**Периодизация и история Земли**

Прошлое... Знать историческое развитие человеческой общества, живой и неживой природы, природных событий и явлений интересно и важно не только потому, что при этом полнее раскрываются логическая связь и закономерность их возникновения и эволюции, но и потому что они необходимы и для более углубленного изучения настоящего и предсказания будущего. Изучая современную Землю, геологи ежеминутно сталкиваются с а прошлым, с разнообразными и разномасштабными событиями. И здесь мы сталкиваемся с проблемой геологического времени.

**Возраст горных пород и геологическое время**

Когда и как происходили те или иные извержения вулканов, возникли и жили организмы, которые находятся в окаменевшем состоянии? Эти вопросы всегда волновали ученых.

Правильное представление об огромной длительности геологического времени укоренилось в геологической науке далеко не сразу. Давно было замечено, что ниже лежащие слои горных пород древнее вышележащих. Этот принцип дает возможность установить лишь относительную датировку событий, но не позволяет количественно оценить геологическое время, даже в том случае, если в осадках встречаются ископаемые органические остатки.

Длительное время не только господствовал религиозный догмат о божественном акте в происхождении Земли, но и существовало представление, что она очень молода. Безоговорочно принималось, что Земля и вся Вселенная возникли в течение нескольких дней около 6000 лет назад. Однако мыслители античности, а затем и ученые эпохи Возрождения высказывали предположение о большей длительности истории Земли и многогранности происходивших на ее поверхности и в недрах изменений.

Развитие точных наук — механики и астрономии, химии и физики — дало возможность по-новому подойти к возрасту Земли и слагающих ее горных пород. Однако библейские тексты еще долгое время сдерживали прогрессивные представления. Даже такой знаменитый естествоиспытатель, как И. Ньютон, с именем которого связана целая эпоха в физике и механике, признавал авторитет Священного писания и на основе библейского текста вычислил, что Земля будто бы существует 6030 лет.

Ж. Бюффон, автор многотомной «Естественной истории» к оценке возраста Земли подошел довольно оригинально. Он был автором космогонической гипотезы о происхождении Земли как обломка Солнца, оторванного ударом гигантской кометы, получившей в свое время широкое распространение. Значит, опытным путем можно было определить время остывания гигантского раскаленного шара. На основании этого Ж. Бюффон оценил продолжительность истории Земли в 75 тыс. лет.

К вопросу о геологическом времени и возрасте Земли ученые подходили с самых разных позиций — от скорости осадконакопления до продолжительности жизни форм, отдельных сообществ, видов, родов, семейств и отрядов животного и растительного мира.

Прежде чем рассмотреть современные представления о возрасте Земли, необходимо в самой общей форме остановиться на характеристике горных пород, слагающих земную кору.

Горные породы подразделяются на три группы: осадочные, магматические и метаморфические. Первые сформировались за счет разрушения и переотложения более древних пород (галечники, пески, песчаники) или в результате деятельности организмов (мел, известняк, каменный и бурый угли) и, наконец, как продукт осаждения солей (гипс, каменная соль). Магматические породы образовались из магмы - силикатного расплава, обогащенного газами и сформированного в недрах Земли.

При застывании магмы на глубине возникают крупнокристаллические глубинные, или интрузивные, горные породы. В зависимости от содержания кремнезема (SiО2) они разделяются на несколько групп. К кислым изверженным породам, в которых содержание SiО2 составляет 65—75%, относятся граниты и кварцевые порфиры. Средние изверженные породы содержат кремнезем от 52 до 65% (андезиты и гранодиориты), основные — от 40 до 52% (базальты и габбро) и ультраосновные — менее 40% (дуниты и перидотиты).

