

Федеральное агентство по образованию РФ
ГОУ ВПО Карельский Государственный Педагогический Университет
Кафедра Географии

А. К. Полин

ГЕОЛОГИЯ
В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ
(Материалы к государственному экзамену по географии)

ПЕТРОЗАВОДСК

2004

УДК 55
ББК 26.3
П 50

Печатается по решению редакционно-издательского совета Карельского государственного педагогического университета

Рецензенты:

*В. Я. Горьковец, профессор, доктор геолого-минералогических наук,
С.П. Гриппа, доцент, кандидат географических наук,*

Полин А. К.

Геология в педагогическом вузе / КГПУ.

Петрозаводск, 2004. с. Пособие написано в соответствии с действующей программой по курсу геологии. В первой части пособия изложены сведения о строении, свойствах и составе Земли и земной коры, а также глобальных тектонических структурах литосферы. Во второй части рассмотрены основные закономерности и этапы геологической истории Земли.

Предназначено для студентов географических специальностей педагогических вузов

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	- 4
СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА И СОСТАВ ЗЕМЛИ	- 5
СТРОЕНИЕ , СВОЙСТВА И СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ЛИТОСФЕРЫ	- 7
ЛИТОСФЕРНЫЕ ПЛИТЫ И ИХ ДВИЖЕНИЕ	- 10
ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ В КРИПТОЗОЕ (ДОКЕМБРИИ)	- 15
ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ В ФАНЕРОЗОЕ	- 21
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ В НЕОГЕН – ЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ	- 29
ЛИТЕРАТУРА	- 36

ПРЕДИСЛОВИЕ

На государственном экзамене - итоговом контрольном мероприятии по изучению географии в педагогическом вузе выпускники демонстрируют основы знаний наук географического цикла. Одной из таких наук является геология. В настоящее время геология представляет комплекс наук о составе, строении, закономерностях развития и истории Земли и земной коры. Объем учебного материала довольно велик и изложен в достаточно большом количестве учебников как для геологических специальностей вузов, так и для студентов – географов педагогических вузов. Система геологических знаний сложна и не всегда, пользуясь учебником, студенты могут самостоятельно понять ее, отделить главное от второстепенного и т.д. Процесс подготовки к государственному экзамену затрудняется еще и тем, что геологию студенты–географы изучали на 1-2 курсах. Помочь им вспомнить и понять в конце 4 курса систему геологических знаний предназначено это пособие.

Пособие написано в соответствии с государственным образовательным стандартом, действующей программой и основано на материале учебников по геологии для студентов–географов педагогических вузов. Использовались учебники В.В. Добровольского, А.Ф. Якушовой, В.Д. Войлошниковой, Б.Н. Гурского, Г.И. Немкова и др. В пособии изложены в краткой форме главные сведения, а для детализации основных положений и материалов для иллюстрации рекомендуется обращаться к учебникам этих авторов.

Автор благодарен рецензентам доктору геолого–минералогических наук, профессору В.Я. Горьковцу и кандидату географических наук, доценту С.П. Гриппе за просмотр рукописи и сделанные ценные замечания, а также М.С. Потахину, ассистенту кафедры географии КГПУ за помощь в подготовке рукописи к печати.

Внутреннее строение, свойства и состав Земли.

1. Литосфера, атмосфера и гидросфера (составные географической оболочки) находятся в непрерывном **взаимодействии и развитии**. Многие процессы и явления, происходящие в географической оболочке, **вызываются и определяются** явлениями и процессами в глубинных частях Земли. Общеизвестна определяющая роль тектонических движений в формировании очертаний континентов и океанов, рельефа земной поверхности. Последние в свою очередь принципиально влияют на климат Земли и т.д. Познание закономерностей развития географической оболочки невозможно без изучения глубинных частей Земли.

2. Использование прямых (шахты, сверхглубокие скважины, выходы глубинных пород на поверхность на древних щитах, изучение магматических и метаморфических пород) и косвенных геофизических (в первую очередь сейсмического, а также магнитометрического, гравитационного, электрического, метеоритного) методов изучения глубоких частей Земли позволило выделить две границы **раздела I порядка**, где скорости сейсмических волн **изменяются резко, скачкообразно**.

Первая — **раздел Мохоровичича (Мохо)** фиксируется на глубине от 6 до 80 км. На этой глубине скорости продольных и поперечных волн резко возрастают.

Вторая — **раздел Гутенберга** располагается на глубине 2 900 км. На этой глубине скорости продольных волн резко уменьшаются (с 13,6 до 8,0 км/с), а поперечные волны затухают.

Считается, что эти разделы делят Землю на **земную кору, мантию и ядро**.

Выделяются также две границы **раздела II порядка**, где **изменения скоростей** сейсмических волн **резки**, но не так **контрастны**. Один раздел на глубине 900 км делит **мантию, на нижнюю и верхнюю**, а второй — на глубине 5100 км отделяет **внутреннее ядро от внешнего**.

Граница Мохо расположена под континентами на глубине от 30 до 80 км, а под дном океанов — от 6 до 15 км. Плотность вещества в земной коре не превышает 2,5 - 3,0 г/см³.

Мантия - самая мощная из геосфер Земли. В мантии с глубиной увеличивается **плотность вещества** с 3,3 до 5,7 г/см³, а **давление** возрастает с 30 тыс. атм. до 1370 тыс. атм.

В ядре с глубиной еще более увеличивается плотность вещества (с 9,3 до 12,3 г/см³) и давление (до 3500 тыс. атм.).

И в мантии и в ядре с глубиной **температура** постепенно повышается. Степень повышения описывается двумя показателями: геотермическим градиентом (количество градусов на определенную глубину) и геотермической ступенью (обратная геотермическому градиенту — глубина, при опускании на которую температура возрастает на определенное количество градусов). Установлено что скорость увеличения температуры с глубиной (геотермический градиент) постепенно уменьшается. Считается, что в ядре температура не может превышать 4000 - 5000 °С.

Агрегатное состояние сфер Земли устанавливается по характеру прохождения сейсмических волн. Продольные волны проходят через среды любого агрегатного состояния (твердое, жидкое, газообразное), а поперечные — только через твердые тела. И продольные и поперечные волны при прохождении менее плотного вещества замедляют скорость, а при прохождении более плотного вещества — увеличивают. Вещество **мантии** находится в **твердом** состоянии (проходят и продольные и поперечные волны), а вещество **внешнего ядра** — в **жидком** состоянии (на разделе Гутенберга скорости продольных волн резко замедляются с 13,6 до 8,0 км/с, а поперечные волны во внешнее ядро не проходят). Дополнительным доказательством жидкого ядра является суточная болтанка земной оси (если бы Земля была сплошь твердой, она была бы «идеальным волчком», ось которого занимала бы строго определенное положение). Кроме того, современная напряженность магнитного поля Земли выше расчетной, что говорит о регенерации (восстановлении) магнитного поля. А регенерация магнитного поля возможна при

движении вещества в глубинах Земли (типа системы ротор-статор), что в свою очередь предполагает существование жидкости (расплава). Агрегатное состояние **внутреннего ядра** можно только предполагать с незначительной достоверностью.

