**Реферат**

**Методы определения абсолютного возраста горных пород**

1. **История развития методов определения абсолютного возраста Земли и отдельных этапов в истории ее становления**

Относительная геохронология, как бы детально ни была она разработана, не дает реального представления об истинной продолжительности отдельных периодов и эпох, а также о геологическом возрасте Земли в целом. Вопросы об истинной продолжительности (в тысячах и миллионах лет) решает только абсолютная геохронология.

Начиная с XVIII в. ученые пытались использовать различные химические, физические, геологические и даже биологические явления для определения абсолютного возраста Земли и отдельных этапов в истории ее развития (подсчет накопления солей в океане, скорость образования осадков и их мощность, быстрота эволюции органического мира на Земле и др.). Однако эти попытки не принесли положительных результатов. Лишь в начале XIX в. геологи нашли способ определения абсолютного возраста горных пород, основанный на изучении процесса радиоактивного распада атомов некоторых элементов.

Процессы радиоактивного распада протекают самопроизвольно с постоянной скоростью, различной у разных элементов, причем эта скорость не зависит ни от температуры, ни от давления. Для каждого радиоактивного элемента экспериментальным путем точно определена скорость распада (период полураспада). Зная количество исходного радиоактивного элемента и продуктов его распада в горной породе, а также период полураспада, можно выяснить возраст этой горной породы. Расчет производят по специальным формулам. В настоящее время для определения абсолютного возраста горных пород используют данные, полученные в результате радиоактивного распада урана, тория, калия, рубидия, углерода и некоторых других элементов. Все эти элементы, кроме радиоактивного углерода, имеют длительные периоды полураспада — в сотни миллионов и миллиарды лет. В зависимости от конечных продуктов распада различают свинцовый, гелиевый, аргоновый и стронциевый методы.

Свинцовый и гелиевый методы начали применять раньше, чем другие. В их основе лежит процесс превращения радиоактивного урана и тория в инертный газ гелий и свинец

(U238 →8Не4 + Pb206; U235→7Не4 + РЬ207;

Th232→6He4 + Pb208).

Для определения абсолютного возраста используют минералы, содержащие более 1% урана или тория, встречающиеся в магматических породах. Свинцовый метод употребляют чаще, чем гелиевый, так как он точнее.

Аргоновый метод основан на распаде радиоактивного калия и превращения его в инертный газ аргон (К40→Аг40). Он был разработан советскими учеными в 1949 г. и в настоящее время является основным. Этот метод можно применять для определения возраста магматических и осадочных пород, так как первичные калиевые минералы в большом количестве распространены в магматических (полевые шпаты, слюды) и осадочных породах (глауконит). В отличие от гелия аргон лучше сохраняется в кристаллической решетке минералов.

Стронциевый метод основан на радиоактивном распаде рубидия (Rb87→Sr87). Этот метод применим только для определения возраста древних, докембрийских пород, так как период полураспада Rb87 очень велик (50 млрд. лет).

Радиоуглеродный метод основан на изучении радиоактивного изотопа углерода С14 в растительной ткани (обычно в древесине). Этот изотоп образуется в атмосфере из азота N14 под воздействием космических лучей и усваивается живыми организмами. После отмирания организма.происходит распад С14 с определенной скоростью, что и позволяет определить абсолютный возраст захоронения организма и вмещающих его пород. Период полураспада С14 приблизительно равен 5,5—6 тыс. лет, поэтому этот метод используют для определения возраста молодых четвертичных отложений и в археологии (когда возраст объектов исследования не превышает 50—70 тыс. лет).

Радиометрические методы определения абсолютного возраста горных пород быстро развиваются и совершенствуются, область их применения непрерывно расширяется. Наибольшую ценность они имеют для изучения древних, докембрийских отложений. В последние годы широкое применение радиометрических методов привело к полному пересмотру стратиграфии докембрия.