При вулканических извержениях магма теряет газы и, превращаясь в лаву, растекается по земной поверхности. При быстром ее застывании формируются мелкокристаллические изверженные породы (порфириты, базальты и т. д.). Обычно магматические породы рассекают толщи осадочных пород, образуя так называемые штоки, дайки, а также крупные, объемом во много десятков кубических километров тела — батолиты. Среди осадочных толщ иногда располагаются в виде слоев вулканические интрузивные тела (силлы), образующиеся путем внедрения магмы вдоль поверхностей напластования этих толщ.

Метаморфические породы — это первично-осадочные или магматические образования, испытавшие перекристаллизацию под действием высоких давлений и температур на значительных глубинах. К ним относятся разнообразные кристаллические сланцы и гнейсы.

По взаимному залеганию горных пород различного состава были сделаны первые попытки возрастного расчленения. В XVIII в. итальянский исследователь Дж. Ардуино во время изучения геологии на севере Апеннин предложил различать четыре типа гор: примитивные, или минеральные, сложенные породами без органических остатков; вторичные, состоящие из мрамора и слоистых известняков с морскими накоплениями; третичные — низкие горы и холмы, сложенные гравием, глинами, мергелями с обильными остатками морских животных, и четвертичные — земляные и каменные выносы горных потоков. Эта терминология была перенесена на другие районы Европы, и название «четвертичные» сохранилось даже до настоящего времени.

По наслоениям осадочных горных пород, особенно тогда, когда пласты залегают горизонтально, можно отчетливо установить геологическую хронологию, геохронологию, т. е. временную последовательность. В каждом природном обнажении, естественно, если мы точно знаем, что слои в нем находятся в ненарушенном положении, более глубокие (нижние) пласты всегда древнее перекрывающих.

Изучение возрастной последовательности осадочных пород по условиям взаимного залегания пластов позволяет построить стратиграфическую колонку (греч. «страгос» означает слой, пласт).

Установление последовательности напластований в одном обнажении не представляет особой трудности. Каким же образом можно сравнивать между собой довольно далеко отстоящие друг от друга обнажения? Где среди них имеются древние, а где — более молодые или одновозрастные отложения? Вот здесь и возникают трудности. Они становятся непреодолимыми, если изучаются и сравниваются между собой стратиграфические разрезы разных стран и особенно континентов. Здесь на помощь приходит палеонтологический метод. Еще в XVIII в. естествоиспытатели обратили внимание, что слои осадочных пород содержат ископаемые остатки животных в виде раковин, скелетов и отпечатки растений. Причем ископаемые остатки в нижележащих пластах отличаются от вышележащих — молодых. Далее было замечено, что пласты морских осадочных пород одного и того же возраста содержат одинаковые остатки древних организмов. Это дало геологам один из важнейших методов расчленения и сопоставления разрезов.

В начале XIX в. возникла реальная возможность построения геологической шкалы относительной хронологии. Ее относительность следует из того, что анализ и определение видовой или родовой принадлежности ископаемых остатков не могут точно указать время образования горных пород, их заключающих, и время жизни организмов, но позволяют определить древность, молодость или одновозрастность напластований относительно какого-то заранее взятого слоя и провести сопоставления. Менее полувека потребовалось для создания шкалы относительной геохронологии. Она выражала последовательность во времени тех или иных геологических событий в истории земной коры, которые оказались запечатленными в напластованиях осадочных горных пород.

Палеонтология — одна из самых увлекательных биологических наук — тесно связана с геологией. Она занимается изучением ископаемых остатков животных и растений, определением их систематического положения в общей иерархии органического мира и установлением закономерностей эволюционного развития.

На основе этапности развития органического мира и минерального состава вмещающих их осадочных образований в течение XIX в. были установлены все известные в настоящее время и широко применяемые стратиграфические единицы — эратемы, системы, отделы ярусы. Одной из крупных стратиграфических единиц является эратема, в состав которой входят несколько систем. В свою очередь, системы состоят из отделов и ярусов. Каждой стратиграфической единице присвоение собственное наименование.