Вопрос о **вещественном составе** мантии и ядра очень сложен. Большинство ученых сошлись во мнении, что мантия сложена магматической ультраосновной породой **перидотитом**, которая по составу близка к хондритам (каменным метеоритам). Существует мнение, что под материками находится магматическая основная порода **эклогит** (уплотненная разновидность габбро), которая постепенно с глубиной переходит в перидотит. Ядро обладает металлическими свойствами. Считалось, что оно (по аналогии с железными метеоритами) сложено железом с примесью никеля. Однако ряд ученых (В. А. Магницкий и др.) высказывали возражения, а именно:

- средняя плотность Земли составляет $5,52 \text{ г/см}^3$, если бы ядро было железным то средняя плотность Земли была бы значительно больше;
- для образования железного ядра надо предположить большое содержание железа в Земле, что маловероятно;
- если бы ядро было железным, то напряженность магнитного поля Земли была бы значительно выше.

В связи с этим многие ученые считают, что ядро Земли сложено **металлизированными силикатами**, т.е. силикатами, в которых под влиянием сверхвысокого давления сминается внешняя электронная оболочка и ковалентная связь переходит в металлическую.

Строение, свойства и состав земной коры и литосферы

Земная кора — внешняя оболочка Земли, нижней границей которой является Мохо, — основной объект изучения геологических наук. По резкому изменению скоростей распространения

сейсмических волн в земной коре выделяются две границы раздела (снизу вверх):

1. Раздел **Конрада**, разделяющий нижний «базальтовый» (по физическим свойствам близкий к базальту) и выше расположенный «гранитный» (по физическим свойствам близкий к граниту) слои земной коры.

2. **Верхний раздел**, отделяющий «гранитный» слой от поверхностного **осадочного** слоя земной коры.

При изучении земной коры было обнаружено её неодинаковое строение в разных районах. Обобщение большого фактического материала позволило выделить два основных типа строения земной коры — **континентальный (материковый)** и **океанический**.

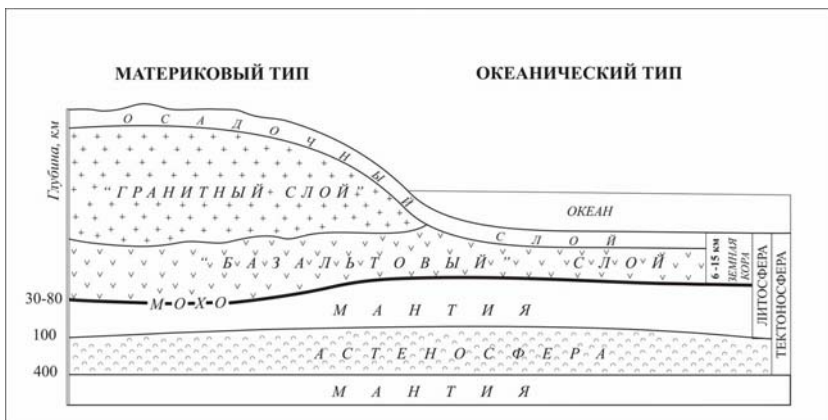


Рис. 1. Строение земной коры

Для **континентального** типа характерны значительная мощность (от 30 км под равнинами до 80 км под горами) и **трехслойное** строение (присутствует **гранитный** слой). **Океаническая** земная кора значительно **тоньше** (от 6 до 10 км, редко 15 км) и имеет **двуслойное** строение (отсутствует **гранитный** слой).

Плотность вещества земной коры колеблется в пределах от 2,5 до 3,0 г/см³, а **давление** в низах достигает 1500 атм. В земной коре выделяются две **температурные** зоны — гелиотермическая и геотермическая. Температура в гелиотермической

(приповерхностной до 30 м) зависит от энергии Солнца и колеблется в зависимости от сезона. Температура в геотермической зоне зависит от энергии Земли. С увеличением глубины температура увеличивается. Степень повышения описывается двумя показателями: геотермическим градиентом (количество градусов на определенную глубину) и геотермической ступенью (обратная геотермическому градиенту – глубина, при опускании на которую температура возрастает на определенное количество градусов). Установлено, что средний для земной коры геотермический градиент составляет около 30°C на 1 км глубины. Соответственно средняя геотермическая ступень составляет 33 м. В целом температура в низах земной коры достигает 1500°C. Вещество в земной коре находится в **твердом** состоянии (проходят и продольные и поперечные волны), т.к. влияние высокой температуры уравновешивается влиянием высокого давления.

«**Базальтовый**» слой земной коры назван так, потому что по физическим свойствам он близок к базальтам. Однако сложен он как базальтами, так и другими магматическими породами основного состава (габбро, диабаз), а также породами высокой степени метаморфизма (гранулиты, пироксеновые и амфиболовые гнейсы). «**Гранитный**» слой по физическим свойствам близок к гранитам, но сложен как гранитами, так и магматическими породами кислого и среднего состава (липариты, сиениты, трахиты), а также породами средней и низкой степеней метаморфизма (биотитовые гнейсы, слюдяные, хлоритовые и тальковые сланцы). «**Осадочный**» слой сложен разнообразными осадочными породами (обломочные, глинистые, органогенные и хемогенные). Геологические исследования показывают, что на континентах более распространены глинистые породы, а в океанах – карбонатные (органогенные и хемогенные).

Первые расчеты химического **состава земной коры** были сделаны в конце XIX века Ф. Кларком. На основе расчета химического состава горных пород и степени их распространения он вывел средние содержания химических элементов в земной коре. Позже эта величина стала называться

кларком. После многочисленных расчетов учеными в XX веке было установлено, что земная кора сложена в основном 9 элементами, а именно (по А.П. Виноградову):

Кислород – 49,13%	Железо – 4,20%	Калий – 2,35%
Кремний – 26,00%	Кальций – 3,25%	Магний – 2,35%
Алюминий – 7,45%	Натрий – 2,40%	Водород – 1,00%

В верхней мантии на глубине от 100 до 400 км устанавливается зона, в которой скорости сейсмических волн заметно уменьшаются, а ниже зоны опять начинают расти. Эта зона названа **волноводом или астеносферой**. Уменьшение скоростей сейсмических волн свидетельствует об уменьшении плотности вещества. Предполагается, что вещество астеносферы находится в твердом (проходят продольные и поперечные волны), но пластичном состоянии. Пластичность определяется небольшим количеством расплава (до 10%) в межзерновых пространствах породы. Сложена астеносфера ультраосновной магматической породой, преимущественно **перидотитом**.

Считается, что **астеносфера** является источником **энергии** эндогенных процессов (магматизма, метаморфизма и тектонических движений), а также источником **вещества**, из которого сформировалась ранее и продолжает сейчас формироваться земная кора. Именно поэтому она имеет особое значение в эволюции географической оболочки.

На основе данных о строении и составе верхних слоев Земли учеными выделяются (*рис. 1*):

1. Земная кора - внешняя оболочка Земли, расположенная выше раздела Мохо.
2. Литосфера - внешняя оболочка Земли, расположенная выше поверхности астеносферы. Литосфера включает в себя земную кору и часть верхней мантии.
3. Тектоносфера - внешняя оболочка Земли, включающая астеносферу и литосферу.

