

палеомагнитология, петромагнитология и геология

Словарь-справочник для соседей по специальности

Составители Д.М.Печерский, Д.Д. Соколов
(2 сентября 2011 г.)

[Предисловие](#)

[А](#) [Б](#) [В](#) [Г](#) [Д](#) [Е](#) [Ж](#) [З](#) [И](#) [К](#) [Л](#) [М](#) [Н](#) [О](#) [П](#) [Р](#) [С](#) [Т](#) [У](#) [Ф](#) [Х](#) [Ц](#) [Ч](#) [Ш](#) [Щ](#) [Э](#) [Ю](#) [Я](#)

[Литература](#)

Предисловие к первому изданию (1985)

"Чтобы понять Сервантеса, нужно знать... испанский язык"

Гейне, поэт

Развитие науки характеризуется двумя закономерными диалектически противоречивыми тенденциями: с одной стороны, дробление, специализация, сужение научных направлений и существенный рост знаний, информации в каждом узком и все более сужающемся направлении; возникновение новых более узких направлений чаще всего происходит "на стыке" соседствующих уже существующих наук или научных направлений; с другой стороны, чем более узки научные направления, тем шире требуется для них научная база, их фундамент распространяется далеко за пределы не только ближайших научных направлений, но и крупных отраслей науки. Всё это должно привести к бесконечному дроблению научных направлений с бесконечно узкой специализацией, научные фундаменты которых должны различаться на бесконечно малую величину, т.е. в пределе должна образоваться единая наука... А пока этот революционный скачок в развитии науки не произошел, все более узкие специалисты, работающие во все более узких научных направлениях, во все большей степени перестают понимать своих соседей по науке. Одна из причин этого в том, что специалисты в каждом таком узком направлении стараются создать для удобства свой язык, нередко при этом придают уже принятым ранее терминам и понятиям свое толкование. Последнее еще более усложняет жизнь.

Ярким примером современных "стыковых" наук являются **палеомагнитология** и **петромагнитология**. Будучи разделами **геомагнитологии** (учение о геомагнетизме) и развиваясь на стыке геологии, геофизики, физики, химии, они, в свою очередь "дробятся" на такие научные направления, как **магнитостратиграфия**, **магнитотектоника** и др. (палеомагнитология); **магнитоминералогия**, **магнитопетрология**, **магнитолитология** и др. (петромагнитология). Ученые, специализирующиеся в отдельных направлениях палеомагнитологии и петромагнитологии перестают понимать друг друга из-за усиливающейся "специализации" языка. Чтобы устранить по возможности эти проблемы и максимально облегчить жизнь читателю, предлагается настоящий словарь-справочник. Цель настоящего издания — помочь физикам-палеомагнитологам и петромагнитологам понимать друг друга и геологов, а геологам — понимать суть петромагнетизма и палеомагнетизма, и понимать, что написано в палеомагнитных и петромагнитных статьях; упростить жизнь студентам-геологам и геофизикам. Другая, не менее важная задача — попытка унифицировать терминологию, устранить по возможности многозначность и другие недостатки существующей в данной области терминологии.

Кроме общих сведений из петромагнитологии и палеомагнитологии, описываются широко используемые петромагнитные характеристики, их геологическая информативность, применяемые методы обработки и обобщения палеомагнитных данных. Из геологических терминов включены те, которые, по мнению составителя, имеют непосредственное отношение к палеомагнитологии и петромагнитологии, процессам образования магнитных минералов и их намагниченности. Так, например, вставлен ряд терминов из тектоники; помимо магнитных минералов, включены многие железосодержащие минералы как возможные продукты преобразования и возможные источники новообразования магнитных минералов.

При составлении словаря возникло немало трудностей. Так, многие геологические термины неоднозначны; в геофизической литературе термин «ферромагнетизм» обычно используется двояко: в общем смысле всех видов магнитного упорядочения и его частного случая — собственно ферромагнетизма. Предлагается этот термин использовать только в последнем смысле. Как обозначение общего понятия мы используем термин «магнитное упорядочение» и материалы, обладающие таким

свойством, называем **магнитноупорядоченными** или короче **магнитными** и **магнетиками**. Такие термины, как геомагнетизм, палеомагнетизм и т.п. обычно используются и как обозначение явления и как обозначение науки или научного направления, метода. Этим терминам оставлено первое значение, т.е. обозначение явления. Науку, занимающуюся исследованием геомагнетизма, предлагается называть **геомагнитологией**, а ее разделы, посвященные петромагнетизму и палеомагнетизму, соответственно, названы **петромагнитология** и **палеомагнитология** (по А.Н.Храмову). Наряду с общепринятыми в настоящее время терминами прикладной палеомагнитологии (магнитостратиграфия) и прикладной петромагнитологии (магнитоминералогия) вводятся по аналогии термины **магнитотектоника**, **магнитопетрология**, **магнитолитология**. Многословный неудобный термин «магнетизм горных пород» заменен на **петромагнетизм**. Как назвать специалистов, занимающихся магнетизмом горных пород? А тех, кто занимается петромагнетизмом – пожалуйста – **петромагнитологи**.

Естественно, предлагаемый словарь-справочник во многих случаях не дает точного или полного ответа, конкретных величин, он лишь указывает путь дальнейшего поиска для получения более полного ответа, более полного понимания того или иного понятия, явления, главное же – это **настольная книга** для соседей по специальности, позволяющая быстро разобраться геологу при чтении палеомагнитной статьи в жаргоне палеомагнитологов, а палеомагнитологу или петромагнитологу – при чтении геологической статьи, в свою очередь и петромагнитологу поможет «сориентироваться» при чтении палеомагнитной статьи и наоборот, т.к. и они уже туго понимают друг друга.

Основная информация взята из публикаций ([См. список литературы](#)), под общими физическими, геологическими терминами ссылки не даются, они взяты из таких источников как Физический энциклопедический словарь, Геологический словарь и т.п. В случае, более частных понятий и терминов, ссылки на авторов даются под статьями словаря, если же термины разбираются подробнее (т.е. им дается авторская оценка) или их объяснения предлагаются составителем, они отмечены *.

Комментарии к четвертому изданию (2010)

а) Уточнены и обновлены ряд имеющихся понятий и терминов, в первую очередь – геомагнитных, геохронологических, статистических. б) Существенно расширены геологическая и минералогическая информация, добавлены многие железо-, никель- и кобальтсодержащие минералы. Подавляющее большинство их парамагнитны, соответственно, все они являются потенциальными источниками новообразования магнитных минералов при их изменениях. Следует подчеркнуть, что магнитные свойства большинства Fe-Ni-Co-содержащих минералов не изучены, среди них могут быть ферромагнетики, ферримагнетики, антиферромагнетики. Это необходимо исследовать. в) Добавлена информация о космических источниках магнетизма горных пород, как о метеоритах, так и о частицах железа и его сплава с никелем из космической пыли, присутствующих в осадках. г) Убрана двойственность использования важных в палеомагнитологии терминов «зона» и «хрон», они оставлены как интервал одной полярности между соседними геомагнитными инверсиями, а как подразделения магнитохроностратиграфической шкалы сохранены «ортозона» и «ортохрон».

В словарь вставлены, как пример, два рисунка, одни из последних вариантов хроностратиграфической шкалы [Gradstein et al., 2008] и магнитохроностратиграфической шкалы [Молостовский и др., 2007], дабы не перечислять в самом словаре все названия эр, периодов, ярусов, гиперхронов, суперхронов, ортохронов. Тем более что эти названия и их возраст весьма неустойчивы во времени (сравните, например, хроностратиграфические шкалы, скажем, конца прошлого века с предлагаемой шкалой-2008).

Геотектонические и близкие им термины прочел и отредактировал М.Г.Ломизе, за что составители ему чрезвычайно признательны. Мы благодарим С.Шипунова и Р.Веселовского за компьютерное оформление Словаря.

АБИССАЛЬНЫЙ – глубинный, глубоководный, относящийся к зоне максимальной глубины. а) Термин используется для описания характерных черт океана на больших глубинах, обычно более 3 км ниже уровня моря. Абиссальные равнины занимают около 30% дна Атлантического океана и 75% Тихого океана. Они покрыты отложениями биогенного *ила* и небιοгенных *красных глин*. б) Термин относится также к магматической *интрузии* или к интрузивной породе, образованной на значительной глубине.

АБЛЯЦИОННАЯ СФЕРУЛА - стекловатые частицы сферической или полусферической формы, образованные при разлете капель расплавленной внешней оболочки *метеорита* вследствие *абляции* при вхождении в земную атмосферу. В осадках нередко встречаются сферулы такого происхождения металлического железа и сплава с никелем, продуктов их окисления - магнетита, гематита.

АБЛЯЦИЯ – многозначный физический термин, обозначающий процесс уноса вещества с поверхности твердого тела под воздействием излучений и обтекающего потока горячего газа. а) Удаление расплавленных поверхностных слоев метеоритов и тектитов при непосредственном испарении во время падения в атмосфере.

б) Отделение и удаление материала горной породы, и образование остаточных отложений, главным образом, под действием ветра и выноса рыхлых и растворимых веществ. Многие авторы предпочитают ограничивать значение термина уменьшением массы ледника при таянии и испарении.

АБРАЗИЯ - механическое разрушение, истирание, соскабливание поверхности горных пород при трении или под воздействием твердых частиц, переносимых ветром, льдом, волнами, текучей водой или силой тяжести.

АБСОЛЮТНАЯ ХРОНОЛОГИЯ - геохронология, в которой хронологическая последовательность основана на *абсолютном возрасте*, обычно измеренном в годах с помощью радиометрического датирования в отличие от *относительной хронологии*, основанной на последовательности напластования и/или ископаемых органических остатках. См. радиологические методы датирования

АБСОЛЮТНОЕ НУЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ (АНС) – размагниченное состояние магнитного вещества, полученное охлаждением от его *точки Кюри* до некоторой температуры (чаще всего до комнатной) в отсутствие внешнего постоянного магнитного поля.

АБСОЛЮТНЫЙ ВОЗРАСТ - геологический возраст ископаемого организма, горной породы, геологической структуры или события, выраженный в годах и представляющий интервал от события до настоящего времени. Термин близок по значению к терминам *изотопный возраст* или *радиометрический возраст* и включает также оценки возраста с помощью некоторых других методов (например, *дендрохронология*). Сокращения Ка для тысяч (10^3), Ма для миллионов (10^6) и Ga для миллиардов (10^9) лет общеприняты для обозначения временного промежутка, отсчитываемого назад от настоящего времени (лет назад), но не для продолжительности интервала геологического времени между событиями. См. изотопный возраст, радиологические методы датирования

АБСОРБЦИЯ – объемное поглощение вещества из раствора или газа твердым телом или жидкостью.

АВАРУИТ - минерал кубической сингонии, Ni_3Fe . Природный сплав никеля и железа, отношение $Ni/Fe=2-4$. Ферромагнетик. Встречен в метеоритах, в земных осадках в виде мелких частиц импактного происхождения, в лунном грунте. В виде вторичных мелких пылевых включений в серпентинитах и серпентинизированных перидотитах, в трахитах.

АВГИТ – минерал группы моноклинных пироксенов, типичны примеси Ni, Fe. $(Ca,Na)(Mg,Fe^{2+},Al)(Si,Al)_2O_6$. Обычен в основных, реже ультраосновных

магматических породах, редко – в метаморфических. Для основных и щелочных пород типичен титанавгит, для железистых габбро – ферроавгит.

АВЛАКОГЕН - континентальный *рифт*, прекративший свое развитие, заполненный осадками (нередко с магматическими образованиями) и, обычно, уже перекрытый платформенным чехлом.

АВТОБРЕКЧИЯ – вулканическая порода брекчиевой текстуры, возникшая в результате раздробления застывшей части лавового потока и последующей цементации этих обломков той же лавой. По *тесту галек Грэхема* автобрекчии должны четко отличаться от «холодных» брекчий нехаотическим распределением направлений естественной остаточной намагниченности или первичной ее компоненты, совпадающих с таковыми у вмещающей обломки лавы.

АВТОКОРРЕЛЯЦИЯ - мера корреляции между соседними величинами в последовательности количественных наблюдений, которые упорядочены во времени или пространстве. Автокорреляция обычно вычисляется для последовательно возрастающих сдвигов по фазе и представляется в виде коррелограммы, т.е. графика зависимости автокорреляции от величины сдвига.

АВТОЛИТ - родственное включение в магматической породе (в отличие от *ксенолита*).

АВТОМЕТАМОРФИЗМ – группа процессов, происходящих в период застывания магмы и становления магматической породы. Обусловлен изменением РТ и других условий в процессе кристаллизации породы, воздействием остаточного расплава, летучих веществ и гидротермальных растворов на затвердевшие участки. Сюда относятся процессы альбитизации и амфиболизации основных пород, грейзенизации, пропилитизации и др. Собственно магматический автометаморфизм происходит выше 600°C, пневматолитовый – при 600-375°C, гидротермальный – ниже 375°C. Разные условия автометаморфизма отражаются в различии магнитных свойств пород.

АВТОМЕТАСОМАТОЗ – метасоматическое преобразование пород, связанное с процессами автометаморфизма. См. [метасоматоз](#).

АВТОРЕГРЕССИВНАЯ СЕРИЯ - временной ряд, образованный из другого временного ряда таким образом, что предшествующие результаты вычисления используются для определения новых величин.

АВТОХТОН – горные породы, залегающие под надвинутым на них тектоническим покровом – *аллохтоном*. Несмотря на отсутствие значительного перемещения, автохтонные породы могут быть заметно деформированы.

АГЛОМЕРАТ – рыхлые скопления обычно неокатанного крупнообломочного материала вулканического и осадочного происхождения.

АГГЛЮТИНАТ - спекшийся пирокластический материал, в котором отдельные обломки сцементированы стеклом, а также спекшийся витрокластический материал. Термин часто применяется при описании скоплений вулканических бомб, которые в момент выброса оставались горячими и вязкими.

АГГЛЮТИНАЦИЯ - синоним термина *цементация* в приложении к осадкам.

АГГРАДАЦИЯ - наращивание а) земной поверхности за счет отложения осадочного материала, б) перекристаллизация с увеличением размера кристаллов и др.

АДАМЕЛЛИТ – интрузивная гранитоидная порода, промежуточная между гранитом и гранодиоритом. Синоним термина кварцевый монзонит.

АДВЕКЦИЯ - перемещение массы вещества в горизонтальном направлении, в частности, растворенного в гидротермальном флюиде, через пористые горные породы. Процесс отличается от диффузии движением самого раствора. Интенсивность адвекции зависит от скорости движения флюида и концентрации растворенного вещества. В тектонике адвекция - латеральное движение масс мантийного материала.

АДИАБАТИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС – термодинамический процесс без теплообмена с окружающей средой. Адиабатическое сжатие сопровождается нагреванием, а расширение — охлаждением.

АДСОРБЦИЯ – концентрирование веществ из раствора или газа на поверхности твердого тела или жидкости.

АЗИМУТ ПАДЕНИЯ – угол между меридианом, на котором находится точка наблюдения, и линией падения пласта или любой другой поверхности (плоскости) геологического тела. [См. элементы залегания пород.](#)

АЙОВАИТ - минерал гексагональной сингонии, $Mg_4Fe^{3+}(OH)_8OCl \cdot (2-4)H_2O$. Пржилки в серпентините.

АКАГЕНИТ – минерал тетрагональной сингонии, гидроокисел железа $\beta\text{-FeOOH}$, плотность $4,3\text{ г/см}^3$. На воздухе устойчив, при $200-400^\circ\text{C}$ переходит в гематит. Антиферромагнетик со слабым ферромагнетизмом. В ассоциации с гётитом и сульфатами железа часто образуется по пирротину в зоне выветривания. [См. гидроокислы железа, магнитные минералы осадков и осадочных пород.](#)

АККРЕЦИЯ – процесс наращивания. В тектонике – 1) приращение островодужных, континентальных и других террейнов к континенту при конвергентных и трансформных движениях, т.е. при столкновении, приращении или сшивании; 2) образование аккреционных призм (субдукционная акреция) - местами очень большие объемы осадочного материала, содержащего пластины офиолитов.

АККУМУЛЯЦИЯ – накопление. Общее название всех процессов накопления рыхлого материала на поверхности Земли.

АКМИТ – минерал, моноклинный пироксен, близкий эгирину, в котором часть Fe^{3+} замещена Fe^{2+} , Ti, Al. В железосодержащих сланцах, роговиках, кварцитах.

АКСИНИТ - группа боросиликатных минералов триклинной сингонии, $(Ca,Mn,Fe,Mg)_3Al_2(OH)[BSi_4O_{15}]$. В контактово-метаморфических породах.

АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ (РАДИОАКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ) – метод качественного и количественного определения состава вещества путем его облучения в потоке элементарных частиц или ядер и последующего измерения наведенной радиоактивности исследуемого материала. Определяется порядковый номер и массовое число образовавшихся радиоактивных изотопов по их периодам полураспада и энергиям излучения. Метод высокочувствительный на все элементы, не требует особой предварительной обработки образца. При активации в потоке нейтронов содержание железа и других элементов определяются с чувствительностью $10^{-5} - 10^{-6}$ г, а редких земель – $10^{-10} - 10^{-11}$ г.

АКТИВНОСТЬ – термодинамическая величина, играющая роль эффективной концентрации. При введении этой величины реальные системы, состоящие из взаимодействующих частиц, описываются уравнениями такого же вида, как и идеальные системы, состоящие из невзаимодействующих частиц. Коэффициент активности (отношение активности компонента системы к его концентрации) определяется экспериментально.

АКТИВНЫЕ ОКРАИНЫ КОНТИНЕНТОВ – краевые зоны континентов, приуроченные к границам сближения плит, развиваются над зонами субдукции. Формируются складчатые пояса с вулканоплутоническими сериями, включающими вулканические толщи известково-щелочного и щелочного состава, а также интрузивы комагматичных им гранодиоритов, гранитов и щелочных пород. Среди вулканитов большое место занимают кислые разности. Характерны зоны высокотемпературного метаморфизма. Магматические и метаморфические породы таких поясов характеризуются низкой намагниченностью, т.е. низкой концентрацией магнитных минералов. Магнитотектонические исследования позволяют количественно оценить повороты и деформации блоков в зонах активных окраин континентов. [См. тектоника плит, деструктивные границы плит, континентальная земная кора.](#)

АКТИНОЛИТ – минерал, моноклинный амфибол, промежуточный член ряда тремолит-ферроактинолит, $Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5[SiO_4O_{11}]_2(OH)_2$, обычна примесь алюминия, натрия. Наиболее широко распространен в основных породах низкой-средней ступени метаморфизма.

АКТУАЛИЗМ – составная часть сравнительно-исторического метода, исходящая из принципа «Современность – ключ к познанию прошлого». Принцип, утверждающий, что законы природы, действующие в новейшее время, могут объяснить все события, соотношения и конфигурации, относящиеся к геологическому прошлому. Актуализм

служит конкретной геологической формулировкой постулата, утверждающего постоянство законов природы в пространстве и времени.

АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ – минералы, составляющие незначительную часть объема горной породы; они часто несут очень ценную информацию как индикаторы условий образования пород и др. В большинстве пород магнитные минералы являются акцессорными, они – важный источник информации о древнем геомагнитном поле, об условиях образования и преобразования различных горных пород.

АЛЕВРИТ – рыхлая мелкообломочная осадочная порода, состоящая преимущественно из зерен размером 10-100 мкм.

АЛЕВРОЛИТ – сцементированный алеврит.

АЛЛОТИГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ – минералы, образовавшиеся ранее горной породы, в которой они находятся, принесенные извне. Обычные компоненты осадочных пород, терригенных и вулканогенных. Аллотигенные магнитные минералы в осадках являются носителями *ориентационной остаточной намагниченности*. К аллотигенным можно отнести и частицы космической пыли, попавшие в осадок, в частности, частицы металлического железа. См. [магнитные минералы осадков и осадочных пород, космическая пыль.](#)

АЛЛОТРИОМОРФНЫЙ - синоним термина *ксеноморфный*.

АЛЛОТРОПИЯ – существование одного и того же химического элемента в виде двух и более простых веществ, различных по строению и свойствам. Например, кислород и озон, графит и алмаз; α-железо с объемно-центрированной кубической решеткой и γ-железо с гранецентрированной решеткой (выше 914°C).

АЛЛОХИМИЧЕСКИЙ МЕТАМОРФИЗМ - метаморфизм, сопровождающийся привносом или выносом вещества, так, что изменяется средний валовой химический состав породы.

АЛЛОХТОН – пластина (пачка, блок) горных пород, тектонически перемещенная от места своего первоначального образования. Могут залегать в виде тектонических покровов. Благодаря магнитотектоническим исследованиям, восстанавливается история движений аллохтона.

АЛЮВИЙ – отложения, формирующиеся постоянными водными потоками в речных долинах, в виде отсортированного или полусортированного осадка в русле, на пойме, в дельте или в виде конуса выноса у подножия горного склона; мелкозернистые осадки (алеврит или глина), отложенные во время паводка.

АЛЮОДИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{NaMn}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{PO}_4)_3$. Типичный продукт натриевого метасоматического изменения.

АЛЬБИТ-ЭПИДОТ-АМФИБОЛИТОВАЯ ФАЦИЯ - метаморфическая минеральная фация, в которой породы основного состава представлены ассоциацией: роговая обманка+альбит+эпидот. Занимает промежуточное положение между *фацией зеленых сланцев* и *амфиболитовой фацией*. Обычно рассматривается как низкотемпературная стадия амфиболитовой фации регионального метаморфизма.

АЛЬМАНДИН – минерал группы гранатов, $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$; крайний член серии твердых растворов пироп-альмандин-спессартин. Типичный минерал регионально метаморфизованных пород от средней до высокой ступени метаморфизма; в скарнах. Изменяется в хлорит, эпидот, амфибол и гематит.

***АЛЬФА-ЭФФЕКТ** – специфический эффект, возникающий в *динамо средних полей* при выполнении осреднения полей по ансамблю конвективных вихрей. Возникает за счет того, что действие силы Кориолиса на вращающуюся конвекцию стратифицированной среды нарушает ее зеркальную симметрию, так что в одном полушарии преобладают правые конвективные вихри, а в другом – левые. Суть эффекта состоит в возникновении среднего электрического тока, направленного вдоль (а не перпендикулярно, как это бывает обычно) среднего магнитного поля. В динамо средних полей альфа-эффект позволяет получить из тороидального магнитного поля полоидальное и, таким образом, вместе с дифференциальным вращением замкнуть цепь самовозбуждения магнитного поля. Зельдович и др., 2006.

АЛЯСКИТ – существенно калиевый гранит, не содержащий цветных минералов. Обычно практически немагнитный.

АМАЛЬГАМАЦИЯ – (в геологии) слияние, объединение, причленение двух или нескольких террейнов в океанической обстановке, удаленной от края континента.

АМАРАНТИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}_2^{3+}\text{O}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{SO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$. В зоне окисления, с фиброферритом и другими минералами.

АМАРИЛЛИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. В зоне окисления колчеданных месторождений.

АМОРФНОЕ СОСТОЯНИЕ – состояние твердого вещества, у которого отсутствует строгая периодичность, присущая кристаллам (дальний порядок). Из-за меньшей упорядоченности аморфные вещества при тех же РТ имеют больший объем и большую внутреннюю энергию, чем кристаллы. Аморфные материалы термодинамически нестабильны. Они не обладают магнитным упорядочением, в зависимости от состава они могут быть чисто диамагнитными и парамагнитными. Однако в них образуются малые магнитноупорядоченные области - **кластеры**.

АМФИБОЛИЗАЦИЯ – процесс превращения пироксенов и других минералов в амфиболы, типичен для всех пород, подвергшихся метаморфизму средней ступени.

АМФИБОЛИТ – метаморфическая полнокристаллическая порода, состоящая главным образом из амфиболов. Результат регионального метаморфизма.

АМФИБОЛЫ – большая группа минералов – водных силикатов. Общая формула $\text{X}_{2-3}\text{Y}_5\text{Z}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, где X – Ca, Na, K, Mn, Mg, Fe^{2+} ; Y – Mg, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ti, Al, Mn, Ca; Z – Si, Al. Широко распространены во многих магматических и метаморфических породах.

АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ - термин относится к преобразованию непрерывного сигнала в дискретный с точностью, определяемой соответствующими электронными и программными средствами.

АНАНДИТ - слюда моноклинной или ромбической сингонии, $\text{BaFe}_3^{2+}(\text{OH})\text{S}[\text{Fe}^{3+}\text{Si}_3\text{O}_{10}]$. Образует мономинеральные слои мощностью 0,5-5см в магнетитовых рудах месторождения Вилагедера (о-в Шри-Ланки) с халькопиритом, пиритом и пирротинном.

АНАТАЗ – минерал тетрагональной сингонии, TiO_2 . Вместе с **рутилом** и **брукитом** образует три полиморфные модификации. При 800-850°C переходит в рутил. Встречается в гидротермальных жилах, в метаморфических породах, продукт разрушения ильменита.

АНАТЕКСИС – ультраметаморфический процесс, ведущий к расплавлению (переплавлению) на месте горных пород, ранее не проходивших стадию расплава. Термин перекрывается с термином **палингенез**. Термин часто сопровождается такими прилагательными, как межгранулярный, частичный, дифференциальный, селективный или полный.

АНАЭРОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ – микроорганизмы, развивающиеся без доступа свободного кислорода и черпающие необходимый для деятельности кислород из органических или минеральных кислородных соединений.

АНГАРАЛИТ - минерал группы хлорита, $\text{Mg}_2(\text{Al},\text{Fe})_{10}\text{Si}_6\text{O}_{29}$.

АНГСТРЕМ - единица длины, равная 10^{-10} м или 0,1 нм.

АНДЕЗИТ – вулканическая порода среднего состава, обычно состоящая из плагиоклаза и цветных минералов (пироксен, амфибол, биотит, авгит).

АНДРАДИТ – минерал из группы гранатов, $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$. Типичный представитель термически метаморфизованных карбонатных пород (известняков и др.), в скарнах часто в ассоциации с геденбергитом и магнетитом; в гидротермально измененных габбро и гипербазитах.

АНЖЕЛЕЛЛИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}_4^{3+}\text{O}_3(\text{AsO}_4)_2$.

АНИЗОТРОПИЯ – зависимость любых свойств вещества от направления. Количественно анизотропия оценивается как отношение максимального значения измеряемой характеристики к минимальному. Макроскопическая анизотропия связана с формой геологических тел, микроскопическая с ориентированными удлинненными (линейная анизотропия) или уплощенными (плоскостная анизотропия) зернами.

[См. магнитная анизотропия.](#)

АНКАРАМИТ - оливинсодержащий базанит с многочисленными вкрапленниками пироксена и оливина, причем пироксен более распространен, чем оливин. Мелкозернистая основная масса состоит из микролитов авгита и основного плагиоклаза

АНКЕРИТ – минерал, $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$; член ряда доломит-анкерит с содержанием железа больше магния. Встречается в гидротермальных месторождениях сульфидных и сидеритовых руд, в измененных основных и ультраосновных породах.

АННИТ – железистый биотит, $\text{KFe}_3^{2+}(\text{OH}, \text{F})_2 [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. Образуется в зонах относительно низкой летучести кислорода, в пегматитах. **Феррианнит** - $\text{KFe}_3^{2+}(\text{OH}, \text{F})_2 [\text{Si}_3\text{Fe}^{3+}\text{O}_{10}]$.

АНОМАЛИЙНАЯ ШКАЛА ГЕОМАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ – шкала геомагнитной полярности, построенная по сочетанию данных о скорости спрединга и пространственного распределения океанских линейных магнитных аномалий. Датировка аномалий: а) радиологическая – по возрасту базальтов под аномалиями, б) биостратиграфическая – по возрасту осадков, покрывающих базальты, в) сопоставление последовательности линейных аномалий с надежной магнитохронологической шкалой (годится для интервала последних 5 млн. лет); г) оценка возраста аномалий по экстраполяции или интерполяции постоянной скорости спрединга. Аномалийная шкала «наиболее непрерывная» запись поведения геомагнитного поля, но из-за малой скорости спрединга и большого расстояния съемки от дна океана запись сглаживается, теряются мелкие детали, как короткие субзоны и другие палеомагнитные аномалии. Аномалийная шкала ограничена возрастом дна океана, около 170 Ма.

[См. шкала геомагнитной полярности, гипотеза Вайна и Мэтьюза.](#)

***АНОМАЛЬНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ (МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ)** – векторная разность между реально существующим на поверхности Земли и нормальным полями. Магнитное поле на поверхности Земли имеет сложную структуру: характерные размеры элементов этой структуры различаются на несколько порядков, от первых метров до тысяч километров. В пространственном спектре геомагнитного поля существует минимум между 400 и 4000 км, разделяющий два главных источника поля: аномальная часть – литосфера ("магнитная" природа) и нормальное поле, включая мировые аномалии – ядро ("электротоковая" природа), т.е. магнитные аномалии – это отклонения от главного магнитного поля Земли, обусловленные источниками в литосфере и связанные главным образом с распределением магнитных минералов в литосфере и их намагниченностью. Магнитные аномалии в зависимости от их размера и глубины источника условно делятся на **региональные и локальные**. Разделение геомагнитного поля на аномальное и нормальное также условно и зависит от задачи. Ценность измерения и изучения аномального магнитного поля, как и других геофизических полей – в получении телеинформации о строении верхней части литосферы, прежде всего земной коры. Получаемая телеинформация однако весьма узкая – только о намагниченности среды, без дополнительной информации невозможно однозначно привязать аномальный эффект к конкретному объекту.

Региональные аномалии. Протяженность региональных аномалий составляет десятки и сотни километров, их интенсивность, как правило, на порядок меньше интенсивности мировых аномалий, но градиент интенсивности может достигать десятков и сотен нТл на километр, что на 2-3 порядка выше, чем у мировых аномалий. Региональные аномалии отражают строение земной коры и особенности магнитных свойств слагающих ее пород. Интенсивность аномалий определяется магнитной восприимчивостью и естественной остаточной намагниченностью горных пород, а также глубиной залегания магнитных пород. Направление магнитного поля Земли в любой точке на поверхности Земли составляет определенный угол с вертикалью, под таким же углом будет направлена намагниченность породы в современном магнитном поле, что скажется соответствующим образом на конфигурации аномального магнитного поля. Кроме того, ряд причин – остаточная намагниченность, образовавшаяся в древнем поле, направление которого отличалось от современного, размагничивающий фактор в случае сильномагнитных пород, анизотропия магнитной

восприимчивости – могут привести к тому, что реальная магнитная аномалия будет отличаться от расчетной для однородно намагниченного тела. Это добавляет трудности при интерпретации аномального поля, т.е. определении глубины залегания, размеров и намагниченности залегающего тела, задачи, которая, как известно из теории потенциала, и в простом случае не имеет однозначного решения. Изучение магнитных характеристик пород, слагающих район аномалии – их восприимчивости и естественной остаточной намагниченности, а также их возраста, по которому, основываясь на палеомагнитных данных, можно судить о направлении остаточной намагниченности – позволяет приблизить интерпретацию к реальной картине размещения залегающих тел. Конечным итогом изучения и интерпретации региональных магнитных аномалий является создание магнитной модели коры данного региона или коры данного типа.

Уникальным примером региональной магнитной аномалии является наиболее сильная на Земле положительная магнитная аномалия – Курская магнитная аномалия (КМА). Ее интенсивность вдвое превышает нормальное поле района и превышает 100 мкТл, протяженность до 800 км, ширина – до 200 км. КМА приурочена к Воронежской антеклизе и связана с железистыми кварцитами – это самый крупный в мире железорудный бассейн, охватывающий территории Курской, Белгородской и Орловской областей.

Локальные аномалии в принципе не отличаются от региональных. Граница между ними условна. К локальным аномалиям обычно относят аномалии протяженностью от метров до первых десятков километров. Они выделяются на фоне сглаженного регионального поля, их источники расположены на сравнительно небольших глубинах и этим определяется их практическая значимость. Интенсивность локальных аномалий может быть самой различной от значений, превышающих 10000 нТл, в случае магнетитовых руд до десятков нТл в случае осадочной толщи. Последние играют существенную роль при разведке на нефть и на газ. Отрицательные магнитные аномалии обусловлены обычно остаточной намагниченностью пород обратной полярности, т.е. имеющей "обратное" (по отношению к современному полю) направление.

Аномальное магнитное поле океанов резко отличается от региональных аномалий континентов своей линейной упорядоченностью. Линейные аномалии являются основной частью аномального поля всех океанов. Их особенности таковы: а) аномалии простираются на тысячи километров параллельно осевым зонам спрединга; б) вкрест их простирания картина – чередование положительных и отрицательных аномалий, их протяженность, изменение их интенсивности – близка симметричной относительно оси спрединга; в) самая интенсивная – положительная аномалия часто находится над осью спрединга, интенсивность аномалий довольно быстро уменьшается по мере удаления от рифта (первые 10 млн. лет, затем может вновь возрастать); г) линейное простирание аномалий нарушается трансформными разломами, при этом вся система аномалий сдвигается по отношению к соседним участкам, не утрачивая при этом свои закономерности. Ряд океанов имеют несколько систем линейных аномалий, связанных с древними осями спрединга. Было замечено, что поперечные размеры последовательных положительных и отрицательных аномалий пропорциональны длительности последовательного существования геомагнитного поля прямой и обратной полярности. Это послужило отправным пунктом для гипотезы Вайна и Мэтьюза о происхождении линейных магнитных аномалий. Часть аномального магнитного поля океанов связана с отдельными подводными горами вулканического происхождения.

АНОРТОЗИТ - группа преимущественно мономинеральных плутонических пород, почти полностью состоящих из плагиоклаза, который обычно представлен лабрадором.

АНТЕКЛИЗА – пологая антиклиналь на платформах.

АНТИГОРИТ - минерал моноклинной сингонии из группы серпентина.

$(\text{Mg}, \text{Fe})_6^{2+}(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$.

АНТИКЛИНАЛЬ – складка, ядро которой сложено более древними породами.

АНТИКЛИНОРИЙ – сложная крупная антиклиналь складчатых областей.

АНТИФЕРРОМАГНЕТИЗМ – См. [магнитное упорядочение](#).

АНТОФИЛЛИТ - минерал ромбической сингонии группы амфибола, $(\text{Mg,Fe})_7(\text{OH})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$. Встречается в метаморфизованных ультрамафических породах, обычно в ассоциации с оливином или тальком или в виде мономинеральных агрегатов, состоящих из параллельных или радиально-лучистых волокон, похожих на асбест.

АНШЛИФ – образец горной породы, минерала с отполированной плоскостью (плоскостями) для изучения в отраженном свете, на оптическом или электронном микроскопе, микрозонде и др.

АПЛИТ – магматическая жильная лейкократовая мелкозернистая порода, состоящая главным образом из кварца и полевых шпатов.

АПОФИЗА – жилоподобное ответвление от геологического тела, например, магматического.

АППАРАТУРА ДЛЯ ПЕТРОМАГНИТНЫХ И ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ. Для измерения магнитных свойств горных пород (включая и магнитную съемку) используются четыре способа: а) *магнитометрический* – фиксируется отклонение постоянного магнита под воздействием магнитного поля объекта; на этом принципе построены магнитные весы, магнитометры для измерения аномального магнитного поля, астатические магнитометры для измерений остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости; б) *индукционный* – магнитное поле движущегося образца создает в катушке электрический ток; в) *принцип феррозонда* - смещение петли перемагничивания магнитно-мягких материалов в присутствии внешнего магнитного поля; г) *эффект Джозефсона* – изменение критического тока (при котором еще не падает напряжение) на тонком слое диэлектрика, разделяющем два сверхпроводника, в зависимости от внешнего магнитного поля; на этом принципе построены современные высокочувствительные криогенные магнитометры. На перечисленных принципах построена современная аппаратура для палеомагнитных и петромагнитных исследований. Это: высокочувствительные *магнитометры* для измерения остаточной намагниченности образцов горных пород в широком диапазоне от 0,01 мА/м (известняки и т.п.) до десятков тысяч А/м (магнетитовые руды), астатические магнитометры, спин-магнитометры (рок-генераторы), криогенные магнитометры; *вибромагнитометры* для измерения намагниченности, остаточной намагниченности, коэрцитивной силы, остаточной коэрцитивной силы, для термомагнитного анализа; *коэрцитиметры* для измерения коэрцитивных спектров, кривых нормального намагничивания, определения коэрцитивной силы и остаточной коэрцитивной силы; *весы Кюри* для термомагнитного анализа индуктивной намагниченности; *установки для Н- и Т-чисток* и др.; *двух- и трехкомпонентные термомагнитометры* для непрерывной регистрации компонент остаточной намагниченности в ходе ее терморазрушения; приборы для непрерывного намагничивания и размагничивания образцов в переменном магнитном поле с одновременным их измерением; протонные магнитометры и т.п. приборы для измерения напряженности геомагнитного поля и его изменений. В ходе палеомагнитных измерений образец, особенно после чисток, не должен попадать в любое внешнее магнитное поле. Для этого все установки и измерительные приборы размещаются в помещении, где внешнее магнитное поле в высокой степени экранировано. Последнее достигается либо *кольцами Гельмгольца*, либо *магнитным экраном* из отожженного пермаллоя и т.п.

АПЛАНАЦИЯ – в геологии совокупность процессов, ведущих к снижению рельефа местности, который становится все более равнинным. Эти процессы включают как эрозионное выполаживание приподнятых участков, так и повышение низких участков за счет добавления материала.

АПУАНИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Fe}_5\text{Sb}_4\text{O}_{12}\text{S}$. Встречается в полиметаллических рудах

АРГЕНТОПЕНТЛАНДИТ - минерал кубической сингонии, AgFe_8S_8 .

АРГЕНТОПИРИТ - минерал ромбической сингонии, AgFe_2S_3 .

АРГИЛЛИТ – камнеподобная глинистая порода, не размокающая в воде; образуется в результате уплотнения, дегидратации и цементации глин при диагенезе и эпигенезе.

АРИДНЫЙ - климат, который характеризуется засушливыми условиями. Количества дождевых осадков недостаточно для роста растений; годовая норма осадков менее 250 мм. Условия, когда скорость испарения выше скорости выпадения осадков.

АРИЗОНИТ – агрегат гематита и рутила.

АРКОЗОВЫЙ (АРКОЗ) - богатый полевым шпатом обычно крупнозернистый песчаник розового или красноватого цвета, состоящий из угловатых и слабо окатанных зерен, слабо или умеренно сортированных; граувакка, конгломерат. Как правило, образуется в результате быстрого разрушения гранита или пород гранитного состава.

АРРОЯДИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{KNa}_4\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mn})_{14}^{2+}\text{Al}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_{12}$. Иногда образует крупные кристаллические массы в пегматитах.

АРСЕНБРАКЕБУШИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Pb}_2(\text{Fe}, \text{Zn})(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})(\text{AsO}_4)_2$. В зоне окисления гидротермально-полиметаллических руд.

АРСЕНОПИРИТ – минерал моноклинной сингонии, сульфид, FeAsS . В скарнах, пегматитах; гидротермальный; рассеянная вкрапленность в осадочных породах. Парамагнетик. При нагреве на воздухе выше 500°C резко возрастает намагниченность арсенопирита, т.к. он окисляется и образуется магнетит.

АРСЕНИОСИДЕРИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Ca}_2(\text{H}_2\text{O})_2[\text{Fe}_3^{3+}\text{O}_2(\text{AsO}_4)_3]\cdot\text{H}_2\text{O}$. В зоне окисления.

АРТУРИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{AsO}_4)_2]$. Арсенат меди из зоны гипергенеза.

АРФВЕДСОНИТ - минерал моноклинной сингонии. Конечный член группы амфибола, $\text{Na}_3\text{Fe}_4^{2+}\text{Fe}^{3+}(\text{OH})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$. Встречается в некоторых богатых натрием магматических породах.

АРХЕОМАГНЕТИЗМ – ископаемый магнетизм археологических объектов; археомагнитные исследования – изучение элементов геомагнитного поля по естественной остаточной намагниченности археологических объектов (кирпичи, керамические изделия, печи, очаги и т.п.) времени их обжига. Разновидность палеомагнитных исследований. См. [палеомагнетизм](#), [палеомагнитология](#), [вековые вариации геомагнитного поля](#).