В соответствии со стратиграфическими единицами были выделены геохронологические подразделения, каждое из которых отражает длительность (опять-таки в относительном исчислении) формирования соответствующих стратиграфических подразделений.

Интервал времени, необходимый для формировании, группы, обозначен как геологическая эра, время формирования системы соответствует геологическому периоду, отдела — эпохе и яруса — геологическому веку.

**Геологическое летоисчисление**

Геологи давно заметили, что история нашей планеты делится на две неравные части. Древняя более длительная ее часть трудна для изучения палеонтологическими методами, так как не содержит ископаемых остатков и кроме того, довольно часто осадочные толщи сильно изменены метаморфизмом. Хорошо изучена молодая часть каменной летописи, поскольку осадочные напластования в ней содержат многочисленные остатки организмов количество и сохранность которых возрастают по мере приближения к современной эпохе. Эту молодую часть истории земной коры американский геолог Ч. Шухерт назвал фанерозойским эоном, т. е. временем очевидной жизни. Эон — это промежуток времени, объединяющий несколько геологических эр. Его стратиграфическим эквивалентом является эонотема.

Более древнюю и продолжительную часть геологической истории Ч. Шухерт назвал криптозоем, или временем со скрытым развитием жизни. Довольно часто ее еще называют докембрием. Это название сохранилось с середины XIX в., когда было установлено абсолютное большинство геологических периодов. Все более древние отложения, залегающие под кембрийскими толщами, стали датироваться докембрием. В настоящее время вместо криптозоя выделяют два эона: архейский и протерозойский.

Широкая распространенность, богатство ископаемыми органическими остатками и относительная доступность фанерозойских отложений предопределили их более лучшую изученность. Английский геолог Дж. Филлипс в 1841 г. в составе фанерозоя выделил три эры: палеозойскую — эру древней жизни; мезозойскую — эру средней жизни и кайнозойскую — эру новой жизни. В палеозое господствовали морские беспозвоночные, рыбы, земноводные и споровые растения, в мезозое — пресмыкающиеся и голосеменные растения, а в кайнозое — млекопитающие и покрытосеменные растения.

Сформированные в течение геологической эры отложения называются эратемами. Более мелкими стратиграфическими единицами являются системы, отделы и ярусы. Имена системам и ярусам были даны преимущественно по названию местностей, где они были установлены и изучены, или по каким-либо характерным признакам. Так, название юрской системы произошло от Юрских гор в Швейцарии, пермской — от г. Перми, кембрийской от древнего названия английской провинции Уэльс, меловой — от широко распространенного писчего мела, каменноугольной — от каменного угля и т. д.

Если стратиграфическая шкала отражает последовательность отложений и их соподчиненность, то геохронологическая — определяет длительность и закономерную последовательность этапов исторического развития Земли. На протяжении последних 100 лет геохронологическую и стратиграфическую шкалы фанерозоя многократно пересматривали.

Однако в геологии важно знать не только относительный возраст горных пород, но и, по возможности, точное время их происхождения. Для определения возраста горных пород применяется несколько различных методов, основанных на явлении радиоактивного распада. В связи с этим возраст пород носит название радиогеохронометрического. Для его определения используют радиоактивные изотопы урана, тория, рубидия, калия, углерода и водорода. Ввиду того что нам известны скорости распада радиоактивного изотопа, легко можно определить возраст минерала, а следовательно, и породы. В настоящее время разработаны и широко применятся различные методы ядерной геохронологии: ураноторий-свинцовый, ураноторий-гелиевый, урано-ксеноновый, калий-аргоновый, рубидий-стронциевый, самарий-ниодимовый, рений-осмиевый и радиоуглеродный. Содержание радиоактивных изотопов в горных породах и минералах определяется в специальных приборах — мacc-спектрометрах.

Благодаря методам ядерной геохронологии, устанавливается возраст магматических и осадочных горных пород, а для метаморфических пород определяется время воздействия на них высоких температур и давления. Изотопный возраст наиболее древних пород земного шара составляет 3,8—4 млрд. лет. Близкий возраст имеют некоторые лунные породы и метеориты.