Несмотря на большое значение, радиометрические методы все еще являются вспомогательными по ряду причин. Во-первых, невелика еще точность определения (ошибки составляют 3—5%); во-вторых, далеко не во всякой горной породе можно найти минералы с радиоактивными элементами; в-третьих, радиометрические методы весьма сложны и дорогостоящи. Указанные недостатки снимают ценность этих методов и пока не позволяют сделать их универсальными рабочими методами геохронологии.

**2. Методы восстановления физико-географической обстановки прошлых геологических эпох (основы палеогеографии)**

Другой важной задачей исторической геологии является восстановление физико-географической обстановки, в которой образовались породы. В процессе решения этой задачи геолог восстанавливает палеогеографические особенности прошлых эпох: характер древнего рельефа на суше или на морском дне, очертания береговой линии, распределение осадков на морском дне или в пониженностях рельефа на суше, климат, глубину моря, соленость и температуру морской воды, состав органического мира и т. д. Все эти и многие другие палеогеографические вопросы решают с помощью фациального анализа.

Фациальный анализ — метод восстановления физико-географической обстановки прошлого при помощи всестороннего изучения осадочных горных пород. Название этого метода происходит от термина «фация», введенного в геологию швейцарским ученым А. Грессли в 1838 г. Изучая юрские отложения в Юрских горах, Грессли установил, что хорошо прослеживающиеся здесь на большом расстоянии слои сохраняют один и тот же литологический состав и сходный комплекс окаменелостей не на всем своем протяжении, а только в пределах определенного участка. Часть слоя горной породы, которая на всем участке своего распространения имеет один и тот же состав и сходный комплекс окаменелостей, Грессли и назвал фацией. Фации испытывают изменения по мере движения по слою, эти изменения называются фациальными.

Фации могут быть ископаемыми, представленными горной породой, и современными — в виде еще не уплотненного осадка. Среди ископаемых и современных фаций выделяют два главных типа: морские и континентальные. Каждая фация формируется на определенном участке морского дна или суши в определенных физико-географических условиях. Поэтому, изучая ту или иную фацию, можно восстановить не только место, но и условия ее формирования: климат, глубину морского дна, температуру, соленость морской воды и т. д. Изучая несколько одновозрастных фаций, можно сделать выводы о физико-географических условиях времени накопления этих фаций на всей площади их распространения.

При фациальном анализе подробно изучают состав осадочной породы (литология) и выясняют условия ее образования, а также состав ископаемой фауны и флоры и выясняют условия их обитания. Поэтому фациальный анализ распадается на две части: литологический анализ — метод восстановления палеогеографической обстановки по породам и биономический анализ — метод восстановления палеогеографической обстановки по окаменелостям. При проведении фациального анализа геологи широко используют принцип актуализма — принцип восстановления процессов и явлений прошлых эпох при помощи прямой аналогии с процессами и явлениями современности. Этот принцип стали использовать еще в начале прошлого столетия. В России его применял Д. И. Соколов, а в Западной Европе — Ч. Лайель. Изучая современные фации, геологи используют полученные данные для расшифровки условий формирования ископаемых фаций. Используя данные о современных геологических явлениях для объяснения явлений геологического прошлого, нужно всегда учитывать непрерывное развитие и изменение природы. Чем дальше от нас геологическое прошлое, тем труднее провести аналогию между настоящим и прошлым, тем существеннее должна быть поправка в окончательные результаты палеогеографических выводов.

**3. Основы фациального анализа морских отложений**

Литологический анализ. При проведении литологического анализа геолог прежде всего должен восстановить картину распределения осадков на морском дне. Для этого ему необходимо знать закономерности накопления осадков в современных морях и океанах.

Моря и океаны — главные области осадконакопления. Источниками накопления осадков являются снос с суши, вулканическая деятельность и космическая пыль. Чтобы понять закономерности распределения осадков на морском дне, необходимо принимать во внимание два первых источника: снос с суши и вулканическую деятельность. Главным источником является снос с суши, он происходит повсеместно и в колоссальных размерах. Реки выносят в моря и океаны огромное количество обломочного и растворенного вещества. Например, годовой вынос Амазонки составляет 3787 км3, Конго — 1260, Миссисипи — 600, Волги — 255 км3 взвешенного материала. Все моря и океаны ежегодно получают за счет рек около 12,5 млрд. т взвешенного и около 5 млрд. т растворенного вещества. Эти цифры поражают своей величиной.