Литосферные плиты и их движение

Природа тектонических движений объясняется несколькими гипотезами, представители которых расходятся во мнении: какие движения являются ведущими – вертикальные или горизонтальные. В начале XX века А. Вегенер обратил внимание на три закономерности:

1. Сходство береговых очертаний восточного побережья Северной и Южной Америк, с одной стороны, и береговых очертаний западного побережья Европы и Африки, с другой стороны.

2. Сходство докембрийской фауны и флоры южных материков.

3. Инструментально установил, что Гренландия движется горизонтально на северо-запад со скоростью 3 см/год.

А. Вегенер объяснял эти закономерности тем, что преобладают горизонтальные тектонические движения материков (блоков земной коры) и все материки в конце палеозоя представляли единый суперматерик, который А. Вегенер назвал Пангеей. В мезозое этот суперматерик раскололся, а его фрагменты стали расходиться. В ходе этого процесса возникли современные океаны.

Однако с открытием раздела Мохо, который имеет пересеченный характер, а вещество в низах земной коры и в верхах мантии находится в твердом состоянии, стало ясно, что материки не могут двигаться горизонтально. И в середине XX века ведущими уже считались вертикальные тектонические движения, а основными тектоническими структурами – геосинклинали и платформы.

В дальнейшем была установлена астеносфера, вещество которой находится хотя и в твердом, но пластичном, способном к течению состоянии. В 60 - 70 годах XX века активно исследуются моря и океаны. Были получены новые принципиально важные данные. В частности, установлены:

1. Глобальная система срединноокеанических хребтов с рифтовой долиной (РД СОХ) по оси хребтов.

2. Самые высокие значения теплового потока и плотности вещества в районе РД СОХ.

3. Линейные магнитные аномалии в породах океанического дна, параллельные РД СОХ.

4. Возраст горных пород океанического дна постепенно увеличивается от РД СОХ (современный) до окраины океана (триасовый).

5. Зона Беньюфа-Заварицкого – плоскость на границе океанов и континентов, уходящая от глубоководного желоба наклонно под материк, к которой приурочены очаги землетрясений и вулканов.

6. При изучении палеомагнетизма выяснилось, что магнитные оси минералов на разных материках, которые, казалось бы, в каждом конкретном геологическом периоде должны сходиться в точке магнитного полюса, образуют в районе полюса довольно обширное поле. И коль скоро Земля является двухполюсным магнитом, свести магнитные меридианы в одну точку магнитного полюса возможно только двигая горизонтально материка.

Чтобы объяснить новые факты ученые вновь обратились к гипотезе А. Вегенера, но на новом уровне знаний. Была разработана гипотеза литосферных плит. После установления астеносферы основным объектом внимания ученых стала литосфера. Оказалось, что литосфера неоднородна и разбита на ряд плит. Границами литосферных плит считаются поверхность астеносферы снизу, а сбоку – зоны растяжения (РД СОХ) и зоны сжатия. Боковые границы являются зонами повышенной сейсмической активности. А коль скоро вещество астеносферы находится в пластичном, способном к течению состоянии, литосферные плиты вполне могут двигаться горизонтально. При этом вспомнили о гипотезе А. Холмса.

Согласно гипотезе А. Холмса, предложенной также в начале XX века, в мантии существует движение вещества (мантийная конвекция). Более горячее вещество в глубинах мантии становится более легким и всплывает. Попадая в верхи мантии, вещество охлаждается, становится более тяжелым и тонет.

Считается, что это движение вещества со скоростью около 2 – 3 см/год носит закономерный, упорядоченный характер и представляется в виде круговых (по вертикали) мантийных потоков. Эти потоки образуют систему двух типов: одначейственную (два мантийных потока) и двухчейственную (четыре мантийных потока). В местах схождения восходящих ветвей мантийных потоков земная кора выгибается с образованием срединноокеанических хребтов и РД СОХ. В местах схождения нисходящих ветвей мантийных потоков земная кора наоборот прогибается. В промежуточных зонах мантийное вещество движется горизонтально от зоны схождения восходящих ветвей к зоне схождения нисходящих ветвей.

Сторонники гипотезы литосферных плит считают, что в районе РД СОХ (зона схождения восходящих ветвей мантийных потоков) к поверхности Земли подходит мантия. По мере открытия РД СОХ давление в этой зоне падает и из мантии (сложенной перидотитом) выплавляется наиболее легкоплавкая ее часть – базальт. Этот базальт заполняет РД СОХ. Расходящиеся ветви мантийных потоков увлекают литосферные плиты в разные стороны. Вновь открывается РД СОХ, а базальт оказывается в стенках новой РД СОХ. Вновь падает давление, выплавляется базальт и заполняет РД СОХ. Этот процесс повторяется много раз, и первый базальт постепенно оказывается все дальше и дальше от РД СОХ. Происходит **спрединг** – процесс горизонтального движения океанического дна, в ходе которого первый базальт оказывается все дальше от РД СОХ и все ближе к матерiku.

Считается, что окраины материков бывают двух типов – пассивные и активные. На пассивной окраине материка движущееся океаническое дно упирается в материк и увлекает его в горизонтальное движение (толкает в направлении своего движения). Примером пассивной окраины материка являются западное и восточное побережье Африки, восточное побережье Южной Америки и т.д. На активной окраине материка движущееся океаническое дно сминает осадочные породы с образованием складчатых гор и глубоководных желобов, а затем по зоне Беньофа-Заварицкого уходит под материк и

рассредотачивается в веществе мантии (процесс субдукции). Зона Бенъофа-Заварицкого считается плоскостью соприкосновения поверхности движущегося океанического дна и подошвы неподвижного материка. Примером активной окраины материка является восточное побережье Азии, западное побережье Южной Америки и т.д.

В настоящее время считается, что литосфера разбита на два типа плит – континентальные и океанические. В континентальных литосферных плитах (КЛП) присутствует гранитный слой в отличие от океанических плит. Наиболее крупные КЛП – Северо-Американская, Южно-Американская, Африканская, Аравийская, Евразийская, Индийская (Индостанская или Индо-Австралийская) и Антарктическая. Из океанических литосферных плит (ОЛП) выделяются две крупные – Тихоокеанская и Наска, а также более мелкие – Кокос, Карибская и Филиппинская. Наиболее крупные пояса сжатия – Циркумтихоокеанский (западное и восточное побережье Тихого океана) и Альпийско-Гималайский.

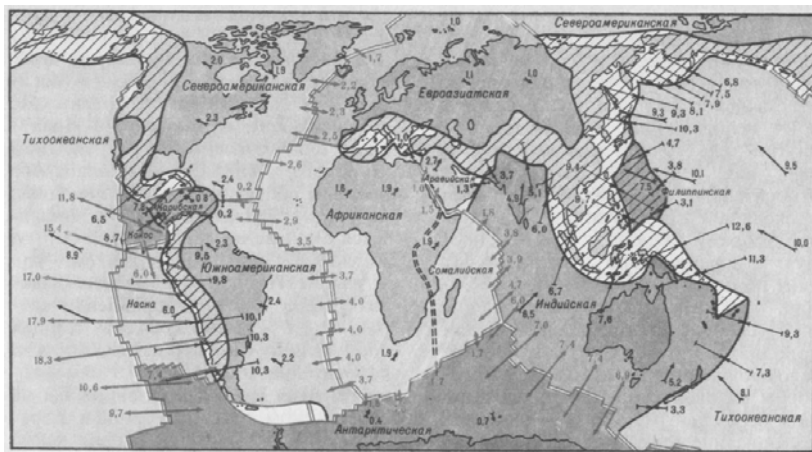


Рис. 2. Основные литосферные плиты Земли и их относительные линейные скорости перемещения (см/год)

Общие закономерности развития Земли в криптозое (докембрии) и фанерозое.