АСБЕСТ - группа волокнистых силикатных минералов, которые легко распадаются на длинные, тонкие, прочные волокна, обладающие достаточной гибкостью для приготовления тканей. Они устойчивы при высоких температурах и инертны химически; имеют высокие электроизоляционные свойства и поэтому пригодны в качестве жаропрочных, изоляционных и химически устойчивых материалов, в том числе и в петромагнитных экспериментах.

АСБОЛАН - мягкий, землистый минеральный агрегат, содержащий гидроксиды Mn и Co; содержание кобальта иногда достигает 32%.

АССИМИЛЯЦИЯ – (в геологии) процесс полного усвоения и переплавления постороннего материала, попавшего в магму из вмещающих ее пород. Кристаллизация такой магмы приводит к появлению гибридных, контаминированных горных пород. Такие породы могут обладать специфическими петрофизическими особенностями.

АСТЕНОСФЕРА – размягченный слой в верхней мантии Земли под литосферой, обусловленный, очевидно, частичным плавлением вещества мантии (примерно первые проценты массы). По геофизическим данным астеносфера выделяется как зона пониженной скорости, повышенной электропроводности. Нижняя граница астеносферы находится на глубине до сотен км. Астеносферный слой не везде четко выражен, особенно под континентами. См. [литосфера](#), [верхняя мантия Земли](#).

АСТЕРОИД - одно из многочисленных небесных тел относительно небольших размеров, от метров до многих километров. Они вращаются вокруг Солнца. Большинство орбит астероидов расположено между орбитами Марса и Юпитера. Считается, что астероиды состоят из первичного твердого вещества аналогичного тому,

из которого первоначально образовалась Земля. Падающий на Землю астероид является метеоритом.

АСТРОБЛЕМА – геологическая структура древнего метеоритного кратера. Обычно характеризуется округлой формой и присутствием чрезвычайно нарушенных пород, обладающих признаками воздействия на них мощного удара (импактиты). Астроблема состоит из линзовидной брекчии, расположенной под дном кратера, полностью или частично уничтоженного эрозией и погребенного под наносами.

АСТРОГЕОЛОГИЯ - наука, в которой применяются принципы и методы геологии, геохимии и геофизики для изучения природы, происхождения и истории конденсированного вещества и газов в Солнечной системе; включает дистанционные наблюдения и непосредственные исследования других планет.

АСТРОФИЛЛИТ - минерал, $K_2Na(Fe,Mn)_7^{2+}(OH)_4[(Ti,Nb)_2O_3(Si_4O_{12})_2]$. Встречается в сиенитах с эгирином, цирконом и др. минералами.

АТАКСИТ - железный метеорит, содержащий более 10% никеля и лишенный структуры *гексаэдрита* или *октаэдрита*. Во многих атакситах обнаружены микроскопические ориентированные пластинки камасита в основной массе, состоящей из плессита (тонкая смесь камасита и тэнита).

АТОМНАЯ ПЛОСКОСТЬ - любая плоскость в кристалле, характеризующаяся закономерным расположением атомных единиц (атомов, ионов или молекул). Представляет собой потенциальную грань кристалла или плоскость спайности.

АТОМНЫЙ ПРОЦЕНТ - процентное содержание атомов какого-либо элемента в веществе, рассчитываемое по отношению к общему числу атомов.

АХЕЙЛИТ - минерал триклинной сингонии, $(Fe,Zn)(H_2O)_4[Al_6(OH)_8(PO_4)_4]$. Fe-содержащий аналог бирюзы.

АХОНДРИТ - *каменный метеорит*, в котором нет хондр. Ахондриты обычно более крупнокристаллические, чем *хондриты*; в большинстве случаев никелистое железо в них почти полностью отсутствует. Ахондриты представляют метеориты, которые в наибольшей степени близки по составу к земным породам. Хондриты представляют первичное или слабо дифференцированное вещество Солнечной системы, а ахондриты — продукты его фракционирования.

АУСТЕНИТ – γ -фаза - высокотемпературная модификация железа и его сплавов с неупорядоченной гранецентрированной решеткой. В углеродистых сталях аустенит — это твёрдый раствор внедрения, в котором атомы углерода входят внутрь элементарной ячейки γ -железа во время конечной термообработки. В метеоритах присутствует нередко аустенит в виде чистого железа и сплава, содержащего примеси металлов (никель, кобальт), которые замещают атомы железа в кристаллической решетке и возникает твердый раствор замещения. В чистом железе γ -фаза существует в интервале температур 910—1401°C. Такие элементы, как никель стабилизируют аустенитную фазу. Присутствие никеля в количестве 8—10% приводит к тому, что аустенитная фаза сохраняется и при комнатной температуре. См. тэнит.

АУТИГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ – минералы, образованные на месте. Например, минералы магматических пород или цемент осадочных пород, отложившийся непосредственно из раствора. Аутигенным является глауконит в осадках океана или минералы, образовавшиеся в результате метаморфизма. См. магнитные минералы осадков и осадочных пород.

АФАНИТОВАЯ - структура магматической породы, в которой отдельные кристаллы неразличимы невооруженным глазом (включает микрокристаллическую и криптокристаллическую структуры). Предпочтительнее для палеомагнитных исследований выбирать афанитовые породы, не считая специальных задач, например, изучения габбро-пироксенитовых интрузивов.

АФИРОВАЯ - структура тонкозернистой или афанитовой магматической породы, лишенной вкрапленников.

АШАВАЛИТ - минерал гексагональной сингонии, FeSe. Магнитен.

АЭРОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ – организмы, нуждающиеся для своего развития в присутствии свободного кислорода. Все высшие и большинство низших организмов.

АЭРОЗОЛИ – дисперсные системы, состоящие из газообразной среды, в которой распылена твердая и жидкая дисперсная фаза (пыль, туман).

АЭРОМАГНИТНАЯ СЪЕМКА – магнитная съемка с самолета, вертолета. Самый дешевый и производительный вид геофизической съемки. Широко используется в геологическом картировании и геолого-поисковых работах. См. [аномальное магнитное поле](#), [магниторазведка](#).

АЭРОМАГНИТОМЕТР - установленный на самолете или вертолете прибор для измерения магнитного поля Земли.

[назад](#)

Б

[назад](#)

БАБИНГТОНИТ – минерал триклинной сингонии, амфибол, $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})\text{Fe}^{3+}[(\text{OH})\text{Si}_5\text{O}_{14}]$. Встречается в жеодах гранитов, гнейсов, в серпентинитах.

БАЗАЛЬНЫЙ КОНГЛОМЕРАТ - конгломерат, который образует нижний стратиграфический горизонт осадочной серии и залегает с размывом на подстилающих породах, маркируя несогласие. Гальки конгломерата состоят из подстилающих пород. Поэтому палеомагнитный *тест галек Грэхема* применим для пород, лежащих под конгломератами, и не применим для пород цемента конгломерата и вышележащих пород.

БАЗАЛЬТ – вулканическая основная порода, состоит главным образом из основного плагиоклаза, пироксена и оливина (не всегда). Различаются разновидности: оливиновый базальт, щелочной базальт, толеит и др. Обычны титаномагнетит, ильменит. Порода нередко полностью нераскристаллизована, стекловатая, пористая, что характерно для быстро остывающих лав, подводных излияний лав, приконтактных частей потоков. Полностью раскристаллизованный базальт – *долерит*. Последние, как правило, высокомагнитны, тогда как стекловатые части потоков обычно слабомагнитны. Такая закономерность объясняется тем, что основная масса магнитных минералов кристаллизуется на стадии излияния и остывания лавы.

БАЗАЛЬТИЧЕСКАЯ РОГОВАЯ ОБМАНКА - разновидность роговой обманки, обогащенная трехвалентным железом (двухвалентное железо окислено); встречается в базальтах и других богатых железом основных вулканических породах.

БАЗАНИТ - вулканическая порода, содержащая >10% модалового оливина, состоящая из основного плагиоклаза, клинопироксена, фельдшпатоидов (нефелин, лейцит) и оливина. При малом количестве оливина или его отсутствии порода называется *тефритом*.

БАЗИС ЭРОЗИИ - уровень, ниже которого водный поток не может эродировать свое ложе. Общим, или конечным базисом эрозии для поверхности Земли служит уровень моря.

БАЗИТ - основная магматическая порода.

БАЗИФИКАЦИЯ - обогащение горной породы кальцием, магнием, железом и марганцем.

БАЙЕСОВСКАЯ СТАТИСТИКА - методы статистики, использующие *формулу Байеса* и информацию об условных предыдущих событиях для оценки вероятности более поздних, последующих событий. Иногда этот термин применяется ко всем статистическим методам, использующим субъективную оценку вероятностей. *Тутубалин, 2008*

БАРАРИТ - низкотемпературный минерал гексагональной сингонии $(\text{NH}_4)_2\text{SiFe}_6$. Встречается в вулканических возгонах.

БАРБОСАЛИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2$. Известен также как «лазурит, содержащий закисное и окисное железо».

БАРИТОЛАМПРОФИЛИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{KBaNa}_2\text{MnFe}^{3+}(\text{OH})_2[(\text{TiO})_2(\text{Si}_2\text{O}_7)_2]$. В щелочных сиенитах.

БАРИНЖЕРИТ - минерал гексагональной сингонии, $(\text{Fe}, \text{Ni})_2\text{P}$. Встречен в метеоритах.

БАРРУАЗИТ - минерал группы амфиболов, $\text{NaCa}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2(\text{OH})_2[(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}]$.

БАРТЕЛКЕИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{PbFe}^{2+}\text{Ge}_3\text{O}_8$.

БАРТОНИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{K}_6\text{Fe}_{20}\text{S}_{26}(\text{Cl}, \text{S})$. В скоплениях с другими сульфидами в диатреме щелочного состава.

БАТИАЛЬ, БАТИАЛЬНАЯ - океанская среда или глубинная зона между отметками 200 и 3500 м. По геоморфологическим признакам примерно соответствует

материковому склону. Батиальными называют также организмы, обитающие в этой среде.

БАТОЛИТ – крупное интрузивное тело площадью более 200 км², сложенное большей частью гранитоидами. Залегают батолиты, как правило, среди осадочных толщ складчатых областей. Образуются на значительной глубине во время коллизии континентов, складчатости. Обычно породы батолитов практически немагнитны.

БАФЕРТИСИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{BaFe}_2[\text{TiO}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)]$. Продукт гидротермальных изменений щелочных гранитов, сиенитов.

БЕДАНТИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Pb}[\text{Fe}_3(\text{OH})_6(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4)]$. Сульфатно-арсенатная стадия гипергенеза сульфидных руд.

БЕЗГИСТЕРЕЗИСНАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – См. [идеальная остаточная намагниченность](#). Этот термин используется в зарубежной литературе (ARM – Anhysteretic Remanent Magnetization)

БЕНТОНИТ - мягкая, пластичная, пористая, светлоокрашенная порода, состоящая в основном из глинистых минералов главным образом группы монтмориллонита и коллоидного кремнезема. Образуется при *девитрификации* и сопровождающих ее химических изменениях вулканического стекла туфов или вулканических пеплов.

БЕНТОС - обитающие на дне морские организмы; также само дно океана.

БЕРОНИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_5^{3+}(\text{OH})_5(\text{H}_2\text{O})_4(\text{PO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

БЕРЕЗИТЫ – гидротермально измененные породы, часто рудоносные на золото, серебро, медь, молибден, цинк, свинец. Образуются главным образом в результате изменений кислых магматических пород; состоят из кварца, серицита (тонкочешуйчатая мелкая слюда) с постоянной примесью пирита и рутила.

БЕРТЬЕРИН - минерал группы серпентина, $(\text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3}, \text{Mg})_{2-3}(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_5(\text{OH}_4)$. Встречается во многих случаях в тех же геологических условиях, что и шамозит.

БЕРТЬЕРИТ – минерал моноклинной сингонии, FeSb_2S_4 . В гидротермальных месторождениях сурьмы.

БЕТПАКДАЛИТ - минерал моноклинной сингонии, $[\text{K}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Ca}(\text{H}_2\text{O})_6]_2[\text{Mo}_8^{6+}\text{Fe}_3^{3+}\text{As}_2^{5+}\text{O}_{35}(\text{OH})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Характерен для зон гипергенеза молибденовых руд.

БИАНКИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Zn}, \text{Fe})\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Встречается в виде кристаллических корок.

БИВЕРИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Pb}, \text{Cu})[(\text{Fe}, \text{Al})_3(\text{OH}, \text{O})_6(\text{SO}_4)_2]$. Из зоны окисления медно-свинцово-цинковых руд.

БИЛИНИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$. Продукт изменения сульфидов железа в лигните.

БИМОДАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ - тип распределения вероятностей, когда на кривой плотности имеются два максимума (две моды) более высокой встречаемости, чем в соседних областях.

БИНОМИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ - дискретное распределение независимых событий, характеризующихся только двумя возможными исходами (ноль и единица или успех и неудача), когда вероятность исхода не изменяется от события к событию.

БИОГОРИЗОНТ - биостратиграфический горизонт. Поверхность биостратиграфического изменения или имеющая определенный биостратиграфический характер для корреляции. Обычно это граница *биозоны*, хотя иногда биогоризонты выделяются внутри биозоны. Теоретически, биогоризонты является поверхностью раздела, но на практике это может быть тонкий биостратиграфически определенный слой. Признаками, по которым выделяют биогоризонты, обычно являются первое появление или последнее присутствие данной ископаемой формы, изменение в частоте и обилии находок, эволюционные изменения и изменения в характере отдельных таксонов.

БИОЗОНА – биостратиграфическая зона. Зона распространения организмов во времени, установленная по их захоронению в слоях горных пород. Основное подразделение в биостратиграфической классификации. Биозона может быть определена на базе одного таксона или их комбинации, по вариациям характерных черт

в распространении тех или иных форм окаменелостей. Выделяется три главных типа биозон: *зона соответствующая стратиграфическому интервалу*, *зона распространения определенного сообщества* и *зона интенсивного развития*. Биозона может подразделяться на подзоны с формальным или неформальным статусом. Время, занимаемое биозоной, называется **биохрон**, мало употребляемый термин. Биозоны - это наименьшие по продолжительности стратиграфические единицы, имеющие близкое к глобальному распространение. В отличие от наличия мировой геохронологической (хроностратиграфической) шкалы веков (ярусов), единой мировой геохронологической шкалы биозон не существует. Тем более это относится к более мелким стратиграфическим единицам – подзонам и горизонтам. Они имеют региональное и местное значение, и составить глобальную картину смен подзон практически невозможно. Продолжительность биозон (биохронов) в фанерозое варьирует от менее 0,05 млн. лет до более 6 млн. лет и образует единую одномодальную совокупность, имеющую логнормальное распределение с модой 0,6 млн. лет. Это свидетельствует о единстве продолжительностей множества биозон различных групп организмов независимо от их возраста и места распространения.

См. стратиграфическая шкала, хроностратиграфическая шкала.

БИОМАГНЕТИЗМ – См. биотаксические бактерии.

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ - некоторое тело горных пород, определяющееся или охарактеризованное содержащимися в нем окаменелостями. Его границы могут совпадать или не совпадать с границами литостратиграфического подразделения, но не являются унаследованными от последних. Основным подразделением является **биозона**.

БИОСТРАТИГРАФИЯ – раздел стратиграфии, в которой основным методом исследований является палеонтологический. Рассматривает распределение окаменелостей в стратиграфической летописи и выделение стратиграфических подразделений в разрезе на основе содержащихся в них ископаемых остатков. См. геохронология.

БИОТА - совокупность всех организмов, живущих в данном районе. Флора и фауна рассматриваются при этом совместно.

БИОТИТ – широко распространенный порообразующий минерал группы слюд моноклинной сингонии, $K(Mg, Fe^{2+})_3(OH)_2[Al, Fe^{3+}]Si_3O_{10}$. Входит в состав кристаллических пород (либо в виде первичных кристаллов в магматических породах, обычен в средних и кислых породах, характерен для гибридных пород, либо как продукт метаморфизма в гнейсах и кристаллических сланцах), а также является обломочной составляющей песчаников и прочих осадочных пород. Используется для определения абсолютного возраста калий-аргоновым методом. Нередки выделения мелких зерен магнетита – результат гетерофазного изменения биотита. Обычно процесс такого изменения высокотемпературный. Такой магнетит должен иметь стабильную первичную термоостаточную намагниченность.

БИОХЕМОГЕННАЯ ПОРОДА - осадочная порода, образовавшаяся прямо или косвенно в результате химических процессов и преобразований, протекающих в живых организмах, например, бактериальные железные руды или некоторые известняки.

БИОХРОН - временной интервал, соответствующий биозоне.

БИОЦЕНОЗ - группа организмов, живущих в тесной связи друг с другом и образующих естественное экологическое сообщество.

БИРЮЗА - Минерал триклинной сингонии, $Cu(H_2O)_4[Al_3(OH)_4(PO_4)_2]_2$. Обычно встречается в виде почковидных масс с гроздевидной поверхностью в зоне выветривания глиноземистых магматических пород, например, трахитов. Железистые аналоги бирюзы – ахейлит, кириловит.

БЛАСТЕЗ – процесс перекристаллизации в твердом состоянии исходной горной породы с образованием метаморфической породы. Соответственно, приставка **бласто** или окончание **бластовый** сложного термина указывает на процесс перекристаллизации в твердом состоянии.

БЛОК – (в тектонике) участок земной коры, литосферы, ограниченный разломами; или стабильный или движущийся как целое тело.

БЛОКИРУЮЩАЯ ТЕМПЕРАТУРА (T_b) – температура, начиная с которой при остывании зерна магнитных минералов данного размера способны сохранять свою остаточную намагниченность длительное время (по сравнению со временем измерения), а при нагреве теряют ее; ниже T_b время релаксации практически становится бесконечным. См. температура деблокирования.

БЛУЖДЕНИЕ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЮСА – положение геомагнитного полюса на поверхности Земли меняется со временем. Так в 1845 году координаты северного магнитного полюса были $78,7^\circ\text{N}$ и $64,3^\circ\text{E}$, а в 1945 году – $78,7^\circ\text{N}$ и 70°E , что интерпретируется как прецессия геомагнитной оси относительно оси вращения Земли со скоростью $0,05$ гр./год. Данные археомагнитных исследований, охватывающие последние 10000 лет, показали, что движение геомагнитного полюса вокруг географического имеет сложный петлеобразный характер, в котором на современном уровне изученности можно выделить прецессию с периодом 1200 лет и углом прецессии, изменившимся за последние 8500 лет от 78°N до 85°N и наложенных на прецессию колебаний меньших периодов (примерно 360 и 600 лет). Такое блуждание геомагнитного полюса отражает непосредственно процессы генерации геомагнитного поля, хотя конкретные механизмы блуждания еще очень слабо разработаны теорией динамо. Геомагнитный полюс всегда (за исключением времени геомагнитных инверсий и экскурсов) остается вблизи географического: согласно палеомагнитным данным для последних миллионов лет средний геомагнитный полюс (*палеомагнитный полюс*) с точностью палеомагнитного метода совпадает с географическим. Петрова и др., 1992.

БЛУЖДЕНИЕ ПАЛЕОМАГНИТНОГО ПОЛЮСА – палеомагнитный полюс во времени меняет свое положение, его движения двух родов: 1) резкое (хаотическое), во время геомагнитных инверсий и других палеомагнитных аномалий и 2) плавное, во время относительно стабильного состояния поля. Последние включают собственные движения географического полюса, т.е. изменения положения оси вращения Земли во времени, и кажущиеся движения полюса, связанные с движениями блоков литосферы. По различным оценкам собственные плавные движения полюса за последние 150-200 млн. лет достигают $15-20^\circ$ и носят циклический характер. Истинное движение полюса не было плавным. Например, отмечены резкие понижения скорости движения полюса в интервалах 5-50 и 110-170 Ма. Именно в это время понижаются амплитуды палеогеомагнитных вариаций, величины палеонапряженности, скорости дрейфа континентов и достигается максимум частоты геомагнитных инверсий. Andrew, 1985, Kerr, Merrill, McElhinny, 1984; Pechersky, 1998, Sabadini, Yuen, 1989.

БЛЭКБЕНД - землистая разновидность *сидерита*, встречающаяся в смеси с глиной, песком и значительным количеством углистого вещества. Часто ассоциирует с углями.

БОБОВАЯ РУДА - рыхлая грубозернистая пизолитовая железная руда; лимонит, встречающийся в виде линзовидных агрегатов.

БОГДАНОВИТ - минерал кубической сингонии, $\text{Au}_5(\text{Cu},\text{Fe})_3(\text{Te},\text{Pb})_2$. Из зоны гипергенеза золотосульфидных руд.

БОКСИТ - порода, состоящая из смеси различных аморфных или кристаллических гидроксидов алюминия, свободного кремнезема, алеврита, гидроксидов железа и глинистых минералов; *латерит* с высоким содержанием алюминия. Представляет собой обычный остаточный или перемещенный компонент глинистых отложений в тропических и субтропических регионах и встречается в виде конкреций, плотных выделений, землистых масс, пизолитов или оолитов.

БОЛИД - взрывающийся или взорвавшийся метеор или метеорит.

БОЛОТНАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ РУДА - общий термин для обозначения неплотных, пористых залежей гидроксидов железа. Образуются в болотах, маршах, топях, торфяных болотах и мелких озерах, в результате осаждения из железосодержащих вод, а также окисляющего действия водорослей, железобактерий или атмосферы. Болотная руда состоит, главным образом, из лимонита, который часто содержит остатки растений, глину и обломочный материал. Встречается в виде таблитчатых,

пизолитовых, конкреционных или тонкослоистых выделений, а также в виде агрегатов неправильной формы среди горизонтально залегающих песчаных почв.

БОНАККОРДИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Ni}_2\text{FeO}_2(\text{BO}_3)$. Найден в виде тонких призматических кристаллов и прожилков на месторождении Барбертон (ЮАР) в ассоциации с другими Ni-содержащими минералами.

БОНИНИТ - стекловатый оливин-ортопироксеновый андезит. Полевой шпат отсутствует или содержится в небольшом количестве.

БОНШТЕДТИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Na}_3\text{Fe}(\text{PO}_4)(\text{CO}_3)$. В пегматитах Ловозера.

БОРНИТ – минерал, сульфид, Cu_3FeS_4 ; тетрагональный – низкотемпературный, тригональный – метастабильный, кубический – стабилен выше 228°C . Характерны пластинчатые и решетчатые структуры распада с халькопиритом и халькозином (Cu_2S). Широко распространен в гипогенных медных месторождениях, в медистых песчаниках и сланцах.

БОТРИОГЕН - минерал, $\text{MgFe}(\text{OH})(\text{SO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Вторичный минерал, образующийся по пириту, в основном в областях аридного климата.

БРАКЕБУШИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Pb}_2(\text{Mn,Fe})^{3+}(\text{OH})(\text{VO}_4)_2$. В коре выветривания ванадиевых руд.

БРЕКЧИИ – крупнообломочные породы, состоящие из неокатанных обломков пород любого происхождения, сцементированных карбонатным, кремнистым, железистым, хлоритовым минеральным агрегатом вместе с осадочным и/или вулканическим (туфобрекчий, лавобрекчий) материалом. Брекчии могут быть осадочного, вулканического, тектонического и ударного происхождения. Брекчии годятся для палеомагнитного теста галек Грэхема, особенно, если четко определяются время образования брекчий и источник обломков.

БРИАРТИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Cu}_2(\text{Fe,Zn})\text{GeSi}_4$. Гидротермальный. Включения в халькопирите и других сульфидах.

БРОНЗИТ - ромбический пироксен по составу промежуточный между энстатитом и гиперстеном, $(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$.

БРУКИТ - минерал ромбической сингонии, TiO_2 . Вместе с *рутилом* и *анатазом* образует три полиморфные модификации. При 750°C переходит в рутил. Гидротермального происхождения. Встречается в виде друз и на стенках полостей. Один из конечных продуктов гетерофазного окисления и разрушения титаномагнетитов и гемоильменитов.

БРУНОГЕЙЕРИТ - минерал кубической сингонии группы шпинели, $\text{Fe}_2^{2+}[\text{GeO}_4]$. Парамагнетик.

БРУНЬЯТЕЛЛИТ - пластинчатый минерал гексагональной сингонии, $\text{Mg}_6\text{Fe}(\text{OH})_{13}(\text{CO}_3) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Встречается в серпентинитах.

БУДИНА - один из серии удлиненных фрагментов пород в структурах *будинажа*, расположенных в плоскости пласта. Будины могут быть разобщены или соединены между собой тонкими перемычками. Их продольные сечения напоминают сосиски, а поперечные сечения имеют бочонковидную форму.

БУДИНАЖ - структура, обычно проявляющаяся в сериях сильно деформированных осадочных и метаморфических пород, где слой или пласт жесткой (*компетентной*) породы, залегающий между более пластичными (*некомпетентными*) слоями, подвергся сдавливанию, растяжению и разделению на отдельные блоки через равные интервалы.

БУКОВСКИИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}_2(\text{OH})(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Продукт выветривания арсенопирита и других сульфидов.

БУРАЯ ОХРА - лимонит, используемый в качестве красителя.

БУРАНГАИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Na,Ca})\text{Fe}^{2+}\text{Al}_5(\text{OH})_6(\text{PO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Гидротермальный, в пегматитах.

БУРАЯ РОГОВАЯ ОБМАНКА – См. базальтическая роговая обманка.

БУРЫЙ ЖЕЛЕЗНЯК - руда бурого цвета, лимонитовая группа железных руд.

***БЫСТРОЕ ДИНАМО** – процесс усиления и последующей эволюции магнитного поля с характерным временем, которое определяется временем конвективного (или турбулентного) переноса магнитного поля, а не временем омического затухания магнитного поля. Поскольку время омического затухания на Солнце и в других небесных телах, исключая планеты и близкие к ним объекты, заведомо очень велико и сравнимо со временем жизни Вселенной, динамо в этих телах должно быть быстрым. Для геомагнитного динамо это не столь очевидно, однако представляется вероятным, что основным процессом, определяющим перенос магнитного поля в Земле, является конвективная, а не омическая диффузия. *Зельдович и др., 2006*

БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ - компьютерный алгоритм, который быстро преобразует ряд результатов наблюдений, выраженных в декартовых координатах, в серию ортогональных гармоник, охарактеризованных частотой и фазовым углом.

[назад](#)

В

[назад](#)

ВАДСЛЕЙИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Mg,Fe})_4\text{O}[\text{Si}_2\text{O}_7]$. Встречается в метеоритах.

ВАЕСИТ - минерал кубической сингонии, обладающий структурой пирита, NiS_2 .

ВАЙРАУИТ - минерал кубической сингонии, CoFe . Ферромагнетик. В серпентинитах (Южный остров, Новая Зеландия). Магнитные свойства не изучены, т.к. обнаружен только на электронном микроскопе.

ВАКАНСИЯ – отсутствие атома или иона в узле кристаллической решетки.

ВАКУУМ – состояние газа при давлении заметно ниже атмосферного.

ВАЛЕНТАИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{CaFe}_6^{3+}(\text{PO}_4)_3(\text{AsO}_4)_3(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$. Вторичный фосфат.

ВАЛЛЕРИИТ - минерал гексагональной сингонии, $4(\text{Fe,Cu})\text{S} \cdot 3(\text{Mg,Al})(\text{OH})_2$. Минерал медных, полиметаллических гидротермальных месторождений.

ВАРИОЛИ – сферолитовые образования в стекловатых быстро остывающих базальтах. Имеют радиально-волокнистое строение и состоят из плагиоклаза и пироксена.

ВАСЦИЛЛЯЦИИ (И ОСЦИЛЛЯЦИИ) – характерное поведение геомагнитного поля в рамках разнообразных моделей геодинамо между инверсиями, при которых напряженность поля совершает более или менее периодические колебания, однако направление магнитного диполя не переходит из одной полусферы в другую. Противопоставляются поведению магнитного поля Солнца, которое в ходе солнечного цикла испытывает осцилляции, т.е. колебания, в каждом из которых направление магнитного диполя переходит из окрестности одного полюса в окрестность другого. *Зельдович и др., 2006*

ВЕБСТЕРИТ – магматическая интрузивная порода; пироксенит, состоящий главным образом из орто- и клинопироксенов.

ВЕЗУВИАН - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Ca}_{19}\text{Fe}(\text{Mg,Al})_8\text{Al}_4(\text{OH,F})_{10}(\text{SiO}_4)_{10}[\text{Si}_2\text{O}_7]_4$. Часто встречается в контактово-метаморфизованных известняках, в скарнах.

ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ – метод обработки информации, развивающий идеи анализа Фурье. Вейвлет-преобразование переводит функцию одной переменной t в плоскость двух переменных t и a . При этом t характеризует положение центра вейвлета на оси времени, параметр a – временной масштаб осцилляций и в случае использования вейвлета Морле совпадает с периодом колебаний. Аналогом спектра Фурье является так называемый интегральный вейвлет-спектр, получаемый интегрированием квадрата модуля вейвлета вдоль оси времени. Вейвлеты представляют собой семейство осциллирующих самоподобных функций различных масштабов, которые локализованы как в физическом, так и в фурье-пространствах. Вейвлет-анализ позволяет изучать нестационарные в спектральном отношении процессы, следить за поведением фазы той или иной составляющей квазипериодического процесса, оценивать его энергетические характеристики. Получаемые при этом спектры являются более гладкими, чем спектры Фурье, в них подавлены кратные и комбинационные частоты. Вейвлет-анализ удается применять в случаях временных рядов с пропусками в наблюдениях. Выбор конкретного вида вейвлета зависит от целей анализа. Обычно применяются вейвлеты Морле и «мексиканская шляпа». Вейвлет-анализ ныне широко используется при изучении временных рядов различных геофизических характеристик, в том числе, при изучении поведения геомагнитного поля, таких его характеристик, как вариации направления, палеонапряженности, полярности, частоты инверсий.

ВЕК - геохронологическая единица, в течение которой были сформированы породы, соответствующие хроностратиграфическому *ярусу*.

ВЕКОВЫЕ ВАРИАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ (ВВ) – циклические изменения величины и направления геомагнитного поля во времени. Характерные

времена ВВ – от десятков лет до десяти тысяч лет; иногда термин ВВ распространяют на все вариации геомагнитного поля, имеющие внутреннее происхождение, т.е. от характерных времен $T < 100$ лет до сотен миллионов лет. Главной характеристикой ВВ является ее период T , но по сути дела это не период, а характерное время, т.к. ни для одной из выделенных ВВ в настоящее время периодичность в математическом смысле слова, а тем более синусоидальность, не доказана. ВВ изучаются четырьмя путями: 1) прямые измерения магнитного поля Земли в обсерваториях и на пунктах, где проводятся регулярные повторные измерения поля с интервалом в несколько лет. Эти измерения относятся к последним 200 годам и только в Париже, Лондоне и Риме велись наблюдения последние 600 лет; 2) археомагнитные исследования естественной остаточной намагниченности обожженных археологических объектов с известным положением во время обжига (печи, кирпичи, керамика и т.п.), фиксирующего величину и направление геомагнитного поля времени обжига. Имеется археомагнитная информация о ВВ для последних 10-15 тысяч лет; 3) палеомагнитные исследования последовательностей осадков и других горных пород; 4) исследования *непрерывной* палеомагнитной записи в процессе остывания магматических тел. Палеомагнитная информация о ВВ особенно ценна для интервалов времени, не охваченных археомагнитными данными.

Выделяются три класса ВВ: 1) с $T=20, 30$ и 60 лет. Это крутильные колебания, возникающие из-за электромагнитного взаимодействия ядра с проводящей мантией. Морфология этих колебаний и высокая корреляция ($K > 0,9$) с изменениями суточного вращения Земли подтверждают их принадлежность к классу крутильных. Они генерируются в верхнем слое жидкого ядра, граничащего с мантией; 2) основная часть ВВ, спектр их дискретен и включает колебания с $T=360, 600, 900, 1200, 1800, 2700, 3600, 5400$ и $9000 \pm 10\%$ лет. Этот ряд колебаний встречается повсеместно. ВВ данного класса связаны непосредственно с работой гидромагнитного динамо и являются либо его неотъемлемой частью (МАК-волны), либо обусловлены влиянием неоднородностей верхних частей ядра (граница ядро-мантия) на основную систему конвективных движений в ядре; вариация 9000 ± 1000 лет интерпретируется как собственное колебание гидромагнитного динамо; 3) колебания, у которых $T > 10000$ лет. Считается, что они «наведены» со стороны мантии и рассматриваются как модуляция процессов в ядре процессами в мантии. Такая модуляция может возникать при изменении теплового обмена между ядром и мантией; изменений, вызванных внешними факторами, как взаимодействие в системе Луна-Земля и др.

ВВ являются частью *тонкой структуры геомагнитного поля*, кроме них к тонкой структуре относятся *экскурсы* (резкие отклонения геомагнитного поля, существенно превышающие амплитуду ВВ вплоть до смены полярности поля) и процессы протекания инверсий поля. Если меняются какие-либо параметры ядра – его размеры, форма, физические характеристики – это неминуемо скажется на тонкой структуре геомагнитного поля и в первую очередь на ВВ. Изучение ВВ в прошлом, таким образом, есть путь изучения эволюции жидкого ядра Земли и его взаимодействия с мантией. *Петрова, 1992; Pechersky et al., 2004. См. габбро-пироксенитовые расслоенные комплексы.*

ВЕКТОР — отрезок определенной длины и направления.

ВЕРДИНГИТ - минерал триклинной сингонии: $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_{14}\text{Si}_4\text{BO}_{37}$. Родственен силлиманиту. Высокотемпературный контактово-метаморфический минерал.

ВЕРЛИТ – ультраосновная интрузивная порода, перидотит, состоящий главным образом из оливина и моноклинного пироксена.

ВЕРСИЛИАИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Fe}_6\text{Sb}_6\text{O}_{16}\text{S}$.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ - один из элементов магнитного поля. Обычно принимается, что если эта составляющая направлена вниз, то она является положительной, а если она направлена вверх, то отрицательной. *См. главное магнитное поле Земли.*

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ - (а) Естественное или искусственное вертикальное обнажение горных пород или почв. (б) Разрез или диаграмма, представляющая

строение участка земной коры в вертикальном сечении, либо действительно наблюдающееся, либо предполагаемое, как если бы этот участок был рассечен вертикальной плоскостью, например, стратиграфический разрез.

ВЕРХНЯЯ МАНТИЯ ЗЕМЛИ - часть мантии, находящаяся выше глубины примерно 670 км и имеющая плотность, которая изменяется с глубиной от 3.4 до 4.0 г/см³. Соответственно, скорость продольных волн в ней возрастает от ~8 до 11 км/с, а поперечных волн — от ~4.5 до 6 км/с. Считается, что по составу верхняя мантия отвечает перидотиту. Она включает подкоровую часть литосферы, астеносферу и переходную зону. В верхней мантии отсутствуют магнитные минералы, обычные для земной коры. Благодаря высокой температуре могут иметь высокую намагниченность, т.е. сохранять свой ферромагнетизм, только металлические железо (точка Кюри 770°C) и кобальт (точка Кюри 1121°C), если они там присутствуют. Судя по данным изучения ксенолитов из базальтовых магм и метеоритов, присутствие металлического кобальта в заметных количествах исключается; до глубин 50-60км (глубина, откуда принесены магмой ксенолиты мантийных пород) металлическое железо отсутствует, присутствие металлического железа более вероятно в средней и нижней части верхней мантии, но на таких глубинах температура заведомо превышает точку Кюри железа и даже кобальта.

ВЕСТЕРВЕЛДИТ - минерал ромбической сингонии, (Fe,Ni,Co)As.

ВЗВЕСЬ – См. суспензия.

ВИВИАНИТ - минерал $\text{Fe}_3^{2+}(\text{H}_2\text{O})_8(\text{PO}_4)_2$. Встречается в медных, оловянных и железных рудах, а также в глинах, торфе, болотной железной руде.

ВИДМАНШТЕТТОВА СТРУКТУРА (ВИДМАНШТЕТТОВА ФИГУРА) - треугольная фигура, наблюдаемая на полированных и травленых поверхностях железных метеоритов (*октаэдритов*), состоящая из параллельных полос или пластинок камасита, окаймленных тэнитом и пересекающихся друг с другом. Полосы камасита, расположенные параллельно граням октаэдра в основной массе тэнита, возникают за счет распада твердого раствора из первоначально гомогенных кристаллов тэнита при чрезвычайно медленном остывании ~1-10° за миллион лет.

ВИД СИММЕТРИИ - одна из 32 возможных комбинаций неповторяющихся элементов симметрии. Классы симметрии соотносятся с сингониями, которые выделяются на основании внешней симметрии кристалла.

ВИКСИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{NaCa}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_4\text{MgFe}^{3+}(\text{PO}_4)_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Нодулы в глинистых сланцах железистой формации.

ВИЛКИНСОНИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Na}_2\text{Fe}_4^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$. Распространен в трахите.

ВИЛЛАМАНИНИТ - минерал кубической сингонии из группы пирита, $(\text{Cu}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})(\text{S}, \text{Se})_2$.

ВИЛЬКМАНИТ - минерал моноклинной сингонии, Ni_3Se_4 .

ВИНЧИТ - моноклинный амфибол, $\text{NaCa}(\text{Mg}, \text{Fe})_3^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2[\text{Si}_7\text{AlO}_{22}]$.

ВИНСЬЕННИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Cu}_{10}\text{Fe}_4\text{Sn}(\text{As}, \text{Sb})\text{S}_{16}$. В медных сульфидных месторождениях вместе с другими оловосодержащими сульфидами.

ВИОЛАИТ - минерал из группы клинопироксена, $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}]$.

ВИОЛАРИТ – минерал кубической сингонии, FeNi_2S_4 . Термически устойчив ниже 460°C.

ВИРГАЦИЯ - разветвляющиеся или расходящиеся веером из одного пучка осей складки, разломы.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ГЕОМАГНИТНЫЙ ПОЛЮС (ВГП) – положение геомагнитного полюса, определенное по элементам геомагнитного поля, например, по склонению и наклонению, измеренным в некоторой точке (прямые обсерваторские наблюдения или по естественной остаточной намагниченности) в предположении, что геомагнитное поле – поле центрального осевого диполя.

ВИСМУТОФЕРРИТ - минерал моноклинной сингонии (зеленая железная земля), $\text{BiFe}_2^{3+}(\text{OH})(\text{SiO}_4)_2$.

ВИТМОРЕИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}^{3+}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]$.

ВИТРИОЛОВЫЙ ТОРФ - торф, богатый сульфатом железа.

ВИТРИФИКАЦИЯ - образование стекла.

ВИТРОФИРОВЫЙ - структура порфировых магматических пород со стекловатой основной массой и крупными вкрапленниками. Структура характерна для быстро остывающих магматических пород, благоприятных объектов для палеомагнитных исследований.

ВКЛЮЧЕНИЯ – обломки или участки постороннего вещества в горной породе. В магматических породах это могут быть образования из той же магмы (гомеогенные включения) либо обломки постороннего материала, захваченного магмой, из вмещающих пород и т.п. (*ксенолиты*).

ВМОРОЖЕННОСТИ УСЛОВИЕ – См. условие в замороженности

ВНЕШНЕЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ - относительно небольшая и изменяющаяся часть естественного магнитного поля вблизи поверхности Земли. Обусловлена электрическими токами в верхних слоях атмосферы или иными причинами, внешними по отношению к Земле.

ВНЕШНЕЕ ЯДРО - внешняя зона ядра Земли, простирающаяся от 2900 км до глубины 5100 км. Считается, что внешнее ядро является жидким, так как в нем резко уменьшается скорость прохождения продольных волн и не проходят поперечные волны. Его плотность колеблется от 9 до 11 г/см³. Внешнее ядро является источником главного геомагнитного поля.

ВНУТРЕННЕЕ РАЗМАГНИЧИВАЮЩЕЕ ПОЛЕ (H_d). При намагничивании тела, с появлением у него магнитного момента, на его концах возникают магнитные полюсы, создающие поле внутри тела в противоположном внешнему полю направлении. Поле H_d пропорционально намагниченности тела. Коэффициент пропорциональности называется *размагничивающим фактором*, он существенно зависит от формы тела, и стремится к нулю в случае иглоподобных тел и достигает максимума в случае намагничивания тонкого плоскопараллельного тела перпендикулярно плоскости.

