**Эволюция Земли**

Вопрос ранней эволюции Земли тесно связан с теорией ее происхождения. Сегодня известно, что наша планета образовалась около 4,5 млрд. лет назад. В процессе формирования Земли из частиц протопланетного облака постепенно увеличивалась ее масса. Росли силы тяготения, а следовательно, и скорости частиц, падавших на планету. Кинетическая энергия частиц превращалась в тепло, и Земля все сильнее разогревалась. При ударах на ней возникали кратеры, причем выбрасываемое из них вещество уже не могло преодолеть земного тяготения и падало обратно.

Чем крупнее были падавшие объекты, тем сильнее они нагревали Землю. Энергия удара освобождалась не на поверхности, а на глубине, равной примерно двум поперечникам внедрившегося тела. А так как основная масса на этом этапе поставлялась планете телами размером в несколько сот километров, то энергия выделялась в слое толщиной порядка 1000 км. Она не успевала излучиться в пространство, оставаясь в недрах Земли. В результате температура на глубинах 100–1000 км могла приблизится к точке плавления. Дополнительное повышение температуры, вероятно, вызвал распад короткоживущих радиоактивных изотопов.

По-видимому, первые возникшие расплавы представляли собой смесь жидких железа, никеля и серы. Расплав накапливался, а затем вследствие более высокой плотности просачивался вниз, постепенно формируя земное ядро. Таким образом, дифференциация (расслоение) вещества Земли могла начаться еще на стадии ее формирования. Ударная переработка поверхности и начавшаяся конвекция, несомненно, препятствовали этому процессу. Но определенная часть более тяжелого вещества все же успевала опустится под перемешиваемый слой. В свою очередь дифференциация по плотности приостанавливала конвекцию и сопровождалась дополнительным выделением тепла, ускоряя процесс формирования различных зон в Земле.

Предположительно ядро образовалось за несколько сот миллионов лет. При постепенном остывании планеты богатый никелем железоникелевый сплав, имеющий высокую температуру плавления, начал кристаллизуются – так (возможно) зародилось твердое внутреннее ядро. К настоящему времени оно составляет 1,7% массы Земли. В расплавленном внешнем ядре сосредоточено около 30% земной массы.

Развитие других оболочек продолжалось гораздо дольше и в некотором отношении не закончилось до сих пор.

Литосфера сразу после своего образования имела небольшую толщину и была очень неустойчивой. Она снова поглощалась мантией, разрушалась в эпоху так называемой великой бомбардировки (от 4,2 до 3,9 млрд. лет назад), когда Земля, как и Луна, подвергалась ударам очень крупных и довольно многочисленных метеоритов. На Луне и сегодня можно увидеть свидетельства метеоритной бомбардировки – многочисленные кратеры и моря (области, заполненные излившейся магмой). На нашей планете активные тектонические процессы и воздействие атмосферы и гидросферы практически стерли следы этого периода.

Около 3,8 млрд. лет назад сложилась первая легкая и, следовательно, «непотопляемая» гранитная кора. В то время планета уже имела воздушную оболочку и океаны; необходимые для их образования газы усиленно поставлялись из недр Земли в предшествующий период. Атмосфера тогда состояла в основном из углекислого газа, азота и водяных паров. Кислорода в ней было мало, но он вырабатывался в результате, во-первых, фотохимической диссоциации воды и, во-вторых, фотосинтезирующей деятельности простых организмов, таких как сине-зеленые водоросли.

600 млн. лет назад на Земле было несколько подвижных континентальных плит, весьма похожих на современные. Новый сверхматерик Пангея появился значительно позже. Он существовал 300–200 млн. лет назад, а затем распался на части, которые и сформировали нынешние материки.

Что ждет Землю в будущем? На этот вопрос можно ответить лишь с большой степенью неопределенности, абстрагируясь как от возможного внешнего, космического влияния, так и от деятельности человечества, преобразующего окружающую среду, причем не всегда в лучшую сторону.