Вынесенный реками материал осаждается в пределах шельфа, в зоне накопления терригенных осадков (происшедших за счет размыва суши, от латинского слова terra — земля). Терригенные осадки закономерно распределяются по морскому дну: у берега отлагаются галька и грубые пески, дальше от берега — мелкие пески, затем песчанистая глина и наконец в более удаленных от берега местах тонкие глинистые осадки. Здесь же накапливаются хемогенные и органогенные осадки, но в процентном отношении их очень мало по сравнению с терригенными. В зависимости от сноса с суши зона распространения терригенных осадков в разных морях и океанах имеет различную ширину, но она является повсюду зоной максимального осадконакопления. Обширные пространства океанического дна являются зоной накопления пелагических осадков. Здесь выпадают из толщи морской воды хемогенные и органогенные осадки, так как терригенные сюда не достигают.

Изложенная схема распределения литологических типов осадков на морском дне проста и понятна. Однако она является идеализированной, так как в подавляющем большинстве случаев распределение осадков сильно нарушается из-за целого ряда причин, которые геолог должен учитывать при фациальном анализе.

По одному только литологическому составу нельзя безошибочно определить участок морского дна, где та или иная порода образовалась. Поэтому параллельно с литологическим анализом проводится биономический анализ. Это позволяет сделать правильные выводы о распределении осадков на дне древних морей.

В процессе литологического анализа геолог проводит много лабораторных исследований над осадочными горными породами с целью выяснения условий среды, в которой происходило осадконакопление. Кроме минералогического состава, изучают также структуру и текстуру пород, цвет, характер переслаивания пород, их мощность, перерывы в осадконакоплении и т. д. Лабораторные наблюдения позволяют судить о глубине морского бассейна, о солености и температуре воды, о скорости осадконакопления, о составе размывавшихся горных пород на прилежащей суше, о вулканизме и т. д. Важное значение имеют породы и минералы — индикаторы, образование которых связано с определенными условиями среды. Таких индикаторов немало. Например, глауконит и фосфорит свидетельствуют о мелководном морском бассейне нормальной солености; присутствие гипса и ангидрита — о повышенной солености воды и жарком сухом климате в области осадконакопления; обилие пирита — о сероводородном заражении в застойных водах.

Биономический анализ. Главной целью биономического анализа является восстановление палеогеографической обстановки при помощи ископаемых организмов. Исследуя окаменелости, извлеченные из того или иного слоя, геолог в процессе биономического анализа восстанавливает образ жизни вымерших организмов и условия их обитания, т. е. физико-географическую обстановку того времени, когда они жили. Для этого ему необходимо знать закономерности распределения организмов в современных морях и океанах. Об этих закономерностях уже было рассказано в разделе «Органический мир и среда существования». Здесь же мы остановимся на краткой характеристике основ биономического анализа.

При проведении биономического анализа изучают бентосные организмы, т. е. организмы, населяющие морское дно. Они обитают на определенных участках морского дна, и по их составу можно точно установить тот или иной участок местообитания. Пелагические организмы (планктон и нектон), живущие в толще морской воды, для биономического анализа не используются, так как после гибели они могут попасть в осадок на любом участке морского дна.

Бентосные организмы являются хорошими показателями среды обитания. Они живут на морском дне в виде сообществ — биоценозов, в которые входят различные организмы, тесно связанные друг с другом единым местом обитания на морском дне. На огромных пространствах морского дна обитает масса различных биоценозов, состав которых зависит от физико-географической обстановки и среды обитания. С изменением глубины, характера морского дна, солености морской воды, ее температуры и т. д. происходит изменение биоценозов. Таким образом, изучая состав биоценозов, можно установить не только место их обитания, но и физико-географические условия среды: глубину моря, соленость и температуру морской воды и т. д. По биоценозу прежде всего устанавливают биономическую зону: литораль, сублитораль, эпибатиаль, батиаль или абиссаль — зону обитания организмов на морском дне.

