсков, среди которых наиболее специфическими были иноцералы и рудисты, появились крупные фораминиферы — орбитолиты в раннем, орбитофиты в позднем мелу, достиг наивысшего расцвета нанопланктон, в частности кокколитофориты — главные создатели писчего мела, процветали крупные морские ящеры. На суше продолжалось господство динозавров, появились птицы, сильно распространились насекомые. В середине мела, особенно начиная с альба, произошло коренное изменение состава растительности — голосеменные уступили место покрытосеменным и тем самым мезозойская флора уже в мелу сменилась кайнозойской. Закончился меловой период великим вымиранием органического мира, втором по значению после пермско-триасового. Наиболее вероятным его объяснением является падение на Землю крупного астероида.

## Лекция 22

### Кайнозойский (Альпийский) этап (2 ч.)

Кайнозойская эра — последний крупный этап геологической истории, продолжающийся по настоящее время.

**ПАЛЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД.** Палеогеновый период начался 65 млн. лет назад и закончился 23,5 млн. лет назад, т.е. продолжался 41,5 млн. лет. Деление палеогена на три отдела общепринято (палеоцен, эоцен, олигоцен).

В палеогене продолжающийся распад Пангеи-II приводит к становлению в основных чертах современного структурного плана Земли. В раннем палеогене главные события происходят в северной половине Северного полушария — образование Северной Атлантики и Евразийской впадины Северного Ледовитого океана с окончательным отделением Гренландии, как от Северной Америки, так и от Европы, что означает полный распад Лавразии. Крупные события совершаются в конце эоцена — столкновение ставшей единой Индо-Австралийской плиты с южным краем Европии. Оно приводит к распаду Тетиса, началу образования Гималаев и лежащего севернее Центрально-Азиатского горного пояса, возникшего на месте ранее пенеппенизированной суши. В Южном полушарии раскрывается море Скотия (Скоша), отделяя Антарктиду от Южной Америки. Тектонические деформации конца эоцена охватывают Средиземноморский пояс, означая начало образования Альпийско-Гималайского пояса горных сооружений с их передовыми и межгорными прогибами. В олигоцене имеет место наиболее значительное за весь фанерозой падение уровня Мирового океана. Теплый климат, продолжавший господствовать в раннем палеогене, сменяется похолоданием и приводит к появлению в Антарктиде оледенения. Животный мир в палеогене существенно обновился после великого вымирания в конце мела многих групп организмов. Гигантские рептилии исчезают на суше и в море. Их место занимают быстро развивающиеся млекопитающие. В море место ортитидов занимают нуммулиты, место рудистов и иноцерамов — другие семейства двустворчатых моллюсков, флора становится еще ближе к современной.

**НЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД.** Неогеновый период начался 23,5 млн. лет назад и закончился 1,8 млн. лет назад. Название «миоцен» (от греч. «миос» — малый и «ценос» — новый) предложено Ч.Лайелем (1841) для верхнего подразделения третичной системы. Плиоценовыми (дословно «плиоцен» — более новый) Ч.Лайель впервые назвал в 1841 г. отложения, которые завершали третичную систему.

В течение неогенового периода практически завершается становление современного структурного плана Земли. Это выражается в отделении Аравийской литосферной плиты (микроплиты) от Африканской благодаря раскрытию в миоцене Аденского залива, в плиоцене Красного моря и образования Левантийского (Западно-Аравийского) сдвига по ее западной периферии. В начале плиоцена образуются Гибралтарский и Берингов проливы, углубляется пролив Фрама, соединивший Европейский бассейн

Арктического океана с Северной Атлантикой, вскоре Панамский перешеек соединяет Северную и Южную Америку. Горные сооружения Альпийско-Гималайского, Центрально-Азиатского и Кордильерского поясов в конце миоцена — начале плиоцена вступают в позднеорогенную стадию развития, и их рост резко ускоряется. Климат испытывает все нарастающее похолодание. Оледенение Антарктиды становится покровом, а в плиоцене начинает покрываться льдами Северный Ледовитый океан, на Исландии и в горных хребтах, в частности на юге Анд, появляются ледники. Поднятие Гималаев создаёт экран для муссонных дождей Южной Азии и к северу от них, на обширных пространствах Центральной Азии происходит ранняя аридизация климата и возникают обширные пустыни. Состав флоры и фауны неуклонно приближается к современному. Появляются гомоиды, более близкие к настоящему человеку, чем современные человекообразные обезьяны.

**ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ (АНТРОПОГЕНОВЫЙ) ПЕРИОД.** Последний геологический, ныне продолжающийся четвертичный период был выделен в 1829 г. бельгийским геологом Ж. Денуайе. В настоящее время чаще используют название «антропогенный период». Это название было предложено А. П. Павловым.

В течение четвертичного периода на Земле произошли значительные палеогеографические изменения, установлено несколько ледниковых эпох и эпизодов, каждый из которых был связан с развитием обширных ледников в высоких и средних широтах Северного полушария. Эти эпизоды вызывали резкие изменения в биогеографическом и экологическом развитии наземных и морских организмов. Понижение уровня Мирового океана и ледниковая эрозия обусловили интенсивный вынос терригенного материала в глубоководные части океанских бассейнов. Происходили значительные колебания биопродуктивности океана. Менялись скорости поступления биогенных осадков на дно, а также интенсивность растворения карбонатов с глубиной. Усиление ветров вызывало увеличение скорости накопления абиогенных пелагических осадков, часть которых выносилась в океан из аридных и семиаридных континентальных областей. Рост горных сооружений в подвижных поясах Земли, активизировавшихся в конце миоцена, достиг своей кульминации в четвертичное время, когда, соответственно, и возник их высокогорный рельеф. Это, несомненно, способствовало развитию горного оледенения. Но, конечно, главным событием четвертичного периода явилось быстрое развитие гоминид, приведшее в конечном итоге к появлению современного человека — *Homo sapiens*.

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Содержание учебного материала к лабораторным занятиям

Целью лабораторного практикума является обучение студентов навыкам экспериментальных исследований.

Лабораторные работы выполняются с использованием оборудования, которое есть в наличии на кафедре «Географии и методики преподавания географии».

Тематика лабораторных работ соответствует программе по учебной дисциплине «Геология».

В тематику лабораторных работ включены работы по разделам программы «Динамическая геология с основами минералогии и петрографии» и «Методы реконструкции геологического прошлого Земли». Таким образом, на выполнение предложены следующие лабораторные работы:

- *лабораторная работа № 1* «Определение элементов кристалла и элементов симметрии». Продолжительность занятия – 2 часа;
- *лабораторная работа № 2* «Физико-диагностические свойства минералов». Продолжительность занятия – 2 часа;
- *лабораторная работа № 3* «Определение минералов различных классов: самородных элементов, сульфидов, окислов и гидроокислов». Продолжительность занятия – 2 часа;
- *лабораторная работа № 4* «Определение минералов различных классов: карбонатов, сульфатов, фосфатов и силикатов». Продолжительность занятия – 2 часа;
- *лабораторная работа № 5* «Проблемы геологического времени». Продолжительность занятия – 2 часа;
- *лабораторная работа № 6* «Основные этапы в развитии высших растений». Продолжительность занятия – 2 часа;
- *лабораторная работа № 7* «Основные этапы в развитии беспозвоночных». Продолжительность занятия – 2 часа;
- *лабораторная работа № 8* «Основные этапы в развитии хордовых». Продолжительность занятия – 2 часа;

## Лабораторная работа №1

### Определение элементов кристалла и элементов симметрии

*Цель:* Ознакомить студентов с основными элементами ограничения и симметрии кристаллов.

*Задачи:*

1. определить основные элементы ограничения кристалла;
2. определить основные элементы симметрии кристалла;
3. определить на моделях кристалла вид сингонии и категории.

*Задания:*

- 1) определить и зарисовать в тетрадах типы граней кристалла;
- 2) на моделях кристаллов и кристаллических решётках определить наличие центра симметрии, осей симметрии и плоскостей симметрии;
- 3) измерить гранные углы кристаллов.

*Оборудование:* модели кристаллов, природные кристаллы кварца, кальцита, гипса и других минералов, стеклянные пластинки, линейки, транспортир, рабочая тетрадь.

*Контрольные вопросы:*

1. Дать определение понятия «кристалл».
2. Сколько плоскостей симметрии может иметь кристалл?
3. Назвать важнейшие свойства кристаллических веществ.
4. Что называется гранью, ребром кристалла?
5. Практическое значение свойств кристаллических веществ.
6. Что называется сингонией?
7. Что представляет собой пространственная решетка?
8. Какие тела называются аморфными?
9. Что называется полиморфизмом?
10. Изобразить типы граней: тригон, тетрагон, дельта.
11. Чем отличаются кристаллические вещества от аморфных?
12. Какие формы кристаллов называются простыми?
13. Как распространены кристаллические вещества в природе?
14. Количество простых форм кристаллов.
15. Что означает способность кристаллических веществ самоограняться?
16. Дать определение понятия «симметрия».
17. В чём заключается закон постоянства граничных углов?
18. Для чего применяется гониометр?
19. Что называется центром симметрии?
20. Какие существуют сингонии?
21. Как определить наличие в кристалле центра симметрии?
22. Какие кристаллы относятся к кубической сингонии?
23. Что называется гранью кристалла?
24. В чём заключается явление анизотропии?
25. Что называется плоскостью симметрии?
26. Что называется видом симметрии?

27. Изобразить следующие типы граней: ромбоид, скалена, пентагон.  
 28. На каком опыте можно показать свойства анизотропного тела?  
 29. Что называется категорией сингонии?  
 30. Какие русские и советские учёные внесли существенный вклад в развитие кристаллографии?  
 31. Что называется вершиной кристалла?  
 32. Привести примеры полиморфизма.

*Литература:*

Гурский Б.Н., Гурский Г.В. Геология: учебник для географо-биол. спец. пед. институтков. – 2-е изд. – Мн.: Высшая школа, 1985. – 318 с.

Гурский Б.Н., Кудло К.К. Определитель минералов и горных пород. – Мн.: Высшая школа, 1978. – 96 с.

Гурский Б.Н. Практикум по общей геологии. Мн., Высшая школа, 1978. – 208 с.

## Лабораторная работа №2

### Физико-диагностические свойства минералов

*Цель:* Ознакомить студентов с главными физическими и специфическими свойствами минералов.

*Задачи:*

- 1) определить физические свойства минералов в природе;
- 2) определить специфические свойства;
- 3) выяснить формы нахождения минералов в природе.

*Задания:*

1) определить и записать в тетрадь следующие свойства: цвет, цвет черты, блеск, прозрачность, твёрдость, спайность, излом, удельный вес;

2) определить и записать в тетрадь специфические свойства: магнитность, горючесть, запах, вкус, гигроскопичность, жирность, реакция с HCl и другие.

*Оборудование:* коллекции минералов, шкала Мооса, фарфоровые «бисквиты», соляная кислота, молоток, компас, стальная игла, медная проволока, железный гвоздь, рабочие тетради.

*Контрольные вопросы*

1. Цвет черты минералов.
2. Какие минеральные формы называются жеодами?
3. Привести примеры волокнистых агрегатов.
4. Гигроскопичность минералов.
5. Привести примеры минералов, лёгких по удельному весу.
6. Чем обусловлен цвет минералов?
7. Перечислить важнейшие физические свойства минералов.
8. Привести примеры минералов с весьма совершенной спайностью.
9. Назвать твёрдость апатита.
10. Запах минералов.
11. Привести примеры минералов, имеющих различный цвет в куске и в порошке.