Общая направленность и необратимость. Исследования геологического развития Земли свидетельствуют о **направленности и необратимости** всех геологических событий. Направленность имеет характер **прогрессивной эволюции**, т.е. Земля и земная кора, как и другие материальные тела, **развиваются от простого к сложному**. И действительно, Земля после образования её как планеты представляла собой однородное тело. Затем произошло разделение планеты на ядро, мантию и первичную атмосферу. Ещё позже появились земная кора, гидросфера и т.д. Земная кора первоначально однородная постепенно усложнялась: непрерывно увеличивалось число составляющих её тектонических структур, усложнялся рисунок их расположения.

В геологической истории Земли прослеживается взаимодействие двух противоположных процессов – **океанизация континентов и континентализация океанов**. И хотя взаимодействие этих процессов сложно, в целом и здесь наблюдается определенная направленность: увеличивается общая площадь континентов, нарастает контраст между устойчивыми глыбами и подвижными поясами, усложняется рельеф континентов и морского дна.

Наряду с направленным развитием земной коры устанавливается определенная **цикличность** геологических процессов, т.е. в истории Земли выделяются определенные, следующие друг за другом этапы развития литосферы, в течение которых происходит законченный цикл тектонической перестройки отдельных участков литосферы. Цикличность характерна не только для тектонических движений, но также для магматизма, этапов формирования облика Земли (очертаний материков и океанов), рельефа, климата и органического мира, являющихся следствием тектонических движений.

В истории Земли выделяются 11 основных **циклов тектогенеза**: шесть **докембрийских региональных** (названия

циклов в разных регионах Земли отличаются — например, на Балтийском щите выделяются **беломорский, карельский и дальсландский**) и пять более молодых общемировых циклов: **байкальский** (конец докембрия), **каледонский** (ранний палеозой), **герцинский** (поздний палеозой), **киммерийский** (мезозой) и **альпийский** (конец мезозоя — кайнозой).

В истории Земли выделяются следующие неповторимые **этапы её развития** (по В.Е. Хаину):

1. **Доплитно-тектонический** этап, характеризующийся высоким (в 5-6 раз выше современного) тепловым потоком. Мантийная конвекция носила хаотический характер. В пределах этапа выделяются два подэтапа: 1). **Догеологический** (до образования земной коры); 2). **Лунный** (до образования гидросферы).

2. Этап **эмбриональной тектоники плит**. Мантийная конвекция постепенно приобретает более упорядоченную форму. Этот этап состоял из двух подэтапов: 1). **Архейский** — формируется система малых конвективных ячеек (сотни км. в диаметре), появляется первичная континентальная земная кора, слагающая ядра материков, оформляется Пангея-0). 2). **Раннепротерозойский** — мантийные потоки становятся более упорядоченными и увеличиваются в размерах, образуется Пангея-1.

3. **Позднепротерозойский** — оформляется двухячейстая система мантийных потоков. Пангея-1 раскалывается и ее фрагменты расходятся.

4. **Палеозойский** — система мантийных потоков перестраивается на одноячейстую. Это этап схождения континентальных литосферных плит до образования Пангеи-2.

5. **Мезозойско-кайнозойский** — система мантийных потоков снова перестраивается на двухячейстую. Пангея-2 раскалывается и ее фрагменты расходятся.

Основные этапы развития Земли в криптозое (докембри).

Доплитно-тектонический этап

Догеологический подэтап. О самых ранних этапах развития Земли можно судить лишь на основе сравнения с Луной и по общим данным о развитии и истории формирования планет Солнечной системы.

После возникновения Земли как планеты (согласно гипотезе О. Ю. Шмидта и В. Г. Фесенкова, холодной и однородной) и значительного разогрева её за счет энергии радиоактивного распада сформировались первые сферы Земли — ядро, мантия и первичная атмосфера, состоящая в основном из водорода и гелия. По мере израсходования радиоактивных элементов началось постепенное остывание Земли, появились первые участки земной коры, что принимается за границу догеологического и лунного подэтапов развития Земли.

Лунный подэтап. Продолжались остывание Земли, формирование сплошной земной коры, поверхность которой предполагается весьма выравненной. Это время широчайшего развития базальтового магматизма, время формирования базальтового слоя земной коры и вторичной атмосферы за счет вулканических газов (пары воды, углекислый газ, соединения азота, кислые газы - галоиды, серные и т.д.). По мере остывания поверхности Земли до температуры ниже 100°C происходят конденсация водяных паров атмосферы (в составе вулканических газов их 60 - 90%) и образование гидросферы. Атмосфера становится преимущественно углекислой.

Среди гипотез о происхождении жизни на Земле наибольшее значение имеют гипотезы, утверждающие, что жизнь возникла на самой Земле. А.И. Опарин на основе глубокого анализа находок ископаемых организмов в древнейших породах и экспериментальных данных дал представление о первом этапе развития органического мира, объяснив происхождение жизни из неживой материи.

На основе представлений А. И. Опарина в истории Земли выделяются два этапа — **этапы химической эволюции и биологической эволюции**. Этап химической эволюции протекал в основном в лунную эру, когда из неорганических веществ возникали простейшие органические вещества. Последние прошли сложный путь прогрессивной эволюции («первичный бульон», коацерваты, протобионты, предбиологические многомолекулярные системы) до возникновения ДНК.

Этап эмбриональной тектоники плит

Архейский подэтап. К началу архейской эры сформировалась достаточно мощная земная кора, и продолжающийся интенсивный базальтовый магматизм постепенно становится трещинным. Упорядочение мантийной конвекции приводит к развитию тектонических движений. Рельеф морского дна усложняется, появляются подводные возвышенности, на склонах которых начинаются экзогенные процессы с образованием обломочных пород.

Базальты и осадочные породы подвергаются интенсивному метаморфизму, а в конце архея — интенсивной гранитизации. Начинает формироваться гранитный слой земной коры — появляются первые участки земной коры континентального типа. В конце архея континентальная земная кора образует единый массив — **Пангея-0**, сложенный ядрами будущих материков.

В начале архейской эры начинается **этап биологической эволюции** — возникает клетка. В условиях жесткого космического излучения (озоновый экран отсутствовал), бескислородной атмосферы и обилия в море органических веществ первые живые существа, которые были анаэробными гетеротрофами с прокариотическим строением клетки (бактерии и сине-зеленые водоросли), могли возникнуть только под защитой толщи воды. По мере израсходования органического вещества появляются автотрофы (растения — водоросли с эукариотической клеткой).