ВНУТРЕННЕЕ ЯДРО - центральная часть ядра Земли, простирающаяся от глубины примерно 5100 км до центра Земли (6371 км). Оно, очевидно, твердое, поскольку в нем распространяются поперечные волны, а продольные волны проходят через него заметно быстрее, чем через внешнее ядро. Плотность внутреннего ядра изменяется от 10.5 до 15.5 г/см³. С взаимодействием внешнего и внутреннего ядра, очевидно, связано возникновение *геомагнитных инверсий*.

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ - энергия системы, которая определяется в соответствии с первым началом термодинамики.

ВНУТРИПЛИТНЫЙ МАГМАТИЗМ - магматическая деятельность, не связанная с явлениями субдукции или спрединга. См. горячие точки, плюм.

ВНУТРИФОРМАЦИОННЫЙ КОНГЛОМЕРАТ - конгломерат, залегающий внутри геологической формации, например, конгломерат, образовавшийся во время короткого перерыва в осадконакоплении. Очень ценный объект для палеомагнитных исследований: положительный тест галек на таких конгломератах однозначно свидетельствует о синхронности естественной остаточной намагниченности, ее стабильной части, времени отложения галек, т.е. времени отложения пород, образующих гальки. Этот тест применим для оценки «первичности» палеомагнитного полюса, но недостаточен для магнитостратиграфических оценок.

ВОДА В МИНЕРАЛАХ: а) *конституционная* – находится в кристаллической решетке минерала в виде ионов, переходит в молекулярное состояние лишь при разрушении структуры минерала; б) *кристаллизационная* – находится в решетке минерала в виде нейтральных молекул H_2O , выделение ее происходит при температуре 300°C с полным разрушением и перестройкой минерала; в) *цеолитовая* – подобна кристаллизационной, но может выделяться в широком интервале температур без разрушения минерала и вновь поглощаться при изменении условий; г) *адсорбционная*

– легко удаляется полностью при 100-110°C; д) *абсорбированная* вода, например, в опале, удаляется труднее.

ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ (pH) – величина, характеризующая активность или концентрацию ионов водорода в растворах. Численно pH равен отрицательному десятичному логарифму концентрации в грамм-молекулах на литр. В чистой воде число ионов $H^+ = 10^{-7}$, т.е. pH=7. Растворы, в которых pH>7, являются щелочными, а при pH<7 – кислыми.

ВОЖМИНИТ - минерал гексагональной сингонии, $(Ni,Co)_4(As,Sb)_2S_2$. Встречается в серпентинитах.

ВОКСИТ - минерал моноклинной сингонии, $Fe^{2+}Al_2[Al_2(OH)(PO_4)] \cdot 6H_2O$.

ВОЛЬТАИТ - минерал кубической сингонии, $K_2Fe_5^{2+}Fe_3^{3+}Al(SO_4)_{12} \cdot 18H_2O$. Продукт фумарол, сольфатар и континентальных эвапоритов.

ВОЛЬФРАМИТ – минерал моноклинной сингонии, $(Fe,Mn)WO_4$. Парамагнетик. Главным образом, в гидротермальных средне- и высокотемпературных месторождениях.

ВОНСЕНИТ - минерал ромбической сингонии, $(Fe,Mg)_2Fe^{3+}O_2(BO_3)$. Изоморфен с людвицитом.

ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ – (в геологии) смещение блоков, при котором блоки вращаются относительно друг друга. Как правило, такое вращение плохо или вообще не обнаруживается по геологическим данным, но отлично фиксируется по данным палеомагнитным: по различию палеомагнитных склонений одновозрастных пород этих блоков. При этом оценивается количественно величина такого вращения.

ВРАЩАТЕЛЬНЫЙ МАГНИТНЫЙ ГИСТЕРЕЗИС – отставание ориентации вектора намагниченности от направления внешнего магнитного поля в магнитном образце, вращающемся в этом поле.

ВРЕМЕННАЯ ЧИСТКА – выдержка образцов в нулевом магнитном поле (обычно в экране) многие сутки – месяцы. В результате разрушается часть естественной вязкой остаточной намагниченности. Такая чистка сугубо предварительная, позволяет в первом приближении судить о магнитной вязкости материала. Для такой чистки, а главное во избежание дополнительного подмагничивания ориентированные образцы следует хранить в нулевом магнитном поле, т.е. в экране.

ВРЕМЯ РЕЛАКСАЦИИ – характерное время приближения системы к равновесному состоянию. В магнетизме – характеристика способности магнитных зерен или доменов в них менять направление намагниченности. Мелкие зерна магнитных минералов, время релаксации магнитных моментов которых сравнимо со временем измерения или меньше, называются *суперпарамагнитными*. См. релаксация.

ВТОРИЧНАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_{nh}) – любая остаточная намагниченность, образовавшаяся после начальной (первичной) остаточной намагниченности, т.е. исключительно в результате твердофазных процессов, изменяющих первичные магнитные минералы и/или их магнитные состояния, и сохранившаяся целиком или частично к моменту измерения образца как компонента J_n . Стабильность J_{nh} может быть меньше, больше и близкой стабильности первичной остаточной намагниченности J_{no} . Возможны варианты, когда J_n целиком является вторичной (первичные минералы или первичные магнитные состояния, т.е. первичная палеомагнитная запись, полностью уничтожены). J_{nh} , связанная с вторичными изменениями первичных магнитных минералов, может в определенных условиях унаследовать направление первичной остаточной намагниченности (См. химическая остаточная намагниченность). Задача исследователя – выделить компоненты J_n и определить по возможности время приобретения каждой. Разделение J_n на компоненты делается с помощью магнитной чистки и компонентного анализа результатов чистки.

ВТОРИЧНЫЕ КВАРЦИТЫ – рудоносные гидротермально измененные вулканические породы. Характеризуются присутствием кварца, рутила, сульфидов или окислов железа. Исходные вулканы переходят во вторичные кварциты через промежуточные стадии аргиллитов и пропилитов. Часто вторичные кварциты

вмещают месторождения серы, корунда (Al_2O_3), пирита, халькопирита, Au, Ag, Cu, Mo, Pb, Zr, Sb.

ВТОРИЧНЫЙ ЛИМОНИТ - лимонит, развившийся по сульфиду и оставшийся на месте этого исходного сульфида; часто образует ящичные текстуры и другие корки.

ВУЛКАНИТ – вулканическая порода.

ВУЛКАНИЧЕСКАЯ БОМБА - пирокластический материал, выброс которого происходит в вязком состоянии; в полете бомба приобретает округлую форму. По размерам бомбы превосходят лапилли; внутренняя часть их нередко содержит пузырьки и полости. Форма вулканических бомб весьма разнообразна и используется для их описательной классификации, например, закрученные или веретеновидные бомбы. Бомбы в палеомагнитных исследованиях можно использовать для видоизмененного теста галек: хаотическое распределение направлений естественной остаточной намагниченности или ее стабильной компоненты свидетельствует об остывании бомб во время полета, их падении на землю в холодном состоянии, точнее заметно ниже точки Кюри присутствующих в бомбах магнитных минералов, тогда как параллельное направление естественной остаточной намагниченности серии бомб свидетельствует об их падении в горячем состоянии, выше точки Кюри присутствующих в бомбе магнитных минералов и остывании на земле в неподвижном состоянии.

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ОСТРОВНЫЕ ДУГИ – цепи вулканов, образующиеся над зоной субдукции, на деструктивных (конвергентных) границах плит. Вулканическая дуга протягивается параллельно океанскому глубоководному желобу, отделяясь от него преддуговым прогибом и невулканической островной дугой, а в её тылу находится задуговой бассейн с океанской или континентальной корой и мощными осадками. Согласно концепции тектоники плит магма вулканической дуги генерируется над поддвигающейся плитой. Особенности островодужного вулканизма находят отражение в петрохимической (магма главным образом известково-щелочного состава), геохимической и петромагнитной характеристиках вулканических пород, в частности, в широких вариациях состава первичных титаномагнетитов, отражающих вариации глубин первого и промежуточных очагов вулканов, от 70 и более километров до менее 20 км, что объясняется чередованием режимов растяжения (подъем магмы) и сжатия (остановка и образование промежуточного очага, установление нового равновесного состояния магмы и, соответственно, нового состава титаномагнетита при новом подъеме магмы). Выделяются два основных типа вулканических островных дуг: энсиматические закладываются на океанской коре (например, Марианская) и энсиалические – на континентальной (например, Японская).

ВУЛКАНИЧЕСКИЙ АЭРОЗОЛЬ - газообразная суспензия с тонкими твердыми или жидкими частицами, например десятикилометровый слой стратосферы, состоящий из мельчайших капель соляной кислоты до 0.1 мкм в диаметре, находящийся на высоте между 15 и 25 километрами. Этот аэрозоль образован комбинацией двуокиси вулканической серы, образующейся при взрывных извержениях, и атмосферного водяного пара. В составе аэрозоля известны микрочастицы титаномагнетита специфического состава, помимо железа и титана практически не содержащие других примесей.

ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ОЧАГ – изолированная камера или резервуар магмы, откуда, видимо, происходит подъем и излияние магмы, извержение вулкана. См. [магмовый очаг](#).

ВЫВЕТРИВАНИЕ – процесс изменения и разрушения минералов и горных пород в условиях, близких к поверхности Земли (низкие РТ), под воздействием физических (главным образом, механических), химических, органических агентов. В результате выветривания образуется **кора выветривания** – более рыхлый материал, состоящий из обломков исходных пород и минералов, а так же из новообразованных минералов, устойчивых в условиях низких РТ. Разные стадии и условия выветривания фиксируются по ряду петромагнитных особенностей, в первую очередь, по маггемитизации магнетита, по особенностям магнитных свойств маггемита, по степени

однофазного окисления титаномагнетита. По этим данным показана существенная зависимость степени и глубины химического выветривания от проницаемости (пористости, трещиноватости) пород. Глубина выветривания местами достигает первых километров. Это, в частности, обнаружено по термомагнитным признакам появления маггемита. Важное место в изменениях пород и магнитных минералов в них занимает подводное выветривание (*гальмиролиз*), наиболее широко представленное на дне океанов, где идет однофазное окисление титаномагнетитов в базальтах, вынос железа за пределы пород с образованием гидроокислов железа. Процессы подводного выветривания существенно сказываются на магнитных свойствах коренных пород.

Процессы выветривания и проникновение флюидов в приповерхностную часть земной коры приводят к новообразованию магнитных минералов и образованию вторичной остаточной намагниченности, т.е. к перемагничиванию горных пород даже без видимой заметной переработки исходных горных пород. **См. гипергенез.**

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД – процесс избирательного растворения и выноса подземными водами отдельных компонентов горной породы. Процесс широко развит в условиях выветривания.

ВЮРТЦИТ - минерал гексагональной сингонии, $(\text{Zn,Fe})\text{S}$. Обогащенный железом сфалерит.

ВЮСТИТ – минерал кубической сингонии, FeO . Антиферромагнетик, точка Нееля 198 К. Из-за неустойчивости в поверхностных земных условиях стехиометрический вюстит крайне редок. Известен в лунных породах, метеоритах.

ВЯЗКАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_{rv} , VRM) – часть намагниченности, образующаяся при изотермическом воздействии постоянного магнитного поля во времени. В постоянном поле J_{rv} растет пропорционально логарифму времени. Она присутствует всегда в горных породах благодаря продолжительному воздействию на них геомагнитного поля. Стабильность J_{rv} возрастает со временем вплоть до того, что у древних гематитсодержащих пород J_{rv} практически не разрушается переменным магнитным полем. Поэтому для разрушения J_{rv} более эффективна термочистка. J_{rv} растет с большей скоростью, если материал находится под давлением или при повышенной температуре. Магнитная вязкость связана с двумя процессами: 1) с термическими флуктуациями (термической активизацией) в присутствии постоянного поля, этот процесс более характерен для однодоменных зерен и многодоменных с высокой плотностью дефектов; 2) с диффузией частиц и дефектов в кристаллической решетке магнитного минерала, чаще происходит в многодоменных зернах с малой дефектностью. Оба процесса существенно зависят от температуры. Благодаря присутствию современной вязкой остаточной намагниченности во всех горных породах и благодаря известному ее направлению, по J_{rv} можно восстановить ориентировку в пространстве неориентированных образцов, в частности, кернов из скважин, где известен только верх-низ [Буров и др., 1986; Печерский, Назарова, 1976].

[назад](#)

Ga - Giga-annum, миллиард лет тому назад. **См.** абсолютный возраст.

***ГАББРО** – интрузивная равномернозернистая основная порода. Состоит главным образом из основного плагиоклаза и моноклинного пироксена, нередко присутствуют титаномагнетит, магнетит, ильменит. Разновидности: оливиновое габбро (наряду с пироксеном присутствует оливин), роговообманковое габбро, норит (с ромбическим пироксеном) и др. При увеличении содержания щелочных полевых шпатов габбро переходит в монцонит. Накопление магнитных минералов (титаномагнетиты) в габбро существенно зависит от условий становления интрузий. При кристаллизационной дифференциации в кумулятивной части габбро практически не содержится первичный титаномагнетит, т.е. кристаллизующийся из расплава. Тогда как в остаточных расплавах, в феррогаббро и их вулканических аналогах, накапливаются железо и титан вплоть до образования титаномагнетитовых руд. В таком процессе к крайним дифференциатам в титаномагнетитах растет содержание титана, если дифференциация идет в условиях закрытой системы, что обычно и наблюдается. Присутствие в габбро магнетита, особенно в кумулятивных разностях, как правило, связано с вторичными изменениями пород еще на стадии их медленного остывания. Это, во-первых, распад плагиоклазов и пироксенов с тонкими выделениями магнетита и ильменита, во-вторых, автотематоморфические преобразования в относительно окислительных условиях, когда идет амфиболизация пироксенов и твердофазная перекристаллизация титаномагнетитов с образованием низкотитанового титаномагнетита, магнетита и ильменита. **См.** [габбро-пироксенитовые расслоенные комплексы, расслоенный интрузив](#).

ГАББРОВЫЙ СЛОЙ - слой, расположенный под океанами — нижняя часть океанской коры, известная как *слой 3*. **См.** [океанская кора](#).

ГАББРОИЗАЦИЯ – совокупность метасоматических, контактово-метаморфических процессов, приводящих к преобразованию пород, главным образом зеленокаменных, в породы габбрового состава и облика.

***ГАББРО-ПИРОКСЕНИТОВЫЕ РАССЛОЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ** образуются в результате процесса кристаллизационной дифференциации основной магмы в магматической камере. Разрез таких интрузивов состоит (снизу вверх) из краевой приконтактной зоны, выше которой залегает расслоенная серия, отражающая порядок смены кумулятивных парагенезисов от перидотитов до анортозитов. В породах расслоенного комплекса интрузива отсутствуют первично-магматические, т.е. кристаллизовавшиеся из расплава, магнитные минералы, что типично для кумулятивной части расслоенных интрузивов. Верхи разреза сложены минералами, характеризующими остаточный расплав дифференциации базальтовой магмы, в котором накапливаются элементы группы железа и, соответственно, отмечается повышенное содержание титаномагнетита. Магнитные минералы появляются в расслоенном комплексе в виде включений в пироксенах, оливинах и плагиоклазах в результате их распада примерно, начиная с 550-600°C, т.е. на стадии остывания практически однородного твердого тела. Среди таких включений преобладают близкие однодоменным и псевдооднодоменным зерна низкотитанового титаномагнетита и магнетита. Из сказанного следует, что габбро-пироксенитовые расслоенные интрузивы являются наиболее благоприятным объектом для получения *непрерывной записи* геомагнитного поля в процессе остывания. Такие тела достаточно однородны по условиям магматизма (близкая «сухой» магма) и остывания, близкого кондуктивному, что очень существенно для теплофизических расчетов процесса остывания тел.

Удалось впервые получить определенную информацию о состоянии геомагнитного поля во время остывания трех раннепротерозойских интрузивов. Продолжительность полученной записи ~30-40 тысяч лет (Киваккский интрузив), ~70 тысяч лет (Мончегорский интрузив) и ~400 тысяч лет (Бушвельдский интрузив). *Pechersky et al., 2004.*

См. габбро, вековые вариации геомагнитного поля, палеовековые вариации геомагнитного поля

ГАБРИЕЛЬСОНИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{PbFe}(\text{OH})(\text{AsO}_4)$.

ГАДОЛИНИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Y}_2\text{Fe}^{2+}[\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$. Является источником редких земель.

ГАЙОТ - подводная вулканическая гора со срезанной морским прибоем вершиной, что позволяет определить величину последовавшего затем опускания дна. Встречаются гайоты на глубинах до 2 км и представляют собой потухшие вулканы, вершины которых срезаны морской абразией и покрыты мелководными осадками и рифами.

ГАЛОТРИХИТ – Минерал, $\text{FeAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$. Продукт разрушения глин, содержащих пирит.

ГАЛЬМИРОЛИЗ – подводное выветривание. Химическое взаимодействие ранее образованного осадка с морской водой на участках с ограниченным или полностью отсутствующим последующим осадконакоплением. Примерами являются преобразование глинистых минералов, образование глауконита за счет разложения полевых шпатов и слюд, а также замещение вулканического пепла палагонитом. См. выветривание.

ГАРНИЕРИТ – минерал, $(\text{Ni}, \text{Mg})_6(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$. Отношение Ni/Mg изменчиво. Образуется в коре выветривания серпентинитов.

ГАРПОЛИТ - крупное серповидное интрузивное тело, которое внедрилось в ранее дислоцированную толщу, и впоследствии было деформировано вместе с вмещающими породами.

ГАРЦБУРГИТ – глубинная ультраосновная порода из группы перидотитов. Состоит из оливина и ромбического пироксена, акцессорных шпинелей (главным образом, хромит). Магнетит в таких породах, как правило, вторичный, связан с серпентинизацией и т.п.

ГАСПЕИТ - минерал тригональной сингонии из группы кальцита, $(\text{Ni}, \text{Mg}, \text{Fe})\text{CO}_3$.

ГАСТИНГСИТ – минерал, $\text{NaCa}_2(\text{Fe}, \text{Mg})_5(\text{OH})_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$, разновидность амфибола. Встречается в нефелиновых сиенитах, щелочных гранитах.

ГЕДЕНБЕРГИТ – минерал, моноклинный пироксен, $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$. Обычен в щелочных, основных породах, в скарнах.

ГЕЙДЕИТ - минерал моноклинной сингонии: $(\text{Fe}, \text{Cr})_{1+x}(\text{Ti}, \text{Fe})_2\text{S}_4$. Встречается в метеоритах.

ГЕЙКИЛИТ - минерал тригональной сингонии, MgTiO_3 . Изоморфен с ильменитом и часто содержит много железа.

ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ СИНГОНИЯ – кристаллы с одной главной осью симметрии шестого порядка. Самая плотная упаковка. Для описания кристаллов гексагональной сингонии обычно пользуются координатной системой из четырех осей: первые три лежат в одной плоскости и образуют между собой углы в 120° , четвертая перпендикулярна этой плоскости.

ГЕКСАГОНАЛЬНЫЙ ПИРРОТИН – См. пирротины.

ГЕКСАЭДРИТ - *железный метеорит*, состоящий из крупных одиночных кристаллов или грубых агрегатов камасита, металлического железа, содержащего, как правило, 4–6 % никеля.

ГЕЛЬ - просвечивающее или прозрачное полутвердое, однородное коллоидное вещество, эластичное, желеобразное, слабо сопротивляющееся диффузии жидкости.

ГЕМАТИТ – минерал тригональной сингонии, Fe_2O_3 ; крайний член серии твердых растворов гемоильменитов ($X=0$), постоянная кристаллической решетки $a=0,5427$ нм, $b=155^\circ 15,8'$; плотность упаковки 1,63. Очень широко распространен в природе в поверхностной зоне высокого окисления. Антиферромагнетик со слабым ферромагнетизмом. Стандартные магнитные параметры: удельная $J_s=0,5 \text{ Ам}^2/\text{кг}$; $T_c=675^\circ\text{C}$; точка Морины $T_m=-23^\circ\text{C}$. В зависимости от условий образования магнитные свойства гематита широко варьируют: H_{cr} , например, меняется от 10 мТл и менее (монокристаллы) до многих сотен мТл, J_s – от $\sim 0,02$ до $0,5 \text{ Ам}^2/\text{кг}$, блокирующие

температуры от 260 до 675°C, температура Морина падает с уменьшением размера зерен и ростом количества примесей.

См. [гемоильмениты](#).

ГЕМАТИТОВЫЙ СЛАНЕЦ - метаморфизованные окисленные железистые кварциты, характеризующиеся высоким содержанием линейно ориентированных чешуек гематита.

ГЕМАТОФАНИТ – минерал $Pb_4Fe_3O_8(Cl,OH)$ из зоны окисления полиметаллических месторождений.

ГЕМОИЛЬМЕНИТЫ – непрерывная серия твердых растворов, $Fe_{2-x}Ti_xO_3$, от ильменита ($X=1$) до гематита ($X=0$); тригональные. С изменением X практически линейно изменяются постоянная кристаллической решетки и точка Кюри. Обычны примеси магния, марганца, нередко образование твердых растворов пикроильменитов ($FeTiO_3-MgTiO_3$). Гемоильмениты широко распространены в горных породах, особенно в магматических. Минералы этой серии с $1 > X > 0,45$ ферримангнетики, максимальная их удельная $J_s = 70 \text{ Ам}^2/\text{кг}$ при $X = 0,7$; а при $0,45 > X \geq 0$ – антиферромагнетики со слабым ферромагнетизмом, $J_s < 4 \text{ Ам}^2/\text{кг}$. Гемоильмениты с $0,45 < X < 0,6$ способны приобретать обратную внешнему магнитному полю термоостаточную намагниченность (эффект *самообращения*). В природе наиболее распространены гемоильмениты, близкие к крайним членам серии, что соответствует диаграмме их состояния: твердые растворы промежуточного состава существуют выше 900°C.

ГЕНЕРАЦИЯ – (в минералогии) кристаллы одного минерала, образовавшиеся одновременно. Одни и те же минералы разных генераций отличаются составом и формой. Например, титаномагнетиты ранней стадии кристаллизации базальтов более крупные, часто содержат меньше титана и больше магния, чем титаномагнетиты поздней генерации.

ГЕНТГЕЛЬВИН - минерал кубической сингонии, $(Zn,Fe,Mn)_4[Be_3(SiO_4)_3]S$. Встречается в щелочных гранитах, сиенитовых пегматитах, в грейзенах, в ассоциации с бериллом.

ГЕНТИТ - мягкая, аморфная смесь водных никелево-магниево-железных силикатов.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ – (в палеомагнитологии) [современные координаты](#).

ГЕОДИНАМИКА – раздел науки, занимающийся изучением сил и процессов, происходящих внутри Земли, возникающих в результате эволюции Земли и обуславливающих движение масс вещества перераспределение энергии внутри Земли. Геодинамика в познании глубинных процессов опирается на геофизику, тектонику, петрологию, геохимию. Важное место занимает изучение *кинematики движения литосферных плит*, являющейся причиной многих тектонических процессов в земной коре, помогает пониманию магматических процессов. В палеокинематических исследованиях геодинамика широко использует палеомагнитные данные.

ГЕОИД - фигура Земли, рассматриваемая как поверхность уровня моря, протягиваемая непрерывно через континенты. Это теоретически непрерывная поверхность, в каждой своей точке перпендикулярная к направлению силы тяжести (линии отвеса). К ней привязываются данные астрономических наблюдений и геодезического нивелирования.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛОНКА - сводная диаграмма, показывающая в одной колонке порядок залегания отложений всего геологического времени или его части в определенном месте или в области (наиболее древние подразделения помещаются внизу, наиболее молодые — вверху колонки, а падения приводятся к горизонтали). Колонка составляется таким образом, чтобы показать отношение стратиграфических единиц к подразделениям геологического времени и их взаимное положение в разрезе.

См. [геологический разрез](#).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПАЛЕОМАГНИТНОЙ НАДЕЖНОСТИ – См. [палеомагнитная надежность](#).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ БАРОМЕТРЫ – природные образования, позволяющие судить о давлении (общем и парциальном) во время природного процесса. Примеры: 1)

полиморфные превращения минералов при определенных давлениях (переход кварца в коэсит, коэсита в стишовит; переход структуры оливина в структуру шпинели, пироксена – в структуру ильменита, переход маггемита в гематит и т.п.); 2) содержание алюминия в ортопироксене; 3) равновесные парагенезисы минералов с переменным составом (биотит-гранат, гранат-пироксен и др.; титаномагнетит-гемоильменит – [См. диаграмма Линдсли](#)); 4) изучение состава и гомогенизации газовой-жидких включений в кристаллах и др.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ – природные образования, позволяющие судить о температуре природного процесса минералообразования и др. В настоящее время в качестве геологического термометра, прежде всего, используется изотопная система кислорода. Например, по изотопному составу кислорода карбонатных скелетов и раковин морских животных удастся определить температуры древних морей и океанов. Примерами других геотермометров являются: 1) полиморфные превращения вещества при нагревании – тригональный кварц кристаллизуется ниже 575°C (P=1 атм.), выше 575°C – гексагональный кварц, от 870 до 1470°C – тридимит; переход обыкновенной роговой обманки в базальтическую (720°C) и т.п. Этот способ неточен, т.к. температура перехода меняется в зависимости от давления и примесей; 2) изменение кристаллических ограничений минерала с изменением температуры его кристаллизации; 3) зависимость температуры потери воды в кристалле от температуры его образования; 4) зависимость типа угля от температуры его образования; 5) изучение газовой-жидких включений в кристаллах, при кристаллизации захватывается часть флюида растущим кристаллом. При дальнейшем охлаждении из такого флюида могут выделяться газовая, твердая фазы иного состава. Нагревая повторно кристалл с включением, можно по исчезновению газового пузырька или твердой фазы (т.е. гомогенизации материала включения до исходного состояния флюида) судить о температуре и давлении кристаллизации данного минерала. Способ приблизительный, т.к. неизвестно точное соответствие гомогенизирующегося вещества первичному; нужен учет давления; 6) равновесные парагенезисы минералов с переменным составом, например, состав сростков титаномагнетита и гемоильменита позволяет оценить температуру и летучесть кислорода их совместной кристаллизации. [См. диаграмма Линдсли](#).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ - любая последовательность горных пород в данной области, обнажающаяся на поверхности или вскрытая буровыми скважинами и горными выработками; местная *геологическая колонка*.

ГЕОЛОГИЯ – наука о строении, происхождении и развитии Земли, основанная на изучении горных пород и земной коры с привлечением физики, химии, геофизики и др.

ГЕОМАГНЕТИЗМ – магнитное поле Земли и совокупность природных явлений, создающих геомагнитное поле и связанных с ним. Известны три главных источника геомагнитного поля: в ядре Земли, в литосфере и околоземном пространстве. Исследованием геомагнетизма занимается геомагнитология. [См. геомагнитология, геомагнитное поле, палеомагнетизм, петромагнетизм, аномальное магнитное поле](#) и др.

***ГЕОМАГНИТНАЯ ИНВЕРСИЯ** – изменение полярности геомагнитного поля. За время обсерваторских наблюдений на Земле геомагнитных инверсий не было. Геомагнитные инверсии обнаружены и изучены по палеомагнитным данным. Продолжительность инверсий порядка тысяч-десяти тысяч лет. Как правило, инверсии происходят на фоне заметного понижения примерно на порядок напряженности геомагнитного поля, которое начинается раньше самой смены полярности. Перед сменой полярности растет амплитуда вековых вариаций. Движение виртуального геомагнитного полюса во время инверсии скорее хаотическое, но происходит в пределах ограниченной полосы долгот. Геомагнитное поле во время инверсий, скорее всего, имело мультиполярный характер. Особенности геомагнитного поля во время инверсии имеют региональный характер, сам же факт геомагнитных инверсий – явление глобальное, поэтому оно используется как репер одновременности в истории Земли, одновременности геологических и других событий. В настоящее время это наиболее точный способ глобальной возрастной корреляции. Явление геомагнитных

инверсий лежит в основе магнитостратиграфии, в основе построения геомагнитной шкалы времени. В течение фанерозоя насчитывается ~640 геомагнитных инверсий, продолжительность интервалов между ними (магнитохроны) варьирует от менее 0,05 млн. лет до гиперхронов, таких как Джалал (85-125Ma), Киама (265-305Ma), Хадар (460-480Ma). При этом число магнитохронов образует единую одномодальную совокупность, имеющую близкое логнормальному распределение. Мода продолжительности магнитохронов около 0,4 млн. лет. Как в фанерозое, так и в неогее (~1700 млн. лет) явно преобладала обратная полярность геомагнитного поля, начиная с раннего палеозоя до конца мелового периода мезозоя, идет на фоне заметных колебаний нарастание доли прямой полярности поля; весь фанерозой представляет собой переходный неустойчивый по полярности поля интервал. Эта неустойчивость выражается в заметном нарастании частоты инверсий и уменьшении продолжительности магнитохронов одной полярности: в докембрии в среднем менее 1 инверсии за 10 млн. лет (преобладает продолжительность магнитохронов 1-100 млн. лет), в палеозое около 6 инверсий за 10 млн. лет (преобладающая продолжительность магнитохронов 0,5-5 млн. лет), в мезозое более 8 инверсий за 10 млн. лет (преобладающая продолжительность 0,2-2,5 млн. лет) и в кайнозое около 30 инверсий за 10 млн. лет (преобладающая продолжительность магнитохронов 0,05-1 млн. лет), причем это число растет от 12 в начале кайнозоя до 43 – в последние 10 млн. лет. Отмеченная асимметрия поля, закономерное распределение частоты его инверсий и продолжительности интервалов постоянной полярности говорят о существовании в течение 1700 млн. лет, по крайней мере, двух режимов генерации геомагнитного поля. Первый, где преобладают длиннопериодные устойчивые состояния поля, второй режим частых смен геомагнитной полярности. При этом гиперхроны устойчивой геомагнитной полярности распределены в течение неогее довольно равномерно, чередуясь с гиперхронами частых смен полярности, с интервалом 160-200 млн. лет, за исключением двух аномалий между 1150 и 1100Ma и между 700 и 630Ma. Последовательность инверсий геомагнитного поля является бифрактальной, с размерностью $d \approx 0,5-0,6$ и $\approx 0,9$: обладает самоподобием в крупномасштабных процессах, что соответствует отмеченному закономерному чередованию областей скопления частых смен полярности геомагнитного поля с весьма продолжительными интервалами редких инверсий (фрактальная размерность $d \approx 0,9$). Тогда как внутри интервалов частых инверсий их распределение близко к хаотическому ($d < 0,6$). К этапам спокойного поля приурочены этапы быстрых перемещений палеомагнитного полюса и эпохи максимальной тектономагматической активности. Эпохи частых инверсий коррелируют с мировыми регрессиями, эволюцией биосферы. Таким образом, с процессами в ядре (геомагнитные инверсии) связаны процессы в литосфере. Однако связь инверсий и эволюция биосферы, по-видимому, лишь кажущаяся. Так прямое сопоставление инверсий и границ биозон показывает, что более чем в 90% они не совпадают, т.е. связи нет. С другой стороны, видна явная согласованность темпов изменений частоты инверсий и границ биозон, что свидетельствует о согласованности этих процессов, т.е. об общности источника этой согласованности. Следует подчеркнуть ритмичность картины: бурные процессы в ядре и на поверхности Земли закономерно почти синхронно чередуются со спокойным состоянием, когда редки геомагнитные инверсии и существенно возрастает продолжительность биозон. Однако выше отмечено, что непосредственно между этими событиями связи нет. Следовательно, синхронность процессов не говорит об их причинно-следственной связи. Таким общим источником согласованности независимых друг от друга процессов в ядре (геомагнитные инверсии) и на поверхности Земли (биосфера) может быть вращение Земли. И то и другое можно связать с неравномерным вращением внутреннего твердого ядра относительно мантии. Изменения скорости вращения Земли и наклона оси ее вращения, приводящие к синхронным темпам изменений продолжительности магнитохронов и биозон, могут быть связаны с такими процессами как приливная эволюция системы Луна-Земля, эволюция Земли в составе Солнечной системы и в общей эволюции Галактики.

Петрова и др., 1992; Pechersky, 1998, Печерский и др., 2010.

ГЕОМАГНИТНАЯ ОСЬ - ось дипольного магнитного поля, наиболее близкого к действительному магнитному полю Земли.

ГЕОМАГНИТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ – полярность геомагнитного поля, т.е. положение палеомагнитного полюса относительно современного геомагнитного полюса (в кайнозое) или относительно пути движения древнего палеомагнитного полюса. Прямая геомагнитная полярность в кайнозое – северный палеомагнитный полюс находится в северном полушарии; обратная геомагнитная полярность – северный палеомагнитный полюс находится в южном полушарии. В течение неогена явно преобладала обратная полярность геомагнитного поля, что можно связать с вращением Земли против часовой стрелки.

См. [магнитная полярность](#), [главное магнитное поле Земли](#).

ГЕОМАГНИТНАЯ ШКАЛА ВРЕМЕНИ – последовательность во времени геомагнитных инверсий. См. [шкала геомагнитной полярности](#), [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

ГЕОМАГНИТНАЯ ДОЛГОТА - долгота, вычисленная относительно геомагнитной оси, а не оси вращения Земли. За нулевой принимается геомагнитный меридиан, проходящий через северный геомагнитный полюс.

ГЕОМАГНИТНАЯ ШИРОТА - магнитная широта, которая характеризовала бы местоположение в случае, если бы магнитное поле Земли было замещено максимально к нему приближающимся дипольным полем. Это широта, вычисленная относительно геомагнитной оси, а не оси вращения Земли.

ГЕОМАГНИТНОЕ ДИНАМО – вариант теории, основанной на динамо-эффекте, т.е. самовозбуждении магнитного поля вследствие движения проводящей жидкости или газовой плазмы в магнитном поле, в приложении к магнитному полю Земли. Основой динамотеории геомагнитного поля является наличие в Земле жидкого ядра и факт вращения планеты. Теория геомагнитного динамо наиболее удовлетворительно объясняет происхождение главного геомагнитного поля и других планет. Одна из первых моделей генерации геомагнитного поля была разработана в 1960-ые годы С.И.Брагинским. В ней принимается крупномасштабная конвекция в жидком ядре. Принципиальным для этой теории является возникновение МАК-волн (взаимно уравновешены магнитные M , архимедовы A и кориолисовы K силы), которые обеспечивают генерацию геомагнитного поля. Ш.Ш.Долгиновым предложена модель **прецессионного динамо**, в которой крупномасштабная конвекция в жидком ядре возникает из-за прецессии земной оси. С позиций этой модели лучше всего объясняется соотношение между параметрами магнитных полей планет Солнечной системы. В настоящее время в рамках прямого численного моделирования разработаны разнообразные модели геомагнитного динамо, разнообразным образом варьирующие эти, а также некоторые другие идеи. Наибольшим авторитетом сейчас пользуются модели, развитые Г.Глацмайером и П.Робертсом. *Зельдович и др., 2006*

ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ – магнитное поле Земли; главная его часть связана с внутренними источниками: электрическими токами в земном ядре (главное магнитное поле Земли, включая мировые аномалии) и магнитными минералами в земной коре (аномальное магнитное поле); меньшая часть геомагнитного поля связана с околоземными источниками. См. [главное магнитное поле Земли](#).

ГЕОМАГНИТНЫЙ ПОЛЮС – выход на поверхность Земли оси центрального осевого диполя.

ГЕОМАГНИТНЫЙ ЭКВАТОР - большая окружность Земли, плоскость которой перпендикулярна геомагнитной оси; линия, соединяющая точки нулевой геомагнитной широты.

ГЕОМАГНИТНЫЙ ЭКСКУРС – кратковременное геомагнитное событие (не более 1-2 тысяч лет), при котором виртуальный геомагнитный полюс отклоняется от своего положения на $60-180^\circ$, после чего возвращается в исходное положение. В случае изменения направления, близкого к 180° , напряженность геомагнитного поля чаще заметно понижается во время экскурса или по его краям. Различие между экскурсом и

микрохроном весьма условно. Аналог экскурса в геологическом разрезе – **палеомагнитная аномалия**. Наиболее достоверно выделены экскурсы (и микрохроны) в магнитоортохроне Брюнес, более 15. По крайней мере, некоторые из экскурсов имеют глобальный характер (возможно, это микрохроны). См. [шкала геомагнитной полярности](#), магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя.

ГЕОМАГНИТОЛОГИЯ – учение о геомагнетизме, включающее изучение распределения в пространстве и изменений во времени магнитного поля Земли, его источников и явлений, с ним связанных. Раздел геофизики.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ – геолого-географическая наука о формах земной поверхности (рельеф), их происхождении, эволюции и закономерностях географического распределения.

ГЕОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ - вертикальное давление в точке земной коры, равное давлению, оказываемому столбом перекрывающих пород.

ГЕОТЕКТОНИКА – учение о строении, движениях и развитии литосферы в связи с активностью более глубоких недр Земли и её развитием в целом.

ГЕОТЕРМИКА – раздел геофизики, в котором изучается тепловой режим земного шара и отдельных участков земной коры. С геотермикой тесно связаны многие проблемы геомагнитологии (движения в ядре), палеомагнитологии (тепловая конвекция и тектоника плит, тектоника плюмов, процессы магматизма и метаморфизма и образование естественной остаточной намагниченности и т.п.), петромагнитологии (связь магнитных свойств горных пород с термическими условиями их образования и преобразования). Благодаря «ископаемому» магнетизму в принципе возможно восстановление геотермической истории литосферы и Земли вообще.

ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ ГРАДИЕНТ - градиент изменения температуры с глубиной в недрах Земли; измеряется в градусах Цельсия на метр или на километр глубины. Градиент вблизи поверхности Земли изменяется на разных участках, в зависимости от удельной теплопроводности пород. Средний геотермический градиент в верхней части земной коры равен примерно 25°C на 1 км.

ГЕОТЕРМОМЕТР – См. [геологические термометры](#).

ГЕОФИЗИКА – наука, изучающая физические явления и процессы, протекающие в оболочках Земли и в ее ядре. Внутренним строением Земли и ее твердых оболочек занимается часть геофизики – физика Земли. Движения в ядре Земли и литосферы за большие промежутки времени, возможно, пока изучать только методами палеомагнитологии.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПАЛЕОМАГНИТНОЙ НАДЕЖНОСТИ – См. [палеомагнитная надежность](#), [индекс палеомагнитной надежности](#).

ГЕОХИМИЯ – наука о распределении (концентрации и рассеянии) и процессах миграции химических элементов в земной коре и Земле в целом. Кругооборот элементов в природе на основе свойств их атомов и ионов; распределение и распространенность изотопов, в том числе частота встречаемости ядер и их стабильность во Вселенной.

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА – см. [хроностратиграфическая шкала](#).

ГЕОХРОНОЛОГИЯ – наука о времени в геологии. Базируется на трех главных методах оценки возраста геологических образований: абсолютном **радиологическом** и относительных **биостратиграфическом** и **магнитостратиграфическом**. Сочетание этих методов позволяет строить наиболее надежную геохронологическую шкалу, к которой привязаны геологические события. Биостратиграфический метод основан на двух положениях: 1) **закон напластований** – в последовательности слоев вышележащий слой моложе нижележащего (если нет тектонических нарушений); 2) **закон фаунистических ассоциаций** – слои, содержащие ископаемые остатки одних и тех же видов животных и растений, образовались синхронно. Это утверждение не строгое. Радиологический метод основан на законе радиоактивного распада. В настоящее время широко используются уран-свинцовый, калий-аргоновый, аргон-аргоновый, рубидий-стронциевый, самарий-неодимовый и др., применяемые чаще к отдельным минералам, но и к породам. Для молодых образований применяются

радиоуглеродный, иониевый методы (изотопы с короткими периодами полураспада).

См. радиологические методы датирования

ГЕОХРОНОМЕТРИЯ - раздел геохронологии, занимающийся измерением геологического времени. См. радиологические методы датирования

ГЕОХРОНОМЕТРИЯ ИСКОПАЕМЫХ - измерения линий роста ископаемых раковин для оценки длины дней и лунных месяцев в геологическом прошлом.

ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИЙ - относящийся к центру масс Земли в задании системы координат. Угол между плоскостью *небесного экватора* и линией (радиусом), проведенной от центра Земли к данной точке на ее поверхности. *Геоцентрическая широта* - широта или угол между плоскостью небесного экватора и линией (радиусом), проведенной от центра Земли к данной точке на ее поверхности. Она может совпадать с *геодезической широтой* только в случае строго сферической формы Земли.