12. Что называется блеском минералов?
13. Дать определение понятиям «друза» и «щётка».
14. Назвать твёрдость кварца.
15. Типы зернистых агрегатов.
16. Шкала Мооса.
17. Побежалость минералов.
18. Прозрачность минералов.
19. Привести примеры минералов, тяжёлых по удельному весу.
20. Перечислить виды спайности.
21. Дендриты.
22. Практическое значение физических свойств минералов.
23. Привести примеры минералов с несовершенной спайностью.
24. Назвать твёрдость ортоклаза.
25. Виды излома минералов.
26. Расположить в порядке увеличения твёрдости следующие минералы: кварц, гипс, флюорит, апатит.
27. Как определяется магнитность минералов?
28. Какая спайность называется весьма совершенной?
29. Типы кристаллических агрегатов.
30. Чем обусловлена ирризация минералов?
31. Чем обусловлена спайность минералов?
32. Относительная и абсолютная твёрдость минералов.
33. Расположить в порядке уменьшения твёрдости следующие минералы: гипс, алмаз, кварц, тальк.
34. Чем характеризуются минералы, имеющие среднюю спайность?
35. От чего зависит морфология (форма выделения) минералов?
36. Какие минералы имеют жирный блеск?
37. Отдельность минералов и её отличие от спайности.
38. Привести примеры минералов, образующих землистые агрегаты.
39. Ковкость и хрупкость минералов.
40. Назвать самый твёрдый из следующих минералов: кальцит, кварц, тальк, топаз.
41. Какие свойства минералов определяются органами осязания?
42. Привести примеры минералов с шелковистым блеском.
43. Чем характеризуются минералы, имеющие совершенную спайность?
44. Как определяется относительная твёрдость минералов?
45. Какой из перечисленных минералов имеет наименьшую твёрдость: флюорит, гипс, корунд, топаз?
46. Какой блеск минералов называется матовым? Привести примеры.
47. Чем характеризуются минералы с несовершенной спайностью?
48. Какие минералы обладают вкусом?
49. Как определяется твёрдость порошкообразных минералов?
50. Назвать магнитные минералы.
51. Дать определение понятия «минерал».

52. Расположить в порядке увеличения твёрдости следующие минералы: алмаз, кальцит, кварц, тальк.

53. Какие физические свойства минералов зависят от строения кристаллической решётки?

54. Прозрачность минералов.

55. От чего зависит удельный вес минералов?

56. Классификация минералов по удельному весу.

57. Упругость минералов.

58. В скольких направлениях может проявляться спайность минералов?

59. Можно ли определить твёрдость минералов без использования шкалы Мооса?

60. Виды неметаллического блеска.

61. Привести примеры минералов, имеющих различную твёрдость в разных направлениях.

62. У каких минералов наблюдается зернистый излом?

63. Минерал царапается кальцитом и сам оставляет на нём царапины. Какова его твёрдость?

64. Какие минералы имеют металлический блеск?

*Литература:*

Гурский Б.Н., Гурский Г.В. Геология: учебник для географо-биол. спец. пед. институтутов. – 2-е изд. – Мн.: Высшая школа, 1985. – 318 с.

Гурский Б.Н., Кудло К.К. Определитель минералов и горных пород. – Мн.: Высшая школа, 1978. – 96 с.

Гурский Б.Н. Практикум по общей геологии. Мн., Высшая школа, 1978. – 208 с.

### Лабораторные работы №3, №4

#### Определение минералов различных классов

*Цель:* научить студентов определять минералы.

*Задачи:*

1) на основании физических свойств овладеть методами диагностики минералов;

2) усвоить признаки наиболее важных породообразующих и рудных минералов.

*Задание:*

1) определить физические свойства минерала и записать их в рабочую тетрадь по установленной схеме: А) твёрдость, Б) блеск, В) цвет, Г) цвет черты, Д) спайность, Е) излом, Ж) удельный вес;

2) пользуясь определителем минералов установить название минерала, указать его происхождение и практическое значение (каждый студент определяет 5 – 6 образцов). Результаты записать в тетрадь.

*Оборудование:* коллекция минералов, шкала Мооса, неглазированные фарфоровые пластинки, соляная кислота, молоток, компас, стальная игла, медная проволока, определители минералов, карандаши, рабочие тетради.

*Контрольные вопросы:*

1. Назвать минералы из группы силикатов, имеющие наибольшее практическое значение.
2. Диагностические признаки магнетита.
3. Для какого минерала характерны кристаллы в форме кубов со штриховкой на гранях?
4. Диагностические признаки ортоклаза.
5. Как отличить галит от сильвина?
6. Назвать важнейшие минералы из группы сульфидов.
7. Важнейшие свойства минералов группы слюд.
8. Назвать важнейшие минералы – оксиды железа и указать их диагностические признаки.
9. Перечислить и отметить основные свойства разновидностей кварца.
10. Как отличить пирит от марказита?
11. Назвать и охарактеризовать основные разновидности корунда.
12. К какому классу относятся гранаты?
13. Диагностические признаки апатита.
14. Перечислить самые распространённые минералы земной коры.
15. Практическое значение карбонатов.
16. Общая характеристика сульфидов.
17. Условия образования сульфатов.
18. По каким признакам можно различить молибденит и графит?
19. Назвать основные минералы – руды на железо.
20. Происхождение галогенидов.
21. Как различить кальцит и доломит?
22. Перечислить важнейшие минералы с твёрдостью 1 – 2.
23. Перечислить темноцветные породообразующие минералы с твёрдостью 5 – 6.
24. Чем отличаются амфиболы от пироксенов?
25. Происхождение оксидов.
26. Основные разновидности алмаза.
27. Классификация силикатов по структуре.
28. Формы нахождения опала и халцедона.
29. Встречается ли кварц в виде кристаллов кубической формы?
30. Перечислить важнейшие минералы, имеющие твёрдость 5–7.
31. Происхождение глинистых минералов.
32. Диагностические признаки халькопирита.
33. Как отличить оливин от пироксенов и амфиболов?
34. Происхождение сульфатов.
35. Диагностические признаки лабрадора.
36. Происхождение кальцита.
37. Перечислить минералы с твёрдостью выше 7.
38. Назвать минералы, имеющие наибольшую плотность.
39. Диагностические признаки талька.
40. Назвать минералы, обладающие запахом.

*Литература:*

Гурский Б.Н., Гурский Г.В. Геология: учебник для географо-биол. спец. пед. институтутов. – 2-е изд. – Мн.: Высшая школа, 1985. – 318 с.

Гурский Б.Н., Кудло К.К. Определитель минералов и горных пород. – Мн.: Высшая школа, 1978. – 96 с.

Гурский Б.Н. Практикум по общей геологии. Мн., Высшая школа, 1978. – 208 с.

## Лабораторная работа №5

### Проблемы геологического времени

*Цель:* Изучить геологическое время и геохронологическую шкалу и принципы положенные в основу её создания.

*Задачи:*

1. ознакомиться с методами, положенными в основу геологического времени;

2. изучить геохронологическую шкалу и принципы, положенные в основу её создания.

*Задания:*

1. рассмотреть принципы, положенные в основу создания геохронологической шкалы;

2. изучить различные шкалы геохронологического времени;

3. составить геохронологическую шкалу фанерозоя;

4. построить геохронологическую шкалу для докембрия и антропогена и выяснить особенности положенные в основу их подразделения.

*Оборудование:* различные геохронологические шкалы, цветные карандаши, линейка, рабочая тетрадь.

*Контрольные вопросы:*

1. Типы геологического времени.

2. Что такое геохронологическая шкала?

3. Что такое стратиграфическая шкала?

4. Какие принципы положены в основу её деления.

5. Названия периодов, что положено в их основу?

6. Назовите основные эоны?

7. Назовите периоды палеозойской эры?

8. Назовите периоды мезозойской эры?

9. Назовите периоды кайнозойской эры?

10. Назовите эпохи палеогена?

11. Назовите эпохи неогена?

12. Каковы возрастные рамки докембрия.

13. Каковы возрастные рамки палеозойской эры.

14. Каковы возрастные рамки мезозойской эры.

15. Каковы возрастные рамки кайнозойской эры.

16. Назовите возрастные границы периодов палеозойской эры.

17. Назовите возрастные границы периодов мезозойской эры.

18. Назовите возрастные границы периодов кайнозойской эры.

### *Литература:*

Гурский Б.Н. Историческая геология с элементами палеонтологии. – Мн.: Высшая школа, 1979. – 270 с.

Нестерович В.Н. Практикум по палеонтологии. – Мн.: Высшая школа, 1983. – 126 с.

Несцяровіч В.М., Літвінюк Г.І., Пацыкайлік Д.А. Гістарычная геалогія: Вучэбны дапаможнік. – Мн.: БДПУ, 2003. – 75 с.

Короновский Н.В., Хаин В.Е., Ясаманов Н.А. Историческая геология. – М.: 2006.

## Лабораторная работа №6

### **Основные этапы в развитии высших растений**

*Цель:* знакомство с основными этапами развития растительного мира.

#### *Задачи:*

1. познакомиться с формами сохранности растительного мира используя образцы горных пород;
2. выяснить продолжительность веков развития споровых;
3. голосеменных и покрытосеменных растений.

#### *Задания:*

1. на основе геохронологических подразделений построить филогенетическое древо для споровых растений;
2. построить филогенетическое древо для голосеменных растений;
3. построить филогенетическое древо для покрытосеменных растений.

*Оборудование:* Образцы органогенных пород, образцы псевдоморфоз по древесине, отпечатки листьев, рисунки и схемы, помещённые в данном пособии, контурные карты полушарий.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Укажите на различия между низшими и высшими растениями.
2. У каких растений впервые появилась способность к фотосинтезу?
3. Что понимается под термином «строматолиты»?
4. Охарактеризуйте бактерии, дайте оценку их геологического значения.
5. Охарактеризуйте водоросли, дайте оценку их геологического значения.
6. Охарактеризуйте риниофиты. Какова их роль в эволюции растений?
7. Охарактеризуйте древних представителей плауновидных.
8. Охарактеризуйте древних представителей членистостебельных.
9. Охарактеризуйте три класса папоротниковидных: класс Папоротников, класс Голосеменных, класс Цветковых. Назовите древних представителей этих классов.
10. Каково общее направление эволюции растений при выходе на сушу за время силур — карбон?
11. Каково общее направление эволюции растений начиная с мелового периода?

*Литература:*

Гурский Б.Н. Историческая геология с элементами палеонтологии. – Мн.: Высшая школа, 1979. – 270 с.

Нестерович В.Н. Практикум по палеонтологии. – Мн.: Высшая школа, 1983. – 126 с.

Несцяровіч В.М., Літвінюк Г.І., Пацыкайлік Д.А. Гістарычная геалогія: Вучэбны дапаможнік. – Мн.: БДПУ, 2003. – 75 с.

Короновский Н.В., Хаин В.Е., Ясаманов Н.А. Историческая геология. – М.: 2006.

## Лабораторная работа №7

### Основные этапы в развитии беспозвоночных

*Цель:* знакомство с основными этапами развития беспозвоночных.

*Задачи:*

1. познакомиться с представителями простейших, губок, архециат, кишечнорастворных, членистоногих и другими представителями;

2. выяснить продолжительность развития различных групп организмов и их стратиграфическое значение.

*Задание:*

1. на основе геохронологических подразделений построить филогенетическое древо для губок, архециат, кишечнорастворных, моллюсков, мшанок, плеченогих, иглокожих, морских ежей;

2. выделить руководящие формы беспозвоночных для крупных стратиграфических подразделений фанерозоя (эр) и более дробных периодов;

3. установить какие группы организмов из ныне живущих занимали господствующее положение в более ранние геологические периоды.

*Оборудование:* коллекции ископаемых форм организмов, лупы, линейки, карандаши, рабочие тетради, литература.

*Контрольные вопросы:*

1. Геологическое значение и распространение простейших (фораминифер и радиолярий).

2. Архециаты.

3. Тип Простейшие. Класс Саркодовые. Общая характеристика.

4. Геологическое значение и распространение кишечнорастворных.

5. Тип Членистоногие. Общая характеристика (кроме класса Трилобиты).

6. Геологическое значение и распространение брюхоногих моллюсков.

7. Тип Членистоногие. Класс Трилобиты. Общая характеристика.

8. Тип Кишечнорастворные. Класс Четырехлучевые кораллы. Общая характеристика и геологическое значение.

9. Геологическое значение и распространение трилобитов.

10. Белемниты.

11. Унио.

12. Геологическое значение и распространение табулят.

13. Фузулины.

14. Тип Моллюски. Класс Двустворчатые Геологическое значение и распространение четырёхлучевых кораллов.

15. Тип Иглокожие, свободноживущие (морские ежи правильные и неправильные, древние и молодые).

16. Тип Моллюски. Класс Брюхоногие. Общая характеристика.

17. Геологическое значение и распространение плеченогих.

18. Тип Иглокожие, прикрепленные (морские лилии).

19. Геологическое значение и распространение аммоидей.

20. Надотряд Аммоидей. Общая характеристика.

21. Геологическое значение и распространение иглокожих.

22. Геологическое значение и распространение наутилоидей.

23. Внутреннераковинные головоногие моллюски. Общая характеристика.

24. Геологическое значение и распространение археоциат.

25. Геологическое значение и распространение плеченогих.

26. Наружнораковинные головоногие моллюски. Общая характеристика.