В конце концов недра Земли остынут до такой степени, что конвекция в мантии и, следовательно, движение материков (а значит и горообразование, извержение вулканов, землетрясения) постепенно ослабнут и прекратятся. Выветривание со временем сотрет неровности земной коры, и поверхность планеты скроется под водой. Дальнейшая ее судьба будет определяться среднегодовой температурой. Если она значительно понизится, то океан замерзнет и Земля покроется ледяной коркой. Если же температура повысится (а скорее всего именно к этому и приведет возрастающая светимость Солнца), то вода испарится, обнажив ровную поверхность планеты. Очевидно, ни в том, ни в другом случае жизнь человечества на Земле будет уже невозможна, по крайней мере в нашем современном представлении о ней.

Результат эволюции

В процессе эволюции возникли атмосфера и гидросфера Земли.

Атмосфера Земли: в настоящее время Земля обладает атмосферой массой примерно 5,15\*1018 кг, т.е. менее миллионной доли массы планеты. Вблизи поверхности она содержит 78,08% азота, 20,95% кислорода, 0,94% инертных газов, 0,03% углекислого газа и в незначительных количествах другие газы. Давление и плотность в атмосфере убывают с высотой. Половина воздуха содержится в нижних 5,6 км, а почти вся вторая половина сосредоточена до высоты 11,3 км. На высоте 95 км плотность воздуха в миллион раз ниже, чем у поверхности. На этом уровне и химический состав атмосферы уже иной. Растет доля легких газов, и преобладающими становятся водород и гелий. Часть молекул разлагается на ионы, образуя ионосферу. Выше 1000 км находятся радиационные пояса. Их тоже можно рассматривать как часть атмосферы, заполненную очень энергичными ядрами атомов водорода и электронами, захваченными магнитным полем планеты.

Гидросфера Земли: вода покрывает более 70% поверхности земного шара, а средняя глубина Мирового океана около 4 км. Масса гидросферы примерно 1,46\*1021 кг. Это в 275 раз больше массы атмосферы, но лишь 1/4000 от массы всей Земли. Гидросферу на 94% составляют воды Мирового океана, в которых растворены соли (в среднем 3,5%), а также ряд газов. Верхний слой океана содержит 140 трлн. тонн углекислого газа, а растворенного кислорода – 8 трлн. тонн.

Основные события в развитии Земли в MZ и KZ

Мезозойский этап развития

Кайнозойский этап развития

Основные закономерности геологического развития Земли

Полезные ископаемые

Мезозойский этап истории Земли охватывает мезозойскую эру длительностью 170 ±10 млн. лет, которая в свою очередь подразделяется на триасовый, юрский и меловой периоды.

Вспомним, чем завершился Палеозойский этап в истории Земли.

В результате герцинского этапа складчатости завершился геосинклинальный цикл развития Урало-Монгольского (Урал), Атлантического (Аппалачи), Арктического (Иннуитская) поясов и отдельных частей Тихоокеанского (В. Австралия) и Палеотетиса (западная часть). В результате сформировался суперматерик-Пангея-2. Происходит вымирание почти всех древнейших животных - руководящих форм палеозоя.

В мезозое происходит обновление органического мира, который является промежуточным между палеозоем и кайнозоем. Мезозой – это эра рептилий и моллюсков, в юре появляются древние птицы, а в мелу – расцвет фораминифер и динозавров. В триасе появляются первые млекопитающие. Для растений – это расцвет голосеменных, а в меловой период – появление покрытосеменных.

Особенности осадконакопления

Для Триаса типичны континентальные красноцветные толщи и коры выветривания. Морские осадки локализовались в геосинклинальных областях. В широких масштабах проявился трапповый магматизм на платформах – Сибирской, Ю.-Американской и на юге Африканской. Выделяют три типа – эксплозивный, лавовый и интрузивный (силлы).