В ископаемом состоянии — в горной породе — биоценозы не могут сохраниться в полном составе. Некоторые организмы не превратились в окаменелости, другие после смерти были вынесены течениями с места первоначального обитания. Поэтому в том или ином слое осадочной горной породы сохраняется только часть первоначального биоценоза в виде окаменелостей. Кроме того, в породе встречают ископаемые остатки, которые были привнесены морскими течениями из других участков морского дна, а также упавшие сверху из толщи морской воды различные пелагические организмы. Таким образом, в породе наблюдают очень разнородный комплекс окаменелостей, который не соответствует составу первоначального биоценоза. Задачей геолога, проводящего биономический анализ, является восстановление первоначального биоценоза. Это задача не легкая, в процессе ее решения геолог должен отбросить все органические остатки, чуждые данному участку, и оставить для изучения только окаменелости, входившие в первоначальный биоценоз. По восстановленному биоценозу определяют биономическую зону — место обитания биоценоза, а вместе с этим и физико-географические условия среды обитания. Все это требует очень тщательных наблюдений, к правильным выводам приводит совместное использование литологического и биономического анализов.

**4. Основы фациального анализа континентальных отложений**

Суша является преимущественно областью размыва, накопление осадков на суше происходит только в понижениях рельефа. Здесь осадки резко отличаются по составу и строению даже на коротких расстояниях, т. е. фациальная изменчивость выражена гораздо резче, чем в море. Кроме того, на суше осадки располагаются пятнами, а на морском дне накапливаются повсеместно и закономерно. Из-за быстрой фациальной изменчивости для суши нигде нельзя построить даже примитивную схему распределения осадков. Биономический анализ практически проводить невозможно, так как органические остатки встречаются очень редко. Поэтому для континентальных отложений проводится только литологический анализ.

Все современные континентальные отложения представляют собой рыхлые осадочные накопления, среди которых выделяют несколько фаций, называемых генетическими типами: элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, озерные, болотные, гравитационные, ледниковые, эоловые отложения.

Изучая континентальные отложения, геологи выделяют указанные генетические типы. Среди современных континентальных отложений их установить нетрудно, а внутри ископаемых, превращенных в твердую горную породу, выделить их зачастую невозможно. В этих случаях геологи стараются выделять комплексы континентальных фаций и по ним устанавливать условия их образования (комплекс фаций аридного климата, гумидного климата, ледниковый комплекс, комплекс предгорий и т. д.). Большое значение имеют окаменелые растительные остатки, встречающиеся в континентальных отложениях. По составу растительности можно установить климатические особенности прошлых эпох.

**5. Палеогеографические карты**

На палеогеографических картах обобщают все данные, полученные при проведении фациального анализа, и изображают географию земной поверхности для определенного этапа геологического времени (периода, эпохи, века). Эти карты могут быть различных масштабов: мелкие — для всего земного шара и для отдельных континентов; крупные — для какого-либо участка земной поверхности. В зависимости от масштаба карты на ней показывают различные элементы древнего ландшафта. На крупномасштабных палеогеографических картах можно показать контуры суши и моря, рельеф суши и морского дна, распределение осадков в море и их мощности, контуры озер и древние речные долины, расположение вулканов, направление морских течений, границы климатических и биогеографических зон.

В идеале палеогеографическая карта должна быть аналогом современных географических и литологических карт. Однако ни одна палеогеографическая карта не может отвечать этому идеалу. Во-первых, палеогеографические карты всегда имеют неточности и белые пятна со знаком вопроса, что является следствием неполноты геологических данных и несовершенством методов фациального анализа. Во-вторых, на палеогеографические карты нанесены материалы, обобщающие события за определенный отрезок геологического времени (сотни тысяч и миллионы лет), а географические карты составляют для современного момента времени, их регулярно обновляют и уточняют.