#### *Литература:*

Гурский Б.Н. Историческая геология с элементами палеонтологии. – Мн.: Высшая школа, 1979. – 270 с.

Нестерович В.Н. Практикум по палеонтологии. – Мн.: Высшая школа, 1983. – 126 с.

Несцяровіч В.М., Літвінюк Г.І., Пацыкайлік Д.А. Гістарычная геалогія: Вучэбны дапаможнік. – Мн.: БДПУ, 2003. – 75 с.

Короновский Н.В., Хаин В.Е., Ясаманов Н.А. Историческая геология. – М.: 2006.

### Лабораторная работа №8

#### **Основные этапы в развитии хордовых**

*Цель:* знакомство с основными представителями всех типов позвоночных, выявление их стратиграфического значения.

#### *Задачи:*

1. определить основных представителей надкласса рыб и их стратиграфическое значение;

2. выявить основных представителей класса пресмыкающихся и их роль в развитии позвоночных;

3. выяснить историю развития и основные классы млекопитающих.

#### *Задания:*

лабораторное занятие проводится в виде коллоквиума при котором выясняются знания студентов по отдельным группам развития хордовых. В заключении предлагается построить филогенетическое дерево позвоночных на основе геохронологической шкалы.

Построить филогенетическое дерево рыб (пластинокожие, хрящевые, акантоды, костные рыбы).

Построить филогенетическое дерево для земноводных.

Построить филогенетическое дерево для пресмыкающихся.

Построить филогенетическое дерево млекопитающих (архаичные, первозвери, сумчатые, плацентарные).

*Оборудование:* коллекции некоторых ископаемых форм, лупы, литература, рабочие тетради, карандаши, ручки.

*Контрольные вопросы:*

1. Назовите основные признаки позвоночных.
2. Кого считают предполагаемым предком позвоночных животных?
3. Охарактеризуйте бесчелюстных. Назовите их отдалённого современного родственника.
4. Что объединяет животных в разделе Челюстноротые и какие надклассы в этом разделе выделяются?
5. Какие классы рыб выделяются? Назовите отличительные признаки каждого класса.
6. Какие подклассы включает класс Костные рыбы?
7. Кого считают предком земноводных?
8. Назовите основные признаки земноводных.
9. Назовите время появления, расцвета и вымирания древних земноводных.
10. Какие земноводные получили название стегоцефалов?
11. Назовите предполагаемых предков пресмыкающихся.
12. Назовите признаки пресмыкающихся.
13. Укажите время появления, господства и вымирания пресмыкающихся.
14. Охарактеризуйте палеозойских пресмыкающихся.
15. Охарактеризуйте мезозойских пресмыкающихся, в чем их отличие от палеозойских?
16. Назовите предполагаемых предков птиц.
17. Назовите время появления и расцвета птиц.
18. Что собой представляла первоптица и как она называется?
19. Назовите предполагаемых предков млекопитающих.
20. Укажите время появления и расцвета млекопитающих.
21. Какие млекопитающие являются архаическими?
22. Какие млекопитающие называются первозверями?
23. Какие млекопитающие называются сумчатыми?
24. Какие млекопитающие называются плацентарными?

*Литература:*

Гурский Б.Н. Историческая геология с элементами палеонтологии. – Мн.: Высшая школа, 1979. – 270 с.

Нестерович В.Н. Практикум по палеонтологии. – Мн.: Высшая школа, 1983. – 126 с.

Несцяровіч В.М., Літвінюк Г.І., Пацыкайлік Д.А. Гістарычная геалогія: Вучэбны дапаможнік. – Мн.: БДПУ, 2003. – 75 с.

Короновский Н.В., Хаин В.Е., Ясаманов Н.А. Историческая геология. – М.: 2006.

### 3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

#### 3.1 Тестовые задания

##### ТЕСТ I

Фораминиферы  
Радиолярии  
Археоциаты  
Губки  
Табулята  
Четырехлучевые кораллы  
Трилобиты  
Морские ежи  
Морские лилии

##### **A.**

1. На поверхности тела имеются известковые иглы, тело покрыто подкожным панцирем, состоящим из известковых табличек.
2. Имеют сходство с одноименными растениями.
3. По внешнему виду напоминают цветы.
4. Имеют стрекательные клетки.
5. Тело — трёхслойный мешок.
6. Характерны классификационные признаки: лицевой шов, щеки.
7. Морские колониальные и одиночные животные.

##### **B.**

1. Древние морские прикрепленные организмы.
2. Морские, ведут прикрепленный (донный) образ жизни. Немногочисленные формы обитают в пресных водоёмах.
3. Морские одиночные животные, свободноживущие и прикрепленные.
4. Примитивные, низшие многоклеточные животные.
5. Морские микроскопические одноклеточные организмы.
6. Имеют своеобразную водно-сосудистую (амбулякральную) систему.
7. Только морские свободноживущие одиночные животные.
8. Только колониальные формы.
9. Морские одиночные прикрепленные животные.
10. Древние морские животные, ведущие донный образ жизни, некоторые из них обладали способностью сворачиваться.

##### **B.**

1. Скелет состоит из кремнистых или известковых игл (спикул).
2. Выделяются правильные и неправильные, древние и молодые.
3. Характерна двусторонняя симметрия.
4. Имеют известковый скелет с хорошо развитыми вертикальными перегородками — септами.
5. Микрораковина из роговopodobного органического вещества (хитина) или извести, или песчинок, сцементированных известью или хитином.

6. Микроорганизмы, имеющие шарообразный, дисковидный или шлемовидный скелет, состоящий в большинстве случаев из кремнезёма.

7. Скелет известковый, массивный, в форме конус в конусе.

8. Микрораковина одно- и многокамерная с различным расположением камер.

9. Выделяются такие морфологические элементы тела, как крона (чашечка и руки), стебель, корень.

10. Характерна пятилучевая симметрия.

11. Имеют известковый скелет с хорошо развитыми горизонтальными перегородками — днищами.

12. Имели хитиноизвестковый панцирь, разделённый на три части.

**Г.**

1. Известны в позднем протерозое, широкое распространение получили в силуре и мелу. Живут в настоящее время.

2. Образуют криноидные известняки.

3. Известны с ордовика, широко представлены в палеозое и мезозое, встречаются в настоящее время.

4. Известны с докембрия до настоящего времени.

5. Древние, жившие и вымершие в палеозое животные.

6. Играют важную роль в пороодообразовании.

7. Известны только в отложениях кембрия.

## ТЕСТ II

Брюхоногие моллюски

Двустворчатые моллюски

Наутилоидеи

Аммоноидеи

Внутреннераковинные

Плеченогие

**А.**

1. Животное помещается в жилой камере внутри раковины.

2. Характерны для нижнего палеозоя, в настоящее время сохранился род в Тихом и Индийском океанах.

3. Органом передвижения является воронка.

4. Образуют пеллециподовые известняки.

5. Являются непосредственными предками современных головоногих моллюсков.

6. Распространение получают с середины палеозоя, вымирают в мезозое.

7. Известны с триаса, развитие получили в юрском и меловом периодах.

8. В палеозое развиты слабо, в мезозое широко распространены, расцвета достигли в кайнозое.

9. В палеозое были одними из самых многочисленных и разнообразных морских животных, в настоящее время мало распространены.

10. Самый обширный в современную эпоху класс моллюсков.

## **Б.**

1. Имеются следующие морфологические элементы: жилая камера, фрагмокон, сифон.
2. Имеются следующие морфологические элементы: ростр, простракум, альвеола.
3. По типу замка подразделяются на рядозубые, разнозубые, беззубые.
4. Имеются такие морфологические элементы, как мантийная линия, мантийный синус, отпечатки мускулов.
5. У большинства раковина асимметричная.
6. Выделяются такие морфологические элементы раковины, как шовная линия, устье, столбик, виток.
7. Имеют отверстие для выхода ножки.
8. Некоторые представители имеют такие морфологические элементы, как аррея, синус, седло.
9. Бывают замковые и беззамковые.
10. Замок состоит из двух зубов на одной створке и двух выемок на другой.
11. Замок — чередование зубов и ямок на обеих створках.
12. Плоскость симметрии проходит через створки, деля их пополам.

## **В.**

1. На раковине могут быть отпечатки кровеносной системы.
2. Раковина обтянута кожей.
3. Ведут придонный образ жизни.
4. Древние, примитивные представители головоногих.
5. Ведут прикрепленный донный образ жизни. Прикрепляются при помощи специальной ножки.
6. Главным образом плавающие животные.
7. Имеют представителей, ведущих наземный образ жизни.
8. Пресноводные одиночные животные.
9. Морские одиночные животные.
10. Морские и пресноводные одиночные животные.

## **Г.**

1. Раковины могут быть объемлющими, полуобъемлющими, необъемлющими.
2. Могут быть равностворчатými и неравностворчатými, равносторонними и неравносторонними.
3. Имеют «ручной аппарат».
4. Имеют брюшную и спинную створки.
5. У большинства раковина спирально-коническая.
6. Имеют левую и правую створки.
7. Раковина прямая, слегка согнутая или спирально-плоскостная.
8. Перегородка прямая, перегородочная линия простая.
9. Преобладают раковины, свёрнутые в одной плоскости.
10. Имеют сложное строение перегородочной линии.
11. Обладают двусторонней симметрией.

### **Пояснения к тестам**

В верхней части теста приведены группы фауны, отдельные признаки которых скомпонованы определённым образом. Знакомясь со списком этих признаков по порядку, необходимо отобрать признаки заданной группы и записать их в виде формулы. Остальные признаки в данном случае не принимаются во внимание. Например: Губки А 5, 7; Б 2, 4; В 1; Г 1.

Правильность ответа можно проконтролировать, сравнив полученную формулу с формулой, приведённой в ответах к тестам. Подобные тесты (изменив порядок компоновки признаков) могут быть использованы преподавателем с минимальной затратой времени для контроля готовности студентов к занятиям.

### **Ответы к тестам**

Фораминиферы Б 5, 7; В 5, 8; Г 4, 6.

Радиолярии Б 5, 7; В 6; Г 4, 6.

Археоциаты А 7; Б 1, 4; В 7; Г 5, 6, 7.

Губки А 5, 7; Б 2, 4; В 1; Г 1.

Табулята А 3, 4, 5; Б 1, 8; В 11; Г 5, 6.

Четырехлучевые кораллы А 3, 4, 5, 7; Б 1; В 4; Г 5.

Трилобиты А 6; Б 7, 10; В 3, 12; Г 5.

Морские ежи А 1; Б 6, 7; В 2, 3, 10; Г 3.

Морские лилии А 2; Б 3, 6; В 9, 10; Г 2, 3, 6.

Брюхоногие моллюски А 8, 10; Б 5, 6; В 7; Г 5.

Двустворчатые моллюски А 4, 8; Б 3, 4, 9, И; В 3, 10; Г 2, 6, 11.

Наутилоидеи А 1, 2, 3; Б 1; В 3, 4, 9; Г 7, 8, И.

Аммоноидеи А 1, 3, 6; Б 1; В 3, 6, 9; Г 1, 9, 10, 11.

Внутреннераковинные А 1, 3, 5, 7; Б 1, 2; В 1, 2, 6, 9; Г 11.

Плеченогие А 9; Б 7, 8, 9, 10, 12; В 3, 5, 9; Г 3, 4.

## 3.2 Вопросы к экзамену

1. Предмет и задачи геологии. Значение геологических исследований.
2. Основные этапы истории развития геологической науки.
3. Строение Вселенной и Солнечной системы.
4. Строение Земли.
5. Геохронологическая шкала. Методы определения возраста Земли.
6. Гипотезы происхождения Земли.
7. Кристаллы и их свойства.
8. Физические свойства минералов.
9. Генезис минералов.
10. Классификация минералов.
11. Характеристика класса самородные элементы.
12. Характеристика класса сульфиды.
13. Характеристика класса галоидные соединения.
14. Характеристика класса окислы и гидроокислы.
15. Характеристика класса карбонаты.
16. Характеристика класса сульфаты.
17. Характеристика класса фосфаты и вольфраматы.
18. Характеристика класса силикаты и алюмосиликаты.
19. Магматизм, дифференциация магмы.
20. Интрузивный магматизм.
21. Эффузивный магматизм.
22. Морфология и классификация вулканов.
23. Классификация магматических горных пород.
24. Строение океанов. Типы и фации морских отложений.
25. Обломочные горные породы.
26. Глинистые породы.
27. Породы химического и биохимического происхождения.
28. Метаморфизм, типы метаморфизма.
29. Метаморфические горные породы.
30. Геологическая деятельность атмосферных вод.
31. Типы речных террас.
32. Аккумулятивная деятельность рек.
33. Геологическая деятельность ледников, типы ледников.
34. Эрозионная и аккумулятивная деятельность ледников.
35. Аккумулятивная деятельность талых ледниковых вод.
36. Перигляциальная зона.
37. Оледенения Земли, причины оледенений.
38. Классификации и типы подземных вод.
39. Карстовые процессы. Суффозия.
40. Геологическая деятельность ветра.
41. Дюны и барханы.
42. Геологическая деятельность озёр и болот.
43. Тектонические движения земной коры и их типы.