Раннепротерозойский подэтап. В начале раннего протерозоя **Пангея-0** раскалывается, и ее фрагменты расходятся, а затем в ходе оформления одноячейстой системы мантийных потоков начинают сходиться. В конце раннего протерозоя участки континентальной земной коры образуют огромный массив зрелой континентальной коры — **Пангея-1**, которому противостоит **Панталасса** (Пратихий океан). Продолжается интенсивный трещинный магматизм. Постепенно подводные возвышенности поднимаются над уровнем океана с образованием первых островов, а затем и островных дуг. Выветривание силикатов в условиях углекислой атмосферы приводит к образованию карбонатов, которые сначала поступают в гидросферу, а затем отлагаются в виде карбонатных пород. Гидросфера сначала становится карбонатно-галоидной, а затем галоидной. В результате этого в атмосфере постепенно уменьшается содержание углекислого газа и она становится преимущественно азотной. Появление и развитие зеленых растений приводит к насыщению атмосферы свободным кислородом.

Появившиеся в архее **водоросли** эволюционировали и в начале протерозоя освоили фотосинтез. В результате перестройки атмосферы (появление свободного кислорода) возникают аэробные автотрофы и гетеротрофы, которые в дальнейшем испытывают бурную прогрессивную эволюцию.

Позднепротерозойский этап

В начале позднего протерозоя по мере оформления двухячейстой системы мантийных потоков **Пангея-1** раскалывается на ряд литосферных плит (континентальные — **Гондвана, Северо-Американская, Балтийская, Сибирская и Китайская** и разделяющие их океанические — **Протоихия и Протоатлантическая**), которые расходятся на значительное расстояние. В целом континентальные литосферные плиты располагаются субширотно в районе экватора.

По мере накопления в атмосфере свободного кислорода в результате жизнедеятельности фотосинтезирующих **растений**

возникает новый путь получения энергии — процесс окисления, который в 20 раз эффективнее бескислородного. Организмы, выработавшие способность к использованию в жизнедеятельности процесса окисления, стали успешно развиваться. Происходит смена анаэробных гетеротрофов аэробными гетеротрофами. Формируется динамическая система, состоящая из двух царств: царства растений и царства животных. Относительно медленно эволюционировали растения, представленные водорослями. Бурную эволюцию испытали животные, среди которых в позднем протерозое сформировались все типы беспозвоночных, представленные древними формами (гидроидные медузы, примитивные кораллы, кольчатые черви, примитивные членистоногие и т.д.).

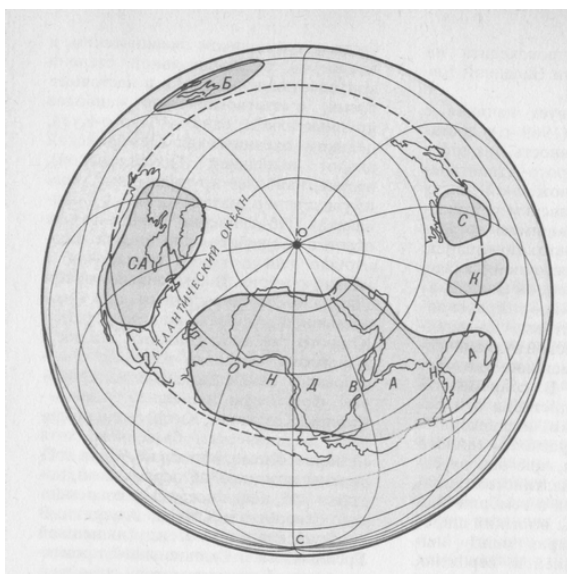


Рис. 3. Облик Земли в начале палеозоя
(по С. А. Ушакову и Н. А. Ясаманову)

Микроконтиненты: Б — Балтийский; С — Сибирский;
К — Китайский; СА — Северо-Американский. Экватор дан пунктирной линией

До позднего протерозоя живые существа могли выжить только в море на глубине, что защищало их от губительных

лучей Солнца. Существование под толщей воды в докембрии привело к формированию преимущественно бесскелетных организмов. По мере появления и развития озонового экрана организмы в позднем протерозое переместились в мелководные части моря. Освоение более благоприятных для жизни мелководных частей моря привело к бурной эволюции животных («взрыву жизни»).

Основные этапы развития Земли в фанерозое.

**Общие закономерности (повторить) – смотри
стр. 15 и 16.**

Палеозойский этап

Облик Земли в начале палеозоя (смотри *рис. 3* на стр. 20)

В раннем палеозое начинается общее сближение континентальных литосферных плит (КЛП) с поворотом их в субмеридиональном направлении и смещением в сторону южного полюса. В ордовике **Гондвана** входит в район южного полюса. Сокращается **Протоатлантическая впадина**. В силуре происходит столкновение **Северо-Американской и Балтийской КЛП**, в результате чего образуется **Еврамериканская КЛП**. Расстояние между этой плитой и Гондваной, также как и расстояние между остальными КЛП, сокращается.

В раннем палеозое происходят события **каледонской тектонической** эпохи. Сформировавшиеся каледониды примкнули к ранее существовавшим материкам, увеличив их площадь и усложнив тектоническую структуру. В это время сформировались горные системы:

1. В Северной Америке – северные отроги Аппалачей, горы восточной и северной Гренландии.

2. В Евразии – горы Британских островов, Скандинавские горы, Казахский мелкосопочник, Тянь-Шань, западный Алтай и восточные Саяны, Кунь-Лунь, горы юго-восточного Китая, горы восточной Австралии и юга Южной Америки.

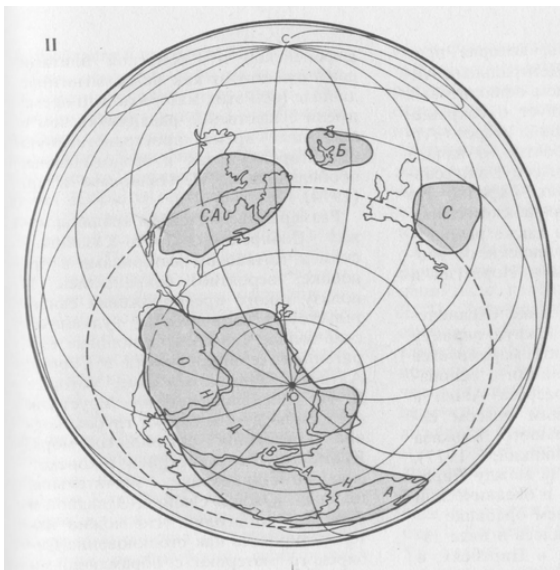


Рис. 4. Облик Земли в середине палеозоя
(по С. А. Ушакову и Н. А. Ясаманову)

Микроконтиненты: Б – Балтийский; С – Сибирский;
СА – Северо-Американский. Экватор дан пунктирной
линией

В кембрии **климат** на Земле был значительно теплее, чем в остальные периоды. На материках, расположенных вблизи экватора, климат был однородный, близкий к тропическому.

В ордовике природные условия становятся более разнообразными, что является результатом смещения Гондваны к южному полюсу. Выделяются тропическая зона (современная Канада, Ю. Гренландия, Европейская часть России), северная и южная аридные зоны, умеренная и нивальная – в южном полушарии. В конце ордовика на Гондване, находящейся

Африканским фрагментом (современный Атлас) в районе южного полюса, развивается покровное оледенение.

В силуре отмечается общее повышение температуры и сдвиг границ климатических поясов к полюсам (тропики доходили до 40° с.ш.)