Несмотря на отмеченные недостатки, палеогеографические карты имеют большое научное и практическое значение. Они оказывают огромную помощь при восстановлении геологической истории Земли и отдельных ее участков, позволяют судить о процессах и явлениях, имевших место на поверхности Земли в далеком прошлом, и об изменениях их во времени. Детальные палеогеографические карты являются также надежной основой для прогноза осадочных полезных ископаемых, всегда связанных с определенными фациями.

**6. Методы восстановления движений земной коры**

В течение длительной геологической истории земная кора испытывала тектонические движения, следы которых наблюдают повсеместно на поверхности Земли. Эти движения изменяли первоначальное горизонтальное залегание слоев, вызывали их наклон, складкообразование и дробление. Тектонические движения проявлялись в различных участках нашей планеты, в разное время, с неодинаковой силой. При восстановлении геологической истории необходимо выяснить характер этих движений и установить время их проявления.

Тектонические движения очень разнообразны, среди них выделяют два основных типа: колебательные и дислокационные. Колебательные движения охватывают обширные территории материков и океанических впадин, они проявляются длительное время и приводят к перераспределению морских бассейнов и участков суши, не вызывая резких нарушений первоначального залегания слоев. Следствием этих движений являются морские трансгрессии и регрессии — наступления и отступания морей. Дислокационные движения нарушают структуру земной коры, вызывают образование разнообразных складок, сбросов, надвигов и других складчатых и разрывных нарушений. Оба типа движений сильно отличаются друг от друга, поэтому и методы их изучения различны. Для исторической геологии важно восстановить характер и время проявления колебательных движений. Дислокационные движения являются основным объектом изучения другой геологической науки — структурной геологии.

**7. Анализ геологических и палеогеографических карт**

Даже беглое изучение геологической карты позволяет установить места проявления колебательных и дислокационных движений. На участках длительных поднятий распространены древнейшие породы; там, где проявлялись движения отрицательного знака, наблюдаются молодые породы. Зоны проявления дислокационных движений характеризуются узкими линейными структурами и развитием разрывных нарушений. Колебательные движения хорошо восстанавливаются путем сравнения ряда последовательно составленных палеогеографических карт.

Анализ мощностей слоев горных пород позволяет судить о величине и скорости прогибания отдельных участков земной коры: на участках ускоренного прогибания накапливаются осадки большей мощности; на участках замедленного прогибания — меньшей. Цифровые данные о мощностях наносят на палеогеографические карты; обычно их выражают в виде изопахит — линий равных мощностей. По изопахитам можно установить скорость прогибания того или иного участка морского дна или суши.

Анализ перерывов и несогласий на геологических разрезах позволяет установить время, характер и площадь проявления поднятий земной коры. Поверхности перерывов и несогласий фиксируются в разрезе отсутствием тех или иных стратиграфических горизонтов. Интервал перерыва в осадконакоплении соответствует времени проявления поднятия.

Анализ геологического разреза (стратиграфической колонки) является наиболее наглядным методом восстановления колебательных движений. При рассматривании стратиграфической колонки определенного участка обращают внимание на следующие признаки: на присутствие или отсутствие перерывов, на смену литологических типов отложений, на их мощности и на состав ископаемой фауны или флоры.

Полученные данные о движении земной коры изображают в виде палеогеографической кривой — графика колебательных движений поверхности осадконакопления или размыва. Для этого по оси абсцисс откладывают время в произвольном масштабе. По оси ординат выше нулевой линии (уровня моря) показывают сушу, а ниже — биономические зоны моря (обычно литораль, сублитораль, эпибатиаль и батиаль). По полученным данным на графике наносят точки для каждого интервала геологического времени. Кривая, соединяющая эти точки, будет палеогеографической кривой.

**Литература**

1.Гангнус А. Через горы времени. – М., 1993

2.Музафаров В.Г. Основы геологии. – М., 1989

3.Кэлдер Н. Беспокойная Земля. – М., 1995

4.Ларионов А.К. Занимательная инженерная геология. – М., 1988

5.Опарин А.И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. – М., 2002