44. Складчатые формы залегания горных пород.
45. Разрывные тектонические движения.
46. Байкальский тектогенез и его проявления.
47. Беннетитовые, их роль в развитии растений.
48. Вендский период в истории развития Земли.
49. Герцинский тектогенез и его проявления.
50. Девонский период в развитии Земли, его особенности.
51. Дивергентные границы между литосферными плитами.
52. Кайнозойский тектогенез и его проявления.
53. Кайнозойский этап в развитии Земли.
54. Кайнозойские фауны в развитии органического мира.
55. Каледонский тектогенез и его проявления.
56. Каменноугольный период в истории развития Земли.
57. Кембрийский период в развитии Земли, его особенности.
58. Конвергентные границы между литосферными плитами.
59. Мезозойский тектогенез и его проявления.
60. Мезозойский этап в развитии Земли.
61. Меловой период в развитии Земли, его особенности.
62. Определение фации. Литофациальный анализ.
63. Новая глобальная тектоника о развитии литосферы.
64. Образование островных дуг, геологический смысл этого явления.
65. Субдукция, ее роль в образовании земной коры.
66. Определение фации. Биофациальный анализ.
67. Определение фации. Континентальные фации, их особенности, основные фации этого типа
68. Определение фации. Лагунные фации, их особенности, основные фации этого типа.
69. Определение фации. Морские фации, их особенности. Основные фации этого типа.
70. Определение формации, особенности платформенных формаций, основные платформенные формации.
71. Определение формации. Особенности геосинклинальных формаций, основные формации этого типа.
72. Ордовикский период в развитии Земли, его особенности.
73. Палеоген-неогеновый этап развития Земли, его особенности.
74. Палеозойский этап развития Земли, его особенности.
75. Первые наземные позвоночные животные, их дальнейшая эволюция
76. Первые наземные растения и их роль в развитии высших растений.
77. Первые представители голосеменных и их дальнейшая эволюция.
78. Пермский период в развитии Земли, его особенности.
79. Позднепалеозойский этап в развитии Земли.
80. Позднепротерозойский этап в развитии Земли.
81. Понятие о геологическом времени.
82. Отличие в образовании океанической и континентальной земной коры.

83. Раннегеологический этап в развитии Земли
84. Раннегеосинклинальный (доплитный) этап в развитии Земли.
85. Раннепалеозойский этап развития Земли.
86. Ранние геосинклинали, их значение в образовании земной коры.
87. Рифтогенез и его роль в развитии земной коры.
88. Силурийский период в истории развития Земли, его особенности.
89. Современные эпиконтинентальные моря.
90. Спрединг и его роль в развитии земной коры.
91. Триасовый период в развитии Земли, его особенности.
92. Формации краевых прогибов, их особенности, основные формации этого типа.
93. Четвертичный период в истории развития Земли, его особенности.
94. Эволюция земноводных.
95. Эволюция костных рыб.
96. Эволюция млекопитающих.
97. Эволюция плауновидных.
98. Эволюция покрытосеменных.
99. Эволюция пресмыкающихся.
100. Эволюция птиц.
101. Эволюция рыб.
102. Эволюция членистостебельных.
103. Эпиplatformенный орогенез.
104. Юрский период в развитии Земли, его особенности.
105. Относительный и абсолютный возраст горных пород. Методы его определения.

## 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В этот раздел включены подраздел 4.1, где приведён список литературных источников для изучения данной учебной дисциплины, и подраздел 4.2, в котором изложена программная документация, утверждённая УМО БГПУ.

### 4.1 Список литературы

#### Основная

1. Богдасаров, М.А. Краткий определитель минералов, горных пород и окаменелостей / М.А. Богдасаров. – Брест : БрГУ имени А.С. Пушкина, 2012. – 138 с.
2. Карлович, И.А. Геология : учебное пособие / И.А. Карлович. – М. : Академический проект, ТРИКСТА, 2005. – 703 с.
3. Комаровский, М.Е. Учебная общегеологическая практика на Минском полигоне / М.Е. Комаровский. – Минск : БГУ, 2011. – 153 с.
4. Короновский, Н.В. Геология 3-е издание. / Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. – М.: Академия, 2006. – 456 с.
5. Короновский, Н.В. Историческая геология. 2-е издание / Н.В. Короновский, В.Е. Хаин, Н.А. Ясаманов. – М.: Академия, 2006. – 464 с.
6. Краткий курс лекций по геологии : пособие для вузов по спец. 1-02 04 05 География. Дополнительная специальность / М. А. Богдасаров ; рец.: А.Ф. Санько, Г. И. Литвинюк ; УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина». – Брест : БрГУ им. А.С. Пушкина, 2012. – 164 с.
7. Литвинюк Г.И. Геология / Г.И. Литвинюк, Д.А. Пацыкайлик, А.В. Таранчук. – Минск, 2017. – 96 с.
8. Махнач, А.А. Введение в геологию Беларуси / А.А. Махнач. – Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2004. – 198 с.
9. Михайлова, И.А. Палеонтология / И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко. – М.: МГУ, 2006. – 446 с.
10. Несцяровіч В.М. Гістарычная геалогія / В.М. Несцяровіч, Г.И. Літвінюк, Д.А. Пацыкайлік, Мінск, 2008. – 112 с.
11. Плакс, Д.П. Геология : учеб. пособие / Д.П. Плакс, М.А. Богдасаров. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 431 с.
12. Подобина, В.М. Историческая геология. / В.М. Подобина, С.А. Родыгин. – Томск: НТЛ, 2000. – 388 с.
13. Ярцев, В.И. Геологический словарь: понятия и термины / В.И. Ярцев. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 686 с.

#### Дополнительная

14. Гурский, Б.Н., Геология общая и историческая / Б.Н Гурский, Д.М. Корулин. – Минск: Высшая школа, 1982. – 301 с.
15. Друщиц, В.В. Палеонтология / В.В. Друщиц, О.П. Обручева. – М.: МГУ, 1971. – 414 с.
16. Лазаренко, Е.К. Курс минералогии / Е.К. Лазаренко. – М.: Высшая школа, 1971. – 608 с.

17. Немков, Г.И. Историческая геология. 2-е издание / Г.И. Немков, Е.С. Левицкий, И.А. Гречишникова. – М.: Недра, 1986. – 352 с.
18. Нестерович, В.Н. Практикум по палеонтологии / В.Н. Нестерович. – Минск : Вышэйшая школа, 1983. – 126 с.
19. Атлас динозавров : Доисторический мир / Д. Палмер ; пер. Е.О. Токарев. – М. : АСТ : Астрель : Премьера, 2001. – 224 с.
20. Войлошников, В.Д. Геология: методы реконструкций прошлого Земли. Геологическая история Земли / В.Д. Войлошников. – М.: Просвещение, 1979. – 272 с.
21. Гурский, Б.Н. Историческая геология с элементами палеонтологии / Б.Н. Гурский. – Минск : Высшая школа, 1979. – 272 с.

КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ МАКСИМА ТАНКА»**



УТВЕРЖДАЮ

Профессор по учебной работе БГПУ

В.М. Зеленкевич

Регистрационный № УД- 25-03/04 уч.

**ГЕОЛОГИЯ**

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной  
дисциплине  
для специальности:  
1-02 04 02 Биология и география**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-02 04 01-2013 по специальности 1-02 04 02 «Биология и география», регистрационный № 88 от 30.08.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Г.И. Литвинюк, доцент кафедры географии и методики преподавания географии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат геолого-минералогических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра региональной геологии Белорусского государственного университета

А.А.Махнач, главный научный сотрудник НПЦ «Геология», доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик НАН Беларуси

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ**

Кафедрой географии и методики преподавания географии  
(протокол № 11 от 07.05.2018)

Заведующий кафедрой



А.В.Таранчук

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»  
(протокол № 5 от 19.06.2018)

Оформление учебной программы и сопровождающих её материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует.

Методист учебно-методического  
отдела БГПУ



Е.А. Кравченко

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Геология» является одной из основополагающих в естественнонаучном образовании, совместно с другими базовыми дисциплинами закладывает основы теоретических знаний, объясняет процессы, происходящие в природе, знакомит с основными структурными элементами земной коры и закономерностями её развития, а также показывает значение геологии для народного хозяйства. Знания по геологии являются составной частью среднего образования и поэтому учитель географии должен иметь достаточно большой уровень геологических знаний. Полученные теоретические знания в ходе обучения закрепляются во время прохождения учебной полевой практики.

Программа по учебной дисциплине «Геология» разработана в соответствии с образовательным стандартом и типовым учебным планом подготовки студентов по специальности 1-02 04 02 Биология и география.

**Целью** изучения учебной дисциплины «Геология» является приобретение студентами основ геологических знаний и формирование у них представлений о процессах, протекающих в недрах Земли и на её поверхности, а также истории развития Земли на основе изучения тектонических структур материков, океанов и эволюции органического мира.

### **Задачи учебной дисциплины:**

- изучить вещественный состав Земли и земной коры при непосредственном исследовании слагающих их горных пород;
- изучить процессы, протекающие в недрах литосферы и на её поверхности, обусловленные внутренними (эндогенными) и внешними (экзогенными) силами;
- изучить минералы и горные породы магматического, метаморфического происхождения и их значение для народного хозяйства;
- дать представление о наиболее важных экзогенных факторах (выветривании, геологической деятельности атмосферных и подземных вод, рек, морей, ветра, озёр, болот, ледников и т.д.) и их роли в формировании рельефа Земли;
- ознакомить студентов с методами проведения палеогеографических реконструкций, сформировать понятие о фациях и формациях и связанных с ними полезных ископаемых;
- сформировать представление о геологической истории развития Земли, её основных тектонических этапах формирования;
- показать общие закономерности развития органического мира и его эволюции;
- показать важность изучения геологии с целью практического использования недр Земли для развития народного хозяйства.

**Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста. Связи с другими учебными дисциплинами.**

Учебная дисциплина «Геология» тесно связана с такими специальными

учебными дисциплинами как «Общее землеведение», «Картография с основами топографии», так как они закладывают основы фундаментальных знаний о географической оболочке, процессах и явлениях, оказывающих влияние на её развитие. В то же время, полученные знания по геологии используются студентами при изучении таких учебных дисциплин как «География почв с основами почвоведения», «Физическая география материков и океанов», «Физическая география Республики Беларусь».

Структурирование содержания учебной дисциплины осуществляется посредством выделения в нём укрупнённых дидактических единиц - разделов. Структура содержания учебной дисциплины включает разделы и темы учебных занятий. По каждому учебному разделу в соответствии с его целями и задачами по формированию и развитию у студентов компетенций преподавателем (кафедрой) проектируются и реализуются определенные педагогические технологии. В числе наиболее перспективных и эффективных современных инновационных образовательных систем и технологий, позволяющих реализовать системно-деятельностный компетентностный подход в учебно-воспитательном процессе, следует выделить: учебно-методические комплексы, информационные технологии, методики активного обучения, критериально-ориентированные тесты.

#### **Требования к освоению учебной дисциплины**

Профессиональная компетентность будущего специалиста определяется в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, где указаны общие требования подготовки специалиста. Изучение учебной дисциплины «Геология» должно обеспечить формирование у студентов академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

Требования к академическим компетенциям. Студент должен:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть исследовательскими навыками.

АК-3. Уметь работать самостоятельно.

АК-4. Быть способным продуцировать новые идеи (обладать креативностью).

АК-5. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-6. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-7. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-8. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

АК-9. Уметь осуществлять учебно-исследовательскую деятельность.

Требования к социально-личностным компетенциям студента. Студент должен:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-3. Владеть навыками сбережения своего здоровья и товарищей.

СЛК-4. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-5. Уметь работать в команде единомышленников.

СЛК-6. Быть способным к осуществлению самообразования и самосовершенствования в своей профессиональной деятельности.