В раннем палеозое **жизнь** существовала только в море. Продолжается эволюция водорослей. Бурную эволюцию испытали животные, среди которых сформировались все типы беспозвоночных, представленные древними формами (табуляты и четырехлучевые кораллы, плеченогие, трилобиты и т.д.). В конце раннего палеозоя появились первые позвоночные – бесчелюстные. Освоение более благоприятных для жизни мелководных частей моря привело к появлению и развитию животных с твердым наружным скелетом.

В позднем палеозое продолжалось сближение КЛП. В каменноугольном периоде произошло столкновение **Гондваны** и **Еврамериканской КЛП**, а на рубеже каменноугольного и пермского периодов с ними столкнулись **Сибирская и Китайская КЛП**. В результате этих процессов закончилось оформление единой суперплиты **Пангеи-2** или **Мегагеи**. Располагалась она субмеридионально от южного полюса (Антарктический фрагмент) почти до северного полюса (Сибирский фрагмент).

В ходе **тектонических** движений **герцинской** эпохи сформировались:

1. В Северной Америке – южные отроги Аппалачей, Примексиканская низменность.
2. В Евразии – Пиренейский полуостров, горы севера западной Европы, Уральские горы, горные системы Приамурья и Гоби.
3. Горы восточной Австралии и Атласские горы в Африке.

В позднем палеозое **климат** был довольно теплым, что ученые объясняют повышенными концентрациями углекислоты и созданием сильного парникового эффекта.

Выделяются экваториальная (юг Северной Америки, юг Европы, южный Китай), две тропические, две субтропические, две умеренные и две полярные зоны.

Длительное пребывание Гондваны в высоких широтах Южного полушария привело в конце палеозоя к возникновению мощного покровного оледенения с центрами – в восточной Антарктиде и на юге Африки

В середине палеозоя произошло крупнейшее событие в истории **органического мира** – освоение растениями и животными суши. Этому способствовали уменьшение площадей шельфов в результате орогенных тектонических движений и развитие достаточно мощного озонового экрана. Выход растений на сушу был подготовлен проникновением на континенты разнообразных микроорганизмов, создавших почвы. Выброшенные на сушу водоросли дали начало псилофитам – предкам высших растений. Бурная эволюция растений привела к появлению споровых (папоротников, членистостебельных, плауновидных), которые в позднем палеозое заняли господствующее положение. Одновременно со споровыми появились древние формы голосеменных (семенные папоротники, кордаиты). Растения проникали вглубь континентов: споровые вдоль рек и систем болот и озер, семена голосеменных переносились ветром. Среди животных в позднем палеозое бурно развивались позвоночные – в море господствовали рыбы (сначала хрящевые, а затем и костные). В условиях увеличения площадей континентов и отступления моря появились двоякодышащие и кистеперые рыбы, которые дали начало земноводным. Эволюция земноводных привела к появлению древних рептилий – котилозавров.

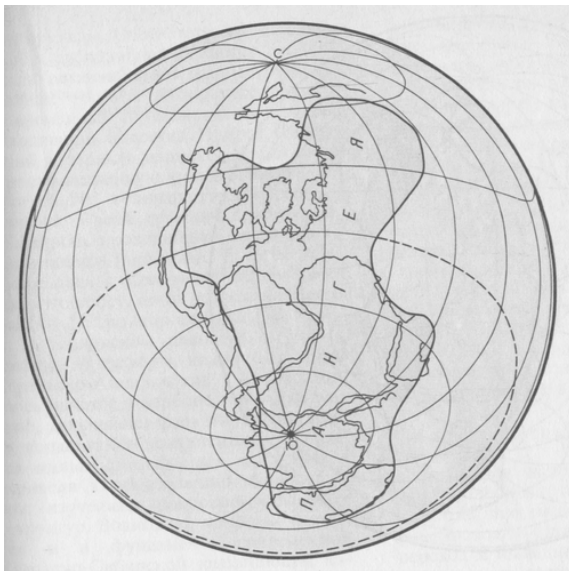


Рис. 5. Облик Земли в конце палеозоя
(по С. А. Ушакову и Н. А. Ясаманову)

Экватор дан пунктирной линией

Все эти процессы привели к формированию первых в истории Земли фитогеографических и зоогеографических областей, первых ландшафтов.

Мезозойско-кайнозойский этап

В начале мезозоя в результате перестройки системы мантийных потоков на двухячеистую в триасе **Пангея-2** раскалывается на две КЛП – **Лавразию**, включающую Североамериканский и Евразийский фрагменты, и **Гондвану**, включающую Южноамериканский, Африкано-Аравийский, Индийский, Австралийский и Антарктический фрагменты. В результате расхождения этих суперплит образуется впадина **океана Тетис**. В юрском периоде развиваются крупные внутриконтинентальные рифтовые системы. Они раскалывают **Лавразию** на **Северо-Американскую** и **Евразийскую** КЛП, а **Гондвану** – на **Южно-Американскую**, **Африкано-**

Аравийскую, Индийскую и Австрало-Антарктическую КЛП. Быстрое расхождение этих плит в юрском и меловом периодах (лишь **Австрало-Антарктическая** плита оставалась на месте) приводит к разрастанию и оформлению впадин **Атлантического и Индийского океанов.**

В конце мезозоя в результате разрастания впадины Атлантического океана происходит столкновение **Евразийской и Северо-Американской КЛП** уже на другой стороне земного шара, в результате чего сформировавшиеся Аляска и Чукотка отделяют от **Тихого океана** впадину **Северного Ледовитого океана.** Образованию **Северного Ледовитого океана** способствует также отделение Гренландии от **Североамериканской КЛП.**

В ходе **тектонических** движений **киммерийской** эпохи сформировались:

1. В северной Америке – Кордильеры и Мексиканское нагорье.

2. В Евразии – Верхоянский хребет, хребет Черского, Колымское нагорье, Сихотэ-Алинь, северные и южные отроги Тибета, горы Малайзии и острова Калимантан.

В мезозое **климат** был еще более теплым, чем в палеозое. В течение всего мезозоя ледниковых покровов не образовывалось.

В течение триаса и половины юры Гондванские материки отошли от южного, а северная часть Лавразии вплотную приблизились к полюсу. Экваториальная зона проходила уже по северу Южной Америки, центру Африки и югу Аравийского полуострова.

Во второй половине юры и в меле Антарктический край Австрало - Антарктиды вновь оказался в районе южного полюса, а континенты северного полушария расположились на тех же широтах, что и сейчас

На рубеже палеозоя и мезозоя происходит смена **комплекса** палеозойских **растений и животных** на комплекс мезозойских растений и животных, которые испытывают бурную эволюцию. Среди растений господствующее положение заняли голосеменные (хвойные, гинкго, баннетиты). Продолжается эволюция

водорослей и папоротников. Беспозвоночные в мезозое представлены новыми формами, среди которых выделяются форамениферы, аммониты, белемниты, морские лилии и морские ежи. Среди позвоночных господствуют рептилии, которые завоевали сушу, море и воздух. В море продолжается эволюция рыб, амфибии и появившиеся примитивные млекопитающие находятся в угнетенном состоянии.