ГЕРДТРЕММЕЛИТ – минерал, $(\text{Zn,Fe})^{2+}(\text{Al,Fe})_2^{3+}(\text{OH})_5(\text{AsO}_4)$. Зона глубокого окисления сульфидных руд.

ГЕРМАНИТ - минерал кубической сингонии, $\text{Cu}_{26}\text{Fe}_4\text{Ge}_4\text{S}_{32}$. В тесной ассоциации с пиритом и другими сульфидами.

ГЕРСДОРФИТ - минерал кубической сингонии, NiAsS . Очень напоминает кобальтин и может содержать некоторое количество железа и кобальта. В Ag-Co-Ni гидротермальных месторождениях.

ГЕРЦИНИТ – минерал группы шпинелей, FeAl_2O_4 . Образует твердые растворы с другими шпинелями и феррошпинелями. Парамагнетик. Встречается в ультраосновных и некоторых основных породах, например, в кумулятивных габбро, в регионально-метаморфизованных породах с кордиеритом, корундом, в титаномагнетитовых месторождениях.

ГЕТЕРОГЕННАЯ СИСТЕМА – макроскопически неоднородная система, состоящая из однородных частей, разделенных поверхностями раздела. Однородные части могут отличаться друг от друга составом и свойствами.

ГЕТЕРОЗИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{FeMn})^{3+}\text{PO}_4$. Вторичный минерал гранитных пегматитов. Образуется при выщелачивании щелочного металла из трифилина.

***ГЕТЕРОФАЗНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ТВЕРДОГО РАСТВОРА** – переход гомогенного твердого раствора в гетерофазное состояние. Известны три типа гетерофазных изменений: 1) *чистый распад* – образование из гомогенного твердого раствора агрегата минералов при неизменном валовом составе, распад идет вдоль линии состава твердого раствора, например, в случае титаномагнетита вдоль линии $\text{Fe}_2\text{TiO}_4\text{-Fe}_3\text{O}_4$. Чистый распад происходит, если РТ условия находятся вне области устойчивого состояния твердого раствора. Согласно диаграмме состояния, для титаномагнетита промежуточного состава максимальная температура распада около 550°C , температура спинодального распада еще ниже. При температурах ниже 200°C термодинамически устойчивы близкие магнетиту и ульвошпинели крайние члены серии титаномагнетитов, образующие тонкие прорастания. При более высоких температурах продукты распада по составу сближаются, и выше 550°C происходит гомогенизация титаномагнетита. Известны тонкие прорастания магнетита в пироксене, плагиоклазе – продукты чистого распада силикатов; 2) *окислительный распад* – образование из твердого раствора ряда минералов с изменением валового состава; состав продуктов такого распада зависит от температуры и летучести кислорода (См. например, диаграмма Линдсли). Структура такого распада представляет собой прорастание менее титанистого, чем исходный титаномагнетита и гемоильменита, близкого по составу ильмениту, состав того и другого зависит от T-fO_2 . Ширина ламелей зависит от температуры окисления. Конечные продукты гетерофазного окисления титаномагнетита – магнетит, ильменит, гематит, анатаз, сфен, реже псевдобрукит, если температура окисления выше 600°C ; 3) *грануляция* – выделение зернистого агрегата магнетита и близкого анатазу вещества. Более известна низкотемпературная грануляция, однако есть данные и о высокотемпературной

грануляции. Последняя идет не только в окислительных условиях, состав гранул – титаномагнетит, гемоильменит.

Магнитные признаки гетерофазного изменения титаномагнетита:

1) намагниченность насыщения и магнитная жесткость не уменьшаются, чаще увеличиваются и заметно растет точка Кюри. Это объясняется тем, что при гетерофазном изменении крупные зерна титаномагнетита разбиваются на мелкие блоки, ведущие себя нередко как однодоменные. Главная причина роста жесткости в большой дефектности и напряжениях, вызванных окислением. В случае *гетерофазного окисления* намагниченность растет из-за того, что J_s магнетита, продукта гетерофазного окисления, гораздо больше, чем у исходного титаномагнетита (в случае чистого распада J_s продукта распада и исходного титаномагнетита равны). При тонком распаде любого вида, но без образования напряженной структуры, сохраняются или мало искажаются их доменная структура и магнитное состояние, соответственно должна сохраняться и их палеомагнитная информация. Это нередко наблюдается в природе. Высокая стабильность распавшегося титаномагнетита, особенно в результате высокотемпературного окисления, делает, как правило, такой материал надежным объектом для палеомагнитного изучения;

2) при нагревах гетерофазно измененного титаномагнетита кривая терромагнитного анализа либо обратима, либо сдвигается в сторону уменьшения точки Кюри и намагниченности. Такой эффект характерен для тонкого распада, когда при нагреве выше 500°C идет частичная или полная гомогенизация титаномагнетита, даже при нагреве на воздухе, согласно диаграмме состояния. В результате, в частности, такого эффекта нередко $J_{st}/J_s \leq 1$. *Печерский и др., 1975; Ганеев, Цельмович, 1988; Печерский, Диденко, 1995.*

ГЁТИТ – минерал, гидроокисел железа, $\alpha\text{-FeOON}$. Ромбический, $a=0.459\text{нм}$, $b=0.994\text{нм}$, $c=0.302\text{нм}$. Удельный вес 4.3 г/см^3 , плотность упаковки $0.136\text{--}0.15$. Антиферромагнетик со слабым ферромагнетизмом, точка Нееля $T_N \approx 120^{\circ}\text{C}$. В природе часто встречается в виде гидрогетита ($\alpha\text{-FeOON} \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Очень широко распространен в поверхностной высокоокислительной зоне, часто образуется при выветривании железосодержащих минералов, в железной шляпе сульфидных месторождений; образуется также в результате прямого осаждения из морских и метеорных вод, встречается в болотах и источниках. У природных гидрогетитов магнитные свойства широко варьируют в зависимости от их агрегатного состояния, содержания воды. Например, у игольчатых гидрогетитов точка Кюри варьирует от 90° до 130°C , удельная намагниченность насыщения $0.06\text{ Ам}^2/\text{кг}$, $T_N=60\text{--}150^{\circ}\text{C}$, остаточная коэрцитивная сила $H_{cr} > 2500\text{мТл}$, тогда как у землистонатечных гидрогетитов широкий спектр блокирующих температур, $J_s=0.02\text{ Ам}^2/\text{кг}$, $H_{cr} \leq 10\text{мТл}$. Как гетит, так и гидрогетит нестабильны к нагревам и близ 300°C переходят в гематит. При этом гематит во многом унаследует магнитные свойства гидрогетита.

ГИАЛО – приставка к названиям горных пород, обозначающая стекловатое состояние (гиалобазальт, гиалокластит).

ГИАЛОСИДЕРИТ - разновидность оливина с высоким содержанием железа ($30\text{--}50\% \text{Fe}_2\text{SiO}_4$).

ГИБРИДИЗМ – (в петрологии) процесс образования гибридных пород смешанного происхождения вследствие, например, ассимиляции вмещающих магму пород или смешения двух и более магм.

ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ – свойство материалов поглощать (сорбировать) воду.

ГИДРАТАЦИЯ – присоединение воды к отдельным молекулам или ионам различных веществ, или к поверхностям тел, включая и частицы в дисперсных системах, под действием межмолекулярных или валентных сил. Гидратация часто приводит к образованию соединений – гидратов.

ГИДРОАСТРОФИЛИТ – $(\text{H}_3\text{O}, \text{K})_2\text{Na}(\text{Fe}, \text{Mn})_7(\text{OH})_4[(\text{Ti}, \text{Nb})_2\text{O}_3(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2]$. Минерал.

ГИДРОГЁТИТ – См. гидроокислы железа, гетит.

ГИДРОМОЛИСИТ – минерал, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

ГИДРООКИСЛЫ ЖЕЛЕЗА – *аутигенные минералы*, очень широко распространенные в поверхностной зоне высокого окисления, продукты окисления железосодержащих минералов в зоне выветривания. Известно несколько разновидностей гидроокислов железа, чаще всего встречающихся в природе: гетит, гидрогетит, лепидокрокит, гидрогематит, ферригидрит, акагенит.

См. условия образования магнитных минералов, магнитные минералы осадков и осадочных пород.

ГИДРОСЛЮДЫ – минералы, обычные компоненты глин, являются терригенными и аутигенными минералами осадочных пород. Образуются также при гидротермальных изменениях пород.

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ – связанный с горячими водными растворами (гидротермами), возникающими, например, при остывании магм, при проникновении на глубину воды океана и ее разогрева в районах срединных хребтов близ рифтовых и т.п. (гидротермальные месторождения, гидротермальный метасоматоз и т.п.).

ГИДРОТРОИЛИТ – минерал, $\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, распространен в придонных частях водоемов, природный гидрогель, существующий в восстановительной среде. Со временем переходит в пирит. Возникает в осадках при взаимодействии гидроокислов железа со свободным сероводородом. Широко распространен в морских, океанских осадках, обогащенных органическим веществом (где затруднена циркуляция воды).

ГИДРОУГРАДИТ – Минерал из группы гидрогранатов, $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Fe}, \text{Al})_2[(\text{SiO}_4)_{3-x}(\text{OH})_{4x}]$.

ГИДРОХОНЕССИТ – минерал месторождений никеля, $[\text{Ni}_6\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_{16}]\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

ГИЗИНГЕРИТ – аморфный, тонкокристаллический минерал $\text{Fe}_4^{3+}(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Образуется в зоне окисления при изменении железных руд и силикатов.

ГИЛДИТ – минерал моноклинной сингонии, $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}^{3+}(\text{OH})(\text{SO}_4)_2]$.

ГИПЕРБАЗИТЫ – ультраосновные породы.

ГИПЕРГЕНЕЗ – совокупность процессов химического и физического преобразования минеральных веществ в верхних частях земной коры и на ее поверхности при низких температурах под действием атмосферы, гидросферы и живых организмов. См. выветривание.

ГИПЕРСТЕН – минерал, $(\text{Mg}, \text{Fe})_4[\text{Si}_4\text{O}_{12}]$, промежуточный член ряда твердых растворов ромбических пироксенов энстатит-ферросилит. Широко распространен в габбро, пироксенитах, в глубинных метаморфических породах.

ГИПЕРХРОН ГЕОМАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ – подразделение магнитохроностратиграфической шкалы, продолжительность 19-73 млн. лет. См. магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя.

ГИПИДИОМОРФНАЯ – структура магматических пород, когда у кристаллов хорошо развита лишь часть граней, типичных для данного кристаллического вида, в то время как остальные грани повторяют форму граней ранее образовавшихся кристаллов. Также структура, характеризующаяся кристаллами, из которых только некоторые имеют отчетливые кристаллические формы.

ГИПОТЕЗА ВАЙНА И МЭТЮЗА – гипотеза, изящно и просто объясняющая природу системы линейных магнитных аномалий, типичных для дна мирового океана, соединив высказанные в 1960-1961 годах геологами Р.Хессом и Х.Дитцем идеи разрастания дна океана с геомагнитными инверсиями. Согласно этой гипотезе происходит раздвижение океанского дна в обе стороны от центрального рифта. В образовавшиеся трещины рифтовой зоны поступает магма, которая, остывая, приобретает намагниченность, соответствующую геомагнитному полю времени этого остывания: как на ленте магнитофона, в зернах кристаллизующихся титаномagnetитов записываются в виде термоостаточной намагниченности при прохождении температуры через их точку Кюри изменения величины и направления геомагнитного поля, в частности смены его полярности. Так лавы, изверженные в центральных рифтах за последние 780 тысяч лет – т.е. в магнитоортохроне прямой полярности поля Брюнес,

намагничены по современному полю, лавы, излившиеся от 2,5 Ма до 0,78Ма – т.е. в магнитоортохроне обратной полярности Матуяма, намагничены противоположно современному полю и т.д. Гипотеза Вайна-Мэтьюза является количественной основой концепции раздвижения дна океана (*спрединга*), и, в конечном счете – концепции тектоники плит; на ее базе построен вариант геомагнитной шкалы времени (аномалийная шкала) для последних 170 миллионов лет. Впервые гипотеза была опубликована в 1963 году и с тех пор подтверждена рядом независимых данных (данные глубоководного бурения о возрасте и магнитной полярности базальтов слоя 2А океанской коры, данные о "скорости" однофазного окисления титаномагнетитов в базальтах, сходство геомагнитных шкал времени, составленных по линейным магнитным аномалиям и по результатам палеомагнитного изучения разрезов вулканогенно-осадочных толщ на континентах и др.), т.е. ныне идеи Ф.Вайна и Д.Мэтьюза – не гипотеза, а установленный факт. Вскоре по линейным магнитным аномалиям была построена шкала геомагнитной полярности для кайнозоя и позднего мела [Heirtzler et al., 1968], а затем и для позднего мезозоя [Larson, Pitman, 1972]. Возраст дна современного океана не превышает 170 млн. лет, соответственно, шкала, построенная по линейным магнитным аномалиям, ограничена этим возрастом, ограничена и ее детальность. Есть, правда, попытки находить более древние линейные аномалии на континентах, связанные с фрагментами палеоокеанской коры [Аглонов, 1990; Аглонов, 2000]. См. [аномальное магнитное поле](#). Vine, Matthews, 1963.

ГИПОТЕЗА ПЕРИОДИЧНОСТИ МАССОВЫХ ВЫМИРАНИЙ - на основе анализа стратиграфических данных о распространенности семейств и родов морских организмов Д. Рауп и Дж. Сепкоски, высказали предположение, что массовые вымирания происходят приблизительно каждые 26 млн. лет, начиная от 250 Ма до настоящего времени.

ГИСТОГРАММА - графическое изображение распределения частоты встречаемости каких-либо величин в виде вертикальных столбиков, высота которых пропорциональна частоте или относительной частоте встречаемости в интервале каждого класса. Эти интервалы не перекрываются и полностью покрывают все значения в выборке.

ГЛАВНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ – основная часть *геомагнитного поля*, связанная с внутренними источниками, находящимися в ядре Земли. Морфологически состоит из дипольного поля и поля мировых аномалий, на которые накладывается поле вековых вариаций. Поле вековых вариаций изменяется достаточно быстро и его суммарное значение за 0,1-1 миллион лет равно нулю. Осредненное за большой промежуток времени главное магнитное поле Земли называется *палеомагнитным полем*.

Элементы магнитного поля Земли – это его напряженность и ее составляющие. Если поместить начало координат в точку наблюдения, то проекции вектора напряженности поля на оси *X, Y, Z* называются соответственно *северной, восточной и вертикальной составляющими*. Проекция вектора на горизонтальную плоскость называется *горизонтальной составляющей*. Вертикальная плоскость, в которой находится вектор напряженности поля, называется *плоскостью магнитного меридиана*, угол между географическим и магнитным меридианами – *магнитным склонением (D)*, угол между горизонтальной плоскостью и вектором напряженности поля – *магнитным наклоном (I)*. Наклонение считается положительным, когда вектор напряженности геомагнитного поля направлен вниз от земной поверхности в северном полушарии и вверх – в южном. См. [геомагнитное поле](#).

ГЛАУКОДОТ - минерал ромбической сингонии, (Co,Fe)AsS. Встречается в гидротермальных месторождениях глубинного высокотемпературного происхождения с арсенидами, Co-Fe сульфидами и др.

ГЛАУКОНИТ - обогащенный железом глинистый минерал непостоянного состава, осредненная формула $(K,Na,Ca)(Fe^{3+},Mg,Fe^{2+},Al_2)[(Al,Si)Si_3O_{10}](OH)_2H_2O$. Обычно встречается в виде мелких округлых зерен в осадках разного возраста. Широко используется при определении абсолютного возраста осадочных пород.

ГЛАУКОФАН - минерал из группы амфиболов, $\text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2(\text{OH})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$. Встречается только в тех кристаллических сланцах, которые образовались в результате регионального метаморфизма магматических пород богатых натрием.

ГЛИНИСТЫЙ ЖЕЛЕЗНЯК - плотная, твердая, серая или бурая тонкозернистая осадочная порода, состоящая из смеси глинистого материала (до 30%) и карбоната железа (сидерита). Слагает слои желваков, конкреций или относительно непрерывные, но неправильной формы тонкие прослои, обычно ассоциирующие с углистыми отложениями.

ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ – водные силикаты, главным образом алюминия и магния, а также железа, калия, натрия. Слагают основную часть осадочных глинистых пород, кор выветривания, почв, составляют дисперсную часть ряда обломочных, карбонатных и других горных пород и некоторых гидротермальных образований.

ГЛИНИСТЫЙ СЛАНЕЦ - слабо метаморфизованная, по существу неизменная порода со сланцеватой текстурой, в отличие от более слюдистых разновидностей, приближающихся к *филлитам*. Например, *аргиллит*, измененный менее чем на 50%, для которого характерно наличие отдельности, кливажа или зарождающейся сланцеватости. Также слабо метаморфизованная порода, промежуточная между глинистым и аспидным сланцем.

ГЛИНЫ – связные, несцементированные осадочные породы, состоящие, в основном, из частичек диаметром менее 0,074мм, в которых преобладают глинистые минералы; характеризуются сцеплением между частицами даже при большом количестве воды в осадке.

ГЛОБУЛИТ - сферический кристаллит, встречающийся обычно в вулканическом стекле.

ГЛОКЕРИТ - скрытокристаллическая разновидность *лепидокрокита*, $2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{SO}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

ГНЕЙС – метаморфическая порода с параллельно-сланцеватой текстурой. Состоит преимущественно из полевых шпатов, кварца и цветных минералов. Различаются *парагнейсы*, образованные из осадочных пород, и *ортогнейсы* из вулканитов. Эта группа пород формируется обычно в условиях направленных давлений «силикатной» зоны, соответственно, гнейсы большей частью слабомагнитны и обладают высокой магнитной анизотропией (текстурой). См. [условия образования магнитных минералов, магнитные минералы метаморфических пород](#).

ГОДЛЕВСКИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Ni}, \text{Fe})_9\text{S}_8$. Гидротермальные жилы, перидотиты.

ГОЛДИЧИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Продукт окисления пирита, встречается в fumarолах.

ГОЛДМАНИТ - Минерал из группы граната, $\text{Ca}_3(\text{V}, \text{Al}, \text{Fe})_2(\text{SiO}_4)_3$.

***ГОМОГЕНИЗАЦИЯ ТВЕРДОГО РАСТВОРА** – согласно диаграммам состояния твердых растворов, в области их стабильного однофазного существования распавшиеся твердые растворы должны гомогенизоваться (например, титаномагнетит выше 550°C). При окислительном распаде температура распада не зависит от диаграммы состояния твердого раствора, а определяется лишь неравновесной летучестью кислорода при данной температуре. Соответственно, гомогенизация таких распавшихся твердых растворов будет происходить при температуре не ниже температуры распада. Это позволяет восстановить состав первичного твердого раствора, а также оценить температуру распада. Если твердые растворы – магнитные минералы, то после их регомогенизации по данным термомагнитного анализа и изучения коэрцитивных спектров можно оценить степень гомогенности магнитных минералов в породе после термообработки, а по точке Кюри определить состав. Для контроля необходимо определить состав зерен и другим независимым методом. Гомогенизация как способ восстановления состава первичного твердого раствора может и не быть эффективной по следующим причинам: 1) из-за заметных изменений пород, сопровождающихся необратимым привнесением-выносом материала зерен; 2) изменение магнитных минералов в процессе лабораторной термообработки; 3) несоответствие режима

гомогенизации режиму кристаллизации первичного твердого раствора. Нужен оптимальный режим лабораторной термообработки – достаточно высокая температура (но не плавление!), чтобы термообработка была короткой, тогда роль п.3 доводится до минимума.

ГОМОГЕННАЯ СИСТЕМА – система, свойства которой меняются в пространстве непрерывно. У однородной гомогенной системы свойства в различных ее частях одинаковы, у неоднородной – различны, но внутри нее отсутствуют поверхности раздела, отделяющие части с разными свойствами, составом. См. [гетерогенная система](#).

ГОНДВАНА – Позднепалеозойский суперконтинент южного полушария, включающий материки южного полушария – Южную Америку, Африку, Австралию и Антарктиду. Гондвана являлась частью суперконтинента Пангеи, от которого откололась.

ГОНДОЛА - геофизический прибор, например, магнитометр, помещенный в оболочку и буксируемый на тросе за самолетом, вертолетом, кораблем.

ГОНЬЕРИТ - богатый железом и марганцем листовый силикат, основу которого составляет разновидность со структурой хлорита, $(\text{Mn,Mg})_5^{2+}\text{Fe}^{3+}(\text{OH})_8[(\text{Si}_3\text{Fe}^{3+})\text{O}_{10}]$.

ГОРНАЯ ПОРОДА – естественный агрегат минералов определенного состава и строения, зависящий от условий образования этого ансамбля минералов и возникший в результате определенных геологических процессов.

ГОРНБЛЕНДИТ – полнокристаллическая порода, состоящая преимущественно из амфибола. Образуется или непосредственно при кристаллизации из магмы, или в результате автометасоматического замещения пироксена амфиболом в пироксените.

ГОРНЫЙ КОМПАС – магнитный компас, который отличается от обычного магнитного компаса тем, что шкала градусов отсчитывается не по часовой, а против часовой стрелки. Так гораздо удобнее определять азимут любой линии. Направляете северной стороной компаса на предмет, азимут которого хотите определить, и стрелка компаса укажет на этот азимут. Для определения линии падения пласта короткая (южная) сторона компаса прикладывается к горизонтальной линии (простираения), длинная сторона компаса направляется по направлению падения. При этом стрелка компаса указывает азимут падения. В горном компасе обязательно вмонтирован эклиметр для измерения угла наклона пласта, плоскости маркировки и т.п.

ГОРМАНИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}_3^{2+}(\text{H}_2\text{O})_2[\text{Al}_4(\text{OH})_6(\text{PO}_4)_4]$.

ГОРСТ - вытянутый, относительно поднятый блок, ограниченный с двух сторон сбросами, которые падают в противоположные стороны от центральной части горста.

ГОРТОНОЛИТ - минерал из группы оливина, $(\text{Fe,Mg,Mn})_2\text{SiO}_4$. Mg- и Mn-содержащая разновидность фаялита.

ГОРЯЧИЕ ТОЧКИ (ПЯТНА) – куполообразные структуры выхода базальтовых магм 100–200 км в поперечнике, проявления внутриплитового вулканизма, не приуроченного к границам плит. Характеризуются повышенным тепловым потоком. В базальтах горячих точек обычно повышенные концентрации железа и титана, повышенное содержание титаномагнетита и, соответственно, повышенная намагниченность, и высокая интенсивность магнитных аномалий над базальтами горячих точек. При этом обычно, в титаномагнетитах базальтов горячих точек содержание титана ниже, чем в титаномагнетитах базальтов рифтовых зон океанов и континентов, но выше примесь хрома. Горячие точки (пятна) – след (выход на поверхность) поднимающихся в мантии струй – **плюмов**. Материал мантии в таких струях менее истощен, чем в восходящих конвективных потоках более дифференцированной (истощенной) мантии под срединными океанскими хребтами.

См. [плюм](#).

ГРАБЕН – вытянутый опущенный блок земной коры, ограниченный сбросами.

ГРАНАТЫ – группа минералов-силикатов, образующих серии твердых растворов: пироп-альмандин-спессартин, гроссуляр-андрадит-уваровит. Общая формула $\text{M}^{2+}_3\text{M}^{3+}_2(\text{M}^{4+}\text{O}_4)_3$, где M^{2+} – Mg, Fe^{2+} , Mn, Ca; M^{3+} – Al, Fe^{3+} , Cr; M^{4+} – Si, Ti. Распространены в глубинных магматических и метаморфических породах, скарнах.

ГРАНЕЦЕНТРИРОВАННАЯ РЕШЕТКА – кристаллическая решетка, в которой узлы располагаются в вершинах параллелепипеда (куба, если решетка кубическая) и в центрах двух или всех шести граней. Этот тип решетки имеют феррошпинели, многие металлы.

ГРАНИТОИДЫ – группа кислых и переходных к средним полнокристаллических магматических и метаморфических пород; включают граниты, гранодиориты и их разновидности. Гранитоиды А-типа - гранитоиды, которые внедрились в неорогенной обстановке, они возникли из расплавов повышенной щелочности, содержавших малое количество растворенной воды. Такие гранитоиды обычно обладают повышенной намагниченностью по сравнению с немагнитными орогенными, складчатыми.

ГРАНИТЫ – полнокристаллические кислые породы, богатые кремнеземом (SiO_2). Состоят из кварца, полевых шпатов, подчиненного количества цветных минералов (чаще биотита, мусковита, роговой обманки). Обычен акцессорный магнетит (низкотитановый титаномагнетит), концентрация его существенно зависит от условий образования (температуры, летучести кислорода, участия воды и др.). По происхождению выделяются два типа гранитов: 1) магматические (интрузивы, анатексис) и 2) метасоматические, возникшие в процессе переработки метаморфических пород в зоне гранитизации. Магнетит кристаллизуется главным образом в магматических гранитах жестких участков земной коры, такие граниты часто имеют весьма высокую намагниченность; метасоматические граниты и складчатые магматические граниты обычно почти не содержат магнитных минералов, в них присутствует ильменит, т.е. они практически немагнитны.

ГРАНИЦА КОНРАДА (ПОВЕРХНОСТЬ КОНРАДА) - граница изменения скоростей прохождения сейсмических волн в земной коре, отвечающая границе между сиалом и симой, на которой скорости сейсмических волн возрастают с 6.1 км/с до 6.4–6.7 км/с. Она не всегда различима, т.е. в земной коре может происходить монотонное возрастание скорости распространения сейсмических волн с глубиной.

ГРАНИЦА МОХОРОВИЧИЧА (РАЗДЕЛ МОХОРОВИЧИЧА или МОХО) - граничная поверхность или зона резкого изменения скорости распространения сейсмических волн, отделяющая земную кору от подстилающей мантии. Соответствует тому уровню в глубинах Земли, где скорости продольных сейсмических волн резко изменяются от 6.7–7.2 км/с (в нижней части земной коры) до 7.6–8.6 км/с, или в среднем до 8.1 км/с (в кровле верхней мантии). Глубина границы колеблется от 5–10 км под дном океана до ~40 км под континентами и может достигать 70 км под некоторыми горными хребтами. Она обусловлена изменением химического состава пород (базальтового или симатического материала выше раздела на перидотитовый и дунитовый ниже него). Мощность граничного слоя оценивается от 0.2 до 3.0 км.

ГРАНИЦА ПЛИТ - зона сейсмической и тектонической активности вдоль края литосферных плит, которая, как полагают, указывает на относительные перемещения соседних плит.

ГРАНИЦЫ СКОЛЬЖЕНИЯ – границы плит по трансформным разломам, где литосфера не образуется (как по конструктивным границам) и не уничтожается (как по деструктивным границам).

ГРАНОДИОРИТ – кислая полнокристаллическая порода промежуточного состава между гранитом и диоритом.

ГРАНУЛИТЫ – глубинные метаморфические породы разного состава, образующиеся в широком диапазоне давлений и при высоких температурах 600–1000°C. Магнетизм этой группы пород определяется, прежде всего, содержанием магнитных минералов в исходных породах. Так, гранулиты, образованные по осадочным породам, как правило, практически немагнитны, намагниченность же бывших магматических пород широко варьирует, сохраняя «память» об их исходной намагниченности.

ГРАНУЛЯЦИЯ – (в геологии) замещение крупных зерен минералов агрегатом мелких зерен близкого первого состава в процессе метаморфизма. См. [гетерофазное изменение твердых растворов](#).

ГРАУВАККА - крепкий, твердый, монолитный грубозернистый песчаник. Состоит из плохо сортированных, угловатых и полуугловатых зерен кварца и полевого шпата с большим количеством мелких обломков разнообразных пород и минералов. Зерна заключены в плотный, частично метаморфизованный глинистый матрикс, содержащий большое количество тонкозернистых слюдистых и хлоритовых минералов.

ГРАФТОНИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca})_3(\text{PO}_4)_2$. Встречается в виде массивных агрегатов в гранитных пегматитах.

ГРЕЙГИТ – минерал группы шпинели, Fe_3S_4 , сульфидный аналог магнетита; $a=0,9876\text{нм}$. Термически устойчив ниже $180\text{--}200^\circ\text{C}$. Ферримагнетик, по разным данным точка Кюри варьирует от 307 до 333°C , удельная намагниченность насыщения $\sim 25\text{Ам}^2/\text{кг}$. Распространен в осадочных породах (глинах, углях), находящихся в восстановительных условиях, в гидротермальных месторождениях с пиритом, марказитом, пирротинном. *Воган, Крейг, 1981*.

ГРЕЙЗЕНИЗАЦИЯ - процесс гидротермального изменения гранита, при котором полевой шпат и мусковит превращаются в агрегат кварца, топаза, турмалина и лепидолита (т.е. в *грейзен*) под действием водяных паров, содержащих фтор.

ГРИНАЛИТ – минерал, $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_{5-6}(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$. Член группы серпентина, обогащенный железом. Встречается в виде небольших гранул эллипсоидальной формы в кремнистых породах, связанных с осадочными железистыми кварцитами.

ГРИФЕЛЬНАЯ РУДА - твердые волокнистые массы гематита, способные расщепляться на тонкие стержни.

ГРИФИТ - минерал, $\text{Ca}(\text{Mn}, \text{Na}, \text{Li})_6\text{FeAl}_2(\text{F}, \text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$, структурно близкий гранату; иногда встречается в очень крупных кристаллических скоплениях в пегматитах.

ГРИШУНИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{NaCa}_2\text{Mn}_5^{2+}\text{Fe}^{3+}(\text{AsO}_4)_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Встречается как продукт вторичных изменений, в марганцевых месторождениях.

ГРЮНЕРИТ – минерал, амфибол, $(\text{Fe}, \text{Mg})_7(\text{OHSi}_4\text{O}_{11})_2$. Встречается в регионально и термически метаморфизованных породах.

ГУДМУНДИТ - минерал ромбической сингонии, FeSbS .

ГУЛСИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Sn})\text{O}_2(\text{BO}_3)$. В скарнах.

ГУМБОЛЬДТИН - смолоподобный минерал, $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_2[\text{OOC}-\text{COO}]$. Встречается в капиллярной или натечной формах в бурых углях и черных глинистых сланцах.

ГУШЕИТ - минерал кубической сингонии, Fe_3Si .

ГЮБНЕРИТ - минерал ряда вольфрамитов, MnWO_4 . Может содержать до 20% железа.

[назад](#)

Д

[назад](#)

ДАЙКА – пластинообразное, вертикальное или крутопадающее тело, обычно образуется путем заполнения трещин магмой, осадком.

ДАЛЬНИЙ МАГНИТНЫЙ ПОРЯДОК – порядок в ориентации магнитных моментов атомов (ионов) вещества, распространяющийся на расстояния, во много раз превышающие межатомные. Дальний магнитный порядок приводит к образованию *магнитноупорядоченной* структуры, ферро- или антиферромагнитной.

ДАННЕМОРИТ - минерал из группы амфиболов, $Mn_2(Fe,Mg)_5(OH)_2[Si_8O_{22}]$.

ДАФНИТ - минерал из группы хлорита, $(Mg,Fe)_3(Fe,Al)_3(OH)_8[(Si,Al)_4O_{10}]$. Синоним *шамозит*.

ДАЦИТ – вулканическая порода промежуточного состава между андезитом (средние) и липаритом (кислые). Обычно дацит рассматривают как вулканический аналог *гранодиорита*.

ДВИЖЕНИЕ ПОЛЮСА – См. [блуждания геомагнитного полюса](#), [блуждания палеомагнитного полюса](#), [кажущиеся движения полюса](#).

ДВОРНИКИТ - минерал моноклинной сингонии, $(Ni,Fe)SO_4 \cdot H_2O$.

ДВУХЪЯРУСНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ - используется для установления близости древней компоненты J_n к первичной. Значимость межпластового разброса с вероятностью 95% свидетельствует о том, что процесс приобретения стабильной части J_n контролировался последовательностью напластования. В случае синхронной (первичной) остаточной намагниченности стандартное угловое отклонение $\alpha_{63}=81/(K_m)^{1/2}$, где K_m – межпластовая кучность, характеризует суммарную амплитуду палеовековых вариаций геомагнитного поля. Метод двухъярусного статистического анализа существует в нескольких модификациях и наиболее полно описан в [McFadden, 1982].

ДЕВИАЦИЯ КОМПАСА - величина, на которую направление ориентировки компаса отличается от истинного направления.

ДЕВИТРИФИКАЦИЯ (РАСКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ) - преобразование стекла в кристаллический материал.

ДЕГАЗАЦИЯ - выделение летучих компонентов из магмы, вызванное ростом температуры, снятием давления или ростом концентрации летучих компонентов в жидкой фазе при кристаллизации безводных минералов. Например, процесс высвобождения газов и водяных паров из магматических расплавов привел к образованию земной атмосферы и океанов.

ДЕГИДРАТАЦИЯ – обезвоживание, выделение воды из осадков при диагенезе и метаморфизме. Первоначально вода могла содержаться в виде поровой влаги или быть связанной в гидроксилсодержащих минералах.

ДЕЗАККОМОДАЦИЯ – смещение и стабилизация со временем положения доменных границ, в результате чего возрастает жесткость магнитного материала. Это одно из проявлений последствия, связанное с диффузионными процессами в материале. Процесс дезаккомодации сказывается на ряде магнитных свойств, например на магнитной восприимчивости.

ДЕКОМПРЕССИЯ - уменьшение общего давления во время подъема магмы через мантию и кору. Оказывает существенное влияние на состав и устойчивость минералов, растворение или выделение летучих и дегазацию.

ДЕКРИПИТАЦИЯ – растрескивание, разрушение минерала, обычно резкое при его нагревании; сопровождается треском.

ДЕКСТРАЛЬНЫЙ - наклон или спиральное закручивание вправо.

ДЕЛАФОССИТ - минерал ромбической сингонии, $CuFe^{+3}O_2$. Натечные, конкреционные образования.

ДЕЛЕССИТ - минерал, железистая разновидность клинохлора, $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_6(\text{OH})_8 [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}]$. Встречается в пустотах и тонких трещинах в основных магматических породах.

ДЕЛЮВИЙ – продукт накопления смытых и сползших со склонов обломков и рыхлых продуктов выветривания. Характерна слоистость, параллельная склону, а не горизонтальная.

ДЕЛЬВОКСИТ - аморфный минерал, $\text{CaFe}_4^{3+}(\text{OH})_8(\text{PO}_4)_2 \cdot (4-5)\text{H}_2\text{O}$. Образует скорлуповатые корочки, сталактиты, гелеподобные оболочки.

ДЕНДРИТЫ - агрегаты минеральных зерен или включения, которые кристаллизуются в ветвящихся формах.

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ - изучение годовых колец роста деревьев в целях датирования археологических находок и древних предметов. Для датирования используются деревянные предметы и фрагменты древесных стволов (например, в постройках). Основная идея – древесные кольца нарастают неравномерно по годам, и эта неравномерность синхронна для одной породы деревьев. Информация о надежности метода противоречива.

ДЕНУДАЦИЯ – снос продуктов выветривания (под действием силы тяжести), в результате чего происходит сглаживание рельефа.

ДЕПЛЕТИРОВАННАЯ МАНТИЯ - истощенная мантия, часть мантии Земли, в которой содержание ряда химических элементов уменьшено в результате частичного плавления.

ДЕПРЕССИЯ – понижение, углубление земной поверхности.

ДЕРБИЛИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}_4^{3+}\text{Ti}_3\text{Sb}^{3+}\text{O}_{13}(\text{OH})$. В песках, содержащих киноварь.

ДЕРЕВЯНИСТЫЙ ГЕМАТИТ - радиально-лучистая разновидность гематита, состоящая из чередующихся полос с коричневой, желтой или пестрой окраской.

ДЕСОРБЦИЯ – явление, обратное *адсорбции*, т.е. отрыв молекул, заполняющих поры или покрывающих поверхность адсорбента.

ДЕСТРУКТИВНЫЕ (КОНВЕРГЕНТНЫЕ) ГРАНИЦЫ ПЛИТ – границы сходящихся, сталкивающихся плит. Часто при этом одна из плит пододвигается под другую. Характерен известково-щелочной магматизм. См. [вулканические островные дуги](#).

ДЕТРИТНАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – седиментационная остаточная намагниченность. Этот термин употребляется в зарубежной литературе – Detrital Remanent Magnetization (DRM). См. [ориентационная остаточная намагниченность](#).

ДЕФЕКТ ФРЕНКЕЛЯ - смещение атома в кристаллической решетке из первоначального положения в межатомное пространство; один из типов точечного дефекта.

ДЕФЕКТЫ В КРИСТАЛЛАХ – любое нарушение периодичности решетки идеального кристалла. Дефекты могут быть атомарного или макроскопического размера. Образуются дефекты в процессе кристаллизации, под влиянием тепловых, механических и других воздействий. Разновидности дефектов: *точечные* – вакансии, сместившиеся и внедрившиеся атомы, ионы; *линейные* – дислокации; *плоскостные* – границы двойников кристаллов, границы между зернами; *объемные*. Дефекты сильно влияют на физические свойства кристаллов, в частности, на магнитные.

ДЖАЙПУРИТ - минерал гексагональной сингонии, $\gamma\text{-CoS}$. Устойчив в интервале 747-1390К.

ДЖАМБОРИТ - минерал гексагональной сингонии, $[(\text{Ni}, \text{Fe})_8(\text{OH})_{16}]\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

ДЖАНСИТ – минерал, $\text{CaMn}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{Mg}, \text{Fe})_2^{2+}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}^{3+}(\text{OH})(\text{PO}_4)_2]_2$. В пегматитах.

ДЖАСПЕРИЗАЦИЯ - преобразование магматических или осадочных горных пород в полосчатые джеспилитоподобные породы с метасоматическим привнесением оксидов железа и скрытокристаллического кремнезема.

ДЖЕМСОНИТ – минерал, $\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$. Встречается в низко- и среднетемпературных свинцово-цинковых, серебряно-сурьмяных и других месторождениях.

ДЖЕШПЕИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{K,Ba})_2(\text{Ti,Fe})_6\text{O}_{13}$. Обычный минерал лампроитов.

ДЖЕСПИЛИТЫ – полосчатые железистые кварциты.

ДЖИНИИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_4(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_4$. В пегматитах вторичный минерал по трифилиту.

ДЖОЗЕФИНИТ – железоникелевый сплав, $\text{Ni/Fe} = 2-3$. Ферромагнетик. Встречается в серпентинизированных перидотитах.

ДЖОСМИТИТ – минерал, моноклинный амфиболоид, $\text{PbCa}_2\text{Mg}_3\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})^2[\text{Si}_6\text{Be}_2\text{O}_{22}]$. В метаморфизованных марганцевых рудах.

ДЖУЛГОЛДИТ - минерал, $\text{Ca}_2\text{Fe}^{2+}(\text{H}_2\text{O})\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2(\text{SiO}_4)[\text{Si}_2\text{O}_7]$. Группа пумпеллиита.

ДИАБАЗ – полнокристаллическая магматическая порода основного состава – измененный вторичными процессами *долерит* (метадолерит).

ДИАБАНТИТ - минерал из группы хлорита, $(\text{Mg,Fe}^{2+},\text{Al})_6(\text{OH})_8[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}]$. Встречается в пустотах основных магматических пород.

ДИАГЕНЕЗ – перерождение, преобразование осадка, превращение его в осадочную породу, т.е. процесс физико-химического перехода неравновесной системы осадка в состояние равновесия. Самым ранним является процесс поглощения организмами свободного кислорода иловой воды, после чего начинается восстановление окислов Fe^{3+} , Mn^{4+} и др. Понижается **Eh** (окислительный потенциал) и обычно повышается **pH** (водородный показатель), т.е. среда становится более щелочной. Ряд метастабильных минералов и других веществ растворяются в воде, разлагается органическое вещество. В итоге состав воды в осадке изменяется коренным образом, что сказывается на минералообразовании. Два этапа – окислительный и восстановительный – в сумме составляют ранний диагенез. Параллельно уменьшается количество иловой воды, осадок в некоторой степени литифицируется. Роль диагенеза в палеомагнитном плане сказывается в возможном растягивании во времени фиксации остаточной намагниченности, как ориентационной, так и кристаллизационной, т.к. в процессе диагенеза могут образоваться новые магнитные аутигенные минералы.