Требования к профессиональным компетенциям студента. Студент должен быть способен:

ПК-1. Эффективно реализовывать обучающую деятельность.

ПК-2. Управлять учебно-познавательной, научно-исследовательской деятельностью обучающихся.

ПК-3. Использовать оптимальные методы, формы, средства обучения.

ПК-4. Организовывать и проводить учебные занятия различных видов.

ПК-5. Организовывать самостоятельную работу обучающихся.

ПК-6. Развивать навыки самостоятельной работы обучающихся с учебной, справочной, научной литературой и др. источниками информации.

ПК-7. Развивать уровень учебных возможностей обучающихся на основе системной педагогической диагностики.

ПК-8. Формулировать диагностично образовательные и воспитательные цели.

ПК-9. Оценивать учебные достижения учащихся, а также уровни их воспитанности и развития.

ПК-10. Осуществлять самообразование и самосовершенствование профессиональной деятельности.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта в результате изучения дисциплины «Геология» студент должен:

**знать:**

строение Земли и земной коры, общие закономерности развития земной коры и литосферы;

состав и свойства минералов и горных пород, слагающих земную кору и имеющих промышленный интерес, а также их генезис и закономерности размещения в пространстве;

геологические процессы, происходящие в недрах Земли и на её поверхности, в результате которых образуются минералы и горные породы, а также как происходит формирование древнего и современного рельефа;

геологическую историю развития Земли и причины образования и развития литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы;

историю развития материков и океанов, эволюцию климата, органического мира и формирование различных полезных ископаемых.

В результате изучения учебной дисциплины «Геология» студент должен **уметь:**

определять минералы и горные породы, объяснить их происхождение и практическое применение;

объяснить происхождение любых форм рельефа с точки зрения позиций геологического развития территории;

объяснить глобальные геологические процессы, происходящие на границах литосферных плит;

прочитать любую геологическую карту и объяснить возраст изображённых на ней геологических структур;

проводить палеогеографические реконструкции по результатам геологического строения территории, ископаемым органическим остаткам и другим признакам;

использовать литературные, фондовые, полевые и другие источники, составлять по ним стратиграфические колонки, геологические профили и вести другую геологическую документацию.

В результате изучения учебной дисциплины «Геология» студент должен **владеть:**

навыками и приёмами обобщения фактического материала;

методикой анализа геологических и специальных карт;

навыками построения профилей и графиков;

понятийным аппаратом дисциплины;

междисциплинарным подходом как методологической основой географических исследований;

методами общегеологического изучения и умением применять их при проведении геологических исследований.

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;

проектные технологии, используемые при проектировании конкретного объекта, реализуемые при выполнении курсовой работы.

Всего на изучение учебной дисциплины для студентов дневной формы получения образования отводится 190 часов, из них аудиторных 88 (50 – лекции, 18 – практические занятия, 18 – лабораторные занятия, 2 – семинарские занятия). Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов составляет 66 часов.

Распределение по семестрам:

в 1 семестре: всего 70 часов, из них 44 часа составляют аудиторные занятия: 26 часов – лекции, 10 часов – практические занятия, 8 часов – лабораторные. Самостоятельная (внеаудиторная) работа составляет 26 часов.

во 2 семестре: всего 128 часов, из них 44 часа составляют аудиторные занятия: 24 часа – лекции, 8 часов – практические занятия, 2 часа – семинарские занятия, 10 часов – лабораторные занятия. Самостоятельная (внеаудиторная) работа составляет 40 часов.

Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом специальности в форме экзамена во втором семестре для студентов дневной формы получения образования.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Раздел I. ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ МИНЕРАЛОГИИ И ПЕТРОГРАФИИ**

#### **Тема 1. Предмет и задачи геологии**

Определение предмета изучения геологии. Значение геологических исследований для прогресса науки, географического образования учителя географии. Место геологии среди других естественных наук и связь с ними. Роль минеральных ресурсов в общественном производстве.

#### **Тема 2. Основные этапы истории развития геологических знаний**

Состояние геологической науки в древнюю и средневековую эпохи. Роль русских и советских учёных в развитии геологической науки. Работы М.Ю. Ломоносова, В.М. Севергина, А.П. Карпинского, И.В. Мушкетова, Ф.Ю. Левинсона-Лессинга, В.И. Вернадского, В.А. Обручева, А.Е. Ферсмана, Д.В. Наливкина, И.М. Губкина, А.Д. Архангельского, М.М. Страхова, П.И. Степанова, А.П. Виноградова. Вклад белорусских геологов Г.В. Богомолова, К.И. Лукашова, Г.И. Горещкого, Р.Г. Горещкого, А.С. Махнача, Б.Н. Гурского, Л.Н. Вознячука и др. в развитие минерально-сырьевой базы страны.

#### **Тема 3. Строение, физические, химические свойства Земли, возраст и гипотезы происхождения Земли**

Строение и состав Земли. Методы изучения строения Земли. Геологические и геофизические исследования, сверхглубокое бурение, изучение ложа Мирового океана. Общие сведения о физических свойствах, химическом составе и строении Земли (геофизическая модель). Общие сведения о внутренних частях земного шара.

#### **Тема 4. Генетическая минералогия**

Сведения с кристаллографии. Кристаллическое и аморфное состояние вещества. Кристалл и элементы его ограничения. Симметрия кристаллов и элементы симметрии (плоскость, центр и ось симметрии). Простые кристаллические формы и их сочетания. Виды симметрии (сингонии).

Общие сведения о минералах. Физические свойства минералов (твёрдость, упругость, гибкость, ковкость, спайность, светопреломление, цвет, цвет черты, блеск, прозрачность, удельный вес, вкус, запах, магнитность и др.). Связь физических свойств с особенностями кристаллохимической структуры минералов.

Морфология минералов и их агрегатов: облик кристаллов, агрегаты, двойники (срастания и прорастания и др.), зернистые и плотные массы, друзы, конкреции и секретиции, оолиты, натечные формы, корки, дендриты, землистые скопления. Особенности состава минералов земной коры. Классификация минералов.

Распространённые и практически важные минералы. Самородные элементы: золото, серебро, платина, медь, алмаз, графит, сера.

Сернистые соединения: галенит, сфалерит, сульфиды меди (халькопирит, халькозин), киноварь, молибденит, сульфиды железа (пирит, марказит).

Галоидные соединения: галит, сильвин, карналлит, флюорит.

Оксиды и гидроксиды: кремния (кварц, халцедон, опал), железа (гематит, гетит), алюминия (корунд, бемит), марганца (пирролюзит, псиломелан), сложные окислы (магнетит, ильменит, хромит).

Соли кислородных кислот. Карбонаты: кальцит, арагонит, доломит, сидерит, малахит, азурит.

Сульфаты: барит, гипс, ангидрит, мирабилит, ярозит.

Вольфраматы: вольфрамит.

Фосфаты; апатит, вивианит, фосфорит.

Силикаты: калинатровые полевые шпаты (ортоклаз, микроклин), кальциево-натровые (плаггиоклазы), слюды (мусковит, биотит, лепидолит, флогопит), амфиболы (роговая обманка, актинолит), пироксены (авгит), группа эпидота, группа турмалина, группа оливина, группа граната, группа хлорита, группа серпантина, группа талька, глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит), гидрослюды.

### **Тема 5. Магматизм и магматические горные породы**

Магма, ее состав, состояние, условия нахождения. Дифференциация магмы. Глубинные (интрузивные) и поверхностные (эффузивные) магматические процессы.

Интрузивный магматизм. Формы глубинных интрузии (батолиты и штоки). Инъекционные тела (силлы, лакколлиты, лополиты, факолиты, дайки, некки). Полезные ископаемые, связанные с интрузивным магматизмом.

Эффузивный магматизм. Продукты вулканических извержений. Трещинные излияния и центральные извержения, формы залегания эффузивных пород (купола, потоки, покровы). Строение вулкана. Типы центральных извержений (трубки взрыва, бандасайский, пелейский, этновезувианский, гавайский). Поствулканические явления. Причины извержения вулканов. Полезные ископаемые, связанные с эффузивным магматизмом. Географическое распространение вулканов.

Поствулканические процессы и минеральные образования. Легколетучие компоненты магмы. Представления о механизме отделения газовой фазы от магматического расплава. Пневматолитизм и образование минералов с вулканических возгонов. Гидротермальные растворы. Пневматолитово-гидротермальные растворы. Пневматолитово-гидротермальные образования: грейзеновые тела, штокверки, жилы, линзы и другие формы залегания. Скарны и другие контактные образования. Метасоматоз. Значение постмагматических явлений для образования месторождений руд. Генетическая и пространственная связь магматизма с рудообразованием. Полезные ископаемые магматического происхождения.

Главные магматические породы. Интрузивные и эффузивные породы. Минеральный состав, структуры и текстуры магматических горных пород как показатель условий их образования. Классификация магматических пород по химическому составу: ультраосновные, основные, средние, кислые, щелочные породы. Группа гранита-липарита, сиенита-трахита, диорита-андезита, габбро-базальта, перидотита, нефелинового сиенита. Особенности

минерального состава и структуры магматических пород в зависимости от происхождения.

### **Тема 6. Геологическая деятельность атмосферных вод. Гипергенез и кора выветривания**

Поверхностный сток, его эрозионная и аккумулятивная деятельность. Склоновые процессы, образования делювия. Солифлюкция. Деятельность периодических потоков. Пролувий. Оврагообразование. Сели и селевые отложения.

Гипергенез и кора выветривания. Представление о выветривании. Зона гипергенеза. Кора выветривания. Влияние биоклиматических условий. Роль рельефа и грунтовых вод на формирование коры выветривания. Древняя кора выветривания. Полезные ископаемые коры выветривания: силикатные руды никеля, элювиальные бокситы, железные руды.

### **Тема 7. Геологическая деятельность рек**

Разрушительная работа речной воды. Виды речной эрозии. Базис эрозии. Влияние колебаний базиса эрозии на геологическую деятельность реки и строение ее долины. Переносная и созидательная работа рек. Русловой, пойменный и старичный аллювий равнинных рек. Стадии существования реки. Реки геологического прошлого.

### **Тема 8. Геологическая деятельность ледников**

Образование и движение ледников. Типы ледников. Эрозионно-аккумулятивная деятельность ледников. Формы ледникового рельефа. Ледниковые отложения: моренные, водно-ледниковые, озерно-ледниковые, перигляциальные. Отложения древних материковых ледников. Оледенения на Беларуси.

### **Тема 9. Геологическая деятельность ветра, озер и болот**

Разрушительная работа ветра (дефляция, корразия). Эоловый перенос. Эоловая аккумуляция и ее формы (дюны, барханы, грядовые пески и др.). Эоловые лессы и лессовидные отложения.

Абразия и аккумуляция. Озерные отложения разных климатических зон. Терригенные, органогенные, хемогенные осадки. Полезные ископаемые, связанные с озерными отложениями. Происхождение болот, их типы. Болотные отложения и полезные ископаемые.

### **Тема 10. Геологическая деятельность подземных вод**

Происхождение подземных вод. Водопроницаемые и водоупорные слои. Водоносные горизонты. Безнапорные и напорные межпластовые воды. Химический состав подземных вод. Процессы растворения и осаждения, разуплотнения и цементации. Суффозия, оползни, карст. Морфология минеральных новообразований: натечные формы, сталактиты, сталагмиты, пещерный жемчуг. Роль подземных вод в образования горных пород и полезных ископаемых. Формы рельефа, образованные подземными водами.

### **Тема 11. Геологическая деятельность моря. Осадочные горные породы**

Разрушительная работа моря (абразия). Созидательная работа моря. Литогенез и его стадии. Минералообразование при осадконакоплении

(осаждение карбонатов, гидроокислов железа и марганца, фосфатов, сульфатов, хлоридов) на разных морфологических элементах дна Мирового океана. Красная океаническая глина и радиоляриевые илы абиссальных областей. Осадки литоральной области шельфа. Соленосные отложения высыхающих лагун. Терригенные и органогенные илы материкового склона и ложа Мирового океана. Влияние физико-географических условий на состав осадков. Типы литогенеза по М.М. Страхову. Органический и животный мир.

Осадочные горные породы. Стадии их образования, особенности минерального состава и строения, формы залегания и принципы классификации осадочных пород. Нормально-осадочные породы, их классификация по размеру, форме, степени окатанности обломков, наличия или отсутствия цемента. Примеры подразделения обломочных пород по минеральному составу (мономинеральные, олигомиктовые пески, аркозы, граувакки). Глинистые породы (глины и аргиллиты). Биохимические породы: карбонатные, кремнистые, галогенные, фосфатные, железистые, марганцовые, аллиты, каустобиолиты. Пирокластические породы (туфы и туффиты).