В Юре осадки более разнообразны. Среди морских – кремнистые, карбонатные, глинистые и глауконитовые песчаники; континентальных – преобладают отложения коры выветривания, а в лагунах формируются угленосные толщи. Магматизм проявился в геосинклинальных областях – Кордильеры и Верхояно-Чукотской, а трапповый – на платформах – Ю. Американской и Африканской.

Особенностью меловых отложений является максимальное накопление писчего мела (состоит из фораминифер и остатков панцирей водорослей кокколитофорид).

Палеогеография мезозоя

С образованием суперматерика Пангея-2 связана величайшая регрессия моря в истории Земли. Лишь небольшие участки, прилегающие к геосинклинальным поясам покрывались неглубокими морями (области, прилегающие к Кордильерам и Верхояно-Чукотской геосинклинали). Герцинские складчатые пояса представляли области расчлененного рельефа.

Климат Триаса – аридный континентальный, лишь в приморских областях (Колыма, Сахалин, Камчатка и др.) – умеренный. В конце Триаса начинается трансгрессия моря, которая широко проявилась в поздней Юре. Море распространялось в западную часть Северо-Американской платформы, почти на всю В.-Европейскую платформу, в северо-западной и восточной частях Сибирской платформы. Максимальная трансгрессия моря проявилась в верхнем Мелу. Для климата этих периодов характерно чередование влажного тропического и сухого аридного.

Строение Земной коры в Мезозое

Для мезозоя характерно проявление перестройки Земной коры в один тектонический этап – Киммерийский.

В конце Триаса начинается раскол суперматерика Пангея-2. Группа платформ северного полушария отходит от Гондваны и происходит новое заложение геосинклинального пояса на месте Палеотетиса.

На рубеже Триаса и Юры начинается раскол континента Лаврентий на Сев.-Американскую и В.-Европейскую платформы. Он начинается с процесса заложения рифтовой зоны в Северной Атлантике, которая с конца Юры распространяется на Центральную и Южную Атлантику. Морской бассейн начал формироваться с ранней Юры в Северной Атлантике, а в конце раннего Мела практически сформировалась система Атлантического океана. Параллельно шло формирование Индийского океана, а все это вместе знаменует раскол Гондваны. С конца Юры начинается обособление Африканской платформы, от которой затем отделились Индостанская и Австралийская платформы.

Геосинклинальный режим существовал в Тихоокеанском поясе и представлен Верхояно-Чукотской и Кордильерской геосинклиналями. Особенность их формирования – это положение по окраинам платформ, накопление мощной толщи флишевых отложений. Завершение геосинклинального этапа сопровождалось внедрением гранитов и складкообразованием. После горообразования геосинклинальный режим в этих частях Тихоокеанского пояса сохраняется, только область его развития смещается в сторону океанской плиты.

По-другому происходило развитие Средиземноморского геосинклинального пояса, в котором выделяют Альпийско-Гималайскую, Тибетско-Индостанскую и Индонезийскую области. Каждая из них характеризуется своими особенностями развития.

Альпийская область подразделялась на три широтные зоны – две внешние с миогеосинклинальным типом разреза и одну внутреннюю – эвгеосинклинальную, которая в свою очередь подразделялась на систему глубоководных прогибов с ультраосновным магматизмом и систему поднятий. На рубеже Юры и Мела горообразовательные движения проявились в восточной части (Кавказ, Иран, Афганистан) и сопровождались внедрением гранитной магмы.

В Тибетско-Индостанской области геосинклинальный режим в триасе и юре являлся продолжением позднепалеозойского, т.е. здесь происходили завершающие этапы геосинклинального развития, которые в киммерийский тектонический этап завершились формированием складчатости, и впоследствии развивались как молодые платформы.

В Мезозое области проявления герцинской и каледонской складчатости вступили в платформенный этап развития – горные системы интенсивно разрушались и поставляли обломочный материал в краевые прогибы, межгорные впадины и платформенный чехол. Для Урало-Монгольского пояса – это Предуральский краевой прогиб, Тимано-Печерская, Западно-Сибирская и Туранская плиты.