В кайнозое (палеоген) **Австралийская КЛП** отделяется от **Антарктической** и удаляется в сторону экватора. От **Африканской КЛП** откальвается **Аравийская**, в результате чего открывается **Красное море** и **Аденский залив**. При движении на север **Африканская** и **Аравийская КЛП** наталкиваются на **Евразийскую**. Закрывается **океан Тетис** (от него остаются лишь Средиземное, Черное, Каспийское, Аральское моря и соленые озера центральной Азии). На рубеже палеогена и неогена **Индийская КЛП** сталкивается с **Евразийской**. В результате двух этих процессов формируется крупнейший горный пояс — **Альпийско-Гималайский**. В это же время **Южно-Американская КЛП** окончательно отрывается от **Антарктической** — образуется **пролив Дрейка**. **Антарктическая КЛП** изолируется в районе южного полюса.

В ходе **тектонических** движений **альпийской** эпохи сформировались:

1. В Северной Америке — Алеутские острова, Береговые хребты.
2. В Евразии — Альпийско-Гималайский горный пояс (Пиренеи, Альпы, Апеннины, Балканы, Карпаты, Кавказ, горы Малой Азии, Иранское нагорье, Копет Даг, Гиндукуш, Гималаи, горы Индонезии), горы Камчатки, Сахалина, Курил, Японии, Филиппин, Новой Гвинеи, Новой Зеландии.
3. Береговой хребет Атласа в Африке.
4. Анды в Южной Америке.

В конце мела **климат** Земли становится значительно холоднее, в результате чего границы субтропического и умеренного пояса существенно сдвинулись к экватору.

В течение всего кайнозоя похолодание продолжалось и еще более усилилось в неогене.

Полное отделение Антарктической плиты сопровождается возникновением циркумполярного течения вокруг нее. В результате этого Антарктида покрылась ледником, что в свою очередь ускорило дальнейшее похолодание всей Земли. Это произошло в неогене, в середине которого в северном полушарии возникли первые горные ледники, а в конце – первые материковые оледенения (на Северо – Американской плите - 3 млн. лет назад).

В кайнозое **органический мир** в результате бурной эволюции постепенно приобретает современный облик. Среди растений господствующее положение занимают покрытосеменные, продолжают развитие голосеменные (хвойные и др.), споровые (папоротники и др.) и водоросли. В царстве животных эволюционируют новые формы беспозвоночных – нуммулиты, двухстворчатые и брюхоногие моллюски, насекомые, «новые морские ежи» и т.д. Среди позвоночных господствующее положение занимают птицы и млекопитающие. Особенно бурную эволюцию испытывают млекопитающие, среди которых появляется и развивается значительное количество классов и отрядов, в том числе приматы – предки человека. В морях продолжается эволюция рыб.

История развития Земли

в неоген – четвертичное время.

В начале XIX века Ч. Лайель выделил **третичную систему**, основанием которой считался выделенный несколько позднее **палеогеновый отдел**, а завершающим – **неогеновый отдел**. Геохронологические рубежи начала третичного периода и разделяющий палеоген и неоген установлены по достаточно резкой смене компонентов флоры и фауны. В 1960 году в СССР упразднено подразделение «третичная система», а её отделы (**палеогеновый и неогеновый**) стали считаться самостоятельными **системами**.

Четвертичная система была выделена Ж. Денуайе также в начале XIX века. В связи с её кратковременностью (0,7 млн. лет, по некоторым данным до 2 млн. лет) существенных изменений в составе флоры и фауны не произошло. Поэтому основным критерием выделения четвертичного периода и его подразделений является климатостратиграфический, основанный на выделении пластов горных пород, отражающих изменение климата, в частности, похолодания (ледниковья, в период которых на Земле появляются материковые льды) и потепления (межледниковья).

А. П. Павлов в начале XX века предложил последний период истории Земли называть не четвертичным, а **антропогеновым** (время эволюции человека). В этом случае начало антропогена опускается до 3 - 3,5 млн. лет.

Началом неоген-четвертичного времени считается существенная перестройка климата Земли до условий, близких к современным, а также широкое развитие новых современных форм организмов. Это произошло около 25 млн. лет назад. Неоген-четвертичное время имеет особое значение в истории Земли, т.к. именно в это время окончательно формируется современная физико-географическая обстановка (очертания материков и океанов, рельеф, климат, органический мир).

Тектонические движения неоген-четвертичного времени называются новейшими, **неотектоническими**, а наука, их изучающая, — **неотектоникой**.

Сохраняется двухячейчатая система мантийных потоков. Продолжается горизонтальное расхождение **континентальных литосферных плит (КЛП)**. Тектоническая структура литосферы выглядит следующим образом:

КЛП — Северо-Американская, Евразийская, Южно-Американская, Африканская, Аравийская, Индо-Австралийская, Антарктическая.

Океанические литосферные плиты (ОЛП) — Тихоокеанская, Наска, Кокос, Карибская, Филиппинская.

В результате более активного движения плит южного полушария и Тихоокеанской формируются глобальные **зоны сжатия** (зоны активных тектонических движений). Наиболее крупные из них: Альпийско-Гималайская (Средиземноморская), Западно-Тихоокеанская и Восточно-Тихоокеанская.

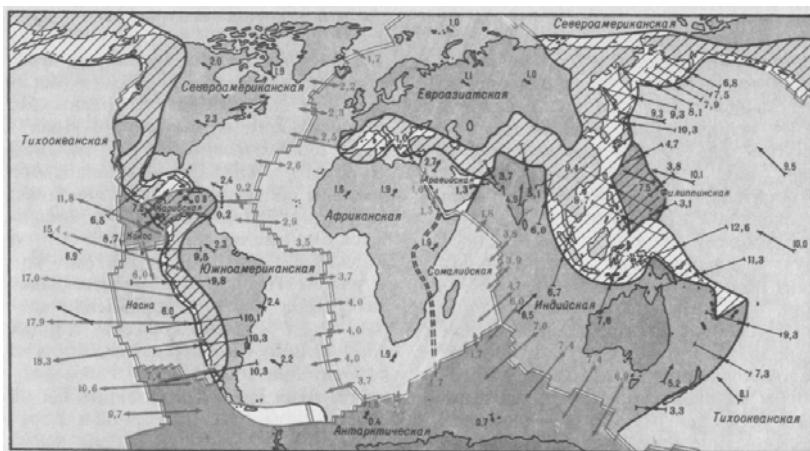


Рис. 6. Основные литосферные плиты Земли и их относительные линейные скорости перемещения (см/год)

На неоген-четвертичное время приходится вторая, завершающая половина альпийской тектонической эпохи, стадия орогенических движений.

В Средиземноморской зоне сжатия, которая в основном закончила свое развитие, оформляются высочайшие горные хребты: Пиренеи, Альпы, Апеннины, Балканы, Карпаты, Кавказ, горы Малой Азии, Иранское нагорье, Копет-Даг, Гиндукуш, Гималаи, горы Западной Мьянмы и Малайзии, Индонезии. Лишь две ветви Средиземноморской зоны — Индонезийская и собственно Средиземноморская продолжают развитие.

Интенсивно развивались и Тихоокеанские зоны сжатия — закончила развитие южная часть Восточно-Тихоокеанской зоны (сформировались Анды), на промежуточной стадии (стадии образования островных дуг) находится Западно-Тихоокеанская зона. Здесь сформировались Корякское нагорье, горы Камчатки, Сахалина, Японии, Филиппин, Новой Гвинеи, Новой Зеландии.