### **Тема 12. Метаморфизм и метаморфические горные породы**

Метаморфизм и метаморфические горные породы. Метаморфизм и его типы (динамометаморфизм, контактовый, термальный, региональный). Факторы метаморфизма: давление, температура, химически активные компоненты. Особенности минералообразования при метаморфизме: возникновение минералов с плотной структурой, ориентированная перекристаллизация минералов при сохранении их в твердом состоянии. Метасоматоз. Процессы гранитизации. Минеральный состав. Структура и текстура метаморфических пород. Наиболее распространенные метаморфические породы: гнейсы, гранулиты, кристаллические сланцы, амфиболиты, кварциты, мрамор, серпентиниты, хлоритовые, тальковые, глинистые сланцы, скарны, роговики. Роль метаморфизма в формировании некоторых рудных месторождений.

### **Тема 13. Тектонические движения земной коры**

Тектонические движения земной коры. Общие представления о тектонических процессах. Типы тектонических движений: колебательные и горообразовательные (складчатые и разрывные).

Колебательные (эпейрогенические) движения и их свойства. Признаки колебательных движений в геологическом прошлом. Трансгрессии и регрессии моря как итог колебательных движений земной коры. Складчатые движения и их результат. Упругие и пластические деформации слоев горных пород. Элементы залегания слоев. Антиклинальные и синклиналильные складки и их элементы. Морфологические типы складок.

Разрывные движения и их результат. Основные виды элементарных разрывных движений со смещением: сброс, всброс, надвиг, сдвиг, шарьяж, Групповые нарушения: сложный сброс, сложный всброс, рифтовый грабен, горст, краевой грабен. Антеклизы, синеклизы. Авлакоген. Глубинные разломы.

Горообразование как итог совместного проявления колебательных складчатых и разрывных тектонических движений земной коры. Типы тектонических движений земной коры: складчатые, складчато-глыбовые, глыбовые.

## **Раздел II. МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО ЗЕМЛИ**

### **Тема 14. Геологическое время**

Понятие об относительном и абсолютном возрасте отложений. Определение относительного возраста горных пород на основании биостратиграфического метода.

Установление абсолютного возраста горных пород в результате определения продуктов распада радиоактивных химических элементов с помощью уран-свинцового, калий-аргонового, радиоуглеродного методов.

### **Тема 15. Эволюционная палеонтология**

Определение палеонтологии как науки. Роль отечественных ученых в развитии палеонтологии. Организм и среда, биономические зоны. Формы сохранности.

Основные этапы в развитии растений: возникновение и эволюция риниофитов, моховидных, плауновых, членистостебельных, папоротниковидных.

Основные группы ископаемых представителей беспозвоночных: простейшие, губки, кишечнополостные, мшанки, плеченогие, моллюски, иглокожие, членистоногие, полухордовые.

Основные этапы в развитии позвоночных: возникновение и эволюция древних бесчелюстных, челюстных - возникновение и эволюция рыб, земноводных, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих.

### **Тема 16. Учение о фациях и формациях**

Развитие учения о фациях и формациях. Типы фаций: 1. Морские (прибрежные, мелководные, средних глубин, абиссальные); 2. Континентальные (фации условий водной среды и фации непосредственно наземных условий); 3. Лагунные (фации опресненных и осолоненных бассейнов). Фациальный анализ и его значение для воссоздания физико-географических условий прошлого, а также для решения практических задач геологии. Палеогеографические карты. Типы формаций: 1. Геосинклинальные; 2. Платформенные; 3. Краевых и межгорных прогибов. Значение формационного анализа для воссоздания геотектонического режима прошлого, а также для решения практических задач геологии.

### **Тема 17. Понятие о современном строении земной коры**

Основные структурные элементы земной коры. Различия в строении коры океанического и континентального типов. Геотектоническое строение дна Тихого океана и дна океанов: Индийского, Атлантического, Северного Ледовитого, основное различие в их строении (океанические жесткие ложа и подвижные зоны в пределах океанов).

Платформы, стадии их развития и строение (фундамент, чехол, щиты, плиты). Платформенные деформации (антеклизы, синеклизы, авлакогены,

впадины, флексуры и др.). Особенности проявления магматизма на платформах.

Геосинклинальные складчатые пояса, стадии их развития и строение (молодые платформы - плиты; складчатые области - горы, мелкосопочники и др.).

Развитие идей о происхождении материков и океанов. Исторический обзор разных гипотез. "Новая глобальная тектоника" как рабочая гипотеза. Литосферные плиты и их границы. Движение литосферных плит и его связь с конвективными течениями в мантии Земли. Основные типы границ литосферных плит: дивергентные (расходящиеся) и конвергентные (сходящиеся). Понятие о рифтогенезе (континентальном, межконтинентальном и океаническом). Понятие о спрединге, как о геологическом процессе, который обуславливает образование океанической коры, и субдукции как процессе преобразования океанической коры в континентальные

### **Раздел III. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ**

#### **Тема 18. Раннегеологический этап**

Возрастные границы. Лунная и нуклеарная стадии. Особенности геологических процессов на этих стадиях развития, характерные геоструктуры этого времени.

Образование первоначальной земной коры, атмосферы, гидросферы, как итог раннегеологического развития Земли. Химическая эволюция жизни.

#### **Тема 19. Раннегеосинклинальный, доплитный этап**

Возрастные границы, продолжительность, особенности геологических процессов по сравнению с предыдущим этапом, Ранние геосинклинали, их особенности. Основные эпохи тектогенеза (белоозерская, беломорская, карельская), которые проявились на этом этапе.

Геотектоническое строение земной коры в конце доплитного этапа. Полезные ископаемые древних эпох рудообразования. Развитие жизни.

#### **Тема 20. Неогей, плитный этап в развитии Земли**

Раздел литосферы на литосферные плиты. Особенности геологических процессов на дивергентных и конвергентных границах литосферных плит. Возрастные границы плитного этапа. Позднепротерозойский (байкальский) этап. Геохронология и стратиграфия. Возрастные границы. Геотектоническое строение земной коры: древние платформы и палеоокеаны (геосинклинальные пояса) того времени.

Байкальский тектогенез, время его проявления и место. Геотектоническая перестройка земной коры в результате байкальского тектогенеза. Материки (докембрийские платформы) и палеоокеаны (геосинклинальные пояса), которые существовали в конце докембрия - начале палеозоя. Выходы байкалитов на дневную поверхность в современном рельефе. Рифтогенез на байкальских структурах.

Особенности климатов в протерозое. Господство водорослей и бактерий. Строматолиты, онколиты и остатки других организмов. Возможное

участие железобактерий в формировании осадочных руд железа и серных бактерий в пиритизации осадочных пород. Полезные ископаемые докембрия и их размещение. Особенности докембрийской эволюции физико-географической среды.

### **Тема 21. Раннепалеозойский (каледонский) этап**

Геохронология и стратиграфия (кембрий, ордовик, силур). Возрастные границы этапов. Общая палеотектоническая схема земной коры к началу раннего палеозоя. Развитие геотектонических структур в течение каледонского тектонического этапа. Места проявления каледонского тектогенеза. Проблема формирования процессов тектогенеза и орогенеза в итоге спрединга и субдукции. Складкообразование в Грампианской, Урало-Тяньшаньской, Монголо-Охоцкой, Аппалачской геосинклинальных областях северного полушария, в Восточной Австралии, Южной Америке. Геотектоническая перестройка земной коры в итоге проявления каледонского тектогенеза. Материки и палеоокеаны (геосинклинальные пояса), которые существовали в середине палеозоя после окончания проявлений каледонского тектогенеза: Евроамериканский (Северо-Атлантический), Ангариды, Китайский материк и материк Гондвана; Палеоарктический океан (Арктический геосинклинальный пояс), Палеоазиатский океан (Урало-Монгольский геосинклинальный пояс), океан Тетис (Средиземноморский геосинклинальный пояс), Тихоокеанские геосинклинальные пояса, и современные подвижные зоны. Размещение этих структур относительно полюсов и экватора. Выходы каледонидов на дневную поверхность в современном рельефе. Эпикаледонские платформы в современном строении земной коры. Эпиплатформенный орогенез. Полезные ископаемые раннепалеозойского возраста. Особенности проявления каледонского тектогенеза в каждом из периодов (кембрийском, ордовикском, силурийском). Эволюция физико-географической среды в раннепалеозойское время.

### **Тема 22. Позднепалеозойский (герцинский) этап**

Геохронология и стратиграфия (девон, карбон, пермь). Возрастные границы. Общая палеотектоническая схема земной коры к началу позднего палеозоя. Развитие геотектонических структур в течение герцинского геотектонического этапа. Места проявления герцинского тектогенеза. Проблема формирования процессов тектогенеза и орогенеза в итоге спрединга и субдукции. Складкообразование в Арктическом геосинклинальном поясе (Палеоарктическом океане) - Иннуитской области; Средиземноморском геосинклинальном поясе (океане Тетис) - Аппалачской, Западно-Европейской, Северно-Африканской областях; Урало-Тяньшаньской, Монголо-Охотской областях; Тихоокеанском геосинклинальном поясе - Восточно-Австралийской и Андийской областях. Материки и геосинклинальные пояса конца палеозоя: материки Лавразия и Гондвана; Средиземноморский (океан Тетис), Тихоокеанский геосинклинальные пояса. Выходы герцинидов на дневную поверхность в современном рельефе. Эпигерцинские платформы в современном строении

земной коры. Эпиплатформенный орогенез позднепалеозойского времени и его отображение в современном геотектоническом строении земной коры. Месторождения полезных ископаемых позднепалеозойского возраста. Особенности проявления герцинского тектогенеза в каждом из периодов (девонский, каменноугольный, пермский). Эволюция физико-географической среды в позднепалеозойское время.

### **Тема 23. Мезозойский (киммерийский) этап**

Геохронология и стратиграфия (триас, юра, мел). Возрастные границы. Общая палеотектоническая схема земной коры к началу мезозоя. Развитие геотектонических структур в течение мезозойского (киммерийского) геотектонического этапа. Места проявления мезозойского тектогенеза. Проблема формирования процессов тектогенеза и орогенеза в результате спрединга и субдукции. Складко- и горообразование в Кордильерской (Восточно-Тихоокеанский геосинклинальный пояс), Верхоянско-Колымской, Сихоте-Алиньской (Западно-Тихоокеанский геосинклинальный пояс), Индокитайской (Средиземноморский геосинклинальный пояс) областях.

Геотектоническая перестройка земной коры в итоге проявления мезозойского тектогенеза, материки и океаны, которые существовали в конце мезозоя. Распад к концу мезозоя Гондваны и Лавразии на отдельные материки: Южно-Американский, Африкано-Аравийский, Австралийский, Антарктический, Северно-Американский, Евразийский. Размещение их относительно полюсов и экватора. Развитие молодых океанов: Индийского, Атлантического, Северного Ледовитого. Возобновление геосинклинального режима в границах Западно-Европейской области Средиземноморского пояса. Выходы мезозоидов на дневную поверхность в современном рельефе. Эпимезозойские платформы в современном строении земной коры. Эпиплатформенный орогенез мезозойского времени и его результаты в геотектоническом строении земной коры. Месторождения полезных ископаемых мезозойского возраста. Особенности проявления мезозойского тектогенеза в каждом из периодов (триасовый, юрский, меловой). Эволюция физико-географической среды в мезозойское время.