ДИАГРАММА АРАИ-НАГАТЫ – графическое изображение части естественной остаточной намагниченности и парциальной термонамагниченности, соответственно, разрушенной в нулевом магнитном поле и созданной в известном магнитном поле в одном и том же интервале температуры. Наклон линейного участка такого графика равен отношению палеонапряженности к напряженности лабораторного магнитного поля создания термоостаточной намагниченности. Линейность диаграммы – одно из доказательств термической природы естественной остаточной намагниченности. График заметно отклоняется от линейного в случае существенного вклада в намагниченность многодоменных зерен, заметных искажений первичной намагниченности, большой разницы в скорости природного остывания тела от остывания образца в лабораторных условиях и др.

См. [законы Телье](#), [палеонапряженность](#).

ДИАГРАММА ЗИЙДЕРВЕЛЬДА [Zijderveld, 1967] – наглядный графический способ представления поведения вектора $\mathbf{J}_n$ в ходе чистки, выделения компонент $\mathbf{J}_n$. Диаграмма представляет собой совмещение на одном рисунке двух ортогональных проекций траектории движения конца вектора в процессе его разрушения. Широко используется при обработке и анализе палеомагнитных данных. Предложен алгоритм выделения линейных сегментов на диаграммах в процессе чистки, который реализован в ряде вычислительных программ.

В силу своей природы палеомагнитные направления и на микроуровне (отдельное зерно магнитного минерала), и на макроуровне (геологическое тело – лавовый поток, слой осадка) имеют существенный разброс и требуют обязательной статистической обработки с оценкой вида распределения. Реальный смысл имеют только средние

направления. В зависимости от задачи осреднение может быть на уровне единичного потока, слоя (изучение тонкой структуры поля, выявление на ее фоне кратковременных локальных механических движений и др.) и в интервале многих миллионов лет (построение траектории палеомагнитного полюса, региональные палеотектонические реконструкции и др.).

ДИАГРАММА ЛИНДСЛИ – эмпирическая диаграмма T - fO_2 для равновесных состояний совместно кристаллизующихся титаномагнетитов и гематитов разного состава. Точка пересечения линий составов сростков зерен титаномагнетита и гематита однозначно определяет температуру и летучесть кислорода при их совместном образовании. *Spencer, Lindsley, 1981.*

ДИАГРАММА ПРЕЙЗАХА-НЕЕЛЯ – графическое изображение магнитного состояния материала, как распределение на плоскости фиктивных магнитных частиц в координатах их критических магнитных полей. Простой и наглядный способ графического представления и расчета разных видов остаточной намагниченности, их коэрцитивных спектров, оценки магнитного состояния материала, доменной его структуры, степени взаимодействия однодоменных зерен и др. *Шолпо, 1977.*

ДИАГРАММА РИДМАНА-О'РЕЙЛИ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТА [*Readman, O'Reilly, 1972*] – треугольная диаграмма FeO - TiO_2 - Fe_2O_3 , на которой нанесены изолинии степени однофазного окисления титаномагнетита (z), изолинии точек Кюри и изолинии параметров кристаллической решетки титаномагнетитов с разными исходными составами (x) и разными z . Зная две характеристики из четырех перечисленных, можно определить остальные. Диаграмма эмпирическая, уточнена японскими исследователями Ниситани и Коно [*Nishitani, Kono, 1983*].

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ (равновесия, устойчивости, фазовая диаграмма) – графическое изображение равновесных состояний вещества при разных параметрах, определяющих эти состояния (температура, давление, концентрация). Диаграммы дают информацию о характере фаз и фазовом составе вещества в зависимости от перечисленных и некоторых других параметров (объем, магнитное поле и др.).

ДИАДОХИТ – минерал триклинной сингонии, $Fe_2(OH)(PO_4)(SO_4) \cdot 5H_2O$. Встречается в натечных формах, в железных шляпах.

ДИАЛЛАГ – минерал, моноклинный пироксен (диопсид или авгит), обладающий хорошо выраженной отдельностью по [100], к которой обычно приурочены тонкие выделения магнетита и ильменита. Естественная остаточная намагниченность таких выделений первичная и высокостабильная. Именно такие объекты – наилучшие для получения непрерывной записи тонкой структуры геомагнитного поля.

См. [габбро-пироксенитовые расслоенные комплексы](#).

ДИАМАГНЕТИЗМ – способность вещества намагничиваться противоположно внешнему магнитному полю. Диамагнитный момент создается незатухающими микроскопическими электрическими токами, индуцированными внешним магнитным полем (правило Ленца). В создании его участвуют все электроны атомов. Диамагнетизм является универсальным свойством всех веществ. Однако, он очень мал по сравнению с веществами, обладающими спиновым магнитным моментом – *парамагнетиками* и, тем более, *магнитноупорядоченными* материалами. Магнитная восприимчивость диамагнетиков всегда отрицательная и не зависит от температуры. К диамагнетикам относятся вещества с полностью заполненными электронными оболочками: инертные и некоторые другие газы как азот, водород. Восприимчивость твердых веществ (10^{-6} ед.СИ): Be (-23,7), B (-19), C (-14), Si (-4,1), P (-15,4), S (-12,7), Cu (-9,7), Zn (-15,6), Ga (-26), Ge (-70,3), As (-22,3), Se (-19,1), Br (-27,8), Zr (-109), Ag (-23,9), Cd (-19,1), In (-51,1), Sn (-24,5), Sb (-68,4), Te (-24,3), I (-43,7), Au (-34,4), Hg (-20,3), Tl (-37,2), Pb (-15,8), Bi (-165). Диамагнетики – многие органические и неорганические соединения, например, кварц, кальцит, поваренная соль, полевые шпаты и др.

ДИАПИР – куполообразная или антиклинальная складка, в которой перекрывающиеся породы разорваны путем выжимания пластичных пород ядра. Ядра диапировых

складок в осадочных толщах обычно образованы солью или глинистыми породами; некоторые интрузивные тела могут иметь диапировое строение.

ДИАСТРОФИЗМ - термин, обозначающий все движения земной коры, вызванные тектоническими процессами, включая образование океанских бассейнов, континентов, плато и горных хребтов. Подразделяется на *орогенез, эпейрогенез и тафрогенез*.

ДИАТРЕМА - вулканическая трубка, заполненная брекчией. Образуется в результате газового взрыва.

ДИАФТОРЕЗ - ретроградный метаморфизм, т.е. метаморфизм в процессе остывания породы.

ДИВЕРГЕНТНЫЕ ГРАНИЦЫ ПЛИТ. См. [конструктивные границы плит](#).

ДИНАМИЧЕСКАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_{rd}) – намагниченность, образующаяся в постоянном магнитном поле при неоднократном изменении нагрузки или переменных нагрузках, что ведет к изменению уровня энергетических барьеров. По величине и стабильности J_{rd} меньше идеальной остаточной намагниченности J_{ri} .

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ - условие системы, в которой происходит уравнивающий привнос и вынос материала или изменение других характеристик системы, например, энергии.

*** α^2 -ДИНАМО** – процесс генерации магнитного поля лишь под действием зеркальной асимметрии конвекции (или турбулентности). В этом случае не только *полоидальное* магнитное поле восстанавливается из *тороидального* с помощью *альфа-эффекта*, но и тороидальное поле получается из полоидального тоже с помощью альфа-эффекта. Геодинамо может принадлежать к разряду α^2 -динамо. *Зельдович и др., 2006*

*** $\alpha\omega$ -ДИНАМО** – процесс генерации магнитного поля, при котором тороидальное магнитное поле получается из полоидального с помощью дифференциального вращения, а полоидальное магнитное поле восстанавливается из тороидального за счет *альфа-эффекта*. Наиболее распространенный вид *динамо средних полей*. Вероятно, оно работает в большинстве небесных тел, включая Землю. *Зельдович и др., 2006*

*** $\alpha^2\omega$ -ДИНАМО** – разновидность *$\alpha\omega$ -динамо*, в котором при описании получения тороидального магнитного поля из полоидального учитывается не только дифференциальное вращение, но и обычно небольшой вклад альфа-эффекта.

***ДИНАМО ЗЕЛЬДОВИЧА (ВОСЬМЕРКА ЗЕЛЬДОВИЧА)** – иллюстративная модель, показывающая, как при выполнении *условия вмороженности* можно усиливать магнитное поле с (приблизительным) сохранением его конфигурации. В этом процессе магнитная трубка вытягивается, затем перекручивается в восьмерку и складывается вдвое, в результате чего восстанавливается исходная конфигурация магнитного поля, а его напряженность вырастает вдвое. Важно, что при этом не требуется изменять конфигурацию магнитного поля за счет омической диффузии, т.е. электрического сопротивления среды. Динамо Зельдовича иллюстрирует физический механизм *быстрого динамо*. *Зельдович и др., 2006*

***ДИНАМО КИНЕМАТИЧЕСКОЕ** – описание ранних стадий самовозбуждения магнитного поля, на которых можно пренебрегать влиянием магнитной силы на течение среды, а само течение рассматривать как заданное. В чистом виде кинематическое динамо носит в основном иллюстративный характер, однако во многих астрофизических задачах выводы моделей кинематического динамо после небольшой коррекции хорошо описывают реальность. Поскольку магнитная сила в состоянии сильно изменить течения в жидком ядре Земли и планет, кинематические модели играют очень ограниченную роль в геомагнитном динамо и в планетарных динамо. *Зельдович и др., 2006*

***ДИНАМО НЕЛИНЕЙНОЕ** – описание эволюции магнитного поля, сформированного механизмом динамо, после того, как это поле достигло напряженности, достаточной для заметного влияния на свойства течения. В силу того, что магнитная сила в состоянии сильно изменить среднюю скорость течения в жидком ядре Земли, простейшие модели нелинейного геомагнитного динамо (модели *почти*

осесимметрического динамо), которые не ограничиваются простой иллюстрацией процесса, гораздо сложнее, чем аналогичные модели, скажем, для магнитного поля Солнца, где можно ограничиться представлением о том, что альфа-эффект подавляется растущим магнитным полем. *Зельдович и др., 2006*

ДИНАМО ПАРКЕРА – иллюстративная модель динамо средних полей, основанная на совместном действии дифференциального вращения и альфа-эффекта, в котором пренебрегают деталями радиального распределения магнитного поля и скорости в той сферической оболочке, где происходит работа динамо (для Земли – внешнее ядро). Эта модель хорошо иллюстрирует физические процессы в динамо на Солнце. Она полезна и для понимания геомагнитного динамо, но не передает того, что геомагнитное поле, как считается, способно существенно изменять течения во внешнем ядре Земли. *Зельдович и др., 2006*

ДИНАМОМЕТАМОРФИЗМ – структурное и в меньшей мере минералогическое преобразование породы под воздействием давления при складкообразовании и т.п. тектонических процессах. Продукты такого метаморфизма – катаклазиты, милониты, различные сланцы.

***ДИНАМО СРЕДНИХ ПОЛЕЙ** – концепция, согласно которой для описания процесса усиления и последующей эволюции компонент магнитного поля планетарного масштаба в уравнениях геомагнитного динамо нужно рассматривать величины, усредненные по случайным конвективным движениям в жидком ядре Земли. При этом рост магнитного поля является результатом соревнования процессов индукции (*см. уравнение индукции*) и диссипации магнитного поля. Диссипация определяется конвективной (а не омической) диффузией, а генерация – крупномасштабными движениями среды (прежде всего дифференциальным вращением) и специфическим эффектом, возникающим в *электродинамике средних полей* – так называемым *альфа-эффектом*. Уравнения динамо средних полей выведены в 60-х годах М.Штеенбеком, Ф.Краузе и К.-Х.Рэдлером. *Зельдович и др., 2006*

ДИНАМО-ЧИСЛО – безразмерное число, построенное по образцу *числа Рейнольдса* и показывающее, во сколько раз генераторы крупномасштабного магнитного поля (альфа-эффект и дифференциальное вращение) в совокупности действуют сильнее, чем конвективная (турбулентная) диффузия.

ДИОРИТ – полнокристаллическая средняя порода, состоящая из плагиоклаза и цветных минералов (около 30%). Иногда присутствует кварц (кварцевые диориты). Резкой границы между диоритами и гранодиоритами нет.

ДИПОЛЬ – идеализированная система, служащая для приближенного описания поля. Типичный пример диполя - два равных заряда с противоположными знаками, расположенные на очень малом расстоянии друг от друга по сравнению с расстоянием до точки наблюдения.

ДИПОЛЬНОЕ ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ – условно выделяемая часть главного геомагнитного поля, создаваемая однородной намагниченностью земного шара (диполем, помещенным близ центра Земли). Анализ показал, что наиболее близким к современному магнитному полю Земли является поле диполя с осью, наклоненной на 11,5° к оси вращения Земли и центром, отстоящим от центра Земли на 400км. Один из главных постулатов палеомагнетизма: при осреднении за достаточно большой промежуток времени геомагнитное поле является полем центрального осевого диполя, т.е. диполя, расположенного в центре Земли, ось которого совпадает с осью вращения Земли. Постулат подтверждается положением палеомагнитного полюса в позднем кайнозое, позднем палеозое (для северной Евразии). Из более детальных палеомагнитных данных следует, что геомагнитный диполь в течение фанерозоя был смещен в сторону Тихого океана на 400-800км.

ДИСКОРДАНТНЫЙ - интрузивный контакт, который не параллелен плоскостям сланцеватости или слоистости вмещающих пород.

ДИСКОРДИЯ - (а) расхождение изотопных возрастов, определенных двумя или более методами для одного образца или сосуществующих минералов, которые обнаруживают расхождения, превышающие ошибку измерения. (б) расходящиеся

изотопные возрасты сосуществующих минералов, определенных одним методом. См. конкордия, радиологические методы датирования. Фор, 1989.

ДИСКРЕТНЫЙ СПЕКТР - в гармоническом анализе временных рядов — распределение энергии или дисперсии дискретных частот или гармоник.

ДИСЛОКАЦИИ – 1) линейные дефекты кристаллической решетки, нарушающие правильное чередование атомных плоскостей. Дислокации влияют на ряд физических свойств, в том числе существенно влияют на магнитные свойства; 2) деформации пород, связанные с тектоническими движениями, оползнями и др.

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ - статистический метод одновременного разделения всей совокупности данных на составляющие, которые могут быть связаны с различными источниками изменчивости и использованы для изучения различий между несколькими образцами

ДИСПЕРСНАЯ ФАЗА - коллоидные частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в другой фазе, которая называется дисперсионной средой.

ДИСПЕРСИЯ - интервал рассеяния величин относительно среднего значения; статистическое рассеяние или изменчивость. Обычной мерой служит стандартное отклонение. Дисперсия - квадрат стандартного отклонения. См. распределение Гаусса.

ДИССОЦИАЦИЯ – распад молекулы, радикала, иона или молекулярного соединения на части.

ДИФРАКЦИЯ НЕЙТРОНОВ - метод структурного анализа кристаллов, основанный на тех же принципах, что и рентгеноструктурный анализ порошков, но использующий пучок нейтронов вместо рентгеновских лучей. Применяется в тех случаях, когда кристалл обогащен легкими элементами. Определяются все атомные позиции этих элементов в кристалле.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ВРАЩЕНИЕ – вращение тела, при котором разные его точки вращаются с различной угловой скоростью. Одна из основных составляющих механизма геомагнитного динамо. Позволяет в процессе геомагнитного динамо получить из полоидального магнитного поля тороидальное.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ - частичное плавление горной породы, обусловленное разными температурами плавления слагающих ее минералов.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ТЕРМОМАГНИТНЫЙ АНАЛИЗ (ДТМА) – модификация термоманитного анализа, в которой регистрируется температурная зависимость скорости изменения магнитных величин, т.е. первые, вторые производные по температуре намагниченности, остаточной намагниченности.

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МАГМЫ – совокупность процессов, приводящих к образованию из магмы разных по составу горных пород. Различаются: 1) **кристаллизационная дифференциация** – дифференциация магмы в процессе отсадки кристаллизующейся твердой фазы, т.е. разделение на кристаллизующуюся (твердую) часть и остаточную жидкость; 2) собственно **магматическая дифференциация** – разделение в жидкой фазе (ликвация и т.п.); 3) **конвективная дифференциация**. Основные предпосылки для дифференциации магмы: изменение РТ условий, гравитация, ассимиляция, движение и пр.

ДИФФУЗИЯ – взаимное проникновение веществ друг в друга, вызванное тепловым движением частиц и ведущее к их равномерному распределению по занимаемому объему. Диффузию в твердых телах ускоряют дефекты, напряжения, а в жидких – турбулентность, конвекция и адвекция. Длительная термообработка благодаря и согласно Второму началу термодинамики ведет к частичному или полному уничтожению магнитных минералов, переходу железа и титана в окружающие силикаты. Отсюда следует, что термальный метаморфизм, в общем, способствует понижению намагниченности пород.

***ДЛИННОПЕРИОДНЫЕ ЦИКЛИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ.** Известны циклические изменения геомагнитного поля порядка десятков и сотен миллионов лет. Судя по их длительности, эти наведенные колебания отражают процессы в мантии, влияющие на состояние жидкого ядра. а) Из выделенных “периодов”, подавляющее большинство представляет собой краткие

"всплески", по продолжительности близкие одному-двум полным колебаниям и лишь изредка – от трех до пяти колебаний данного периода; б) колебания различных характеристик с близкими периодами большей частью не синхронны. Можно говорить о предпочтительных интервалах "периодов" независимо от времени их проявления – 20-30, 40-45, 60-70, 80-100, 130-140, 160-180, 250-260, 300-320, 500-600 млн. лет; в) фанерозое наиболее четко группируются колебания всех характеристик поля с периодом ≈ 100 млн. лет; в) нередко периоды колебаний плавно меняются во времени. Большей частью со временем период уменьшается, отражая общее ускорение процесса; г) во всех временных рядах видна граница фанерозоя и рифея. Устойчивость полученных результатов подтверждается их сходством при проведении вейвлет-анализа с разными окнами сглаживания. В неогее существовали два главных режима генерации поля: 1) устойчивое состояние почти без инверсий с минимальными вариациями палеонапряженности, охватывающее десятки млн. лет, такие интервалы расположены через ~ 100 млн. лет в фанерозое и через 160-200 млн. лет во всем неогее, 2) неустойчивое состояние частых инверсий, близкое хаотическому, с максимальными вариациями палеонапряженности.

Можно говорить о трех уровнях связей между процессами в ядре и низах мантии и у поверхности Земли. **Первый уровень** – весь неогей. Это существенные изменения всех характеристик геомагнитного поля в рифее и венде-фанерозое, в то же время резкое различие в степени расчлененности хроностратиграфической шкалы, отражающее мощный подъем в развитии разнообразных форм жизни, начиная с венда-кембрия, это нарушение цикличности в поведении скорости движения плит и завершающий этап существования, и раскол Родинии. Поведение геомагнитного поля в рифее и венде-фанерозое имеет разную фрактальность.

Второй уровень – масштаб геологических эр – отставание начала геологических эр от начала роста частоты геомагнитных инверсий. Отставание составляет 35-60 млн. лет, что соответствует скорости передачи энергии от границы ядро-мантия к поверхности Земли 4-10 см/год. Намечается приуроченность минимальной скорости движения плит к интервалам устойчивой полярности поля. При этом интервалы длительной устойчивой полярности геомагнитного поля, обычно предшествующие началу геологических эр, имеют цикличность, близкую продолжительности эр – 160-200 млн. лет (за исключением двух аномалий между 1150 и 1100 и между 700 и 630 Ма) и близкую галактическому году. Неравномерное приливное замедление вращения Земли коррелирует с крупными интервалами одной геомагнитной полярности. Такая закономерность подтверждается фрактальной размерностью частоты инверсий в неогее около 0,9.

Третий уровень – масштаб геологических периодов – это двоякая связь процессов на поверхности и у ядра Земли: 1) синхронность темпов изменения органического мира, скоростей движения континентальных плит и других геологических событий с частотой инверсий и относительной вариации палеонапряженности. 2) отставание экстремумов скорости движения плит (преимущественно на 30-60 млн. лет) от экстремумов частоты инверсий. Интервалы явного преобладания «синхронного» и «несинхронного» интервалов чередуются.

Приведенные данные можно объяснить действием двух типов механизмов – внешний, синхронный и внутренний, с которым связано отставание процессов на поверхности Земли от процессов у ядра. Между этими процессами нет прямой причинно-следственной связи, скорее это результат действия на все процессы некоего общего механизма. К синхронным можно отнести такие процессы как изменения скорости вращения и положения оси вращения из-за дрейфа континентов, эволюции системы Луна-Земля, Земли в составе Солнечной системы и в общей эволюции Галактики. Режимы замедления-ускорения вращения Земли должны приводить к смене геомагнитной полярности и предпочтению одной из полярностей. С другой стороны, отставание процессов на поверхности Земли от процессов на границе ядра и мантии проще всего представить как результат передачи энергии от границы ядра и мантии (слой **D**) к поверхности Земли (плюмы, конвекция в мантии и т.п.). Величина

отставания соответствует скорости передачи энергии от ядра к поверхности Земли 5-10 см/год, что согласуется со скоростями дрейфа основных плит.

Pechersky, 1998; Печерский и др., 2010. См. магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя.

ДОБРЕЛИТ – минерал кубической сингонии группы тиошпинелей, FeCr_2S_4 . Парамагнетик при комнатной температуре, ферримагнетик с $T_c \sim 170$ К. Распространен в метеоритах, сростки с камаситом, ламели распада троилита.

ДОВЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРВАЛ - интервал, в который с заданной вероятностью попадает оцениваемый параметр. Если параметров много, то говорят о доверительном множестве (которое, вообще говоря, может иметь сложное строение) в многомерном пространстве параметров.

ДОВЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕДЕЛ - верхняя или нижняя граница доверительного интервала. Для доверительного множества сложного строения под доверительными пределами обычно понимают наибольшее и наименьшее значение данного параметра на доверительном множестве.

ДОЛЕРИТ – полнокристаллический равномернозернистый базальт, не содержащий стекла.

ДОЛОМИТ - распространенный породообразующий минерал тригональной сингонии, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Часть магния может быть замещена двухвалентным железом и реже марганцем. Встречается в виде протяженных пластов осадочных доломитов. Также является распространенным жильным минералом, встречается в серпентинитах и других магнезиальных породах. Также разновидность известняка или мрамора, которая более чем на 50% состоит из доломита.

ДОМЕННАЯ ГРАНИЦА (СТЕНКА БЛОХА) – переходный слой между доменами, в котором вектор магнитного момента постепенно поворачивается от его направления в одном домене к другому. В титаномагнетитах, например, толщина стенки варьирует от 50 до 500 нм.

ДОМЕНЫ – области химически однородной среды, отличающиеся физическими свойствами либо упорядоченностью в расположении частиц. *Магнитные домены* – области самопроизвольной намагниченности, на которые разбивается магнитный материал ниже критической температуры (точки Кюри, Нееля). Разбивка магнетиков на домены происходит из-за конкурирующего действия обменных сил (взаимодействие спинов атомов) и магнитных сил (магнитостатическое взаимодействие). В результате образуется магнитная структура, имеющая минимум магнитной энергии. Суммарный магнитный момент такого материала равен нулю. Намагничивание магнитного материала заключается в перемагничивании доменов по направлению намагничивающего поля (*См. магнитный гистерезис*). Резкие границы между доменами энергетически невыгодны. Поэтому между доменами образуется переходный слой (*См. доменная граница*). Существует критический переходный размер зерен от многодоменного к однодоменному состоянию. Этот размер зависит от типа магнитного упорядочения, т.е. от энергии взаимодействия атомов – чем она больше, тем меньше критический размер. Так, у слабого ферромагнетика гематита критический размер достигает 2,5 мкм, тогда как у изометричных зерен ферримагнетика магнетита он менее 0,1 мкм. Промежуточное состояние между одно- и многодоменным называется псевдооднодоменным. Однодоменные зерна отличаются от многодоменных рядом специфических магнитных свойств, в частности, наиболее высокой магнитной жесткостью, относительно высокой остаточной намагниченностью и относительно низкой магнитной восприимчивостью. Из-за магнитостатического взаимодействия между близко расположенными однодоменными зернами различия в магнитных свойствах между ансамблями одно- и многодоменных зерен сглаживаются. Однодоменные зерна, благодаря высокой магнитной стабильности, наиболее надежно сохраняют палеомагнитную информацию. Состояние мелких однодоменных магнитных зерен, время релаксации магнитного момента которых не более времени измерения намагниченности, называется *суперпарамагнитным*. Такие частицы ведут себя в магнитном отношении подобно парамагнитным, но намагниченность их при

этом гораздо выше, чем у парамагнетиков. С ростом температуры предельный размер частиц, ведущих себя как суперпарамагнитные, повышается. Граница суперпарамагнетизма (и соответственно область размера частиц) во времени строго не определена и зависит от задач и методов исследования. См. [диаграмма Прейзаха-Нееля](#), [термомагнитный тест Большакова-Щербаковой](#).

ДОНАТИТ - минерал тетрагональной сингонии $(Cr,Fe)_2[(Fe,Mg)O_4]$.

ДОРРИТ - минерал триклинной сингонии, $Ca_2Mg_2Fe_4^{3+}O_2[Al_4Si_2O_{18}]$. Минерал в щелочных вулканитах, пегматитах и других бедных кремнием магматических породах

ДРЕВНИЕ (СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ) КООРДИНАТЫ – географические координаты палеомагнитного полюса, палеомагнитного направления и т.д. после приведения объекта измерений в палеогоризонтальное положение (выравнивание тектонического наклона пластов до горизонтального положения). См. [тест складки Грэхема](#), [палеомагнитная надежность](#).

ДРЕЙФ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – смещение во времени на запад изопор, фокусов векового хода, центров мировых магнитных аномалий со средней скоростью $0,2^\circ$ в год, обнаруженное по данным обсерваторских наблюдений. Это явление названо западным дрейфом. Анализ палеомагнитных данных показывает существование дрейфа поля и в других направлениях.

ДРЕЙФ КОНТИНЕНТОВ (ПЕРЕМЕЩЕНИЕ КОНТИНЕНТОВ) – изменения положения континентов и других крупных блоков земной коры во времени. Мобилистская гипотеза, впервые разработанная Вегенером, впоследствии количественно обоснованная и получившая дальнейшее развитие, благодаря палеомагнитным данным. Ныне является главной составной частью **тектоники плит**, далее развивающей идеи мобилизма. Согласно этой теории: континенты перемещаются в стороны друг от друга за счет **разрастания океанического дна** между континентами в срединно-океанических хребтах (рифтах), в которых образуется новая океанская кора.

ДУГЛАСИТ - минерал моноклинной сингонии, $K_2FeCl_4 \cdot 2H_2O$. В месторождениях калийных солей.

ДУНИТ – ультраосновная порода, состоящая из оливина. Присутствует акцессорный хромит. По современным представлениям большинство дунитов – остаток мантийного материала после выплавки из него основной базальтовой магмы.

Оливиниты отличаются от дунитов отсутствием хромита. Дуниты, как и другие верхнемантийные породы, немагнитны (парамагнетики).

ДЮФЕНИТ - пластинчатый минерал моноклинной сингонии, $CaFe_2^{2+}Fe_{10}^{3+}(H_2O)_4(OH)_{12}(PO_4)_8$. Синоним - зеленая железная руда. В зоне окисления железорудных месторождений, с лимонитом и др. фосфатами.

[назад](#)

ЕСТЕСТВЕННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_n , NRM) – *остаточная намагниченность*, закрепленная в магнитных (магнитноупорядоченных) минералах горных пород, отпечаток прошлого геомагнитного поля, "окаменелый" магнетизм. Благодаря J_n , сохранена запись древнего геомагнитного поля, единственного на сегодня геофизического поля; чтение этой записи позволяет восстановить историю геомагнитного поля, а через нее динамику ядра Земли, историю движения континентов, осуществлять палеотектонические реконструкции разного масштаба, создать геомагнитную шкалу времени – шкалу полярности геомагнитного поля и др. Обычно J_n включает ряд составляющих, возникших в разные моменты существования горной породы и в разной степени нарушенных к моменту измерения J_n . Разделение J_n на компоненты осуществляется физическими и геофизическими методами.

Изучение природы компонент J_n , помимо палеомагнитного значения, дает ценную петромагнитную информацию об условиях образования и изменения магнитных минералов, например, о температуре и др. Основной закон распределения величин J_n , как и магнитной восприимчивости, в генетически единой группе образцов горных пород *логнормальный*, что объясняется главной зависимостью J_n от концентрации магнитных минералов в породе.

См. [палеомагнетизм](#), [петромагнетизм](#), [магнитостратиграфия](#), [магнитотектоника](#), [шкала геомагнитной полярности](#), [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

Ж

[назад](#)

ЖАДЕИТ - моноклинный барофильный минерал из группы клинопироксенов, $\text{Na}_2(\text{Al,Fe})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}]$.

ЖАДЕИТИТ - метаморфическая горная порода, состоящая преимущественно из *жадеита*.

ЖАНБАНДИИТ - минерал тетрагональной сингонии, $(\text{Fe,Mn})[\text{Sn}(\text{OH})_6]$.

ЖЕДРИТ – минерал группы амфиболов, $(\text{Mg,Fe})_5\text{Al}_2(\text{OH})_2[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}]$.

ЖЕЛВАКОВЫЕ ЛИМОНИТОВЫЕ РУДЫ - осадочные породы, сложенные крупными стяжениями, состоящими из глинистого железняка.

ЖЕЛЕЗИСТАЯ КОРКА - общее название твердой корки в грунте, в которой оксиды железа являются основным цементирующим веществом. Грунтам засушливых и влажных районов свойственны разные типы железистых корок.

ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ – хемогенная осадочная порода, обычно тонкослоистая, содержащая не менее 15% железа осадочного происхождения и обычно, но не обязательно, прослои кремнистых пород. Разнообразные первичные фации железистых кварцитов (обычно невыветрелых) различаются на основании того, в каком виде в них преимущественно присутствует железо: в виде оксидов, силикатов, карбонатов или сульфидов. Обычны для докембрийских отложений, где это глубоко метаморфизованные осадочные породы или вулканогенно-осадочные кварцево-железистые породы. К ним приурочены крупнейшие месторождения железа. Породы полосчатые, с ней связана очень высокая магнитная анизотропия, магнитная текстура. Значительная часть естественной остаточной намагниченности железистых кварцитов приходится на вязкую намагниченность.

ЖЕЛЕЗИСТО-КАРБОНАТНЫЕ (МЕТАЛЛОНОСНЫЕ) ОСАДКИ – красновато-коричневые карбонатные (фораминиферовые) илы, содержащие более 5% железа. Последнее представлено аутигенными гидроокислами. Нередко обогащены Mn, Ni, Co, Cu, Pb. По-видимому, формируются под воздействием гидротерм на дне океана близ разломов. Их появление и накопление коррелирует со скоростью спрединга. Замечено глобальное синхронное обогащение гидроокислами железа осадков, подобных металлоносным, на границе мезозоя и кайнозоя [*Печерский, 2008*].

ЖЕЛЕЗИСТОСТЬ - химический параметр магматической породы равный $(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) / (\text{MgO} + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$.

ЖЕЛЕЗИСТЫЕ ОСАДКИ – осадки, содержащие более 5% железа. Железо может быть аллотигенным (обломочные и вулканогенные минералы) и аутигенным. К слабोजелезистым осадкам (5-10% Fe) относятся прибрежные вулканогенные и терригенно-вулканогенные пески и алевриты, обогащенные обломочными железосодержащими минералами, и разновидности глинистых осадков с повышенным содержанием аутигенных гидроокислов железа (пелагические глины океанских котловин) и обломочных железистых минералов (реже). К железистым (10-20% Fe) и высокожелезистым (20-30% Fe) осадкам относятся преимущественно аутигенные образования типа железистых корок, железомарганцевых конкреций и тонкодисперсные железистые осадки районов вулканической и поствулканической деятельности (например, металлоносные осадки в океане и палеоокеане), болотные железные руды, некоторые прибрежные россыпи. См. [железисто-карбонатные \(металлоносные\) осадки](#).

ЖЕЛЕЗИСТЫЙ ПЕСЧАНИК - бурый или красновато-бурый песчаник, в котором зерна обычно покрыты пленкой окислов железа.

ЖЕЛЕЗНАЯ РУДА - железистая порода, содержащая одно или несколько природных химических соединений, из которых при соответствующей переработке можно извлекать металлическое железо. Основные железные руды состоят преимущественно из гематита (Fe_2O_3), гетита ($\alpha\text{-FeOOH}$), магнетита (Fe_3O_4) и сидерита (FeCO_3).

ЖЕЛЕЗНАЯ ШЛЯПА – верхняя окисленная часть сульфидных месторождений, богатых пиритом. Образуется при окислении сульфидов, выщелачивании серы и большинства металлов. Шляпа состоит преимущественно из различных гидроокислов железа (гётит, гидрогётит и др.), иногда гематита, сульфатов и других минералов. В процессе окисления шляпа обогащается рядом полезных ископаемых, даже если исходные породы не являлись рудами.

ЖЕЛЕЗНЫЙ БЛЕСК - разновидность гематита. См. [спекулярит](#).

ЖЕЛЕЗНЫЙ МЕТЕОРИТ - метеорит, состоящий в основном из сплава железа и никеля. Железные метеориты иногда содержат включения силикатных или сульфидных минералов и часто подразделяются на группы IAB, IC, IAB, IC, ID, IE, IF, IAB, IICD, IIE, IIF, IVA, IVB на основании общего содержания никеля и летучих рассеянных элементов, чаще всего галлия и германия. Железные метеориты – ферромагнетики. NiFe-сплавы, содержащие примесь никеля меньше 30%, при температурах близких к комнатной сохраняют упорядоченную объемно центрированную решетку (α -фаза, *камасит*). При более высоких содержаниях никеля и/или при повышении температуры α -фаза переходит в γ' -фазу с упорядоченной гранецентрированной решеткой (*тетратэнит*) и в γ -фазу с неупорядоченной гранецентрированной решеткой (*тэнит*) [Bozorth,1951]. Точки Кюри железных метеоритов широко варьируют: от отрицательных (тэнит, содержащий примесь никеля менее 30%) до 770°C (чистое железо). У тэнита точки Кюри достигает максимума (620°C около 70% Ni) и далее с ростом содержания никеля она уменьшается до точки Кюри чистого никеля (358°C). Точка Кюри камасита изменяется от 770°C (0%Ni) до 400°C (35%Ni). См. [атаксит](#), [гексаэдрит](#), [октаэдрит](#), [палласит](#) и др.

ЖЕЛЕЗНЯК – обогащенная железом осадочная порода, образовавшаяся либо непосредственно из обогащенного железом осадка, либо путем химического замещения. Железняками обычно называют твердые грубополосчатые или массивные некремнистые осадочные породы фанерозойского возраста, в отличие от докембрийских железистых кварцитов. Железорудные минералы могут быть представлены оксидами (лимонитом, гематитом, магнетитом), карбонатами (сидеритом) или силикатами (шамозитом). Большинство железников, сложенных оксидами железа или шамозитом, имеют оолитовое строение.

ЖЕЛЕЗО – металл, α -фаза (ниже 910°C) имеет объемно-центрированную кубическую решетку, $a=0,2866\text{нм}$; между 910 и 1400°C - γ -фаза с гранецентрированной кубической решеткой, $a=0,364\text{нм}$. Плотность упаковки 1,41. Ферромагнетик, $T_c=769^\circ\text{C}$, удельная намагниченность насыщения $217,75\text{Ам}^2/\text{кг}$. Атомный номер 26, атомный вес 55,85. Как элемент железо является главным компонентом всех природных магнитных и парамагнитных минералов. Природное самородное железо встречается в метеоритах (сплав с никелем), в лунных породах. Частицы металлического железа из космической пыли широко распространены в осадках, в небольших концентрациях (от $10^{-5}\%$ до сотых долей процента). На Земле этот минерал экзотический, попадает в специфических восстановительных условиях, например, на контакте магматической породы с углем. В базальтах встречаются рассеянные зерна самородного железа, обнаружены в базальтах самородки железа весом до нескольких тонн. Известен один пример обнаружения металлического железа в гранулитах из кимберлитов западной Африки: до 0,1% металлического железа в виде мелких включений в распавшемся ильмените [Toft, Haggerty, 1988].

Соединения железа кроме руд распространены в большинстве магматических пород.

См. [условия образования магнитных минералов](#).

ЖЕЛЕЗОБАКТЕРИИ – анаэробные бактерии, которые осаждают трехвалентное железо из растворов путем окисления солей двухвалентного железа или высвобождения окисленных металлов из органических соединений. Скопления образованного таким путем железа дают бактериогенные месторождения. Группа бактерий, участвующих в образовании отложений гидрата окиси железа, автотрофная бактерия *Thiobacillus ferrooxidans* окисляет Fe^{2+} в Fe^{3+} в сильноокислой среде ($\text{pH}=2-4$); окисляет многие сульфиды металлов. Другая группа бактерий окисляет железо при

pH=7. Некоторые бактерии разлагают железосодержащие органические вещества, высвобождая ионы железа, которые выпадают из раствора в виде аморфной гидроокиси железа.

ЖЕЛЕЗОКАМЕННЫЙ МЕТЕОРИТ - общее название метеоритов, содержащих примерно одинаковое количество (по весу) железоникелевой массы и мафических силикатов (пироксена и оливина).

ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВАЯ КОРКА – слой аутигенных гидроокислов Fe и Mn, покрывающий коренные породы, обломки и другие твердые предметы, лежащие на дне морей и океанов. По составу такие корки близки к железомарганцевым конкрециям. Подобные корки образуются и при так называемом «пустынном загаре» пород, содержащих железо.

ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ – См. [конкреции](#).

ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ АЛГОМСКОГО ТИПА - хемогенная железорудная формация, состоящая из тонкополосчатого переслаивания кремнистых пород и железной руды в ассоциации с вулканическими породами и граувакками. Приурочена к вулканическим дугам преимущественно архейского возраста.

ЖЕЛОБ (ГЛУБОКОВОДНЫЙ, ОКЕАНСКИЙ) – узкая глубоководная впадина в океане, линейно вытянутая вдоль островной дуги или континентальной окраины со стороны океана. Такие желоба глубиной почти до 11 км (в Марианском желобе) на несколько км глубже окружающего дна океана и могут достигать нескольких тысяч километров в длину. Согласно тектонике плит желоб – это зона погружения (субдукции) океанской литосферы.

ЖЕСТКОСТЬ – См. [магнитная жесткость](#).

ЖЕФФРОИТ - минерал кубической сингонии, $(\text{Cu,Fe,Ag})_9(\text{Se,S})_8$. Образуется совместно с пентландитом.

ЖИЛА – (в геологии) протяженное в двух направлениях геологическое тело, образовавшееся в результате заполнения полости трещин минеральным веществом (жила выполнения) либо вследствие метасоматического замещения горной породы вдоль трещины (жила замещения).

[назад](#)

ЗАДУГОВАЯ ВПАДИНА - впадина с преимущественно океанской корой, расположенная в тылу вулканической островной дуги (со стороны, противоположной глубоководному желобу). См. [тыловая зона](#).

ЗАКАЛКА – быстрое охлаждение материала, предотвращающее развитие процессов перехода его из состояния, равновесного при высокой температуре, в состояние, устойчивое при низкой температуре. В экспериментах используется для фиксации высокотемпературного состояния вещества. Зона закалки в изверженных породах – это эндоконтакты интрузивов, возникшие при быстром остывании тела на контакте с холодными вмещающими породами; это подошвы лавовых потоков, края подушечных лав (быстрое остывание при излиянии лавы в воду) и т.п. В зоне закалки породы стекловатые, тонкозернистые; петрохимический состав их наиболее близок составу материнской магмы. Однако состав первичных магнитных минералов отличается от их состава во внутренних частях магматических тел из-за нарушения равновесных окислительных и других условий в сторону более высокой летучести кислорода, в результате кристаллизуются менее титанистые титаномагнетиты вплоть до магнетита. Сказанное существенно влияет на магнитные свойства пород из зоны закалки (рост точек Кюри, магнитной жесткости, уменьшение намагниченности и др.). Так что для петромагнитного изучения происхождения магмы, условий в ней, зоны закалки не годятся, в то же время – это благоприятные объекты для палеомагнитных исследований.

ЗАКОН АДДИТИВНОСТИ ПАРЦИАЛЬНЫХ ТЕРМООСТАТОЧНЫХ НАМАГНИЧЕННОСТЕЙ – См. [законы Телье](#).