Трудность изучения архейских и протерозойских отложений предопределила их слабую стратиграфическую и геохронологическую расчлененность. Вот как выглядит в настоящее время пока далекая от совершенства и детальности шкала архея и протерозоя.

В геологии применяется также дополнительный метод возрастного расчленения и сопоставления отложе, ний. Это палеомагнитный метод, основанный на явлении сохранения в толщах горных пород магнитных свойств. Горные породы, содержащие магнитные минералы, обладают ферромагнитными (намагниченными) свойства, ми и под влиянием магнитного поля Земли приобретают естественную остаточную намагниченность. Сейчас доказано, что в течение длительной геологической истории положение магнитных полюсов неоднократно менялось. Установив остаточную намагниченность и ее направленность (т. е. вектор) и сравнивая между собой вектора, можно установить одновозрастность горных пород, что в определенной степени уточняет геохронологическую шкалу.

**Основные этапы формирования земной коры**

Определение возраста различных изверженных пород позволило не только установить продолжительность геологических периодов, но и выделить наиболее древние горные породы Земли. В настоящее время известно, что документированные следы жизни на Земле возникли свыше 3 млрд. лет, самые древние осадочные породы обладают возрастом немногим более 3,8 млрд. лет, а возраст Земли оценивается в 4,6—5 млрд. лет, хотя некоторые ученые считают эти цифры завышенными.

Установлено, что эпохи интенсивной вулканической деятельности были кратковременными и разделялись длительными эпохами со слабым проявлением магматизма. Эпохи усиленного магматизма характеризовались высокой степенью тектонической активности, т. е. значительными вертикальными и горизонтальными движениями земной коры.

Данные о возрасте изверженных пород дают возможность установить существование сравнительно коротких эпох повышенной магматической и тектонической активности и длительных периодов относительного покоя. Это, в свою очередь, позволяет провести естественную периодизацию истории Земли по степени тектонической и магматической интенсивности. Сводные данные о возрасте изверженных пород, по сути дела, являются календарем основных тектонических событий в истории Земли. На основании исследований главным образом гранитных интрузий уточнен возраст тектоно-магматических циклов (эпох) в истории Земли. Вместе с тем необходимо отметить, что время проявления этих циклов на материках неодинаково и имеются частые отступления от планетарной единовременности этих процессов.

О далеком геологическом прошлом практически полностью отсутствуют фактические данные. Можно только предполагать, что до 3,5 млрд. лет назад существовал очень активный вулканизм с излиянием базальтовых и гипербазитовых лав. Одновременно выделялся значительный объем газов. Это привело к созданию не только земной коры, но и первичной атмосферы.

**Возраст тектоно-магматических эпох в истории Земли**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер эпохи | Тектоно-магматическая эпоха | Время проявлений, млрд. лет |
| 20 | Альпийская | 0,06 |
| 19 | Киммерийская | 0,09 |
| 18 | Герцинская (варисская) | 0,26 |
| 17 | Каледонская | 0,41 |
| 16 | Салаирская (позднебайкальская, сардская) | 01,52 |
| 15 | Катангинская (раннебайкальская, ассинтская, кадомская, железногорская) | 0,05 |
| 14 | Делийская (дальнеландская) | 0,86 |
| 13 |  | 0,93 |
| 12 | Гренвильская (сатпурская) | 1,09 |
| 11 |  | 1,21 |
| 10 | Готская(медвежьеозерская, мазатиальская, кибарская, эльсонская) | 1,36 |
| 9 |  | 1,49 |
| 8 | Карельская (гудзонская, свекофенская, буларенинская, лаксфордская) | 1,67 |
| 7 |  | 1,83 |
| 6 | Балтийская (эбурнейская, пенокийская) | 1,98 |
| .5 | Раннекарельская | 2,23 |
| 4 | Альгонкская | 2,44 |
| 3 | Кеноранская (беломорская, лаврентьевская, родезийская, шамваянская) | 2,70 |
| 2 | Кольская (трансваальская, саамская) | 3,06 |
| 1 | Белозерская | 3,5 |