Мощные тектонические движения произошли и на платформах. Они привели к окончательному оформлению впадин Индийского, Атлантического и Северного Ледовитого океанов, образованию крупных систем глубинных разломов амплитудой до 3 – 4 км на континентах. В результате глыбовых движений произошло омоложение древних гор (Кордильеры, Аппалачи, Скандинавские горы, Тянь-Шань, Памир, Алтай, Саяны, Верхоянский хребет, Сихотэ-Алинь, горы Восточного Китая и Восточной Австралии), продолжается образование крупных континентальных рифтовых систем (Восточно-Африканской, Байкальской и т.д.).

Тектонические движения альпийской тектонической эпохи еще не закончились, о чем свидетельствуют мощные процессы землетрясений и вулканизма.

Климат в неогене становится более прохладным и засушливым по сравнению с палеогеном и более близким к современному. Экватор и полюсы Земли занимают современное положение, так же как и четко выраженные климатические зоны.

По климатическому признаку в четвертичном периоде К. К. Марков выделяет на континентах три пространства: северное и южное внетропическое, а между ними тропико-экваториальное. Тропико-экваториальное пространство включало экваториальный, два субэкваториальных и два тропических географических пояса. Для тропико-

экваториального пространства характерны практически неизменные условия в течение всего четвертичного периода.

В южном внетропическом пространстве, которое по площади резко уступает северному внетропическому, постоянно покрыта ледниками Антарктида. Площадь и объем её ледников существенно не изменились. Остальные незначительные площади суши (в южной Америке, Африке и Австралии) находились в умеренном и субтропическом поясах. На них в горных районах развивались ледники.

Одним из главных событий четвертичного периода являются обширные материковые оледенения северного полушария. Причины оледенения называются разные.

Часть ученых (в том числе югославский ученый Миланкович) объясняет похолодания космическими причинами, в частности колебаниями величины солнечной радиации, которая зависит от положения Земли относительно Солнца.

Другая группа ученых (в том числе И. Д. Лукашевич) изменения климата объясняет изменениями земной поверхности в связи с колебательными и орогеническими движениями. В частности, похолодания вызываются увеличением площади материков в результате поднятий и осушения морских шельфов, увеличением высоты суши, а также ростом горных систем, препятствующих проникновению в северные широты теплых вод и воздушных масс.

Совпадение оледенений с заключительными стадиями орогенных этапов тектонических эпох — закономерное явление в истории Земли.

В течение четвертичного периода устанавливаются многократность оледенений и смена их межледниковьями. Причем в периоды наступления материковых льдов в северном полушарии опускалась снеговая линия в горах южного полушария. В тропико-экваториальном пространстве климат увлажнялся.

Наибольшую площадь покрывали льды в Северной Америке (южная граница максимального оледенения проходила в районе слияния рек Миссисипи и Миссури (37° с.ш.). Широко

распространялись материковые ледники и в Европе (южная граница максимального — днепровского — оледенения доходила до широты современных Днепропетровска и Волгограда). Значительно меньшие площади занимали материковые ледники в Азии, однако здесь широко было распространено горное и подземное оледенение («вечная мерзлота»).

В периоды межледниковий образовывалось большое количество приледниковых озер, происходили неоднократные морские трансгрессии.

Следы обширных материковых оледенений и сейчас сохранились в северном полушарии в виде разнообразных форм ледникового рельефа, горных пород ледникового происхождения, «вечной мерзлоты».

Органический мир неоген-четвертичного времени постепенно приобретает современный облик. В растительном покрове Земли основная роль принадлежит покрытосеменным. Довольно широко распространены голосеменные (в частности хвойные), папоротникообразные и водоросли. Продолжается процесс развития травянистой растительности и образования степей на месте бывших лесов.

В четвертичном периоде широко развиваются мхи, образуется зона тундры.

В фауне беспозвоночных преобладают насекомые, двухстворчатые и брюхоногие моллюски, широко распространены форамениферы, современные иглокожие, шестиручьевые кораллы и т.д.

Среди позвоночных продолжается бурная эволюция млекопитающих и птиц. В неогене на смену вымершим палеогеновым пришли новые современные формы. Получили дальнейшее развитие копытные, хоботные, хищные, водные млекопитающие. Особый интерес представляет развитие приматов, являющихся предками человекообразных обезьян и человека.

Расселение растений и животных происходит соответственно климатическим зонам. Без значительных изменений существуют

растения и животные тропической зоны. Смещение границ климатических зон особенно в северном полушарии, наступление ледников приводят к широкой миграции растений и животных умеренной зоны, увеличению площадей тундр и степей, появлению холодоустойчивых животных (мамонт, шерстистый носорог, северный олень, волк, медведь и др.).

Одним из важнейших событий неоген-четвертичного времени является **появление и развитие человека и человеческого общества**. Предками человека были обезьяны – австралопитеки, существовавшие до четвертичного периода. Уже в конце неогена они дали начало человеку. Эволюционный путь гоминид разделяют на 3 фазы:

1. Архантропы, или обезьяно-люди, представлены сменяющимися друг друга: древнейший человек, человек умелый, человек выпрямленный, или питекантроп, человек пекинский, или синантроп. Они обладали значительно большим, чем у обезьян, мозгом, умели изготавливать простейшие орудия труда. Архантропы не только пользовались (питекантроп) огнем, но и научились его добывать (синантроп).

2. Палеоантропы, или древние люди, представлены человеком первобытным, неандертальцем. У них закрепляются основные признаки человека разумного: увеличивается объем мозга, они широко пользуются огнем, изготавливают довольно сложные орудия труда. Неандертальцы охотились, защищались от врагов, боролись со стихийными бедствиями довольно большими группами (стадами). Коллективные действия привели к появлению речи. Значительные преимущества в борьбе за существование неандертальцам дали развитие альтруистических наклонностей, а также забота об умудренных опытом стариках – мастерах по изготовлению орудий, следопытах, врачевателях и т.д. В результате возникло племя со сложной структурой. Неандертальцы встали на путь, ведущий от звероподобного стада к человеческому обществу.

3. Неоантропы, или новые, современные люди, представлены человеком разумным, для которого характерно

производство не только орудий труда, но и орудий для производства орудий труда. Последнее требовало от неантропов (кроманьонец) более сложной умственной деятельности, способности к планированию будущих результатов труда, к абстрактному мышлению. Об этом же свидетельствует и появление у кроманьонцев наскальных изображений. Кроманьонцы по анатомическим признакам аналогичны современным людям. Они жили в жилищах, шили одежду из шкур, знали гончарное дело, приручали животных, занимались земледелием. Кроманьонцы перешли от эволюции биологической к эволюции социальной.

Литература.

Войлошников В.Д. Геология. М.: Просвещение, 1979.

Гурский Б.Н., Гурский Г.В. Общая геология. Минск: Высшэйшая школа, 1976.

Добровольский В.В. Минералогия с элементами петрографии. М.: Просвещение, 1971.

Добровольский В.В. Геология. М.: Владос. 2001.

Добровольский В.В., Якушова А.Ф. Геология. М.: Просвещение, 1979.

Немков Г.И. и др. Историческая геология. М.: Недра, 1986.

Якушова А.Ф. Динамическая геология. М.: Просвещение, 1970.