### **Тема 24. Кайнозойский (альпийско-тихоокеанский) этап**

Геохронология и стратиграфия. Возрастные границы. Развитие геотектонических структур в течение кайнозойского геотектонического этапа. Альпийский и тихоокеанский тектогенезы, их особенности и места проявления. Проблемы формирования процессов тектогенеза и орогенеза в результате спрединга и субдукции. Геотектоническое строение земной коры в итоге проявления кайнозойского тектогенеза. Современные геосинклинальные пояса. Кайнозойский тектогенез – незавершенный геолого-геоморфологический цикл. Альпийские структуры в современном рельефе. Эпиплатформенный орогенез неоген-антропогенового времени и его отображение в современном геотектоническом строении земной коры. Основные полезные ископаемые. Особенности проявления кайнозойского тектогенеза в палеогеновом, неогеновом, антропогеновом периодах. Эволюция физико-географической среды за кайнозойское время.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕОЛОГИЯ»**  
(дневная форма обучения)

Номер раздела, темы, занятия	Номер раздела, темы, занятий, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	Практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия				
1	2	3	4	5	7	8	9	10
	<b>1 курс, 1 семестр</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>26</b>			
<b>1.</b>	<b>Динамическая геология с основами минералогии и петрографии.</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>8</b>				
<b>1.1.</b>	<b>Предмет и задачи геологии.</b> 1. Место геологии в курсе географии. 2. Определение геологии как науки. Методы изучения геологии. 3. Задачи геологии. Теоретические и практические разделы геологии.	1			1	Ф-г карта мира, плакаты, схемы	[1] [3] [6] [8]	
<b>1.2.</b>	<b>Основные этапы истории развития геологических знаний</b> 1. Доисторический этап. 2. Первый этап накопления геологических знаний. 3. Второй этап становления геологии. 4. Третий этап развития геологии. 5. Четвертый этап и научно-технический прогресс.	1			2	Ф-г карта мира,	[1] [3] [6] [8]	
<b>1.3.</b>	<b>Строение, физические, химические свойства Земли, возраст и гипотезы происхождения Земли.</b> 1. Строение Вселенной и Солнечной системы. 2. Форма и размеры Земли. 3. Строение Земли. Методы изучения строения Земли. 4. Физические свойства и химический состав Земли. 5. Возраст Земли. 6. Гипотезы происхождения Земли.	2				Ф-г карта мира, плакаты, схемы	[1] [3] [6] [8]	
<b>1.4.</b>	<b>Генетическая минералогия</b> 1. Общие сведения с кристаллографии и минералогии. 2. Морфология минералов. 3. Физические свойства минералов. 4. Генезис минералов. 5. Классификация минералов.	4			2		[5] [8] [9] [13] [15] [18]	
<b>1.5.</b>	<b>Определение элементов кристалла и элементов симметрии.</b>			2	1	модели кристаллов коллекции		Собеседование по теме

	1. Элементы ограничения кристалла. 2. Элементы симметрии кристалла. 3. Виды симметрии.					минералов, алмазы		лабораторного занятия. Опрос.
<b>1.6.</b>	<b>Физико-диагностические свойства минералов.</b> 1. Главные физические свойства минералов. 2. Специфические свойства минералов. 3. Морфология минералов. 4. Классификация минералов			2		образцы минералов, шкала Мооса, алмазы, определители минералов.		Собеседование по теме лабораторного занятия. Опрос.
<b>1.7.</b>	<b>Определение минералов различных классов.</b> 1. Классы самородных элементов, сульфидов. 2. Классы окислов и гидроокислов, карбонатов. 3. Классы сульфатов, фосфатов, силикатов.			4	2	образцы минералов, шкала Мооса, определители минералов		Собеседование по теме лабораторного занятия. Опрос.
<b>1.8.</b>	<b>Магматизм и магматические горные породы.</b> 1. Понятие о магматизме. 2. Интрузивный магматизм, формы интрузивных тел. 3. Эффузивный магматизм, продукты вулканических извержений. 4. Типы вулканов. 5. Поствулканические процессы. 6. Зоны вулканизма. 7. Магматические горные породы. 8. Полезные ископаемые магматического происхождения.	4			2	Ф-г карта мира, плакаты, схемы, презентация		
<b>1.9.</b>	<b>Классификация и определение магматических горных пород.</b> 1. Структуры и текстуры магматических пород 2. Определение магматических горных пород.		2		2	коллекции магматических горных пород, определители	[1] [3] [6] [8]	Собеседование по теме лабораторного занятия.
<b>1.10.</b>	<b>Классификация магматических горных пород.</b> 1. Группы горных пород 2. Классы горных пород. 3. Интрузивные и эффузивные горные породы. 4. Породообразующие минералы		2		2	коллекции магматических горных пород, таблицы- определители	[1] [3] [6] [8]	реферат или компьютерная презентация
<b>1.11.</b>	<b>Геологическая деятельность атмосферных вод. Гипергенез и кора выветривания.</b> 1. Плоскостной смыв. 2. Деятельность временных русловых потоков на равнинах. 3. Деятельность временных русловых потоков в горных странах. 4. Физическое выветривание.	1			1	Ф-г карта мира, плакаты, схемы	[1] [3] [6] [8]	

	5. Химическое выветривание							
<b>1.12.</b>	<b>Геологическая деятельность моря. Осадочные горные породы.</b> 1. Общие сведения о Мировом океане. 2. Строение дна Мирового океана. 3. Разрушительная работа моря. 4. Созидательная работа моря. 5. Физические и химические свойства воды. 6. Практическое значение изучения дна океанов. 7. Обломочные горные породы. 8. Глинистые породы. 9. Породы химического и биохимического происхождения	2			1	ф/г карта мира, плакаты, схемы	[3] [6]	
<b>1.13.</b>	<b>Классификация и определение осадочных пород.</b> 1. Принципы классификации обломочных пород. 2. Классификация глинистых пород. 3. Группы пород химического и биохимического происхождения.		4		2	образцы горных пород, таблица классификации обломочных пород	[1] [3] [6] [8]	Тестовый контроль, опрос по теме лабораторного занятия
<b>1.14.</b>	<b>Геологическая деятельность рек.</b> 1. Общие сведения о реках. 2. Работа рек, образование аллювия. 3. Стадии существования реки, речные террасы. 4. Речные системы. 5. Реки геологического прошлого.	2			1	Ф-г карта мира, плакаты, схемы	[1] [3] [6] [8]	
<b>1.15.</b>	<b>Геологическая деятельность ледников.</b> 1. Общие сведения о ледниках. 2. Образование и движение ледников. 3. Типы ледников. 4. Эрозионно-аккумулятивная деятельность ледников. 5. Оледенения на территории Беларуси. 6. Причины оледенений.	2			2	ф/г карта мира, презентация	[3] [6]	
<b>1.16.</b>	<b>Геологическая деятельность ветра, озер и болот.</b> 1. Типы работы ветра 2. Формы аккумуляции пустынь. 3. Формы аккумуляции вне пустынь. 4. Происхождение озерных котловин. 5. Происхождение водной массы. 6. Деятельность озер. 7. Осадки озер. 8. Типы болот. 9. Отложения болот.	2			1	ф/г карта мира, рисунки, схемы	[3] [6] [8]	реферат или компьютерная презентация

<b>1.17.</b>	<b>Геологическая деятельность подземных вод.</b> 1. Происхождение и состав подземных вод 2. Формы нахождения воды в горных породах 3. Гидрогеологические свойства горных пород 4. Классификация подземных вод 5. Карст, суффозия, оползни. 6. Значение подземных вод для народного хозяйства.	2				ф/г карта мира, рисунки, схемы	[3] [6]	реферат или компьютерная презентация
<b>1.18.</b>	<b>Метаморфизм и метаморфические горные породы.</b> 1. Понятие о метаморфизме. 2. Типы метаморфизма. 3. Метаморфические горные породы.	1				ф/г карта мира, схемы, презентация	[1] [3] [6] [8] [9]	реферат или компьютерная презентация
<b>1.19.</b>	<b>Определение метаморфических горных пород. Геологическая документация.</b> 1. Структуры и текстуры метаморфических пород. 2. Факторы метаморфизма. 3. Основные формы геологической документации.		2		2	коллекции горных пород , таблицы- определители, геологические профили и карты.		Защита отчёта по теме лабораторного занятия
<b>1.20.</b>	<b>Тектонические движения земной коры.</b> 1. Задачи и методы тектоники 2. Колебательные тектонические движения земной коры 3. Складчатые тектонические движения 4. Разрывные тектонические движения 5. Причины тектонических движений	2			2	Ф-г карта мира, рисунки, схемы	[1] [3] [6] [8] [9]	
	<b>1 курс 2 семестр</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>40</b>			
<b>2.</b>	<b>Методы реконструкции геологического прошлого Земли</b>	<b>8</b>	<b>2-</b>	<b>8</b>				
<b>2.1.</b>	<b>Проблемы геологического времени</b> 1. Предмет и задачи исторической геологии. 2. Методы исторической геологии. 3. Геохронология и стратиграфия.	2			4	ф/г карта мира, геохронологическая шкала.	[13] [23][7] [9] [10]	
<b>2.2.</b>	<b>Проблемы геологического времени.</b> 1. Принципы построения стратиграфической шкалы. 2. Принципы построения геохронологической шкалы.			2		геохронологическая шкала	[13] [23][7] [9] [10]	собеседование по теме лабораторного занятия.
<b>2.3.</b>	<b>Учение о фациях и формациях</b> 1. Фациальный анализ 2. Типы фаций 3. Типы формаций	2				ф/г карта мира, рисунки, схемы	[ 9] [10]	
<b>2.4.</b>	<b>Эволюционная палеонтология</b>	2			4	геохронологическая	[4],[7]	реферат или

	1. Значение палеонтологии как науки. 2. Организм и среда. 3. Биономические зоны. 4. Основные группы ископаемых организмов беспозвоночных, хордовых и растений					шкала, филогенетические схемы развития основных групп органического мира.	[9] [10] [13] [19] [11] [12]	компьютерная презентация
<b>2.5.</b>	<b>Основные этапы в развитии высших растений.</b> 1. Развитие риниофитов. 2. Развитие однодольных. 3. Развитие двудольных.			2		Схема «Филогенетические группы организмов»		Защита отчёта по теме лабораторной работы
<b>2.6.</b>	<b>Основные этапы в развитии беспозвоночных</b> 1. Развитие беспозвоночных в палеозое. 2. Развитие беспозвоночных в мезозое. 3. Развитие беспозвоночных в кайнозое.			2		Схема «Филогенетические группы организмов»		Защита отчёта по теме лабораторной работы
<b>2.7.</b>	<b>Основные этапы в развитии хордовых.</b> 1. Развитие позвоночных в палеозое 2. Развитие позвоночных в мезозое 3. Развитие позвоночных в кайнозое			2		Схема «Филогенетические группы организмов»		Защита отчёта по теме лабораторной работы
<b>2.8.</b>	<b>Основные формы сохранности органических остатков.</b> 1. Формы сохранности растительных остатков 2. Формы сохранности беспозвоночных 3. Формы сохранности позвоночных		2		2	геохронологическая шкала, филогенетические схемы развития основных групп органического мира		реферат или компьютерная презентация
<b>2.9.</b>	<b>Понятие о современном строении земной коры</b> 1. Общие сведения о строении земной коры и верхней мантии 2. Типы земной коры 3. Структурные элементы ложа океанов. 4. Структурные элементы материков. 5. Тектоника литосферных плит	2			4	карта строения земной коры мира, плакаты, презентация	[7] [9] [10]	
<b>3.</b>	<b>Основные этапы геологической истории развития Земли</b>	<b>16</b>	<b>8</b>					
<b>3.1.</b>	<b>Раннегеологический этап</b> 1. Лунная стадия 2. Нуклеарная стадия	2				карта строения земной коры мира, плакаты	[7]; [9] [10]; [13]; [16]	
<b>3.2.</b>	<b>Раннегеосинклинальный, доплитный этап</b> 1. Геохронология докембрия 2. Ранний геосинклинальный этап развития 3. Начало плитного этапа. Ранний протерозой	2				карта строения земной коры мира, плакаты	[ 7] [13]	

	4. Эволюция органического мира в докембрии 5. Полезные ископаемые докембрия							
3.3.	<b>Неогей, плитный этап в развитии Земли.</b> 1. Основные черты геотектонического развития позднего протерозоя 2. Органический мир рифея 3. Климатические особенности рифея 4. Вендский период 5. Органический мир венда 6. Климат венда 7. Полезные ископаемые верхнего протерозоя	2				карта строения земной коры мира	[7] [9] [10] [13] [16]	
3.4.	<b>Байкальский тектогенез.</b> 1. Особенности проявления байкальского тектогенеза 2. Размещение байкалид на материках		2		2	карта строения земной коры мира.	[7] [9] [10] [13] [16]	Защита отчёта по теме лабораторного занятия
3.5.	<b>Раннепалеозойский (каледонский) этап.</b> 1. Кембрийский период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые) 2. Ордовикский период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые) 3. Силурийский период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые)	2			2	карта строения земной коры мира.	[7] [10]	
3.6.	<b>Каледонский тектогенез.</b> 1. Особенности проявления каледонского тектогенеза 2. Размещение каледонид на материках		2		4	карта строения земной коры мира		Опрос по теме лабораторного занятия
3.7.	<b>Позднепалеозойский (герцинский) этап.</b> 1. Девонский период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые) 2. Каменноугольный период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые) 3. Пермский период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые)	3			2	карта строения земной коры мира.	[7] [9] [10] [11] [13] [16]	