ЗАКОН КЮРИ-ВЕЙСА – обратно пропорциональная зависимость магнитной восприимчивости от температуры для парамагнетиков (значит и для магнетиков выше их точки Кюри или точки Нееля). Зависимость имеет вид $\chi = C/(T-D)$, где C и D – константы, для магнитных материалов $D = T_c$.

ЗАКОН НАМАГНИЧИВАНИЯ РЭЛЕЯ (ОБЛАСТЬ РЭЛЕЯ) – зависимость намагниченности магнитных материалов от напряженности магнитного поля в слабых полях, когда напряженность поля, действующая на образец, много меньше его коэрцитивной силы. В этой области производная намагниченности линейно зависит от напряженности намагничивающего поля.

ЗАКОН НЕЗАВИСИМОСТИ ПАРЦИАЛЬНЫХ ТЕРМОНАМАГНИЧЕННОСТЕЙ – См. [законы Телье](#).

ЗАКОНЫ ТЕЛЬЕ – законы поведения парциальных термоостаточных намагниченностей (**pTRM**). А) *Закон аддитивности* или *закон сложения парциальных термоостаточных намагниченностей*. Если создается последовательность **pTRM** от температур T_1 до T_2 , от T_2 до T_3 и т.д., от T_{n-1} до T_n , то их сумма равна парциальной термонамагниченности от T_1 до T_n . Этот закон справедлив как для процесса термонамагничивания, так и терморазмагничивания.

Б) *Закон независимости парциальных термоостаточных намагниченностей*. **pTRM**, созданная в интервале от T_1 до T_2 остается неизменной при нагреве образца в отсутствие магнитного поля до температуры, меньшей T_2 , и полностью исчезает при нагреве образца до температуры выше T_1 , частично исчезает, если температура нагрева между T_1 и T_2 . Закон независимости выполняется для однодоменных зерен и не выполняется для многодоменных магнитных зерен. На этом построен терромагнитный тест Большакова-Щербаковой доменной структуры материала. См. [термическая остаточная \(термоостаточная\) намагниченность](#), [диаграмма Арай-Нагаты](#) и др.

ЗАКРЫТАЯ СИСТЕМА – система, у которой отсутствует взаимодействие с внешней средой, хотя (в отличие от *изолированной системы*) допускается поступление или потеря тепла (тепловой контакт). Система базальтовой магмы обычно близка к закрытой даже при излиянии и остывании лав.

ЗАПАДНЫЙ ДРЕЙФ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – См. [дрейф геомагнитного поля](#).

ЗАРАТИТ – вторичный минерал $\text{Ni}_3(\text{OH})_4(\text{CO}_3) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Встречается в виде корочек или плотных масс.

ЗАРОДЫШИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ – небольшие участки магнитного материала, самопроизвольная намагниченность которых составляет угол около 180° с направлением результирующей намагниченности образца (при уменьшении внешнего магнитного поля или смене его знака).

ЗЕМНАЯ КОРА – верхняя твердая оболочка Земли, лежащая на мантии; верхняя часть литосферы, располагающаяся выше сейсмической границы Мохоровичича. См. [континентальная земная кора](#), [океанская земная кора](#).

ЗЕМНОЙ МАГНЕТИЗМ – См. [геомагнетизм](#), [геомагнитология](#), [геомагнитное поле](#), [главное магнитное поле Земли](#).

ЗИГЕНИТ – минерал кубической сингонии, тиошпинель из группы линнеита, $\text{Ni}_2[\text{CoS}_4]$. Может содержать в заметном количестве медь и/или железо.

ЗОДАКИТ – пластинчатый минерал моноклинной сингонии родственный монтгомерииту, $\text{Ca}_4(\text{H}_2\text{O})_8\text{Mn}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_3]_2$.

ЗОНА БЕНЬОФФА – плоская сейсмофокальная зона, уходящая наклонно от глубоководных желобов под островные дуги или активные континентальные окраины до глубин 50-700 км. Объединяет очаги землетрясений, образующиеся при субдукции внутри или на верхней границе погружающейся литосферной плиты.

ЗОНА МАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ (МАГНИТОЗОНА) – интервал одной магнитной полярности между соседними инверсиями, зафиксированный по естественной остаточной намагниченности в одном, но лучше – в серии геологических объектов. Временной аналог зоны – *хрон (магнитохрон)*.

См. [шкала геомагнитной полярности](#), [геомагнитная инверсия](#).

ЗЮССИТ – минерал кубической сингонии, встречающийся в метеоритах, Fe_3Si .

[назад](#)

И

[назад](#)

ИВАКИИТ - Минерал $(\text{Fe}, \text{Mn})_2^{3+} [\text{Mn}^{2+} \text{O}_4]$. Относится к группе шпинели и является тетрагональной диморфной формой якобита. В регионально метаморфизованных слоистых месторождениях марганца.

ИГНИМБРИТЫ – развитые на обширных площадях преимущественно кислые вулканические образования, состоящие из пемз, лавоподобных спекшихся туфов (туфолав).

ИГОЛЬЧАТЫЙ ЖЕЛЕЗНЯК - разновидность гетита в виде агрегата тонкостолбчатых кристаллов.

ИДАИТ - минерал гексагональной сингонии, Cu_5FeS_6 . В гидротермальных месторождениях с сульфидами меди в ассоциации с борнитом.

ИДДИНГСИТ - смесь силикатов и окислов железа, кальция и магния, возникающая в результате изменения оливина. Образует ржаво-красные выделения в основных магматических породах.

ИДЕАЛЬНАЯ (БЕЗГИСТЕРЕЗИСНАЯ) ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ ($J_{\text{гб}}$, ARM) – остаточная намагниченность, созданная в результате изотермического намагничивания магнитного материала в постоянном магнитном поле при одновременном воздействии переменного магнитного поля, амплитуда которого убывает от поля насыщения H_s данного материала до нуля. Величина и свойства $J_{\text{гб}}$ широко используются для петромагнитной характеристики породы, для сравнения с J_n и ее компонент с другими видами остаточной намагниченности, в ряде методов определения величины напряженности древнего геомагнитного поля и др. См. [палеонапряженность](#).

ИДИОМОРФИЗМ – способность минералов принимать определенные, свойственные им кристаллографические очертания, обусловлена кристаллизационной способностью вещества. Обычно считается, что идиоморфизм зависит от порядка выделения минералов из расплава, раствора. Но этот признак неоднозначен.

ИЗВЕСТКОВО-СИЛИКАТНАЯ ПОРОДА - метаморфическая порода, сложенная главным образом кальцийсодержащими силикатами, например, диопсидом и волластонитом, и образованная в результате метаморфизма известняков и доломитов.

ИЗВЕСТКОВО-ЩЕЛОЧНЫЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ – породы, относительно обогащенные Ca, Na, K, Al; в них преобладают полевые шпаты, роговая обманка, авгит, присутствуют другие минералы. В результате дифференциации и т.п. процессов известково-щелочные породы образуют серии от основных до кислых пород с преимущественным распространением средних пород. Они типичны для островодужного магматизма, т.е. для зон преимущественного сжатия (точнее, чередования сжатия и растяжения с преимущественным сжатием).

ИЗВЕСТНЯКИ – осадочные породы, состоящие главным образом из кальцита. Преимущественно морские весьма распространенные образования, обычно содержат много окаменелостей, часто состоят сплошь из них (фораминиферовые известняки и т.п.). Известняки могут иметь как органическое, так и неорганическое происхождение. Имеют примеси терригенных частиц, среди которых встречаются зерна магнетита, гематита, которые мало изменяются со времени попадания в осадки, т.е. такие породы – весьма благоприятный объект для палеомагнитных исследований, но из-за крайне низкой концентрации магнитных зерен естественная остаточная намагниченность известняков обычно очень низка, надежные ее измерения, особенно после чистки, возможны только на высокочувствительных магнитометрах, типа криогенных.

ИЗЕРИН - разновидность ильменита, встречающаяся в виде округлых кристаллов или зерен в песках.

ИЗОГОНЫ – линии равных магнитных склонений. См. [магнитная съемка](#).

ИЗОГРАДА - линия на диаграмме и карте, соединяющая точки, в которых метаморфизм происходил при одинаковых РТ-условиях, на что указывает

распространение горных пород, принадлежащих к одной и той же метаморфической фации. Представляет собой пересечение наклонной изоградной поверхности с поверхностью Земли и отвечает границе между двумя смежными фациями или зонами с различной степенью метаморфизма. Эта граница определяется появлением индексирующих минералов; например, изограда граната, изограда ставролита. В качестве изограды возможно использовать петромагнитные признаки, как намагниченность (концентрация магнитных минералов), точки Кюри (состав магнитных минералов), магнитная анизотропия, текстура и т.п.

ИЗОДИНАМЫ – линии равных значений модуля или составляющих напряженности геомагнитного поля. См. [магнитная съемка](#).

ИЗОКЛИНАЛЬНАЯ СКЛАДКА – складка, у которой крылья залегают практически антипараллельно друг другу.

ИЗОКЛИНЫ – линии равных магнитных наклонений. См. [магнитная съемка](#).

ИЗОКУБАНИТ – минерал CuFe_2S_3 . Из сульфидных гидротермальных полей океанов.

ИЗОЛИРОВАННАЯ СИСТЕМА – закрытая система, у которой отсутствует и тепловой обмен с окружающей средой. См. [закрытая система](#).

ИЗОМОРФИЗМ – способность элементов замещать друг друга в кристаллической решетке с образованием минералов переменного состава (твердые растворы). Подобные вещества образуют изоморфный ряд, например, магнетит-ульвошпинель, гематит-ильменит, форстерит-фаялит и др.

ИЗОПАХИТА – линия на карте, проведенная через точки равной мощности какой-либо выбранной стратиграфической единицы или группы стратиграфических единиц и магнитостратиграфических единиц (магнитоизопахита).

ИЗОПОРЫ – линии равных изменений геомагнитного поля.

ИЗОПЛЕТА – общее обозначение линии на карте или диаграмме, вдоль которой все точки имеют постоянные или равные значения переменной величины, элемента или параметра в пространстве или во времени.

ИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ – намагничивание при постоянной температуре. Все виды намагниченности, созданные при постоянной температуре, являются изотермическими.

ИЗОТОПНЫЙ ВОЗРАСТ – возраст, выраженный в годах или миллионах лет, вычисленный по количественным определениям содержания материнских и дочерних изотопов в процессе распада радиоактивных элементов. Сокращения Ка для тысяч (10^3), Ма для миллионов (10^6) и Ga для миллиардов (10^9) лет общеприняты для обозначения временного промежутка, отсчитываемого назад от настоящего времени (лет назад), но не для продолжительности интервала геологического времени между событиями. См. [абсолютный возраст, радиологические методы датирования](#)

ИЗОТРОПНАЯ ТОЧКА (T_K) – температура, при которой первая константа кристаллографической анизотропии K_1 меняет знак. При этой температуре падает практически до нуля *коэрцитивная сила* магнитного материала. У магнетита $T_K = -143^\circ\text{C}$, с появлением нескольких процентов примесей или вакансий T_K исчезает.

ИЗОТРОПНОЕ – вещество, обладающее одинаковыми свойствами во всех направлениях. Изотропными обычно бывают кристаллы кубической сингонии, например, феррошпинели, и аморфные вещества.

ИЗОФЕРРОПЛАТИНА – минерал кубической сингонии, приблизительная формула Pt_3Fe .

ИЗОХАЛЬКОПИРИТ – минерал, $(\text{Fe,Cu})\text{S}$.

ИЗОХРОНА – а) линия на карте или диаграмме, соединяющая все точки, в которых данное событие или явление происходит одновременно или которые отвечают одинаковым отрезкам времени. б) Если изотопные отношения определяются независимо в нескольких системах, имеющих общую историю (например, в разных минералах одной породы), и отношение дочернего изотопа (D_r) к соответствующему нерадиоактивному изотопу (D_n) было изначально равным во всех образцах, тогда график D_r/D_n относительно P/D_r (где P — материнский изотоп D_r) будет представлять

собой прямую линию, или изохрону. Угол наклона изохроны увеличивается с увеличением возраста исследуемых систем в соответствии с уравнением $m=e^t-1$. **См. радиологические методы датирования. Фор, 1989.**

ИЛ – тонкозернистый водонасыщенный неконсолидированный осадок современных водоемов, океанов, озер и т.п.

ИЛИМАУССИТ - минерал, $Ba_2Na_4CeFeNb_2[Si_8O_{28}] \cdot 5H_2O$.

ИЛЬВАИТ – минерал, $CaFe_2^{2+}Fe^{3+}O(OH)[Si_2O_7]$, родственник эпидоту.

ИЛЬМЕНИТ – минерал, $FeTiO_3$, крайний член серий твердых растворов гемоильменитов, пикроильменитов; тригональный, постоянная кристаллической решетки $a=0,5534\text{нм}$; $\alpha=54^\circ 51'$; удельный вес 4,7-4,78 г/см³, плотность упаковки 1,56. В природном ильмените обычны примеси магния, марганца. Выше температуры -205°C ильменит – парамагнетик, ниже – антиферромагнетик. Часто присутствует в породах, главным образом магматических, в виде обособленных первичных зерен и продуктов гетерофазного изменения титаномагнетитов и гемоильменитов. Благодаря устойчивости ильменита в поверхностных условиях, в осадках образуются его россыпи. При метаморфизме переходит в магнетит и рутил, гематит и рутил, замещается сфеном. Конечные продукты низкотемпературного окисления (выветривания) ильменита: лейкоксен, гидроокислы железа, гематит. **См. гемоильмениты.**

ИЛЬМЕНОРУТИЛ - минерал, $(Ti,Nb,Fe)O_2$.

ИМАНДРИТ - минерал из группы ловозерита, $Na_{12}Ca_3Fe_2^{3+}(OH)_{12}[Si_6O_{18}]$. В нефелиновых сиенитах и пегматитах.

ИМГРЭИТ - минерал гексагональной сингонии, $NiTe$. В медно-никелевых рудах.

ИМПАКТИТ – переплавленная при ударе метеорита горная порода, состоящая главным образом из стекла, обломков пород и минералов, в которых отмечаются признаки ударного метаморфизма. **См. тектиты.**

ИМПАКТНАЯ СТРУКТУРА (УДАРНАЯ СТРУКТУРА) - округлая или в форме кратера морфоструктура, возникшая в результате удара (обычно внеземного тела) о земную поверхность.

ИНВАР - сплав никеля и железа, содержащий около 36% никеля и имеющий чрезвычайно малый коэффициент температурного расширения.

ИНВЕРСИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – **См. геомагнитная инверсия.**

ИНГРЕССИЯ - проникновение моря на сушу в пределах ограниченного участка, например, затопление речной долины.

***ИНДЕКС ПАЛЕОМАГНИТНОЙ НАДЕЖНОСТИ (ИПН)** – количественный критерий надежности палеомагнитных определений, суммирующий по возможности всю информацию о конкретном определении. Для решения конкретной задачи (магнитотектоническая, магнитостратиграфическая, палеомагнитное картирование и т.д.) схемы реализации определения ИПН различны [*Палеомагнитология, 1982; Печерский, Диденко, 1995 и др.*].

Для определения координат палеомагнитного полюса и решения магнитотектонических задач это, прежде всего: 1) достаточно точно определенный возраст пород ($\pm 4\%$) и соответствие одной из компонент J_n этому возрасту; 2) достаточное количество независимо ориентированных образцов и удовлетворительные статистические параметры распределения векторов намагниченности коллекции; 3) наличие положительных геофизических тестов; 4) "тектоническое соответствие" – положение изученных пород в одном тектоническом блоке; 5) полное детальное размагничивание, сопровождающееся компонентным анализом; 6) наличие в коллекции прямо и обратно намагниченных пород; 7) отсутствие признаков регионального перемагничивания.

Основными источниками информации о палеомагнитных направлениях и полюсах в настоящее время являются опубликованные или компьютерные каталоги, в которых часто нельзя определить соответствие исходных палеомагнитных данных ряду критериев: например, для большей части определений по территории России нельзя восстановить различия между направлениями прямой и обратной полярности, между породами различного генезиса. Другая проблема связана с формальным

использованием менее значимых критериев (например, предельный уровень числа образцов, α_{95} , публикации) в равном весе с такими высоко значимыми критериями, как тест складки, соответствие компонент J_n определенному возрасту и т.п. В результате возникает ситуация, когда за счет второстепенных признаков определению присваивается достаточно высокий индекс надежности, даже если высоко значимые признаки отсутствуют или дают отрицательный результат. Поэтому предпочтительна схема, в которой для высокого ИПН обязательны позитивные высоко значимые критерии, тесты. В [Печерский, Диденко, 1995] предложена схема определения ИПН, где каждая последующая оценка суммирует предыдущие:

- 1) вес 0 – определение с указаниями на перемагничивание, время которого неизвестно;
- 2) вес 0,1 – отсутствуют данные о применении тестов, указывающих на соответствие возраста стабильной компоненты J_n возрасту пород (в первую очередь, тесты обжига, длинных частиц, складки, галек, обращения);
- 3) вес 0,3 – точность определения возраста пород хуже 20 млн. лет;
- 4) вес 0,5 – количество независимо ориентированных образцов $N < 25$, кучность $K < 10$ и угол доверия $\alpha_{95} > 15^\circ$;
- 5) вес 0,6 – отсутствует компонентный анализ;
- 6) вес 0,8 – отсутствует Т-чистка;
- 7) вес 1,0 (высший) – в суммарное палеомагнитное направление входят первичные или близкие им по возрасту компоненты различного генезиса (термическая и ориентационная), если полученное палеомагнитное направление статистически совпадает с направлением первичных или близких им компонент J_n , строго определено время их приобретения.

ИНДИТ - минерал кубической сингонии, $\text{In}_2[\text{FeS}_4]$.

ИНДУКТИВНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_i) – магнитный момент единицы объема тела, возникающий при действии внешнего магнитного поля. Величина J_i в слабых полях прямо пропорциональна напряженности магнитного поля, коэффициент пропорциональности – магнитная восприимчивость материала. В теле конечных размеров индуктивная намагниченность зависит от эффективного поля, которое меньше внешнего поля на величину внутреннего размагничивающего поля. Индуктивная намагниченность, особенно глубинных тел, часто определяет интенсивность магнитных аномалий. См. [магнитная восприимчивость](#), [аномальное магнитное поле](#).

ИНДУКЦИИ УРАВНЕНИЕ – См. [уравнение индукции](#).

ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОТСЧЕТА – система отсчета, в которой выполнен закон инерции, т.е. тело, на которое не действуют силы, сохраняет равномерное и прямолинейное движение или продолжает покоиться. Существование такой системы отсчета неявно постулируется в физике. Многие системы отсчета, используемые на практике, близки к инерциальным. Системы координат в инерциальной системе отсчета тоже называются инерциальными.

ИНКАИТ - минерал, $\text{Pb}_4\text{FeSn}_4\text{Sb}_2\text{S}_{15}$.

ИНКОНГРУЭНТНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ – плавление, при котором состав образующегося расплава отличается от состава плавящейся твердой фазы.

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ - оценка значения функции, основанная на двух и более известных крайних значениях. Используется для оценки промежуточных значений между известными точками вдоль линии или на поверхности.

ИНТРАТЕЛЛУРИЧЕСКИЙ - (а) Вкрапленник более ранней генерации по сравнению с основной массой породы. Образуется на глубине до излияния магмы в виде лавы. (б) Период кристаллизации, протекающий глубоко в земной коре, до излияния магмы в виде лавы. (в) Находящийся или образованный в глубинах Земли.

ИНТРУЗИВ – тело, сформировавшееся в результате внедрения (*интрузии*) магмы на глубине (без выхода на дневную поверхность, т.е. без излияния лавы).

ИНТРУЗИЯ – внедрение магмы в земную кору.

ИНФИЛЬТРАЦИЯ - движение жидкости в твердом веществе через пустоты и трещины.

ИНФРАСТРУКТУРА - структура, образованная на глубинных уровнях земной коры в условиях, характеризующихся высокой температурой и давлением. Для нее характерна пластическая складчатость, образование мигматитов, а также гранитов и других магматических горных пород. Подобные условия свойственны внутренним частям большинства орогенических поясов, но данный термин предпочтительнее использовать для участков, где инфраструктура контрастирует с перекрывающей ее, менее нарушенной, толщей, или *супраструктурой*.

ИОННОЕ ТРАВЛЕНИЕ – удаление вещества с поверхности кристалла (шлифа) под действием ионной бомбардировки, в результате выявляется структура поверхности, доменная структура магнитных материалов.

ИОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ – кристаллы с преимущественно ионным (электростатическим) характером связи между атомами.

ИОЦИТ – минерал FeO со структурой NaCl. См. [вюстит](#).

ИСТИРАНИЕ - акт или процесс, которому подвергаются несцементированные обломки пород или частицы, перемещаемые ветром, волнами, проточной водой или льдом. Истирание происходит путем трения, измельчения, удара, царапания, столкновения обломков и частиц друг с другом, в результате чего уменьшаются их размеры и повышается степень окатанности. В строгом смысле — это истирание обломков пород с уменьшением их размера, т.е. одновременный механизм абразии и коррозии.

ИСТИННОЕ ДВИЖЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПОЛЮСА. Такое движение по палеомагнитным данным ряда исследователей в разные периоды фанерозоя достигало 30° и более, как за счет смещения мантии относительно ядра, так и поворота всей Земли, в частности, возможного и за счет дрейфа континентов.

ИСТИННЫЙ АЗИМУТ - азимут, замеренный по часовой стрелке от направления на истинный север до данного направления по шкале от 0 до 360°.

ИТАБИРИТ – полосчатая метаморфическая порода, разновидность железистого кварцита, в котором первоначальные кремнистые или яшмовые прослои перекристаллизованы в агрегат зерен кварца, железо присутствует в виде тонких слоев гематита, магнетита или мартита. Характерно низкое содержание силикатов (главным образом мусковит). Термин широко используется в Южной Америке и Африке.

ИТЕРАЦИЯ - обработка методом последовательных приближений, каждое из которых основывается на изменениях, вычисленных по предыдущим итерациям, для достижения максимального соответствия желаемому решению.

ИШКУЛИТ - хромсодержащая разновидность магнетита.

[назад](#)

К

[назад](#)

Ка – kilo- annum – тысяч лет тому назад. См. абсолютный возраст.

КААТИАЛАИТ - минерал, $\text{FeAs}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Из зоны окисления сульфидных руд (арсенатов).

КАЖУЩАЯСЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ – измеряемая эффективная величина магнитной восприимчивости, заниженная по сравнению с истинной из-за влияния размагничивающего фактора. У горных пород, магнитная восприимчивость которых не более 10^{-2} ед. СИ, кажущаяся восприимчивость практически равна истинной.

КАЗАНЦЕВА УРАВНЕНИЕ – См. уравнение Казанцева.

КАЗАХСТАНИТ - минерал, $\text{Fe}_5(\text{OH})_9\text{V}_{15}\text{O}_{39} \cdot 8.5\text{H}_2\text{O}$. Округлые зерна и корки в ассоциации с бокситом.

КАКОКСЕНИТ - минерал гексагональной сингонии, $\text{Fe}_{24}^{3+}\text{AlO}_6(\text{OH})_{12}(\text{PO}_4)_{17} \cdot 75\text{H}_2\text{O}$. Часто встречается в железной руде как включение в разных минералах, реже - в виде игольчатых кристаллов.

КАЛЬДЕРА - обширная вулканическая депрессия, более или менее округлая или циркоподобная, диаметр которой во много раз превышает диаметр заключенного в ней кратера или кратеров.

КАЛЬДЕРИТ - минерал кубической сингонии, $\text{Mn}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$; марганцево-железистый конечный член группы гранатов.

КАЛЬЦИЕВЫЙ ФАРМАКОСИДЕРИТ - минерал кубической сингонии, $\text{CaFe}_4^{3+}(\text{OH})_5(\text{AsO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. В зоне окисления мышьяково-сульфидных руд.

КАЛЬЦИОФЕРРИТ – минерал, $\text{CaFe}[(\text{OH})_8\text{PO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$, типичен для конкреций в глине.

КАЛЬЦИТ – минерал тригональной сингонии, CaCO_3 , главная составная часть известняков, мергелей, входит во многие метаморфические породы, присутствует в щелочных породах, заполняет жилы, пустоты в разных породах. Разновидность кальцита ромбической сингонии – анкерит. Один из главных спутников кальцита – *доломит*, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

КАМАСИТ – минерал, α -фаза сплава никеля и железа с преимущественным содержанием никеля 5–7% и имеет объемноцентрированную решетку кубической сингонии, α -(Fe,Ni). Распространен в железных метеоритах в виде полос и поясков, окаймленных пластинками *тэнита*. Явно преобладает среди металлических частиц космической пыли, попавших в земные осадки [Pechersky,2010]. См. железный метеорит, космическая пыль.

КАМИОКИТ – минерал гексагональной сингонии, $\text{Fe}_2\text{Mo}_3\text{O}_8$. Жилы в гранитных дайках.

КАМПТОНИТ - *лампрофир*, в котором плагиоклаз преобладает над щелочным полевым шпатом, а общее количество полевых шпатов превосходит количество фельдшпатоидов.

КАНГА - плотная, весьма консолидированная, богатая железом порода (бразильский термин). Состоит из обломков *итабирита*, высокосортного гематита или другого богатого железом материала, сцементированных лимонитом, содержание которого варьрует от 5% до >95%.

КАНКИТ – минерал моноклинной сингонии, $\text{FeAsO}_4 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$. Продукт изменения арсенопирита.

КАНЬОН - протяженная, глубокая, относительно узкая долина с очень высокими обрывистыми склонами, прорезающая плато или гористую местность, часто с водным потоком на дне. Каньоны характерны для аридных или семиаридных областей, где скорость врезания рек значительно превышает скорость выветривания.

КАОЛИН - мягкая, относительно малопластичная, рыхлая, обычно белая или почти белая глинистая порода, которая преимущественно сложена глинистыми минералами из группы каолинита, главным образом самим каолинитом и часто содержит примесь

слюды или кварца. Чистый каолин – диамагнетик. Как немагнитный и огнеупорный материал, используется в петромагнитных экспериментах, в частности, термомагнитных, для закрепления образца.

КАРБОЙРИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}_2^{2+}\text{Al}(\text{OH})_4[\text{Al}_3\text{O}_2(\text{GeO}_4)_2]$. Встречается в сфалерите в ассоциации с Ge-содержащим кварцем.

КАРБОНАТИТЫ – существенно карбонатные горные породы (более 50% карбонатных минералов), входящие в комплексы щелочных основных-ультраосновных пород. Обычно содержат титаномagnetит, magnetит с примесью магния, титана и пр. Происхождение магматическое, метасоматическое (от высоко- до низкотемпературного). С карбонатами связаны многие крупные месторождения. Присутствие в карбонатах различных по составу и структуре magnetитов делает эти породы перспективными для петромагнитного и палеомagnetного изучения.

КАРБОНАТНЫЙ ТЕРМОМЕТР - зависящее от температуры отношение изотопов ^{18}O и ^{16}O в карбонатных раковинах ископаемых морских животных. Используется для определения температуры воды, при которой происходило образование раковины. Точность определения зависит от первичного изотопного состава, находящегося в равновесии с окружающей водой, от знания изотопного состава воды и от степени неизменности материала (отсутствия последующего изотопного фракционирования или замещения).

КАРИБИБИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Fe}_2^{3+}[\text{As}_4^{3+}\text{O}_9]$.

КАРМИНИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{PbFe}_2(\text{OH})_2(\text{AsO}_4)_2$. Из зоны гипергенеза сульфидных руд.

КАРСТ - рельеф, возникающий в результате выщелачивания и растворения известняков, доломитов и гипсов с образованием провалов, пещер и подземных водотоков.

КАРФОСИДЕРИТ – минерал тригональной сингонии, $\text{Fe}[(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}(\text{SO}_4)_2]\text{H}_2\text{O}$, из зоны окисления колчеданных месторождений.

КАССИТЕРИТ – минерал, SnO_2 , оловянный камень, главная руда на олово. Обычно присутствует в высокотемпературных метасоматических, гидротермальных образованиях, температура образования 300-600°C. Часто содержит примесь железа в виде микровключений magnetита. Поэтому касситерит может быть благоприятным объектом для палеомagnetных исследований.

КАТАГЕНЕЗ – тип химических и физико-химических процессов в земной коре, протекающих при низких РТ. Отвечает стадии жизни осадочной породы между диагенезом и метаморфизмом. Характеризуется интенсивным уплотнением осадочной породы и частичным преобразованием устойчивых терригенных и аутигенных минералов. См. [ЛИТОГЕНЕЗ](#).

КАТАЗИЯ - раннепалеозойский континентальный массив, в пределах которого в настоящее время расположены юго-восточный Китай, Индокитай и архипелаг юго-восточной Азии. Он располагался к востоку от Гондваны.

КАТАЗОНА - самая глубинная зона метаморфизма, для которой характерны высокие температуры (500–700°C), преимущественно высокое гидростатическое давление и отсутствие или слабое проявление скалывающих напряжений. В пределах катазоны происходит длительный процесс перестройки и перекристаллизации вещества, часто без деформаций, причем глубинный метаморфизм сочетается с магматизмом. В результате формируются кристаллические сланцы и гнейсы высоких ступеней метаморфизма, гранулиты, эклогиты и амфиболиты.

КАТАКЛАЗ – нарушение внутреннего строения и частичное раздробление горных пород при дислокационном метаморфизме; существенно сказывается на магнитных свойствах горных пород, прежде всего на структурно-чувствительных магнитных характеристиках.

КАТАСТРОФИЗМ - (а) учение, согласно которому внезапные, сильные, кратковременные, более или менее глобальные события приводят к значительным изменениям в земной коре. (б) Учение, согласно которому изменения фауны и флоры Земли объясняются периодически повторяющимися катастрофами, за которыми

следуют периоды развития новых организмов. Противоречит эволюционной теории и многим фактам.

КАТАФОРИТ - минерал из группы амфиболов: $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Fe}^{2+}, \text{Al})_5(\text{OH})_2[\text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$.

КАТТЪЕРИТ - минерал со структурой пирита кубической сингонии, CoS_2 .

КАФАРСИТ - минерал кубической сингонии, $(\text{Ca}, \text{Mn})_8(\text{Ti}, \text{Fe})_{6.5}(\text{As}^{3+}\text{O}_3)_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В трещинах гнейса.

КАФЕТИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Al})_2\text{Ti}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. В пегматитах щелочно-ультраосновных пород.

КАЧЕСТВО ПРИБЛИЖЕНИЯ - статистический критерий, применяемый с целью установления эквивалентности наблюдаемых данных с теоретическим распределением, с другими наблюдаемыми значениями или с какими-либо математическими функциями

КВАРЦИТ – существенно кварцевая метаморфическая, метасоматическая порода.

См. [железистые кварциты](#), [вторичные кварциты](#).

КЕРАТОФИР - вулканические и гипабиссальные интрузивные породы, которые содержат преимущественно вторичные альбит или альбит-олигоклаз, хлорит, эпидот и кальцит.

КЕРСУТИТ – минерал, амфибол, $\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Ti}(\text{OH})_2[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}]$; встречается в вулканитах среднего и основного состава, реже – в перидотитах, пироксенитах.

КИРИЛОВИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Na}[\text{Fe}_3^{3+}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4(\text{PO}_4)_2]$. Минерал из группы фосфатов, железистый аналог бирюзы.

КИМБЕРЛИТ – щелочная ультраосновная порода, богатая минералами высоких давлений, является эруптивной брекчией, в которой среди разнородных включений обязательно присутствуют пиропсодержащие ультраосновные и другие породы, считающиеся ксенолитами. Эти породы содержат ильменит, гемойльмениты, пикроильмениты. В массе, вмещающей ксенолиты, присутствуют титаномagnetиты, магнетит.

КИНЕМАТИКА ДВИЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ – основа тектоники плит. В теории тектоники плит литосферные плиты в первом приближении принимаются абсолютно жесткими телами, соответственно, кинематика их движения на сфере подчинена строго геометрическим правилам. Следы движения плит определяются по линейным магнитным аномалиям, трансформным разломам и т.п. В конечном счете, по ним рассчитываются полюсы вращения ансамбля плит для любого момента времени. По указанным данным оцениваются лишь относительные движения плит. Для оценки абсолютных движений плит используются палеомагнитные данные о координатах палеомагнитных полюсов отдельных плит, данные о положении горячих точек, как менее подвижных, чем литосферные плиты.

КИНЕТИКА (химическая) – учение о скорости химических реакций, раздел физической химии. Под кинетикой реакций понимают зависимость скорости реакции от концентраций веществ, температуры и других параметров. Реакция может протекать *гомогенно*, т.е. в объеме фазы, и *гетерогенно*, т.е. на границе раздела фаз.

КИНИЧИЛИТ - Минерал $\text{Na}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2(\text{Te}^{4+}\text{O}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Зона окисления золотосеребряных жильных руд.

КИРОВИТ – минерал, $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Продукт окисления пирита и др.

КИСЛАЯ ПОРОДА – магматическая порода с содержанием $\text{SiO}_2 > 65\%$ – граниты, гранодиориты, липариты, дациты и др.

КЛАРК – константа распространенности элемента (среднее содержание) в земной коре, литосфере, всей планете, крупной геохимической системе и др.

КЛАСТЕРЫ – (в магнетизме) малые магнитноупорядоченные области внутри вещества, в целом не имеющего магнитного упорядочения.

КЛАСТОГЕННЫЙ – образованный из обломков; термин обычно применяется к осадкам, туфам. То же – кластический, обломочный.

КЛИВАЖ – расщепление пород, главным образом осадочных, по параллельным трещинкам при их седиментации и последующем метаморфизме, деформации и т.п.

КЛИНОУНГЕМАХИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{K}_3\text{Na}_9\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{SO}_4)_6 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

КЛИПП (ОСТАНЕЦ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ПОКРОВА) - изолированный блок горных пород, представляющий собой эрозионный останец или отторженец тектонического покрова.

КЛЮЧЕВСКИТ - минерал моноклинной сингонии: $K_3Cu_3Fe^{3+}O_2(SO_4)_4$. Продукт деятельности фумарол.

КОАГУЛЯЦИЯ — процесс слипания частиц в дисперсных системах; может протекать в форме слипания частиц в агрегаты и осаждения агрегатов или в форме образования сплошной коагуляционной структуры – *геля*. Роль коагуляции велика в процессе осадкообразования и создания *ориентационной седиментационной и постседиментационной остаточной намагниченности*.

КОАЛИНГИТ - минерал ромбической сингонии, $[Mg_{10}Fe_2^{3+}(OH)_{24}]CO_3 \cdot 2H_2O$.

КОБАЛЬТ – металл переходной группы железа, атомный номер 27, атомный вес 58,93. Существует в двух кристаллических модификациях: α -Co с гексагональной решеткой ($a=0,25017$ нм и $c=0,461$ нм) устойчив ниже $427^\circ C$, и β -Co с кубической гранецентрированной решеткой ($a=0,3537$ нм), устойчив выше $427^\circ C$. Плотность $8,9 г/см^3$, температура плавления $1493^\circ C$. Ферромагнетик, удельная намагниченность насыщения ~ 160 Ам²/кг, точка Кюри $1121^\circ C$. Изредка встречается в метеоритах, на Земле самородный кобальт не встречается. Как элемент входит в состав более 30 минералов - сульфидов и др.

КОБАЛЬТИН - минерал кубической сингонии, CoAsS. Встречается обычно в виде массивных агрегатов вместе со смальтином.

КОБАЛЬТПЕНТЛАНДИТ - минерал кубической сингонии, $(Co,Ni)_9S_8$. Кобальтсодержащий аналог пентландита.

КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ – химическая связь между атомами, возникающая при обобществлении электронов, принадлежащих этим атомам. Ковалентной связью соединены атомы в молекулах простых газов и соединений, как вода, многие силикаты, атомы многих органических молекул.

КОВАРИАЦИЯ - математическое ожидание произведения отклонений двух переменных от их соответственных средних значений. Мера совместного изменения двух переменных относительно их средних значений (математических ожиданий).

КОГЕНИТ - минерал ромбической (орторомбический) сингонии, $(Fe,Ni,Co)_3C$. Плотность 7,2-7,65. Параметры ячейки: $a=0.509$; $b=0.174$; $c=0.452$. Встречается как акцессорный в железных метеоритах, реже в виде вкрапленности в габбро-долеритах. Ферромагнетик, точка Кюри $205-215^\circ C$, удельная намагниченность насыщения 128 Ам²/кг. Искусственный аналог когениита – цементит.

КОГЕРЕНТНОСТЬ - фазовое сходство цугов волн. Может использоваться качественно для прослеживания волн, может быть также определена количественно.

КОГЕРЕНТНЫЙ - группа элементов, которые благодаря сходству радиусов слагающих их атомов и валентностей тесно ассоциируют в природе. В частности, элементы, которые входят в состав одних и тех же минералов примерно на одной и той же стадии фракционной кристаллизации.

КОЗУЛИТ - богатый марганцем минерал из группы амфиболов, $(Na,K)_3(Mn,Mg,Fe)_5(OH,F)_2[Si_8O_{22}]$.

КОЙОТЕИТ - минерал триклинной сингонии, $NaFe_3S_5 \cdot 2H_2O$.

КОКВИМБИТ - минерал гексагональной сингонии, $Fe_2(H_2O)_6(SO_4)_3 \cdot 3H_2O$.

КОКОНИНОИТ - вторичный минерал ромбической сингонии, $Fe_2^{3+}Al_2(OH)_2(UO_2)_2(PO_4)_4(SO_4) \cdot 20H_2O$.

КОЛЕБАНИЕ ПОЛЮСА - выражение, используемое для описания периодического движения полюса, определяемого периодом Чандлера (примерно 14 месяцев) и годовым периодом. Частота биений между этими двумя периодами (в среднем 6.2 года) создает цикличность в климате и осадконакоплении. Колебания с большим (18.6 лет) периодом представляет собой *нутацию*, обусловленную нодальным циклом Луны. Оказывает большое влияние на уровень моря, климат и осадконакопление.

КОЛЛОИДНЫЙ - любой тонкозернистый (дисперсный) материал, находящийся во взвешенном состоянии или легко переходящий в это состояние. К коллоидным частицам относятся частицы размером 0.24 мкм, т.е. меньше глинистых.

КОЛЛОФОРМНАЯ - тонкополосчатая почковидная структура минерала, образованная в результате ритмического осаждения тонкозернистого материала.

КОЛЛОВИЙ – продукты выветривания, смещенные по склонам, глыбовые и щебенисто-глыбовые осыпи на горных склонах. Отлагаются в результате дождевого стока, плоскостного поверхностного стока, медленного непрерывного сползания материала вниз по склону, накапливаясь обычно у подножия пологих склонов. **См. дельювий.**

КОЛОКОЛООБРАЗНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ - плотность распределения, график которой имеет колоколообразную форму. Нормальное или Гауссово распределение является колоколообразным.

КОЛУМБИТ - минерал (групповое название) ромбической сингонии, $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$. Встречается в гранитах и пегматитах.

КОЛЬЦА ГЕЛЬМГОЛЬЦА – пара одинаковых колец (катушек), расположенных в параллельных плоскостях так, что центры их находятся на общей оси, на расстоянии, равном радиусу колец. Магнитное поле в их центре в объеме $1/3$ радиуса колец однородно в пределах 1%. Используются в палеомагнитных лабораториях для создания пространства, свободного от магнитного поля. Для этого лучше всего использовать три взаимно перпендикулярные пары колец, тогда не имеет значения их ориентация.

КОЛФАНИТ - минерал, $\text{Ca}_2\text{Fe}_3^{3+}\text{O}_2(\text{AsO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В щелочных ультраосновных породах.

КОМАГМАТИЧЕСКИЙ - магматические породы, имеющие сходные химические и минералогические характеристики, которые считаются связанными с одной родоначальной магмой.

КОМАТИИТ - ультрамафическая лава с $\text{SiO}_2 < 53$, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} < 1$, $\text{MgO} > 18$ и $\text{TiO}_2 < 1\%$.

КОМБЛАНИТ - минерал группы пироаурита ромбической сингонии, $[\text{Ni}_6\text{Co}_2^{3+}(\text{OH})_{16}]\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

КОМЕНДИТ - пересыщенный щелочными металлами риолит.