На древних платформах наряду с формированием осадочного чехла происходят глыбовые движения или эпиплатформенный орогенез. Особенно мощно он проявился на Северо-Американской платформе с образованием Скалистых гор. На Сибирской и Африканской платформах мощно проявился трапповый магматизм, с образованием силлов и кимберлитовых трубок.

К концу мелового периода происходит новый раскол Гондваны – Австралия вместе с Антарктидой перемещалась на юг, Африка двигалась на север, Ю.-Америка начала движение на запад, хотя еще и не полностью откололась от Африки.

Начинается верхнемеловая великая трансгрессия моря. На рубеже мезозоя и кайнозоя вымирают рептилии, аммониты и многие другие виды животных. Существует много гипотез, объясняющих это явление, но какой-то ясности пока нет.

В Киммерийский (Мz) этап развития Земной коры – разнообразие полезных ископаемых различного генезиса. На платформах формируются:

угленосные толщи (Сибирь, Китай, Австралия);

эпоха оолитовых Fe руд (Зап. Сибирь, Германия, Франция);

бокситы (Урал, Сибирь, Ср. Азия, Франция, Испания и др.);

фосфориты (пояс от Марокко до Сирии);

соли Туркмении и Сев. Америки.

С трапповым магматизмом связаны:

Cu-Ni месторождения Норильской группы,

алмазы в кимберлитах Африки, Якутии.

В геосинклинальных складчатых областях с гранитными интрузиями связаны многочисленные месторождения Sn, W, Mo, Cu, Pb, Au, Sb, Сев. Америки, Китая, Индонезии, Приморья.

Особенность мезозоя – формирование мощных толщ писчего мела

Нефть и газ образуют крупные месторождения в Зап. Сибири, Саудовской Аравии, Кувейте, Иране, Ливии и др.

Кайнозойский этап истории Земли охватывает Кайнозойскую эру длительностью ~ 65 млн. лет и подразделяющуюся на три периода – палеогеновый, неогеновый и четвертичный (или антропогеновый)

Особенности органического мира Кайнозоя.

1. Обновляется фауна морей – появляются и широко распространяются новые виды простейших (Нуммулиты), двустворчатых и брюхоногих моллюсков, это расцвет шестилучевых кораллов, морских ежей и лилий; костистых и хрящевых рыб (акулы). Из млекопитающих – киты, тюлени, дельфины. От рептилий в Кайнозое сохранились черепахи, крокодилы, змеи и ящерицы.

На суше господствующие позиции у млекопитающих и птиц. В конце Палеогена появляются древние обезьяны, в конце четвертичного периода – человек разумный.

С середины неогена устанавливается господство покрытосеменных растений.

2. Представители органического мира начинают обособляться по провинциям. Это связано с разделением и перемещением отдельных континентов, установлением климатической зональности и др. факторами.

Палеогеографические особенности

1. В Палеогене происходит последняя крупная трансгрессия моря. Она была по охвату территории меньше верхнемеловой и распространялась на участки материков, прилегающих к Средиземноморскому геосинклинальному поясу и на Западно-Сибирскую плиту. Климатическая зональность была смещена к северу – тропики доходили до Гренландии.

2. С конца палеогена начинается регрессия моря, происходит постепенное смещение климатических поясов к югу. Начинается похолодание и усиливается контрастность климата.

3. В антропогене возникают центры оледенения – обширные территории Сев.-Америки, Европы, Азии, Антарктиды покрываются толщей материкового льда. Выделяют несколько эпох оледенения, среди которых максимальным по площади было Днепровское в Европе. Кроме влияния на климат, оледенения сыграли важную роль в формировании рельефа и осадконакоплении.

Особенности осадконакопления

1. Многообразие фациальных обстановок отразилось в многообразии типов осадков.

В геосинклинальных областях осадочные породы флишевой формации достигают огромной мощности ~20 км. На платформах широко развиты озерные, речные, эоловые и другие континентальные осадки. В связи с оледенением широкое распространение получили различные типы моренных, озерно-ледниковых и лессовых отложений.