3.8.	<b>Герцинский тектогенез</b> 1. Особенности проявления герцинского тектогенез. 2. Размещение герцинид на материках		2		4	карта строения земной коры мира		Опрос по теме лабораторного занятия
3.9.	<b>Мезозойский (киммерийский) этап.</b> 1. Триасовый период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые) 2. Юрский период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые) 3. Меловой период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые)	3			2	карта строения земной коры мира,	[7] [9] [10] [12] [13]	
3.10.	<b>Киммерийский тектогенез.</b> 1. Особенности проявления киммерийского тектогенеза. 2. Распределение киммерид на материках.		1		4	карта строения земной коры мира		Опрос по теме лабораторного занятия
3.11.	<b>Кайнозойский (альпийский) этап.</b> 1. Палеогеновый период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые) 2. Неогеновый период (геохронология и стратиграфия геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые) 3. Четвертичный период (геохронология и стратиграфия, геотектоника, органический мир, климат, полезные ископаемые)	2			2	карта строения земной коры мира.		
3.12.	<b>Альпийский тектогенез.</b> 1. Особенности проявления альпийского тектогенеза 2. Распределение альпид на материках		1		2	карта строения земной коры	[7],[9] [10] [13] [16] [11]	Опрос по теме лабораторного занятия
3.13.	<b>Тектоническое строение земной коры. Эволюция основных групп организмов.</b> 1. Современные представления о тектоническом строении земной коры 2. Эволюция основных групп органического мира в ходе геологической истории развития Земли		2		2			реферат или компьютерная презентация
	<b>ИТОГО:</b>	<b>50</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>66</b>			экзамен

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ СПИСОК ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Основная**

Богдасаров, М.А. Краткий определитель минералов, горных пород и окаменелостей / М.А. Богдасаров. – Брест: БрГУ им. А.С. Пушкина, 2012. – 138 с.

Карлович, И.А. Геология : учебное пособие / И.А. Карлович. – М. : Академический проект, ТРИКСТА, 2005. – 703 с.

Комаровский, М.Е. Учебная общегеологическая практика на Минском полигоне / М.Е. Комаровский. – Минск: БГУ, 2011. – 153 с.

Короновский, Н.В. Геология 3-е издание. / Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. – М.: Академия, 2006. – 456 с.

Короновский, Н.В. Историческая геология. 2-е издание / Н.В. Короновский, В.Е. Хаин, Н.А. Ясаманов. – М.: Академия, 2006. – 464 с.

Краткий курс лекций по геологии : пособие для вузов по спец. 1-02 04 05 География. Дополнительная специальность / М. А. Богдасаров ; рец.: А. Ф. Санько, Г. И. Литвинюк ; УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина». – Брест : БрГУ им. А.С. Пушкина, 2012. – 164 с.

Литвинюк Г.И. Геология / Г.И. Литвинюк, Д.А. Пацыкайлик, А.В. Таранчук. – Минск, 2017. – 96 с.

Махнач, А.А. Введение в геологию Беларуси / А.А. Махнач. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2004. – 198 с.

Михайлова, И.А. Палеонтология / И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко. – М.: МГУ, 2006. – 446 с.

Несцяровіч В.М. Гістарычная геалогія / В.М. Несцяровіч, Г.И. Літвінюк, Д.А. Пацыкайлік, Мінск, 2008. – 112 с.

Подобина, В.М. Историческая геология. / В.М. Подобина, С.А. Родыгин. – Томск: НТЛ, 2000. – 388 с.

Ярцев, В.И. Геологический словарь: понятия и термины /В.И. Ярцев. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 686 с.

### **Дополнительная**

Гурский, Б.Н., Геология общая и историческая / Б.Н. Гурский., Д.М. Корулин. – Минск: Высшая школа, 1982. – 301 с.

Друщиц, В.В. Палеонтология / В.В. Друщиц, О.П. Обручева. – М.: МГУ, 1971. – 414 с.

Лазаренко, Е.К. Курс минералогии / Е.К. Лазаренко. – М.: Высшая школа, 1971. – 608 с.

Немков, Г.И. Историческая геология. 2-е издание / Г.И. Немков, Е.С. Левицкий, И.А. Гречишникова. – М.: Недра, 1986. – 352 с.

Нестерович, В.Н. Практикум по палеонтологии / В.Н. Нестерович. – Минск : Вышэйшая школа, 1983. – 126 с.

Атлас динозавров : Доисторический мир / Д. Палмер ; пер. Е. О. Токарев. – М. : АСТ : Астрель : Премьера, 2001. – 224 с.

Войлошников, В.Д. Геология: методы реконструкций прошлого Земли. Геологическая история Земли / В.Д. Войлошников. – М., 1979. – 272 с.

Гурский, Б.Н. Историческая геология с элементами палеонтологии / Б.Н. Гурский. – Минск: Высшая школа, 1979. – 272 с.

## Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Учитывая существование разных подходов к организации самостоятельной работы при изучении учебной дисциплины, могут использоваться следующие методические рекомендации:

работа студентов состоит в проработке обзорного лекционного материала, в изучении по учебникам программного материала и рекомендованных преподавателем литературных источников, изучении географической номенклатуры, выполнении расчетных, графических и картографических работ и т.д.;

работа преподавателя состоит: в обучении студентов способам самостоятельной учебной работы и развитию у них соответствующих умений и навыков; в выделении отдельных тем программы или их частей для самостоятельного изучения студентами по учебникам и учебным пособиям без изложения их на лекции и без проработки на семинарских или практических занятиях; в разработке программы контроля самостоятельной работы студента;

самостоятельная работа студентов протекает в форме делового взаимодействия: студент получает непосредственные указания, рекомендации преподавателя об организации и содержании самостоятельной деятельности, а преподаватель выполняет функцию управления через учет, контроль и коррекцию ошибочных действий;

с первой недели семестра студенты получают от преподавателя учебные задания на самостоятельную проработку отдельных тем или их частей, план семинарских и практических занятий с последующим контролем их выполнения;

к основным формам контроля работы студентов по изучению учебной дисциплины можно отнести:

опрос, проверка практических заданий

собеседование

защита отчёта по практической работе;

тестовый контроль;

рейтинговые контрольные работы.

при изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

выполнение практических заданий;

конспектирование учебной литературы;

устная проработка вопроса.

Рекомендуется применять эти формы в оптимальном сочетании для достижения лучшего результата.

## Требования к выполнению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы, раздела	Количество часов на СРС	Задание	Форма выполнения
I семестр (26 часов)				
1.	1.1 Предмет и задачи геологии	1	Ознакомиться с местом геологии в курсе географии, изучит методы и задачи геологии.	Краткий конспект в тетради.
2	1.2 Основные этапы истории развития геологии.	2	Изучить этапы развития геологической науки.	Краткий конспект в тетради.
3	1.4 Генетическая минералогия.	2	Изучить классы минералов и их значение для народного хозяйства [13]	Краткий конспект в тетради.
4	1.5 Определение элементов кристалла и элементов симметрии	1	Тема 1 практикума Гурского Б.Н.. Практикум по общему геологии М: Высшая школа, 1978.	Собеседование по теме занятия (вопрос №12)
5	1.7. Определение минералов различных классов.	2	Тема 3 практикума Гурского Б.Н.. Практикум по общему геологии М: Высшая школа, 1978.	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
6	1.8 Магматизм и магматические горные породы.	2	Изучить типы проявления магматизма и формы магматических тел [13]	Изучение вопроса устно, контроль на экзамене (вопрос №15)
7	1.9 Классификация и определение магматических горных пород	2	Тема 5 практикума Гурского Б.Н.. Практикум по общему геологии М: Высшая школа, 1978.	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
8	1.10 Классификация магматических горных пород	2	Зарисовать в тетради классификацию магматических горных пород, тема 5 практикума [13]	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
9	1.11. Геологическая деятельность атмосферных вод. Гипергенез и кора выветривания.	1	Изучить деятельность атмосферных вод.	Изучение вопроса устно, контроль на экзамене (вопрос №)
10	1.12 Геологическая деятельность моря.	1	Изучить деятельность вод Мирового океана	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
11	1.13. Классификация и определение осадочных горных пород	2	Тема 6 практикума Гурского Б.Н.. Практикум по общей геологии М: Высшая школа, 1978.	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
12	1.14 Геологическая деятельность рек.	1	Изучить деятельность рек и строение речной долины.	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
13	1.15. Геологическая деятельность ледников	2	Изучить образование и эрозивно-аккумулятивную деятельность ледников	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
14	1.16. Геологическая деятельность ветра озер и болот	1	Изучить формы аккумуляции пустынь, деятельность, осадки озер и болот.	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене

15	1.19 Определение метаморфических горных пород	2	Коллекции горных пород	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
16	1.20 Тектонические движения земной коры	2	Изучить колебательные, складчатые и разрывные тектонические движения	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
<b>II семестр(40 часов)</b>				
17	2.1. Проблемы геологического времени	4	Зарисовать геохронологическую шкалу и усвоить принципы ее построения	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
18	2.4 Эволюционная палеонтология	4	Построить филогенетические схемы развития основных групп организмов [19]	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
19	2.8 Формы сохранности органических остатков	2	Изучить формы и сохранности организмов[19]	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
20	2.9. Понятие о современном строении земной коры	4	Изучить структурные элементы океанов и материков[10]-	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
21	3.4 Байкальский тектогенез	2	Изучить структуры байкальского тектогенеза	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
22	3.5 Раннепалеозойский (каледонский) этап	2	Изучить развитие Земли в раннем палеозое[10]-	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
23	3.6 Каледонский тектогенез	4	Изучить развитие Земли в раннем палеозое[10]-	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
24	3.7 Позднепалеозойский (герцинский) этап	2	Изучить развитие Земли в позднем палеозое[10]-	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
25	3.8 Герцинский тектогенез	4	Изучить развитие Земли в позднем палеозое[10]-	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
26	3.9 Мезозойский (киммерийский) этап	2	Изучить развитие Земли в мезозое[10]-	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
27	3.10 Киммерийский тектогенез	4	Изучить структуры киммерийского тектогенеза	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
28	3.11 Кайнозойский (альпийский) этап	2	Изучить развитие Земли в кайнозое[10]-	Краткий конспект в тетради, контроль на экзамене
29	3.12 Альпийский тектогенез	2	Изучить структуры альпийского тектогенеза	Выполнение задания в тетради для практических и лабораторных работ
30	3.13 Тектоническое строение земной коры. Эволюция основных групп организмов	2	Изучить развитие структур земной коры или отдельных групп организмов	Подготовка реферата на заданную тему
31	<b>Всего:</b>	<b>66</b>		

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА**

Для оценки достижений студентов рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- собеседование по теме лабораторного занятия;
- реферат;
- компьютерная презентация;
- опрос;
- тестовый контроль;
- защита отчёта по теме лабораторного занятия;
- экзамен.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физическая география материков и океанов	Кафедра географии и методики преподавания географии	В тему 1.12 «Геологическая деятельность моря. Осадочные горные породы» включить вопросы о современных исследованиях Мирового океана	«Утвердить» Протокол № 13 от 26.06.2018
Общее землеведение	Кафедра географии и методики преподавания географии	В теме 1.2 «Строение, физические, химические свойства Земли, возраст и гипотезы происхождения Земли» рассмотреть контракционную гипотезу происхождения Земли	«Утвердить» Протокол № 13 от 26.06.2018
Физическая, экономическая и социальная география Беларуси	Кафедра географии и методики преподавания географии	В разделе 3 «Основные этапы геологической истории	«Утвердить» Протокол № 13 от 26.06.2018

		развития Земли» -рассмотреть связь между размещением промышленных предприятий и полезных ископаемых	
Ботаника	Кафедра ботаники и основ сельского хозяйства	В разделе 3 «Основные этапы геологической истории развития Земли» рассмотреть основные виды растений- реликтов	«Утвердить» Протокол № 13 от 26.06.2018
Зоология	Кафедра морфологии и систематики животных и человека	В разделе 3 «Основные этапы геологической истории развития Земли» эндемичные виды животных	«Утвердить» Протокол № 13 от 26.06.2018
Эволюционное учение	Кафедра ботаники и основ сельского хозяйства	В раздел 3 «Основные этапы геологической истории развития Земли» включить вопросы эволюции растительного и животного мира	«Утвердить» Протокол № 13 от 26.06.2018