КОМЕТА - смерзшаяся масса камней, пыли и льда, обычно вращающаяся вокруг Солнца далеко за пределами планетных орбит. Время от времени орбиты комет нарушаются, и они проникают во внутренние части солнечной системы, где под влиянием солнечного излучения из комет выделяются газ и пыль с образованием длинного хвоста, направленного в сторону от Солнца.

КОМПЕТЕНТНАЯ ПОРОДА - порода, способная при определенных условиях противостоять тектоническому давлению. В ходе тектонической истории может несколько раз быть то компетентной, то некомпетентной в зависимости от конкретных условий среды, скорости деформации и времени образования разрывов.

КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ – (в палеомагнитологии) выделение компонент $\mathbf{J}_n$ в ходе различных чисток: 1) выделение линейных участков на траектории вектора $\mathbf{J}_n$ в ходе чистки (не менее 3 точек), соответствующих разрушению одной компоненты; 2) выделение планарных сегментов на траектории вектора $\mathbf{J}_n$ в ходе чистки (не менее 3 точек), соответствующих разрушению в различных пропорциях двух компонент $\mathbf{J}_n$; если планарных сегментов выделено более одного, то методикой Хоффмана-Дея [Hoffman, Day, 1978] выделяется средняя по стабильности к размагничиванию компонента $\mathbf{J}_n$; 3) моделирование наблюдаемой траектории размагничивания небольшим количеством выделенных компонент и придание геофизического смысла каждой такой компоненте, с определением ее возраста, носителя и природы.

В настоящее время разработан ряд пакетов программ для компьютеров, в частности, Дж. Киршвинком, Т. Торсвиком, С.В.Шипуновым, Р.Энкиным и др., использующих большинство палеомагнитных тестов (методов) и выполняющих полный компонентный анализ.

***КОНВЕКТИВНАЯ (ТУРБУЛЕНТНАЯ) ДИФфуЗИЯ** – процесс разрушения крупномасштабного (среднего) магнитного поля за счет случайных движений среды. Этот процесс, как и омическую диссипацию, можно описать уравнением диффузии, но в нем коэффициент диффузии определяется не свойствами среды, а произведением характерной скорости конвекции на ее характерный масштаб. *Зельдович и др., 2006*

КОНВЕКЦИЯ – перенос тепла в газовых, жидких, твердых средах потоками вещества. Естественная конвекция возникает в поле силы тяжести при нагреве вещества снизу. Может возникнуть также при нарушении химического равновесия в среде. Тепловая конвекция – способ теплопереноса посредством движения жидкости вследствие градиентов давления (вынужденная конвекция) или эффектов всплывания (свободная конвекция). По современным взглядам в мантии существуют конвективные движения, которые в верхней мантии являются движущей силой литосферных плит. Во внешнем ядре тоже существует конвекция, являющаяся существенной составляющей геодинамо.

КОНВЕРГЕНТНЫЕ ГРАНИЦЫ ПЛИТ – См. [деструктивные границы плит](#).

КОНГЛОМЕРАТ – сцементированный галечник. *Базальный конгломерат* залегает в основании толщи на более древних породах с отчетливыми признаками размыва и перерыва, содержит гальки подстилающих пород. *Внутриформационный конгломерат* залегает в виде прослоев, линз в отложениях единой осадочной формации, иногда без отчетливых признаков размыва и перерыва. Конгломераты, особенно внутриформационные, очень важный объект для палеомагнитного изучения. См. [тест галек Грэхема](#).

КОНГРУЭНТНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ – плавление, при котором образующаяся жидкая фаза имеет тот же химический состав, что и твердая фаза.

КОНДЕНСИРОВАННАЯ ТОЛЩА – относительно маломощная, но непрерывная стратиграфическая последовательность отложений, охватывающая большой интервал времени и характеризующаяся очень медленным накоплением осадков.

КОНИНКИТ – минерал, $\text{FePO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. В ассоциации с глинистыми минералами.

КОНКОРДИЯ – кривая согласованных значений радиометрического возраста. Кривая зависимости отношений $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ и $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, которые возрастают в ходе радиоактивного распада U с образованием Pb в замкнутой U–Pb системе. Конкордия является геометрическим местом точек согласующихся U–Pb значений возраста, т.е. является кривой времени. Пересечение конкордии прямой линией, которая имеет дискордантные значения U–Pb возраста, называется *дискордией* и может указывать на возраст двух важных событий в истории U–Pb системы: более, древнего, с которым связано возникновение U–Pb системы и более молодого, фиксирующегося нарушением системы. См. [радиологические методы датирования](#). *Фор, 1989*.

КОНКРЕЦИИ – стяжения разных аутигенных минералов, образующихся в осадках (внутри или на поверхности) путем радиального роста за счет концентрации рассеянных компонентов вмещающей среды. Концентрический рост с разной скоростью от одного или многих центров создает многообразие форм, размеров, текстур и других особенностей конкреций. Размеры их от миллиметров до метров. Образуются конкреции на всех стадиях жизни осадочной породы, но главным образом в процессе диагенеза. Состав разнообразен: карбонатные, окисно-гидроокисные Fe, Mn, Si, Al, сульфидные, сульфатные, фосфатные и другие. В осадках современных океанов наиболее распространены железомарганцевые конкреции. См. [оолиты](#).

КОРНЕЛИТ – минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Из зоны окисления пирита.

КОНСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ СКЛАДКИ (ДЕФОРМАЦИИ) – образуются и происходят одновременно с осадконакоплением. Палеомагнитный признак: тест складки для таких образований должен быть отрицательным, но соблюдаться для пачки в целом.

КОНСЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ – процесс, идущий одновременно с осадконакоплением,

КОНСТРУКТИВНЫЕ (ДИВЕРГЕНТНЫЕ) ГРАНИЦЫ ПЛИТ – границы раздвигающихся плит, между которыми образуются рифтовые зоны, оси спрединга в срединно-океанских хребтах, где магма внедряется в земную кору и возникает новая океанская кора. Характерен базальтовый магматизм от толеитов до щелочных базальтов.

КОНТАМИНАЦИЯ – загрязнение магмы ассимилированными ею вмещающими породами.

***КОНТИНЕНТАЛЬНАЯ ЗЕМНАЯ КОРА** – тип земной коры континентов, их окраин, части внутренних и окраинных морей. Существенно отличается от океанской коры по мощности, строению, свойствам, условиям и истории формирования. Время ее формирования охватывает всю известную геологическую историю Земли. Мощность континентальной коры до границы Мохоровичича примерно от 10 км под континентальными окраинами до более 70 км под молодыми горными системами. Основная масса континентальной коры сложена заметно деформированными и метаморфизованными породами разнообразного состава. Деформация пород, образование складчатых поясов и большей части континентальной коры по плитотектоническим представлениям связаны с взаимодействием литосферных плит, особенно на деструктивных границах. Из общих петрологических, минералогических и других геологических сведений о реальных глубинных породах и экспериментов следует, что образование и наращивание континентальной коры шло «сверху». Так, в большинстве разрезов архейских пород, относимых к низам континентальной коры, присутствуют бывшие осадочные породы, т.е. значительные части толщ, образующих нижнюю континентальную кору, формировались на поверхности Земли и тем более – средние и верхние горизонты коры, в дальнейшем в зоне коллизии и т.п. погружившиеся на большие глубины. Соответственно, главным источником магнетизма пород и, соответственно, магнитных аномалий любых уровней континентальной коры являются магнетитсодержащие магматические породы первоначально формировавшиеся (внедрявшиеся, изливавшиеся, остывавшие) на поверхности или близ поверхности, позднее погружившиеся на большие глубины и превращенные в метаморфические породы.

Главные закономерности в распределении магнитных минералов в континентальной земной коре: 1) **"Литологическая"** – осадочные породы практически всегда немагнитны, магматические – и магнитные, и немагнитные в зависимости от тектонической обстановки и процессов дифференциации, породы мантии – немагнитные; 2) **Тектоническая** – магматические магнитные породы относятся к зонам растяжения (спрединг, островные дуги, горячие точки), а магматические немагнитные – к зонам сжатия (коллизионный, соккладчатый магматизм). 3) **"Магматическая"** – "внутри" зон растяжения идет процесс магматической кристаллизационной дифференциации, который приводит к образованию двух групп пород – первая – это практически немагнитные и слабomagнитные кумуляты, вторая – продукты дифференциации – магнитные. Магнитные породы – это, как правило, исходно магматические породы, главным образом, основного состава, реже среднего и кислого. **Первично-магматическое** распределение магнитных минералов заметно не нарушалось последующим метаморфизмом. Крайне редки скопления магнитных минералов иного происхождения. Общие соображения, данные экспериментов, непосредственное изучение природных объектов позволяют заключить: из силикатов в условиях континентальной коры новообразование магнитных минералов не происходит. При благоприятном $T-fO_2$ режиме новообразование магнитных минералов возможно тремя путями: а) кристаллизация первичных минералов из расплава, б) из флюида, обогащенного железом, в) перекристаллизация *in situ* уже существующих Fe-Ti окислов в соответствии с меняющимися $T-fO_2$ условиями. Печерский, Геншафт, 2002.

КОНТАКТОВЫЙ МЕТАМОРФИЗМ – один из главных процессов локального метаморфизма нагревания, генетически связанный с внедрениями магмы и проявленный во вмещающих породах на контакте с магматическими телами или вблизи них. Метаморфические изменения происходят под действием тепла и химических веществ, выделяющихся из магмы, а также за счет деформаций, обусловленных

внедрением магматической массы. Контактный метаморфизм существенно сказывается на магнитных свойствах горных пород. **См. магнитные минералы метаморфических пород**.

КОНТИНЕНТАЛЬНАЯ ОКРАИНА - край континента (области с континентальной корой) как на суше, так и под водой, где различают: континентальный шельф, континентальный бордерленд, континентальный склон, континентальное подножие.

КООРДИНАЦИОННОЕ ЧИСЛО – число ближайших к данному атому (иону) соседних атомов (ионов) в кристаллической решетке. В титаномагнетите, например, у катионов в тетраэдрических узлах подрешетки А координационное число – 4, в октаэдрических узлах подрешетки В – 6. Существуют координационные числа более дальних порядков.

КОПАПИТ - группа минералов, содержащих водные сульфаты железа. $(\text{Fe}, \text{Mg})^{2+} \text{Fe}_4^{3+} (\text{OH})_2 (\text{SO}_4)_6 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$. В зоне окисления колчеданных месторождений.

КОРДИЕРИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 [\text{Al}_4 \text{Si}_5 \text{O}_{18}]$. Легко изменяется на воздухе. Акцессорный минерал гранитов и обычный породообразующий минерал метаморфических пород, образовавшихся при низком давлении

КОРЕННАЯ ПОРОДА - общий термин для обозначения породы, обычно твердой, подстилающей почву или какой-либо другой неконсолидированный материал поверхностного происхождения.

КОРКИТ - минерал тригональной сингонии, $\text{Pb}[\text{Fe}_3^{3+} (\text{OH})_6 (\text{PO}_4) (\text{SO}_4)]$. В зоне окисления, с лимонитом.

КОРРЕЛЯЦИЯ - вероятностная или статистическая взаимосвязь двух или нескольких величин, условие или факт коррелируемости, например, соответствие между двумя или большим числом геологических явлений, отличительных признаков и событий. Выявление соответствия в характере и стратиграфическом положении между географически разделенными стратиграфическими разрезами или геологическими телами. Существуют разные виды корреляции: литологическая корреляция, которая выявляет соответствие в литологическом составе и литостратиграфическом положении; корреляция между двумя слоями, содержащими фаунистические остатки — фиксирует соответствие в их фаунистических характеристиках и биостратиграфическом положении; хронокорреляция — выявляет соответствие в возрасте и хроностратиграфическом положении. Последняя возможна в глобальном масштабе, благодаря магнитостратиграфическому методу — по *геомагнитным инверсиям*. В математической статистике ковариацию двух случайных величин часто тоже называют их корреляцией и характеризуют с помощью коэффициента корреляции.

КОРРОЗИЯ – разрушение твердого тела химическими процессами, развивающимися на его поверхности при взаимодействии с внешней средой. В природе это один из вариантов процесса, выветривания, гидротермальных изменений, воздействия магмы. Титаномагнетиты, магнетит очень чувствительны к процессам коррозии.

КОРУНДОФИЛЛИТ - железистая разновидность клинохлора, $(\text{Mg}, \text{Fe})_{4,75} \text{Al}_{1,85} [\text{Si}_{2,75} \text{Al}_{1,25} \text{O}_{10}] [\text{OH}]_8$. Породообразующий минерал хлоритовых сланцев, встречается в других метаморфических и гидротермально-измененных породах, за счет изменения пироксенов, амфиболов и др.

КОРЫ – хемогенные пластообразные наросты на поверхности другого материала до перекрытия его осадком. Образуются путем диффузии, инфильтрации, капиллярного подъема вещества через исходный материал, подстилающий кору, последующего его осаждения, срастания или цементации конкреций. Мощность кор от миллиметров до нескольких метров, площадь может достигать сотен км². Коры часто имеют зональное строение, отражающее изменения условий их образования. Состав широко варьирует. **См. выветривание, конкреции, железомарганцевая корка, железная шляпа.**

КОСАЯ СУБДУКЦИЯ - относительное погружение одной литосферной плиты под другую, при котором вектор перемещения в плане ориентирован под углом к границе плит. **См. субдукция.**

***КОСМИЧЕСКАЯ ПЫЛЬ** - очень мелкие частицы твердого вещества, движущиеся в межпланетном пространстве или в другой части Вселенной. Они вторгаются в атмосферу Земли из межпланетного пространства, достигают поверхности Земли, а также дна океанов или приполярных ледяных покровов в практически неизменном состоянии; их накапливается от тысячи до миллиона тонн в год. По составу и структуре аналогичны метеоритному веществу. Считается, что они представляют собой изначальные продукты конденсации или сублимации, обломки комет или обломки, возникшие при столкновении метеоритов и астероидов или метеоритов, астероидов и комет с Луной и Землей. В космической пыли повсеместно присутствуют в небольших количествах частицы металлического железа, обычно с примесью никеля. С помощью термомагнитного анализа (ТМА) до 800°C изучен состав и распределение частиц космического металлического железа и его сплава с никелем во многих разрезах осадков от миоцена до раннего мела. Частицы железа присутствуют в большинстве образцов. Содержание их от $10^{-5}\%$ до 0,05%, их распределение образует две совокупности: а) «нулевая» (железо не обнаружено ТМА, что связано главным образом с тем, что в данный участок осадка частицы космической пыли не попали) и б) логнормальная с модой в интервале 0,04-0,15 ($10^{-3}\%$), отражает распределение космических частиц в осадках. Обнаружено глобальное относительное обогащение частицами железа в осадках миоцена (12-13Ma), маастрихта-дания (64-66Ma), сантона (84-86Ma), сеномана (94-96Ma). По содержанию никеля частицы железа из космической пыли образуют две группы: 1) практически чистое железо без примеси никеля, основным источником, вполне вероятно, являются лунные породы; и 2) железо с примесью никеля до 20%, мода – 5%, источником является космическая межконтинентальная пыль. Частицы сплава, содержащего более 20% никеля и чистого никеля, встречаются чрезвычайно редко. Вероятно, такие частицы связаны, главным образом, с импактными событиями. Почти во всех изученных разрезах зафиксирован пик повышенного содержания космического железа с близкой к постоянной величиной примеси никеля 5-6%, что соответствует обычному составу камасита, т.е. это глобальный эффект, не зависящий от места и времени отложения частиц железа.

Pechersky, 2010.

КОСМИЧЕСКАЯ СФЕРУЛА - небольшие частицы, часто металлического железа и его сплава с никелем, представляющие собой застывшие капельки, которые образовались при входе метеоритов в земную атмосферу.

КОСТИБИТ - минерал ромбической сингонии, CoSbS .

КОСЬВИТ – разновидность рудного пироксенита, в котором зерна силикатов погружены в массу магнетита.

КОТЕКТИЧЕСКИЙ - термин применяется для характеристики условий температуры, давления и состава, при которых две или более твердые фазы кристаллизуются одновременно из одной жидкости в пределах конечного интервала понижающейся температуры. Также геометрическая форма, например, линия или поверхность, представляющая соответствующую фазовую границу на диаграмме состояния.

КОХРОМИТ - минерал кубической сингонии, $(\text{Cr,Al,Fe})_2^{3+}[(\text{Ni,Co,Zn})^{2+}\text{O}_4]$. Относится к группе шпинели.

КОЭРЦИТИВНАЯ СИЛА (H_c) – напряженность внешнего постоянного магнитного поля, в котором образец, первоначально намагниченный до насыщения, размагничивается ($J=0$). В ходе размагничивания магнитного материала от магнитного насыщения намагниченность оказывается равной нулю не в точке $H=0$, а в некотором поле H_c , обратном по направлению полю магнитного насыщения (магнитный гистерезис). Коэрцитивная сила, как и остаточная коэрцитивная сила, является важной структурно-чувствительной характеристикой магнитных веществ, она варьирует от <1 до $>100\text{мТл}$, весьма чувствительна к изменениям внутренней структуры вещества, наличию дефектов, напряжений, зависит от размера зерна, особенно в области перехода от однодоменных зерен к многодоменным. В случае упругих напряжений H_c прямо пропорциональна их энергии и обратно пропорциональна намагниченности насыщения.

В случае заметной анизотропии формы сильномагнитных материалов их H_c прямо пропорциональна намагниченности насыщения и разности размагничивающих факторов по длинной и короткой осям. См. [магнитный гистерезис](#), [магнитная жесткость](#), [анизотропия](#).

КОЭРЦИТИВНЫЙ СПЕКТР (КС) – производная кривой намагничивания образца постоянным магнитным полем или размагничивания его переменным магнитным полем. КС является дифференциальной характеристикой спектра магнитной жесткости зерен магнитных минералов, присутствующих в горной породе (в отличие от таких интегральных характеристик магнитной жесткости, как коэрцитивная сила, остаточная коэрцитивная сила и др.). См. [магнитная жесткость](#), [тест \$N_T\$ Шолпо-Лузяниной](#).

КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ - описательное статистическое выражение изменчивости данных; частное от деления стандартного отклонения на среднее значение.

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ - степень линейной зависимости между двумя переменными. Определяется как отношение ковариации к квадратному корню из произведения двух дисперсий и изменяется от -1 до +1; значение 0 означает отсутствие взаимосвязи между двумя переменными. Для гауссовских случайных величин из этого вытекает их независимость. Для расчета существует ряд статистических методов.

КОЭФФИЦИЕНТ МАГНИТНОЙ ВЯЗКОСТИ – (в петромагнетизме) коэффициент пропорциональности роста вязкой остаточной намагниченности в зависимости от логарифма времени. См. [магнитная вязкость](#), [вязкая остаточная намагниченность](#). В магнитной гидродинамике коэффициентом магнитной вязкости иногда называют коэффициент магнитной диффузии.

КРАЕВАЯ ФАЦИЯ - приконтактовая часть интрузивного тела, которая отличается по структуре и составу от главного его объема. Это обусловлено процессом более быстрого охлаждения и/или ассимиляцией вмещающих пород.

КРАЕВОЙ ПРОГИБ (ПЕРЕДОВОЙ ПРОГИБ) - вытянутая депрессия, обрамляющая островную дугу или иной орогенический пояс. См. [желоб](#).

КРАСНАЯ ГЛУБОКОВОДНАЯ ГЛИНА - тонкозернистые пелагические осадки от ярко-красного до красновато-коричневого или шоколадного цвета, образовавшиеся в результате медленного накопления материала на глубинах, превышающих 3500 м. Содержат относительно большое количество частиц, принесенных ветрами, метеоритную и вулканическую пыль, пемзу и марганцевые конкреции. Содержание $CaCO_3$ колеблется от 0 до 30%.

КРАСНАЯ ОХРА - красная, часто неоднородная или глинистая, землистая разновидность гематита.

КРАСНОЕ ОЗЕРО - озеро с красноватой водой. Красный цвет связан с деятельностью бактерий, выделяющих железо, с присутствием красноватого планктона, растворенных соединений закисного железа или красной глины, содержащейся в виде суспензии.

КРАСНОЗЕМ - красные почвы с повышенным содержанием окислов железа, развитые в условиях климата средиземноморского типа.

КРАСНОЦВЕТНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ - осадочные отложения, сформировавшиеся в континентальной обстановке и состоящие в основном из песчаников, алевролитов и глинистых сланцев, местами с тонкими прослоями конгломератов, известняков или мергелей. Имеют преимущественно красный цвет, обусловленный присутствием оксидов железа (гематита), обволакивающих отдельные зерна. Термин относится только к тем сериям, у которых не менее 60% пластов имеют красный цвет; промежуточные слои при этом могут быть любого цвета. Благодаря высокой устойчивости гематита в поверхностной зоне окисления такие осадочные породы весьма благоприятный объект для палеомагнитных исследований, особенно, если доказано, что образование и/или накопление гематита относится ко времени осадконакопления, что не всегда очевидно.

КРАТЕР - чашеобразная депрессия, обрамленная гребнем; обычно находится на вершине вулканического конуса. Образуется в результате обрушения, взрыва при

извержении или постепенного накопления пирокластического материала, слагающего гребень вокруг жерла. Ударный кратер – результат падения метеорита, почти круглая или полигональная депрессия на поверхности планетного тела. Диаметр ее может варьировать от нескольких сантиметров до сотен километров, а глубина по сравнению с диаметром невелика.

КРАТОН - часть земной коры, которая приобрела стабильность и в течение длительного времени почти не испытывала деформации. Термин применяется только по отношению к континентальным областям, главным образом докембрийского возраста. Отдельные части наиболее зрелых фанерозойских складчатых поясов достигли стадии кратона или приблизились к ней. Оценка перехода в состояние кратона возможна по палеомагнитным (магнитотектоническим) данным.

См. [плиты](#), [платформа](#).

КРАУЗИТ – минерал, $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. В известняке с сульфатами.

КРЕЙССЛИТ - пластинчатый минерал, $(\text{Mn}, \text{Mg})_{24}\text{Fe}^{3+}(\text{OH})_{18}[\text{Zn}_3\text{As}_2^{3+}\text{As}_3^{5+}\text{Si}_6\text{O}_{42}]$.

КРЕЙТТОНИТ - разновидность ганита (шпинель ZnAl_2O_4) черного цвета, содержит закисное и окисное железо.

КРЕМЕРЗИТ - минерал ромбической сингонии: $[(\text{NH}_4), \text{K}]_2\text{FeCl}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Продукт фумарол.

КРЕМНИСТЫЕ И КРЕМНИСТО-КАРБОНАТНЫЕ ОСАДКИ – главным образом биогенные типичные океанские и палеоокеанские осадки. Реже – в озерах.

КРИВАЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ – график зависимости намагниченности от напряженности магнитного поля. По кривым намагничивания определяются такие характеристики магнитных материалов, как намагниченность насыщения, остаточная намагниченность насыщения, поле насыщения, коэрцитивная сила и др. По прямолинейному участку кривой намагничивания в области *парапроцесса* определяется величина парамагнитной намагниченности исследуемого материала. См. [магнитный гистерезис](#).

КРИСТАЛЛИЗАЦИОННАЯ ВОДА - вода в кристаллической структуре, которая связана химически, но может выделиться при нагревании; молекулярная вода, например, в гидрогетите.

***КРИСТАЛЛИЗАЦИОННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_{rk} , KRM)** – изотермическая остаточная намагниченность, образующаяся при кристаллизации магнитных минералов из парамагнитного материала в постоянном магнитном поле при температуре ниже точки Кюри образующегося магнетика; J_{rk} фиксируется (закрепляется) при переходе размера зерна от суперпарамагнитного к магнитноупорядоченному однодоменному состоянию. Некоторые свойства J_{rk} магнетита: 1) $N_T \leq 0,2$ (тест Шолпо-Лузяниной); 2) стабильность J_{rk} к воздействию переменного магнитного поля и температуры подобна стабильности идеальной J_{ri} и термоостаточной J_{rt} намагниченности; 3) после Т-чистки отношение J_{rk}/J_{ri} , созданных в постоянном магнитном поле равной напряженности, близко единице (напомним, что $J_{rt}/J_{ri}=2,8$); 4) спонтанный рост величины J_{rk} в нулевом магнитном поле от температуры 300-400°C до комнатной заметно меньше, чем в случае других видов остаточной намагниченности и J_s , созданных на том же материале.

***КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ** – образование кристаллов при переходе вещества из термодинамически менее устойчивого состояния в более устойчивое. При этом вещество приобретает существенно другую структуру и новые физические свойства без химического изменения. Кристаллы могут возникать в пересыщенном растворе или переохлажденном расплаве, из аморфного твердого вещества, из готовых зародышей, какими могут быть кристаллы другого вещества со сходной структурой, неоднородности твердой поверхности, коллоидные частицы и т.п. Процесс кристаллизации включает образование центров (первый этап) и рост кристаллов (второй этап). Экспериментально установлено, что число центров кристаллизации титаномагнетита в базальтовом расплаве всегда велико, а максимальная скорость роста кристаллов при 1100°C около 10 нм/с. Такие скорости остывания, когда не успевают образоваться зерна титаномагнетита больше 10 нм, известны только в базальтовых

стеклах подушечных лав излияний на дне океана, где по магнитным измерениям вообще не фиксируется остаточная намагниченность. Дальнейшая судьба магнитных минералов в магматических и гидротермальных породах определяется **РТ** и окислительными условиями кристаллизации, время отразится на количестве и размере образующихся кристаллов. О режиме кристаллизации расплава и магнитных зерен в нем позволяет судить анализ структурно-чувствительных магнитных характеристик. Судя по ним, базальтовая магма до ее излияния и кристаллизации уже содержит зерна титаномагнетита (зародыши преимущественно суперпарамагнитного размера, в своем составе сохраняющие **T-fO₂** режим времени равновесного состояния расплава до начала кристаллизации); в кислых лавах заметная кристаллизация магнитных минералов происходит до извержения. Дальнейшая кристаллизация базальтового расплава ведет к появлению многодоменных зерен, состав их весьма постоянен или растет содержание титана и падает содержание магния от более ранних зерен титаномагнетита к поздним. Последний вариант характерен для режима закрытой термодинамической системы, не имеющей буфера. Кристаллизация в магматической камере (интрузия), в сущности, не отличается от кристаллизации лавы, если магма не взаимодействует с вмещающими породами. Отличие – в объеме и времени (медленное остывание), что выражается во вторичных высокотемпературных гетерофазных изменениях титаномагнетита, пироксена, оливина, плагиоклаза с выделением магнетита, ильменита. Кроме того, из-за больших проявлений дифференциации в различных фазах и фациях интрузии чаще, чем в лавах, могут встретиться случаи изменений концентрации (вплоть до немагнитных кумулятивных разностей) и состава первичных магнитных минералов.

КРИСТАЛЛИТЫ – мелкие кристаллы, не имеющие ясно выраженной кристаллографической формы (нитевидные, дендриты и т.п.).

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ РЕШЕТКА – характерное для равновесного состояния твердого тела (кристалла) расположение атомов (ионов), обладающих периодической повторяемостью в пространстве. Каждая точка кристаллической решетки имеет одинаковое окружение. Выделено 14 возможных типов пространственных решеток. Кристаллическая решетка является абстрактной системой, используемой для характеристики внутренней геометрической структуры кристалла. Пространственная решетка и структура кристалла не являются синонимами, поскольку термин структура относится к конкретному реальному минеральному материалу. У магнитных минералов период кристаллической решетки – *элементарная ячейка* – менее 1 нм. Для описания кристаллической структуры вещества достаточно задать расположение атомов в элементарной ячейке.

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА – расположение атомов, ионов в кристалле. Идеальная структура подчиняется строгим законам симметрии. В реальных кристаллах известны различные отступления от идеала, дефекты, дислокации, разные типы твердых растворов и др. Для расшифровки кристаллической структуры применяются рентгенографический, элеткроннографический, нейтронографический и другие анализы.

КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СЛАНЦЫ – метаморфические породы средней и высокой ступени метаморфизма, формирующиеся при направленном давлении (стрессе). Различают орто- и парасланцы, образованные, соответственно, по магматическим и осадочным породам. Имеют высокую магнитную анизотропию.

КРИСТАЛЛОБЛАСТ - кристалл минерала, образовавшийся полностью в результате метаморфических процессов.

КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ – [См. магнитная анизотропия.](#)

КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ОСЬ - одна из трех (четырех в гексагональных кристаллах) воображаемых линий в кристаллах, которая проходит через их центр. Используется при описании структуры кристалла и его симметрии. Одна или все кристаллографические оси могут совпадать с осями симметрии.

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ - наука, занимающаяся изучением кристаллов, в том числе их роста, структуры, физических свойств и морфологической классификацией.

КРИСТАЛЛОХИМИЯ – наука, исследующая химическую связь атомов в кристаллах и закономерности их пространственного расположения, в частности, занимается установлением зависимости между физическими, химическими свойствами кристаллов, пространственным расположением атомов и характером их связи.

КРИТЕРИЙ- χ^2 (ХИ-КВАДРАТ) - статистический критерий, состоящий в сопоставлении суммы квадратов значений случайных величин, которые предполагаются гауссовскими величинами с нулевым средним и единичной дисперсией, с предельно допустимым (при заданной вероятности) значением этой суммы. Последнее называется квантилью распределения. Дает возможность оценить *качество приближения*, однородность выборки и установить соответствие образца теоретической выборке.

КРИТЕРИЙ СТЬЮДЕНТА - статистический критерий, близкий по смыслу к критерию хи-квадрат. Используется для нахождения доверительных интервалов среднего значения в том случае, когда погрешность измерения определяется по тем же измерениям, что и среднее.

КРИТЕРИЙ ФИШЕРА – См. F-критерий.

КРИТЕРИЙ ХОТЕЛЛИНГА - обобщение *критерия Стьюдента* на распределения многомерных величин; используется для проверки статистического равенства многомерных средних.

КРИТИЧЕСКАЯ ТОЧКА – точка на диаграмме состояния, соответствующая критическому состоянию. В критической точке сочетание температуры и давления, при которых исчезает различие в свойствах жидкой и газообразной фаз вещества. По одну сторону от критической точки вещество однородно (обычно при температуре выше критической), а по другую – разделяется на жидкость и пар.

КРИТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ – предельное состояние равновесия двухфазной системы, в котором обе сосуществующие фазы становятся тождественными по свойствам.

КРОНШТЕДТИТ - богатый железом листовый силикат, состав $\text{Fe}_4^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_8[(\text{Si}, \text{Fe}^{3+})_4\text{O}_{10}]$. Встречается в разнообразных обстановках, способствующих образованию слоистых минералов, чаще всего в низкотемпературных гидротермальных сульфидных рудах.

КРУСИТ - псевдоморфоза гематита или лимонита по арсенопириту.

КРУТОВИТ – минерал, NiAs_2 . В Cu-Ni-As гидротермальных жилах.

КРЫЖАНОВСКИТ - конечный член изоморфного ряда фосфоферрита, $\text{Fe}_3^{3+}(\text{OH})_3(\text{PO}_4)_2$. В зоне окисления пегматитовых жил.

КСАНТИОЗИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2$. В железных рудах ассоциирует с никель-кобальтовыми минералами.

КСАНТОКСЕНИТ - минерал $\text{Ca}_4[\text{Fe}^{+3}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_3(\text{PO}_4)_4]$. Вторичный минерал в пегматитах, с трифилином.

КСЕНОЛИТЫ ГЛУБИННЫХ ПОРОД – глубинные породы, вынесенные магмой в виде включений на поверхность Земли. Большинство исследователей ксенолиты ультраосновных пород считают обломками мантийных пород; ксенолиты основных пород (главным образом, габброгранулиты) одними исследователями относятся к породам низов земной коры, попавшим в магму как обломки вмещающих пород земной коры, другие считают их выделениями из несущей их магмы (гомеогенные включения). Видимо, есть и те и другие. Из магнитных минералов во всех изученных ксенолитах коровых пород обнаружен только низкотитановый титаномагнетит ($\text{TiO}_2 \leq 10\%$) с примесями Mg, Al и др. Это, как правило, ксенолиты среднекислого состава относительно небольших глубин и основные и ультраосновные породы, заметно вторично измененные на глубине менее 30 км. В нормальных (без вторичных изменений) мантийных ультраосновных породах магнитные минералы не обнаружены, в частности, не обнаружено металлическое железо. Это означает, что интервал захвата ксенолитов из коры и верхней мантии относится к «магнетитовой» и «силикатной»

зонам. См. [условия образования магнитных минералов](#), [континентальная земная кора](#), [верхняя мантия](#).

КСЕНОМОРФНЫЙ (АЛЛОТРИОМОРФНЫЙ) - зерно минерала, лишенное хорошо образованных граней.

КСИЛОТИЛ (ФЕРРИСЕПИОЛИТ) - тонковолокнистый минерал, состав которого приблизительно отвечает формуле $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})\text{Fe}_2^{3+}\text{Si}_7\text{O}_{20} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Представляет собой минерал группы серпентина, образовавшийся при изменении асбеста или хризотила.

КУБАНИТ – минерал, сульфид CuFe_2S_3 ; пластинки в халькопирите – результат распада твердого раствора; в сульфидных месторождениях с пирротинном и халькопиритом, в колчеданных рудах и др.

КУБИЧЕСКАЯ СИНГОНΙΑ – кристаллографическая система с равенством периодов повторяемости кристаллической решетки по трем осям ($a=b=c$), образующая между собой прямые углы. В этой системе кристаллизуется ряд окислов, в том числе ферриты, титаномагнетиты.

КУЛЛЕРУДИТ - минерал, NiSe_2 . Ni-аналог ферроселита (FeSe_2). В альбититовых дайках. Вторичный по вилкманиту (Ni_3Se_4).

КУЛЬСОНИТ – минерал из группы шпинелей, FeV_2O_4 ; кубический. Встречается в ассоциации с магнетитом и рядом силикатов – щелочным пироксеном и амфиболом, в андезитах, прожилках. Парамагнетик.

КУММИНГТОНИТ - минерал группы амфибола моноклинной сингонии, $(\text{Fe}, \text{Mg})_7(\text{OH})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$. Встречается в метаморфизованных железистых сланцах, основных и ультраосновных породах, иногда в дацитах и риолитах. Представляет собой железистую разновидность грюнерита.

***КУМУЛЯТИВНАЯ КРИВАЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ** - ступенчатая функция для сгруппированных данных, в которой каждая последующая группа данных добавляется к предыдущей, пока не будут охвачены данные всех наблюдений. Также функция для непрерывной случайной переменной; ее значения представляют собой вероятности того, что переменная будет равна или меньше заданного значения. Обе функции дают в сумме 100%.

В математической статистике кумулятивную кривую часто называют эмпирической функцией распределения и настоятельно рекомендуют использовать вместо гистограмм, поскольку для ее устойчивого построения нужно гораздо меньше результатов измерения или наблюдений, чем для построения гистограммы.

В магнитостратиграфии в отличие от классической кумулятивной функции распределения используется кумулятивная кривая асимметрии полярности, т.е. **суммарной продолжительности интервалов N и R-полярности с учетом знака** - алгебраической суммы интервалов N- и R-полярности. Вид кумулятивной кривой является устойчивой индивидуальной характеристикой магнитостратона, а резкие изменения вида кривой есть его границы. Отмечаются два типа отрезков кумулятивной кривой: 1) монотонный рост или спад кумулятивной кривой, вследствие отсутствия инверсий или чередования кратких хронов, продолжительность которых заметно меньше шага построения кумулятивной кривой («**склон**»), и 2) сочетание резких изломов кривой («**пила**»), вследствие довольно равномерного чередования N и R-интервалов, заметно превышающих по длительности принятый шаг построения. Возможно сочетание **склона** и **пилы**. См. [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#). *Молостовский и др., 2007.*

КУМУЛЯТИВНОЕ ГАББРО – породы расслоенных интрузивов, образующиеся в результате кристаллизационной дифференциации в магматической камере. Кумуляты по сравнению с остаточным расплавом обеднены железом, титаном почти не содержат первичного титаномагнетита, т.е. первично практически немагнитны. Породы типичны для слоя 3 океанской земной коры. См. [габбро](#), [ксенолиты](#), [офиолиты](#).

КУПЛЕТСКИТ – минерал, $\text{K}_2\text{Na}(\text{Mn}, \text{Fe})_7^{2+}(\text{OH})_4[(\text{Ti}, \text{Nb})_2\text{O}_3(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2]$. Марганцевый аналог астрофиллита.

КУЦИЦИТ - минерал гексагональной сингонии, $\text{Fe}_2^{3+}\text{Te}^{6+}\text{O}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

КУЧНОСТЬ ВЕКТОРОВ (K) – в статистике на сфере Фишера [Fisher,1953] мера группирования векторов, $K=(N-R)/(N-1)$, где N – число единичных векторов, R – геометрическая сумма векторов.

[назад](#)

Л

[назад](#)

ЛАБИЛЬНЫЕ - механически или химически неустойчивые породы и минералы.

ЛАБРАДОРИТ - богатое лабрадором лейкократовое габбро или норит (т.е. [анортозит](#))

ЛАБУНЦОВИТ – минерал, $\text{Ba}_2\text{Na}_2(\text{H}_2\text{O})_4\text{Fe}^{2+}[(\text{TiO}_4)(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2]$. В нефелин-сиенитовых пегматитах.

ЛАВА - общее название расплавленной излившейся магмы.

ЛАВРАЗИЯ - протоконтинент северного полушария. Современные континенты северного полушария, включая большую часть Северной Америки, Гренландию, почти всю территорию Евразии за исключением Индии, являются перемещенными фрагментами Лавразии. Лавразия и Гондвана составляли суперконтинент *Пангею*.

ЛАВСОНИТ–ГЛАУКОФАН–ЖАДЕИТОВАЯ ФАЦИЯ - часть фации *глаукофановых сланцев*, которая образовалась при метаморфизме погружения, протекавшем при низкой температуре (250–400°C), но очень высоком давлении (выше 7500 бар). Сосуществование лавсонита и глаукофана как индекс-минералов является необходимым условием отнесения пород к данной фации.

ЛАГУНА - термин широкого пользования для обозначения мелководных прибрежных водоемов (эстуарий, топь, канал, марш, а также мелкий пруд или озеро), сохраняющих связь с открытым морем.

ЛАЗАРЕНКОИТ - шелковистый минерал, $(\text{Ca},\text{Fe})\text{Fe}^{3+}\text{As}_3^{3+}\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Из зоны окисления сульфидных руд.

ЛАЗУЛИТ – минерал, $(\text{Mg},\text{Fe}^{3+})[\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]$. Встречается в виде небольших кристаллических масс или моноклинных кристаллов; в кварцитах, кварцевых или пегматитовых жилах.

ЛАЙХУНИТ - минерал - феррифаялит $\text{Fe}_{2/3}\text{Fe}_{4/3}^{3+}(\text{SiO}_4)$. Содержит Fe^{3+} и вакансии на месте Fe^{2+} .

ЛАККОЛИТ - согласное интрузивное тело с выпуклой верхней поверхностью и плоским нижним контактом.

ЛАМПРОИТЫ - группа меланократовых гипабиссальных интрузивных или вулканических пород, обогащенных калием и магнием; с молекулярными отношениями $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 3$ и $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 > 0.8$. Эти породы содержат титанистый флогопит и зерна основной массы обычно в ассоциации с лейцитом, обогащенным железом, и форстеритовым оливином. Образуют небольшие тела, дайки, трубки. Их образование связывают с частичным плавлением литосферы на глубинах более 150 км. Лампроиты часто содержат большое количество глубинных ксенолитов перидотитов, эклогитов. С ними связаны богатейшие в мире месторождения алмазов (Австралия).

ЛАМПРОФИРЫ – группа основных интрузивных пород с порфировой структурой. Характерно высокое содержание цветных минералов. Среди них преобладают Fe-Mg-слюда и роговая обманка. Образуют мелкие тела – силлы, дайки и т.п. Лампрофиры обычно сильно изменены.

ЛАНДАУИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{NaMnZn}_2\text{Fe}_3^{3+}\text{Ti}_{15}^{4+}\text{O}_{38}$. В альбитовых прожилках в щелочных гранитах, пегматитах.

ЛАНДЕСИТ – минерал гранитных пегматитов, $\text{Mn}_2^{2+}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Fe}^{3+}(\text{OH})(\text{PO}_4)_2$. Продукт окисления железистого редингита.

ЛАПИЛЛИ – округлые или угловатые обломки лав или другого материала, выброшенные вулканом при извержении; их размеры варьируют от горошины до грецкого ореха.

ЛАТЕРАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ - фациальные изменения свойств осадков внутри формации в горизонтальном направлении.