2. Проявление андезитобазальтового вулканизма, связанного с развитием рифтовых поясов на платформах (Африканский, Байкальский и др.)

Строение Земной коры связано с проявлением Альпийского этапа складчатости в неогене. Сформировались складчатые сооружения Альпийско-Гималайского пояса, береговой части Кордильер и Анды. Их сопровождало формирование предгорных прогибов – Предкавказского, Предкарпатского и Мессопотамского.

В западной части Тихоокеанского пояса (Камчатка и др. области) продолжается геосинклинальная стадия развития.

На рубеже Мела и Палеогена происходит окончательный раскол Гондваны – Австралия отделяется от Антарктиды, Африка и Южная Америка расходятся окончательно. Северо-Американская подходит к Сибирской в районе Берингова моря.

На молодых и древних платформах в неогене происходят колоссальные процессы эпиплатформенного орогенеза. Они сопровождаются глыбовыми поднятиями участков, которые определили формирование современного рельефа.

Кайнозойский этап в формировании полезных ископаемых – на фоне разнообразия сформировавшихся месторождений следует выделить:

коры выветривания Fe, Mn, Ni, Co и бокситов;

осадочные руды Fe и Mn (Керченское, Чиатурское и др.);

1/3 мировых запасов нефти (Кувейт, Кавказ, Туркмения, Иран, Ирак, Саудовская Аравия, Каспий);

четвертичные россыпи Au, Pt, Sn, алмазов и др.

С альпийской складчатостью связаны своеобразные золотосеребряные месторождения.

Основные закономерности геологического развития Земли

1. Цикличность (периодичность) геологических процессов.

Она заключается в том, что геологические явления и процессы, сменяя друг друга во времени, образуют цепь событий, в которой каждое звено – это законченный цикл. Например, глобальный цикл – формирование суперматерика Пангея и его раскол. Таких циклов в истории земной коры было 2, сейчас протекает третий.

В свою очередь каждый из таких глобальных циклов состоит из нескольких тектонических циклов (или этапов) развития земной коры. Начало каждого этапа – заложение геосинклинальных подвижных поясов, их интенсивное прогибание, в которое вовлекаются соседние платформы. Начинается морская трансгрессия. Инверсия в геосинклинальных поясах сопровождается складкообразованием, вздыманием земной коры и горообразованием. В этот процесс вовлекаются соседние участки платформы – начинается регрессия моря. Каждый тектонический этап завершается увеличением объема континентальной земной коры и увеличением объема платформенных участков земной коры.

2. Направленность геологического развития

а. Наиболее наглядно эта закономерность прослеживается в развитии континентальной коры. От древних этапов к более молодым и современным мы отмечаем сокращение количества геосинклинальных поясов. А по мере прекращения геосинклинального режима складчатая область присоединяется к более древней платформе, тем самым, увеличивая её площадь и объем континентальной коры.

б. Направленность процесса формирования геосинклиналей в разные геотектонические этапы. Она заключается в закономерном проявлении каждого этапа и стадии и соответствующих каждому этапу набору геологических формаций.

в. Эволюция органического мира – яркий пример направленности развития от примитивных организмов к наиболее высоко организованным – венец человек разумный.

г. Сокращение длительности тектонических этапов – если Докембрийский этап длился млрд. лет, то к Mz чуть больше 100 млн. лет

Полезные ископаемые

Формирование полезных ископаемых в Земной коре проходило во все геотектонические эпохи.

Докембрийский этап. Образование полезных ископаемых связано с грандиозными по масштабам процессами магматизма и метаморфизма.

Огромные запасы Fe руд сосредоточены в железистых кварцитах (джеспилитах). Это – КМА, Кривой Рог, Канада и т.д.

С метаморфическими комплексами пород связаны месторождения слюд (мусковита и флогопита) в Карелии, Сибири, Индии, Бразилии.