В течение белозерской тектоно-магматической эпохи в начале архейского зона и Кольской эпохи в середине архея протекали процессы гранитизации и возникали первые осадочные бассейны. Для этого времени известны песчаные и глинистые (правда, подвергшиеся сильному метаморфизму) толщи, карбонатные породы и даже продукты их преобразования.

В кеноранскую тектоно-магматическую эпоху в конце архейского зона были сформированы ядра будущих крупнейших устойчивых геоструктурных элементов Земли — ядра континентальных платформ. В последующие времена ядра платформ продолжали нарастать.

В течение кеноранской, альгонкской, раннекарельской, балтийской, буларенинской и карельской тектономагматических эпох сформировались фундаменты всех известных древних континентальных платформ: Восточно-Европейской, Сибирской, Китайской, Таримской, Индостанской, Африкано-Аравийской, Северо-Американ-ской, Южно-Американской и Восточно-Австралийской, На протяжении почти 1 млрд. лет (от 2,7 до 1,67 млрд. лет назад) происходило формирование первичного гранитогнейсового слоя земной коры, а наличие карбонатных осадочных пород способствовало образованию щелочных интрузий. Огромные плутоны гранитоидов площадью свыше тысячи квадратных километров в окружении древнейших осадочных пород зафиксировали в пределах континентальных платформ устойчивые в последующее время участки коры, называемые щитами Примерами являются Балтийский, Украинский, Алданский, Канадский, Гвианский, Бразильский, Аравийский щиты.

Исходя из аналогичности и одновременности образования всех известных древнейших платформ, можно предполагать, что в протерозое существовал огромный единый континент Мегагея (или Большая Земля), окруженный единым Мировым океаном.

Начиная с 1,67 млрд. лет назад древние платформы особенно щиты, становятся устойчивыми во времени и пространстве структурными элементами земной коры. Однако в пределах платформ в дальнейшем возникли участки плавного и сравнительно небольшого прогибания (синеклизы), происходило раскалывание коры вдоль систем глубинных разломов консолидированных древних подвижных поясов. В этом случае возникали крупные протяженные впадины с высокой подвижностью — авлакогены. Такими, в частности, являются Катангский авлакоген на Африканской платформе или Днепровско-Донецкий на Восточно-Европейской платформе.

На протяжении последующих тектономагматических циклов платформы или продолжали наращиваться за счет подвижных поясов, образующихся на их периферии или раскалывались на части и впоследствии испытывали разнонаправленные перемещения с различной скоростью. В последний миллиард лет геологической истории наблюдалось постепенное угасание силы магматизма.

Готская тектономагматическая эпоха характеризовалась развитием на большинстве платформ гранитизации дорифейских пород и метаморфизма. В среднем и особенно позднем рифее продолжались гранитизация в подвижных поясах и дальнейшее наращивание площади платформ.

Магматизм катангинской (раннебайкальской) и позднебайкальской тектономагматических эпох на платформах проявился по-разному. Однако их общей чертой являлось, с одной стороны, интенсивная складчатость, а с другой — раскол и перемещение крупных платформенных глыб (литосферных плит).

Результатом проявления ранне- и позднебайкальской тектономагматических эпох стало сближение и соединение в единый суперконтинент Гондвану пяти крупнейших континентальных платформ южного полушария — Африкано-Аравийской, Австралийской, Южно-Американской, Антарктической и Индостанской, в северном полушарии располагались Восточно-Европейская, Северо-Американская, Сибирская и Китайская платформы.