С интрузиями ультраосновного и основного составов связано образование месторождений Платины, Хромита в Ю. Африке (Бушвельдский и Великая Дайка), Cu-Ni – Печенга, Мончегорское, Ю. Африка, С. Америка

С осадочными породами формировались месторождения:

осадочных Fe руд (Бакальская группа, Ю. Якутия и др.),

медистых песчаников (Удокан, Ю. Африка),

Au-конгломераов с U – Витватерсранд, Блайнд-Ривер (Канада),

Mn руды – ЮАР, Гана, Индия

Нефтеносные горизонты Лено-Тунгусской впадины – самые древние вендского возраста.

Каледонский этап – основная часть полезных ископаемых формировалась с осадочным чехлом платформ. Выделяют эпохи:

накопления фосфоритов в раннем кембрии Ср. Азия, Китай, Прибалтика, Вьетнам),

накопления солей – Иркутская обл., Мичиган (США),

формирование газо-нефтеносных горизонтов (м-е Хасси-Мессауд в Алжирской Сахаре, штатыКанзас и Оклахома),

горючих сланцев – Прибалтика,

оолитовых Fe руд США и Канады.

В складчатых областях с интрузиями ультраосновного состава связаны месторождения хромита (Ю. Урал), асбеста (Тува, Канада), а с интрузиями кислого состава – золоторудные месторождения Сев. Казахстана и Кузнецкого Алатау.

Герцинский этап – формируются наиболее разнообразные по генезису и полезным компонентам полезные ископаемые. Появляются новые группы – коры выветривания и ископаемые угли.

Самые древние – Девонские месторождения угля – о. Медвежий. Наиболее мощно угленакопление происходило в краевых прогибах и на платформах происходило в Карбоне и Перми с образованием Печерского, таймырского, Тунгусского бассейнов, в Китае, Индии и Австралии.

Нефтеносные горизонты формируются в Волго-Уральской провинции, на Тимане, в США, Канаде, Иране.

Пермский период – это эпоха соленакопления – м-е Верхнекамское, Германия, США.

На платформах формируются месторождения бокситов – Тихвинское, Сев. Онежское, Китай.

С раннегеосинклинальным вулканизмом связано образование месторождений медноколчеданных руд на Урале, в Аппалачах; а с периодом завершающего этапа складчатости и образованием магматических тел среднего и кислого составов связано образование гидротермальных месторождений золота на Урале, олова – Корнуолл (Англия), железо- и меднорудных скарновых месторождений (г. Магнитная, Высокая, Краснотуринские и др.).

Киммерийский (Мz) этап развития Земной коры – разнообразие полезных ископаемых различного генезиса. На платформах формируются:

угленосные толщи (Сибирь, Китай, Австралия);

эпоха оолитовых Fe руд (Зап. Сибирь, Германия, Франция);

бокситы (Урал, Сибирь, Ср. Азия, Франция, Испания и др.);

фосфориты (пояс от Марокко до Сирии);

соли Туркмении и Сев. Америки.

С трапповым магматизмом связаны:

Cu-Ni месторождения Норильской группы,

алмазы в кимберлитах Африки, Якутии.

В геосинклинальных складчатых областях с гранитными интрузиями связаны многочисленные месторождения Sn, W, Mo, Cu, Pb, Au, Sb, Сев. Америки, Китая, Индонезии, Приморья.

Особенность мезозоя – формирование мощных толщ писчего мела.

Нефть и газ образуют крупные месторождения в Зап. Сибири, Саудовской Аравии, Кувейте, Иране, Ливии и др.

Кайнозойский этап – на фоне разнообразия сформировавшихся месторождений следует выделить:

коры выветривания Fe, Mn, Ni, Co и бокситов;

осадочные руды Fe и Mn (Керченское, Чиатурское и др.);

1/3 мировых запасов нефти (Кувейт, Кавказ, Туркмения, Иран, Ирак, Саудовская Аравия, Каспий);

четвертичные россыпи Au, Pt, Sn, алмазов и др.

С альпийской складчатостью связаны своеобразные золотосеребряные месторождения.