Каледонская тектономагматическая эпоха характеризовалась не только усилением магматизма, но и привела к подъему и образованию в северном полушарии нового суперконтинента Лавразии за счет объединения Северо-Американской, Восточно-Европейской, Сибирской и Китайской платформ. Он отделялся от Гондваны крупным океаном Тетис.

В отличие от более древних этапов, тектономагматические эпохи фанерозоя вследствие хорошей сохранности горных пород и их хорошей изученности подразделяются на целый ряд фаз, более коротких, чем эпохи, фазы, так же как и сами тектономагматические эпохи, характеризуются высоким стоянием континентов над уровнем моря (преобладание воздымания), развитием магматизма и значительными тектоническими движениями.

Такие фазы носят название теократических. Они сменялись более продолжительными по времени талассократическими фазами, когда осуществлялось активное прогибание платформ и развивались трансгрессии, т.е. шло наступление моря на сушу.

В результате тектонической и магматической деятельности в каледонскую эпоху были образованы крупные горноскладчатые сооружения на западе Северо-Американской платформы (Аппалачи), в Центральной Азии (Центральный Казахстан, Алтай, Саяны, Монголия), в Восточной Австралии, на о-ве Тасмания и в Антарктиде.

В герцинскую тектономагматическую эпоху произошло соединение в единый материк Пангею Гондванского и Лавразийского суперконтинентов. Так же, как и около 1 млрд. лет назад, материк Пангея омывался единым океаном. Интенсивные горообразовательные движения привели к возникновению крупных горных систем, носящих название герцинид. Все они располагаются на перифериях древних платформ. К ним относятся Тибет, Гиндукуш, Каракорум, Тянь-Шань, Алтай, Кунь-лунь, Урал, горные системы Центральной и Северной Европы, Южной и Северной Америки (Аппалачи, Кордильеры), северо-запад Африки, Восточная Австралия. В эту же эпоху в результате консолидации складчатых областей образовался целый ряд так называемых эпигерцинских плит, или молодых платформ, — значительная часть Западно-Европейской платформы, Скифская, Туранская, Западно-Сибирская плиты и др.

В киммерийскую тектономагматическую эпоху произошли внедрение различного состава интрузий в пределы подвижных поясов, горообразование и распад Пангеи. В течение триасового, юрского периодов и раннемеловой эпохи вновь возникли суперконтиненты Лавразия и Гондвана, разделенные молодым океаном Тетис и Южной Атлантикой. Горообразовательные процессы проявились главным образом на окраинах Лавразии. В это время возникли Крымские горы и горные системы Приверхоянья, Значительные движения испытали и ранее возникшие горные системы Аппалачей, Кавказа и Центральной Азии.

Альпийская тектономагматическая эпоха началась в конце мелового периода и продолжается до Настоящего времени. С нею связаны не только внедрение интрузий кислого, основного и щелочного составов в подвижных поясах, возникновение океанов и континентов современного очертания, но и создание таких величайших горных систем, как Альпы, Динариды, Гималаи, Анды, Кордильеры и т. д.

Геохронологическая шкала создавалась с большим трудом и длительное время. До сих пор не прекращаются споры по поводу проведения многих стратиграфических границ. Иногда даже приходится созывать международные симпозиумы с тем, чтобы сообща договориться о том, где и как проводить границу той или иной стратиграфической или геохронологической единицы.

Благодаря созданию геохронологической шкалы геологическая наука сильно преобразилась. Она превратилась в естественноисторическую науку. Происходившие в прошлом события стали распределяться в хронологическом порядке. Применение радиоактивности дало возможность решить проблему возраста Земли, метеоритов и Луны и количественно выразить длительность каждого геологического периода.

**Литература**

1.Вологдин А.Г. Земля и жизнь. – М., 1996

2.Войлошников В.Р. Геология. – М., 1989

3.Друянов В.А. Загадочная биография Земли. – М., 1981

4.Музафаров В.Г. Основы геологии. – М., 2002