ЛАТЕРИТ – элювиальный продукт физико-химического выветривания алюмосиликатов в условиях жаркого и влажного климата. Красного цвета, каменистый, пористый или землистый. Состоит в основном из каолинита, окислов железа, магнетита

и др. С латеритизацией разных пород связаны месторождения бокситов, хрома, никеля, золота, железа и др.

ЛАТИТ - порфировая вулканическая порода с вкрапленниками плагиоклаза и калиевого полевого шпата, присутствующими в примерно равных количествах; иногда в небольших количествах появляется кварц. Тонкозернистая до стекловатой основная масса. Латит — излившийся аналог монцонита. С увеличением содержания щелочного полевого шпата латит переходит в трахит. По мере уменьшения количества щелочного полевого шпата латит переходит в андезит и базальт в зависимости от состава плагиоклаза. Термин латит обычно считается синонимом термина *трахиандезит* или *трахибазальт*.

ЛАУБМАНИТ – минерал, $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}, \text{Ca})_3\text{Fe}^{3+}[\text{PO}_4(\text{OH})]_4$; образует корки на скоплениях гидроокислов железа.

ЛАУЗЕНИТ - шелковистый или волокнистый минерал, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Продукт окисления пирита.

ЛАУРЕНСИТ – минерал, FeCl_2 . Весьма гигроскопичен, на воздухе расплывается и переходит в FeCl_3 . Встречается в трещинах железных метеоритов, в возгонах вулканов, в самородном железе. Очень редок.

ЛАУЭИТ – минерал, $\text{Mn}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}^{3+}(\text{H}_2\text{O}(\text{OH})(\text{PO}_4)]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В полевошпатовом пегматите.

ЛАХАР - грязевой поток со склонов вулкана, состоящий преимущественно из обломков вулканического материала.

ЛЕДИКИТ - глинистый минерал $\text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_6(\text{OH})_8[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}]$.

ЛЕДНИКОВЫЕ ЦИКЛЫ - глобальные климатические колебания с периодом около 10^5 лет, которые повторялись через большие интервалы в течение ледниковых эпох продолжительностью 10^6 – 10^7 лет, возобновлявшихся через еще большие интервалы геологического времени, например, через 200 млн. лет.

ЛЕЖАЧАЯ СКЛАДКА – складка, осевая поверхность которой горизонтальна или близка к горизонтальному залеганию.

ЛЕЙКОКРАТОВАЯ ПОРОДА – кислая магматическая порода, состоящая практически только из кварца и полевых шпатов.

ЛЕЙКОКСЕН – продукт вторичного низкотемпературного изменения ильменита, сфена, титаномагнетита. Обычно лейкоксен представляет собой тонкодисперсный землистый агрегат из вторичных минералов титана (анатаз, брукит, сфен) и гидроокислов железа.

ЛЕЙКОФОСФИТ - минерал $\text{K}_2[\text{Fe}_4^{3+}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В прожилках в серпентините.

ЛЕЛЛИНГИТ - минерал FeAs_2 . Встречается в пегматитах, скарнах, гидротермальных жилах.

ЛЕНТОЧНАЯ ГЛИНА - отчетливо слоистый озерный осадок, состоящий из отдельных годовых слоев. Отличный объект для изучения тонкой структуры геомагнитного поля.

ЛЕПИДОКРОКИТ – минерал, гидроокисел железа, $\gamma\text{-FeOOH}$, ромбический, постоянные решетки $a=0,387$, $b=1,253$, $c=0,306\text{нм}$; удельный вес $4,09\text{ г/см}^3$, плотность упаковки 0,14. Более редок, чем гётит, хотя эти минералы встречаются в парагенезисе. Антиферромагнетик со слабым ферромагнетизмом. При температуре $20\text{--}150^\circ\text{C}$ гидрولهпидокрокит переходит в лепидокрокит, что сопровождается ростом магнитной жесткости $H_{\text{сг}}$ и намагниченности насыщения $J_{\text{с}}$. При температуре $150\text{--}265^\circ\text{C}$ лепидокрокит переходит в маггемит, что сопровождается ростом намагниченности насыщения и падением магнитной жесткости.

ЛЕПИДОМЕЛАН – минерал, разновидность биотита с высоким содержанием Fe^{3+} . В нефелиновых сиенитах и пегматитах.

ЛЕПТОХЛОРИТЫ – минералы группы хлоритов, встречаются только в виде чешуйчатых и землистых агрегатов, очень изменчив химический состав. В отличие от других хлоритов, богатых магнием, содержат главным образом Fe^{3+} ($\text{Fe}_2\text{O}_3 > 4\%$).

ЛЕРЦОЛИТ – двупироксеновый перидотит, содержащий переменное количество ромбического и моноклинного пироксенов и оливин, обычны примеси хромшпинелей. Распространен, например, среди гипербазитов дна океана, среди включений в щелочных базальтах.

ЛЁСС – рыхлый осадок преимущественно эолового происхождения. Широко распространенные однородные, обычно неслоистые, пористые, мягкие, слегка сцементированные, как правило, высокоизвестковистые мелкозернистые покровные отложения. Сложены преимущественно зернами алевритовой размерности с подчиненным количеством глинистого материала и мелкой песчаной фракции. Покрывают обширные области. Часто содержат раковины, кости и зубы млекопитающих. Обычно полагают, что лёсс представляет собой пыль плейстоценового возраста, принесенную ветром с пустынных поверхностей, из аллювиальных долин и зандровых равнин, обрамлявших с юга ледниковые покровы, или с неуплотненных гляциальных или флювиогляциальных отложений, которые формировались при последовательном отступании ледника. Зерна, состоящие в основном из кварца и ассоциирующих с ним тяжелых минералов, имеют угловатую форму; они сцементированы известковым материалом. Образование лёссов шло в ледниковые эпохи в полосе с умеренным и близким аридному климату, неоднократно прерывалось в межледниковья, о чем говорит чередование в разрезах лёссов и погребенных почв.

ЛЕТУЧЕСТЬ (ФУГИТИВНОСТЬ) КИСЛОРОДА (fO_2) или любого другого реального газа есть давление, которое имел бы газ при заданных значениях температуры и химического потенциала, если бы его можно было считать идеальным. Термодинамическая функция, определяемая уравнением $G_{T,P} = G_{T,1 \text{ бар}} + RT \ln f$, где G — свободная энергия Гиббса, R — газовая постоянная и T — температура в Кельвинах. Фугитивность обычно используется применительно к газообразным или жидким компонентам и частицам в растворе (числовые значения летучести выражаются в единицах давления), а также при расчетах химических равновесий, поскольку они, в отличие от G , могут быть рассчитаны в конкретных случаях на основе экспериментальных данных. Летучесть можно рассматривать как эффективное давление реального газа. При больших давлениях и низких температурах летучесть по величине сильно отличается от общего давления. Летучесть кислорода – важнейший фактор при формировании и кристаллизации магм, в процессах метаморфизма и других процессах в Земле, в частности, – образования и преобразования магнитных минералов. См. условия образования магнитных минералов.

ЛЕТУЧИЙ КОМПОНЕНТ - присутствующие в магме компоненты, например, вода или двуокись углерода, давление паров, которых достаточно высоко для того, чтобы они могли концентрироваться в газовой фазе.

ЛИБЕНБЕРГИТ - минерал из группы оливина, $(Ni,Mg)_2SiO_4$.

ЛИКВАЦИЯ – разделение магмы при понижении температуры на две несмешивающиеся жидкости (расплавы).

ЛИКВИДУС – линия (поверхность) на РТ диаграмме первых признаков появления твердой фазы из расплава, верхняя граница жидкость-твердая фаза. См. [солидус](#).

ЛИМБУРГИТ - меланократовая вулканическая порода, состоящая из вкрапленников оливина и клинопироксена в щелочной стекловатой основной массе. Полевые шпаты обычно отсутствуют.

ЛИМОНИТ – агрегат гидроокислов железа, состоящий преимущественно из скрытокристаллического гётита или лепидокрокита и адсорбированной ими воды. Массивный землистый или реже стекловатый. Термин «лимонит» чаще всего используется как полевой для обозначения плохо окристаллизованных гидроокислов железа. Обычно является вторичным веществом, возникшим в результате окисления (выветривания) железа или железосодержащих минералов, а также может быть продуктом неорганического или биогенного осаждения в болотах, озерах, источниках или морских бассейнах. Встречается в виде налетов, например, обычная ржавчина, рыхлых или плотных землистых масс, псевдоморфоз по другим железосодержащим

минералам, а также в виде натечных, волокнистых, почковидных, скорлуповатых или сосцевидных образований.

ЛИНЕАМЕНТЫ – линейные и дугообразные протяженные структурные элементы планетарного значения, связанные с глубинными разломами. Устанавливаются по геологическим (линейные цепи вулканов, интрузивов, складок, разломов) и физико-географическим (спрямленные хребты, долины рек) признакам, хорошо выраженным на аэрофотоснимках.

ЛИНЕЙНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ – мера линейной зависимости двух переменных, характеризуемая *коэффициентом корреляции*, который равен отношению *ковариации* к произведению стандартных отклонений двух переменных. Коэффициент корреляции изменяется от +1 (прямая линейная функция) через 0 (отсутствие линейной зависимости) до -1 (обратная линейная функция).

***ЛИНЕЙНЫЕ ОКЕАНСКИЕ МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ** – закономерно чередующиеся положительные и отрицательные магнитные аномалии, линейно вытянутые параллельно срединным океанским хребтам. Интенсивность и знак аномалий коррелируют с величиной и полярностью естественной остаточной намагниченности базальтов, слагающих дно океанов (слой 2А). Чередование линейных магнитных аномалий разного знака – основа аномалийной шкалы геомагнитной полярности. Данные о возрасте линейных магнитных аномалий, оцененных по магнитохронологической шкале, согласуются с независимо высказанной по геологическим данным гипотезой раздвижения дна океана (спрединга).

Направления использования линейных магнитных аномалий (по А.М.Карасику): 1) геомагнитное – изучение структуры геомагнитного поля (обычная задача магнитной съемки); 2) палеомагнитное – построение и уточнение аномалийной шкалы геомагнитной полярности, определение координат палеомагнитных полюсов, оценка палеонапряженности; 3) геотектоническое – изучение строения магнитоактивного слоя океана, тектоническое районирование; 4) геоисторическое – определение возраста дна океана, выделение плит и определение их относительных движений; 5) геологическое – изучение строения и развития океанской литосферы, магматизма, горячих точек и др.; 6) морфологическое – морфологическое районирование дна, выделение подводных гор и т.п. См. [аномальное магнитное поле](#), [шкала геомагнитной полярности](#).

ЛИННЕИТ – минерал $\text{Co}_2^{3+}[(\text{Co}, \text{Ni})^{2+}\text{S}_4]$. Составная часть кобальтовых руд.

ЛИОНСИТ – минерал, $\text{Cu}_3\text{Fe}_4^{3+}(\text{VO}_4)_6$. Продукт возгонки из фумарол ниже 800°C

ЛИПАРИТ (РИОЛИТ) – кислая вулканическая порода, основная масса породы стекловатая или скрытокристаллическая с вкраплениями кварца, полевого шпата, плагиоклаза, небольшого количества цветных минералов (в основном, слюды).

ЛИПСКОМБИТ – минерал $(\text{Fe}, \text{Mn})^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2$. Вторичный минерал в редкометалльных пегматитах.

ЛИСТВЕНИТЫ – гидротермально-метасоматические карбонатно-кварцевые породы, часто золотоносные. Постоянно присутствуют пирит, хлорит, тальк, серпентин и др. Продукты переработки (карбонатизации) серпентинитов.

ЛИСТРИЧЕСКИЙ РАЗРЫВ – изогнутый, выполаживающийся книзу (вогнутый) разрыв. Смещение вдоль таких разрывов может соответствовать сбросу или взбросу.

ЛИТИОФИЛИТ – минерал $\text{Li}(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})\text{PO}_4$. В пегматитах.

ЛИТИФИКАЦИЯ – превращение рыхлого осадка в сцементированную твердую породу. Процесс сопровождается цементацией, уплотнением, обезвоживанием и кристаллизацией. Может происходить одновременно с отложением осадка или спустя короткий или длительный промежуток времени. См. [окаменение](#).

ЛИТОГЕНЕЗ – образование осадка и из него осадочной породы; его стадии – выветривание, денудация (включая транспортировку), отложение, диагенез и метаморфизм. Стадии литогенеза по Н.М.Страхову: **I. Стадия седиментогенеза**, этап первый – мобилизация веществ в коре выветривания; этап второй – перенос веществ и осадкообразование, этап третий – осадкообразование в конечных водоемах стока. **II. Стадия диагенеза**, этап первый – окислительное минералообразование в группе

малоустойчивых компонентов осадка; этап второй – восстановительное минералообразование в той же группе; этап третий – перераспределение аутигенных минералов и возникновение стяжений, локальное уплотнение осадков. **III. Стадия катагенеза** – региональная литификация пород под влиянием растущего давления, частичное преобразование устойчивых компонентов породы, главным образом, терригенных и частично – аутигенных. **IV. Стадия протометаморфизма** – глубокое минералогическое преобразование вещества осадочных пород, их структуры и текстуры под влиянием в первую очередь температуры.

ЛИТОЛОГИЯ – наука о составе строении и генезисе осадочных пород.

ЛИТОСФЕРА – верхний жесткий слой Земли, включающий в себя земную кору и часть верхней мантии над астеносферой. Мощность литосферы под океанами (за пределами гребней срединных хребтов) закономерно увеличивается с возрастом до 80км, под континентами – 150-350км. Литосфера расколота на сравнительно жесткие плиты, которые движутся по менее жесткой астеносфере. Магнитоактивный слой литосферы составляет небольшую часть ее мощности. Мощность и особенности строения и развития магнитоактивного слоя тесно связаны с особенностями строения и развития всей литосферы. Исследования таких связей – одна из задач петромагнитологии и палеомагнитологии.

ЛИТОФИЛЬНЫЙ - химические элементы, которые в большей мере концентрируются в силикатной, нежели в металлической или сульфидной фазах метеоритов, горных пород. Такие элементы концентрируются в силикатной коре Земли.

ЛОГНОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ - распределение вероятностей случайной величины, логарифм которой распределен в соответствии с нормальным законом. Характерно для распределения концентраций вещества, минералов, соответственно, магнитной восприимчивости в горных породах.

ЛОКАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – изменения поля с характерными размерами в пространстве до десятков километров и характерными временами до нескольких лет. Они связаны с процессами в земной коре (электромагнитные явления, тектономагнитный эффект и др.).

ЛОКАЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ – См. [аномальное магнитное поле](#).

ЛОНКРИКИТ - минерал $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

ЛОПОЛИТ - крупное согласное интрузивное тело, подошва которого прогнута вниз, кровля также прогнута вниз или остается плоской.

ЛОУРЕНСИТ - минерал $(\text{Fe}, \text{Ni})\text{Cl}_2$. Акцессорный минерал железных метеоритов.

ЛУДЛАМИТ – минерал, $\text{Fe}_3^{2+}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{PO}_4)_2$. Вторичный минерал, образующийся в гранитных пегматитах в восстановительных условиях.

ЛУННЫЙ МЕТЕОРИТ – метеорит лунного происхождения. Они представлены брекчированными базальтовыми и анортозитовыми ахондритами, петрология и химический состав которых указывают на их лунное происхождение. Это подтверждается их сходством с породами, доставленными с Луны американскими и российскими станциями.

ЛУННЫЙ РЕГОЛИТ - слой на поверхности Луны мощностью, возможно, несколько метров, состоящий из частично сцементированного или слабо уплотненного обломочного материала с размером обломков от микроскопических частиц до глыб более 1 м в диаметре. Считается, что образование этого слоя связано с многократными ударами метеоритов и вторичных обломков в течение длительного времени.

ЛЮДВИГИТ - минерал $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2\text{Fe}^{3+}\text{O}_2(\text{BO}_3)$. Минерал магнезиальных скарнов. Ассоциирует, в частности, с магнетитом.

ЛЮСУНГИТ - минерал $(\text{Sr}, \text{Pb})[\text{Fe}_3^{3+}(\text{OH})_6(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})]$.

[назад](#)

Ма - Mega-annum – миллион лет тому назад. **См.** абсолютный возраст.

***МАГГЕМИТ** – минерал, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, катион-дефицитный магнетит, степень однофазного окисления которого $Z=1$ (т.е. все железо перешло в трехвалентную форму), в результате 1/9 мест железа в В-подрешетке – вакансии. В природе маггемит, главным образом, продукт однофазного окисления магнетита, известны и иные пути образования маггемита, например, из лепидокрокита. Структура шпинели, аналогичная магнетиту, но меньшего размера ячейка ($a_0=0,831\text{нм}$) и плотность упаковки (0,153). Ферримagnetик. Удельная намагниченность насыщения $J_s=80\text{ Ам}^2/\text{кг}$ (меньше, чем у магнетита из-за вакансий), точка Кюри $T_c=675^\circ\text{C}$ (выше, чем у магнетита из-за уплотнения решетки). Магнитная жесткость заметно выше, чем у магнетита, тогда как палеомагнитная стабильность, как правило, низкая, в связи с чем значительная часть естественной остаточной намагниченности маггемита вязкая. Соответственно, объекты, содержащие практически только маггемит, большей частью, не пригодны для палеомагнитных исследований. Обычно маггемит неустойчив к нагревам, и в большом интервале температур, начиная, примерно с 300°C , переходит в гематит. В результате при термомагнитной чистке образцов компонента естественной остаточной намагниченности, связанная с маггемитом, устраняется. Для маггемит-магнетитовых ассоциаций характерен пик на кривой термомагнитного анализа в районе $150\text{--}200^\circ\text{C}$ – результат снятия напряженного состояния, связанного с маггемитизацией. Фазовый переход крупнозернистого маггемита в гематит сопровождается спадом намагниченности и ростом магнитной жесткости; в случае тонкозернистого маггемита отмечается спад и намагниченности, и магнитной жесткости, т.к. критический размер однодоменного состояния гематита гораздо выше, чем у маггемита, и многие мелкие зерна гематита, образующиеся из маггемита, оказываются суперпарамагнитными. При нагреве маггемита в вакууме образуется магнетит. Маггемиты с изоморфными примесями более устойчивы к нагревам и сохраняются до 700°C . Маггемит – один из наиболее распространенных магнитных минералов зоны окисления (выветривания), высокочувствительный индикатор низкотемпературного окисления, что широко используется в петромагнитных исследованиях зон выветривания и гидротермальных изменений.

МАГМАТИЧЕСКАЯ КАМЕРА - Магматический резервуар, расположенный в относительно неглубоких частях литосферы, служит источником вулканического материала.

МАГМАТИЧЕСКАЯ ПОРОДА – горная порода, образовавшаяся непосредственно из магмы в результате остывания последней и перехода из жидкого в твердое состояние.

МАГМАТИЧЕСКАЯ СЕРИЯ - магматические серии объединяют магмы, генетически связанные между собой в процессе дифференциации или при разных степенях частичного плавления одного источника. Например, щелочная, известково-щелочная и толеитовая серии.

***МАГМОВЫЙ ОЧАГ** – резервуар, заполненный магмой. Различаются очаги первичного накопления магмы и промежуточные очаги – результат задержки магмы при ее движении вверх. Современные магмовые очаги, и те и другие, выделяются, главным образом, по сейсмическим, сейсмологическим и геоэлектрическим данным. Установлена эмпирическая зависимость точки Кюри (состава) первично-магматического титаномагнетита в магматических породах основного состава от глубины очага (последнего равновесного состояния магмы в результате длительного ее стояния в одних условиях, т.е. на одной глубине), из экспериментальных данных ($H_{\text{км}}=82\text{--}0,14T_c$) и из сравнения петромагнитных и сейсмологических данных ($H_{\text{км}}=80\text{--}0,16T_c$, для глубин более 10км). По этой зависимости глубина первичных очагов вулканов срединных хребтов океанов, континентальных рифтов и других зон

растяжения однообразна и составляет 50-60км, тогда как под зонами сжатия, субдукции (это, прежде всего вулканизм островных дуг) глубина очагов широко варьирует – от 60км и более до 20км и менее. Очевидно, это промежуточные очаги, где равновесие достигается. Обычно глубина промежуточных очагов уменьшается от более ранних этапов вулканизма к более поздним. Есть зоны сложного вулканизма, где этапы преобладающего сжатия сменяются этапами преимущественного растяжения, в результате изменяется и глубина очагов (например, молодой вулканизм Армении, Камчатки). *Печерский и др., 1975.*

МАГНЕЗИОФЕРРИТ – минерал, феррошпинель, $MgFe_2O_4$; крайний член серии твердых растворов магномагнетитов. Удельный вес $4,52 \text{ г/см}^3$, плотность упаковки 0,158, параметр решетки $a_0=0,838\text{нм}$. Ферримagnetик, точка Кюри $T_c=310^\circ\text{C}$, удельная намагниченность насыщения $J_s=24\text{Ам}^2/\text{кг}$. Чистый магнезиоферрит – редкий минерал, встречается в вулканитах; как гидротермальный минерал, образует сростания с гематитом. Более распространен магномагнетит. См. [феррошпинели](#).

МАГНЕЗИОХРОМИТ – минерал группы шпинели: $(Cr,Al)_2(Mg,Fe)O_4$. Парамагнетик. Изоморфен с хромитом.

МАГНЕТИЗМ АТОМОВ обусловлен: 1) существованием у электрона спинового магнитного момента, 2) орбитальным движением электронов в атоме, создающим орбитальный магнитный момент (точнее, магнитный момент движения электронного облака вокруг ядра), 3) магнитным моментом ядра, который создается спиновыми моментами протонов и нейтронов. Определяющую роль в магнетизме атомов играет первый механизм.

МАГНЕТИЗМ ГОРНЫХ ПОРОД – См. [петромагнетизм](#), [петромагнитология](#).

МАГНЕТИЗМ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. К переходным элементам относятся, прежде всего, элементы группы железа (титан, скандий, хром, марганец, железо, кобальт, никель), а также группы палладия, платины, редкоземельные и актиниды. В петромагнетизме определяющее значение имеют элементы группы железа и в первую очередь само железо, благодаря его большой распространенности на Земле и в космосе по сравнению со всеми остальными переходными элементами. В атомах переходных элементов внутренние оболочки (d, f-слои) заполнены электронами не полностью, в этих слоях спиновые и орбитальные магнитные моменты не скомпенсированы, что приводит к существованию у изолированных атомов переходных элементов значительного магнитного момента. Магнитные моменты атомов переходных элементов (в магнетонах Бора): Ti^{3+} , V^{4+} – 1,8; Cr^{3+} , Mn^{4+} – 3,81-3,86; Cr^{2+} , Mn^{3+} – 4,8-5,0; Fe^{3+} – 5,4-6; Fe^{2+} , Co^{3+} – 5,0-5,5; Co^{2+} – 2,9-3,4.

***МАГНЕТИТ** – минерал, Fe_3O_4 , феррошпинель. Удельный вес $5,2 \text{ г/см}^3$, $a_0=0,8396$, плотность упаковки 0,157. Ферримagnetик, удельная намагниченность насыщения $J_s=92\text{Ам}^2/\text{кг}$, точка Кюри $T_c=580^\circ\text{C}$. Особенность магнетита – наличие изотропной точки (-143°C) и точки Вервея (-150°C). Наиболее распространенный в природе магнитный минерал, присутствует практически во всех типах горных пород, главным образом, продукт процессов метаморфизма, гидротермальных изменений, гетерофазного изменения титаномагнетитов, ильменита, сульфидов железа, известен биогенный магнетит. В окислительных условиях (поверхности Земли) магнетит неустойчив и изменяется: 1) однофазное окисление с образованием катион-дефицитного магнетита вплоть до маггемита происходит в низкотемпературных условиях, обычно водных, 2) гетерофазное окисление, ведущее к распаду с образованием оторочек и ламелей гематита (мартитизация) вплоть до полного превращения магнетита в гематит, происходит как в высокотемпературных, так и низкотемпературных условиях.

МАГНЕТИТОВАЯ СФЕРУЛА – черная космическая сферула, состоящая из магнетита и включающая металлическое ядро.

МАГНЕТИТОВЫЙ ОЛИВИНИТ – оливиновая порода, в которой зерна оливина как бы цементируют магнетит. На Урале встречаются жилообразные тела магнетитовых оливинитов в обыкновенных дунитах.

МАГНЕТОПЛОМБИТ – минерал, $\text{PbFe}_{12}\text{O}_{19}$, гексагональный. Ферримagnetик. Pb часто замещается Mn^{2+} , а Fe^{3+} – Mn^{2+} и Ti. Редок, в гидротермальных жилах ассоциирует с гематитом и др.

МАГНИОТРИПЛИТ – минерал, $(\text{Mg,Fe,Mn})_2\text{F(PO}_4\text{)}$. В богатых фосфатами пегматитовых жилах, в некоторых гидротермальных жилах.

МАГНИТНАЯ АККОМОДАЦИЯ – совокупность процессов постепенного приспособления состояния магнитного материала к изменившимся внешним условиям. Главные виды: 1) магнитная подготовка – на магнетик действует циклически меняющееся магнитное поле, петля гистерезиса постепенно принимает окончательную форму; 2) магнитная вязкость; 3) дезаккомодация магнитной восприимчивости.

МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ – См. [аномальное магнитное поле](#).

***МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ** – зависимость магнитных свойств вещества от направления. Количественно анизотропия оценивается как отношение максимального значения измеряемой характеристики к минимальному. Обычно измеряется анизотропия магнитной восприимчивости, реже – остаточной намагниченности (насыщения, идеальной и т.п.). В слабомагнитных породах в первой существенен вклад от парамагнитных минералов, поэтому представляет интерес или выделять магнитную часть восприимчивости или мерить анизотропию остаточной намагниченности, чтобы получить информацию об анизотропии и магнитной, и парамагнитной части материала. В зависимости от природы выделяется ряд видов магнитной анизотропии: *кристаллографическая, упругих напряжений и формы*.

Кристаллографическая анизотропия – анизотропия, вызванная тем, что в кристалле магнитного минерала есть так называемые *оси легкого и трудного* намагничивания, совпадающие с определенными кристаллографическими осями, разными для разных кристаллических структур. Например, у ильменитов ось легкого намагничивания направлена вдоль оси симметрии $[0001]$, у железа – по ребру куба $[100]$, у титаномагнетита – по диагонали куба $[111]$. При намагничивании монокристалла вектор намагниченности отклоняется от направления внешнего поля в сторону ближайшей оси легкого намагничивания. В горных породах оси легкого намагничивания магнитных зерен располагаются хаотично, поэтому статистический эффект этого вида анизотропии мал по сравнению с анизотропией формы. Разность энергии, затрачиваемой на намагничивание кристалла до насыщения по некоторому направлению, и энергии намагничивания по направлению оси легкого намагничивания называется энергией кристаллографической анизотропии. Ее величина может быть выражена через некоторые коэффициенты – константы кристаллографической анизотропии – и косинусы углов между намагниченностью насыщения и осями кристаллов.

Анизотропия упругих напряжений – анизотропия, возникающая в магнитном материале из-за внешних механических напряжений. Благодаря тому, что природные магнитные минералы кристаллизуются в сложных условиях, а затем находятся в горных породах (в сложной матрице), содержат примеси и разного рода дефекты кристаллической решетки, они, как правило, находятся в напряженном состоянии независимо от внешнего магнитного поля.

Анизотропия формы – влияние формы магнитного тела (образца породы, отдельного зерна) на его намагниченность. Намагничивающее поле является векторной суммой внешнего магнитного поля и внутреннего размагничивающего поля (размагничивающий фактор). Если тело неизометрично, намагниченность отклоняется от направления внешнего магнитного поля в сторону длинной оси тела: величина отклонения зависит от разности размагничивающих факторов по короткой и длинной осям. Разновидность анизотропии формы – слоистая (плоскостная) анизотропия, возникающая в случае пластообразной формы тела, слоистая анизотропия может сочетаться с текстурной.

Эксперименты показали, что из-за сложного, как правило, ансамбля магнитных зерен, главную роль в горных породах играет анизотропия формы, линейная, плоскостная или их комбинация. *Линейная анизотропия* ($X_{\text{max}} > X_{\text{in}} = X_{\text{min}}$) вызвана

ориентированным положением удлинённых зерен, образованным, например, течением, воздействием внешнего магнитного поля на оседающие зерна. **Плоскостная анизотропия** ($X_{\max}=X_{\text{in}}>X_{\min}$) образуется в результате выполаживания неизометричных зерен в определенной плоскости, например, при уплотнении осадка и/или действия направленного давления во время кристаллизации магнитных зерен.

Магматические породы близки изотропным, т.к. при их кристаллизации действует гидростатическое давление. Слабая плоскостная анизотропия характерна для пластовых интрузивных тел, особенно заметна в приконтактных частях тела, в отличие от лавовых потоков для которых более характерна слабая линейная анизотропия, вызванная течением. В процессе любых видов течения происходит вытягивание удлинённых зерен, что приводит к линейной анизотропии. Таким образом, фиксируется направление течения воды по магнитной анизотропии осадка, направление движения магмы, лавы, направление стресса в метаморфических породах.

МАГНИТНАЯ БУХТА - кратковременное, длящееся обычно около 1 часа нарушение магнитного поля. На магнитограммах имеет V-образную форму.

***МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ (κ)** – физическая величина, характеризующая зависимость намагниченности вещества от магнитного поля: Коэффициент пропорциональности между индуктивной намагниченностью и напряженностью магнитного поля, создающего намагниченность. Восприимчивость парамагнетиков не зависит от напряженности внешнего поля, а магнитных материалов – зависит. Восприимчивость магнитных материалов – структурно-чувствительная характеристика, она падает с ростом дефектности, напряженного состояния и уменьшением размера магнитных зерен и растет с переходом в суперпарамагнитное состояние. Величина κ широко варьирует и определяется в первую очередь концентрацией магнитных и парамагнитных минералов. Вариации концентрации магнитных минералов и, соответственно, κ в магматических породах зависят, в первую очередь, от тектонической обстановки, во вторую – от состава магм. И то и другое определяется окислительно-восстановительным режимом в магме к моменту кристаллизации магнитных минералов. Минимальна κ у синорогенных (коллизийных) гранитных батолитов складчатых областей ($\kappa < 10^{-3}$ ед. СИ) и максимальна у габбро, долеритов горячих точек и рифтов, у серпентинитов, обогащенных магнетитом (нередко $\kappa > 0.1$ ед. СИ). С ростом температуры восприимчивость растет, особенно заметно близ точки Кюри (эффект Гопкинсона), тогда как остаточная намагниченность только падает, в результате с ростом температуры возрастает относительный вклад индуктивной намагниченности в суммарной намагниченности глубинных пород и, соответственно, в магнитные аномалии. Магнитная восприимчивость является полезным индикатором литологических особенностей осадочных толщ. Благодаря простоте и скорости измерений (непосредственно в поле, в обнажениях), магнитная восприимчивость наиболее широко используется как индикатор концентрации магнитных минералов. См. [петромагнетизм](#), [индуктивная намагниченность](#).

МАГНИТНАЯ ВЯЗКОСТЬ (МАГНИТНОЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ) – задержка во времени изменения намагниченности, восприимчивости и других магнитных характеристик магнетиков по отношению к изменению напряженности внешнего магнитного поля. Возникающая таким образом намагниченность называется вязкой. Магнитная вязкость связана с двумя процессами: 1) с термическими флуктуациями в присутствии постоянного магнитного поля, этот процесс более характерен для однодоменных зерен и многодоменных с высокой плотностью дефектов;

2) с диффузией частиц и дефектов в кристаллической решетке магнитного минерала, чаще происходит в многодоменных зернах с малой дефектностью. Оба процесса существенно зависят от температуры. См. [вязкая остаточная намагниченность](#). Шолпо, 1977.

В магнитной гидродинамике магнитной вязкостью часто называют диффузию магнитного поля при его омическом затухании.

МАГНИТНАЯ ГИДРОДИНАМИКА – наука о движении электропроводящих жидкостей и газов в присутствии магнитного поля; раздел физики. Основа теории геомагнитного динамо – теории магнитного поля Земли.

МАГНИТНАЯ ЖЕСТКОСТЬ – устойчивость магнитного состояния магнитных материалов к воздействию магнитного поля. Количественно выражается через такие характеристики, как коэрцитивная сила, остаточная коэрцитивная сила, медианное разрушающее поле, коэрцитивный спектр. См. [магнитный гистерезис](#).

МАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ - плотность магнитного потока. В магнитной среде — векторная сумма напряженности внешнего поля и намагниченности вещества. Измеряется в теслах (Тл) в системе СИ

МАГНИТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ – знак естественной остаточной намагниченности или ее компонент. См. [геомагнитная полярность](#), [геомагнитная инверсия](#).

МАГНИТНАЯ ПОДРЕШЕТКА – система периодически расположенных в пространстве одинаковых магнитных атомов или ионов, имеющих одинаковые по величине и направлению магнитные моменты. Размеры элементарной ячейки магнитной подрешетки могут совпадать (ферриты) и быть больше кристаллической элементарной ячейки. Магнитные подрешетки рассматривают при описании атомной магнитной структуры. См. [магнитное упорядочение](#), [феррошпинели](#).

МАГНИТНАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ - коэффициент пропорциональности между магнитной индукцией **B** и напряженностью магнитного поля **H**, зависящий от свойств среды.

МАГНИТНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ – См. [стабильность остаточной намагниченности](#), [магнитная жесткость](#).

МАГНИТНАЯ СТРУКТУРА – распределение самопроизвольной намагниченности внутри магнитных тел при температуре ниже точки Кюри. Различаются два уровня магнитных структур: атомная (периодическое пространственное расположение магнитоактивных ионов и упорядоченная ориентация их магнитных моментов в кристалле) и доменная (распределение доменов с различной ориентацией спонтанной намагниченности по объему магнетика).

См. [магнитное упорядочение](#), [магнитная подрешетка](#), [домены](#).

МАГНИТНАЯ СЪЕМКА – измерение элементов геомагнитного поля в различных точках поверхности и близ поверхности планеты (наземная, гидромагнитная, аэромагнитная, спутниковая). С помощью магнитной съемки картируется площадная структура геомагнитного поля, главного магнитного поля, аномальной его части, распределение магнитных масс в литосфере. Графический результат магнитных съемок – магнитные карты элементов геомагнитного поля, карты изодинам, изогон, изоклин, изопор. См. [аномальное магнитное поле](#).

МАГНИТНАЯ ТЕКСТУРА – преимущественная пространственная ориентация осей легкого намагничивания в поликристаллическом образце магнетика, в результате которой он обладает магнитной анизотропией. См. [магнитная анизотропия](#).

МАГНИТНАЯ ЧИСТКА – способ разделения естественной остаточной намагниченности на компоненты по их стабильности к внешнему воздействию в нулевом магнитном поле. В настоящее время наиболее распространены виды магнитной чистки: 1) *временная чистка*, 2) *термочистка (Т-чистка)*, 3) *чистка переменным магнитным полем (Н-чистка)*, 4) *химическое травление (С-чистка)* и их комбинации. Магнитные чистки, как таковые, не дают информации ни о природе, ни о времени образования выделенных компонент естественной остаточной намагниченности. Если направления компонент различаются, можно судить лишь о вероятной их одновременности. Нужна дополнительная информация.

См. [палеомагнитная надежность](#).

МАГНИТНАЯ ФАЗА – фаза (физическая), однородная по магнитным свойствам.

МАГНИТНАЯ ФРАКЦИЯ – выделенная постоянным магнитом или электромагнитом часть из порошка (природного или образованного в результате искусственного дробления породы или любого другого материала). Для изучения магнитных минералов такой способ их выделения весьма грубый. К тому же при

дроблении часто состояние магнитных минералов, их состав, структура нарушаются, происходит окисление, новообразование, уничтожение магнитных минералов.

МАГНИТНОЕ НАКЛОНЕНИЕ – См. [главное магнитное поле Земли](#).

МАГНИТНОЕ НАСЫЩЕНИЕ - максимально возможное намагничивание материала. См. [поле магнитного насыщения](#).

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ – См. [геомагнитное поле](#), [главное магнитное поле Земли](#), [аномальное магнитное поле](#).

МАГНИТНОЕ СКЛОНЕНИЕ - См. [главное магнитное поле Земли](#)

МАГНИТНОЕ СТАРЕНИЕ – изменение магнитных свойств магнитного материала в результате длительного воздействия различных факторов, механических, тепловых, времени и других. Старение выражается в перестройке доменной структуры (преимущественно обратимое) или кристаллической структуры – необратимый переход из метастабильного в более устойчивое равновесное состояние, в частности, снимаются напряжения, устраняются дефекты и т.п.

МАГНИТНОЕ УПОРЯДОЧЕНИЕ – явление взаимного самопроизвольного (без участия внешнего магнитного поля) выстраивания магнитных моментов атомов в веществе. Это явление связано, во-первых, с атомами с определенным распределением электронов (переходные элементы, в первую очередь, группы железа), во-вторых, с упорядоченным расположением таких атомов в решетке кристалла на расстояниях, при которых возникает обменное взаимодействие. Известны четыре типа магнитного упорядочения:

ферромагнетизм – магнитные моменты атомов ориентированы параллельно друг другу, в результате материал обладает наиболее высокой самопроизвольной намагниченностью. Это упорядочение нарушается в точке Кюри, когда энергия теплового движения становится выше энергии обменного взаимодействия; наиболее распространенный в природе ферромагнетик – металлическое железо, его сплав с никелем, наиболее широко встречается в железных метеоритах, им, очевидно, сложено ядро Земли; ферромагнетики – металлы никель и кобальт – на Земле неизвестны. Никель иногда встречается, как продукт падения метеоритов.

антиферромагнетизм – магнитные моменты атомов ориентированы антипараллельно, в результате чего возникают магнитные подрешетки, суммарная самопроизвольная намагниченность которых равна нулю. Антиферромагнетизм разрушается в точке Нееля; известные в природе антиферромагнетики имеют очень низкие точки Нееля (у одного из наиболее распространенных антиферромагнетиков ильменита точка Нееля -205°C), соответственно в реальных земных условиях все они являются парамагнетиками; наиболее распространены в магматических и метаморфических породах;

ферримагнетизм – магнитные моменты атомов ориентированы антипараллельно, но из-за разных их величин и неравного числа атомов в подрешетках, векторная сумма намагниченностей подрешеток не равна нулю и вещество обладает самопроизвольной намагниченностью. Порядок разрушается в точке Кюри; среди природных ферримагнетиков широко распространены титаномагнетиты и среди них – магнетит, реже встречаются гематиты и пирротины; широко распространены во всех типах горных пород, более характерны для магматических и метаморфических пород; подавляющее большинство магнитных аномалий на Земле связаны со скоплениями минералов этой группы;

слабый ферромагнетизм – вариант антиферромагнетизма, когда магнитные моменты атомов не строго антипараллельны, благодаря чему материал обладает малой суммарной самопроизвольной намагниченностью, направленной перпендикулярно к антиферромагнитному порядку; наиболее известны слабые ферромагнетики гематит и гётит, чрезвычайно широко распространенные в поверхностной зоне высокого окисления Земли.

Л.Неелем выделены пять возможных типов зависимости $J_s(T)$ для различных вариантов магнитного упорядочения. В настоящее время открыты и аморфные магнитные вещества (кластеры, спиновое стекло). Явление магнитного упорядочения

существенно влияет на такие физические свойства вещества, как тепловые, упругие, электрические и другие, приводя к аномалиям этих свойств. Изучение таких аномалий дает ценные сведения о характере и природе магнитного состояния вещества. Непосредственно тип магнитного упорядочения фиксируется с помощью нейтронографии.

См. [домены](#), [остаточная намагниченность](#), [петромагнетизм](#).

МАГНИТНОЕ ЧИСЛО РЕЙНОЛЬДСА (R_m) – безразмерное число, показывающее, во сколько раз роль электромагнитной индукции важнее омических потерь. Оно вычисляется по той же формуле, что и **число Рейнольдса**, но в качестве знаменателя используется коэффициент магнитной диффузии, который обратно пропорционален проводимости среды. Для работы динамо необходимо, чтобы R_m превосходило 10. Считается, что во внешнем ядре Земли это значение превышено как минимум на порядок. *Зельдович и др., 2006*

МАГНИТНОУПОРЯДОЧЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ – магнитные минералы.

См. [магнитное упорядочение](#).

МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ – См. [аномальное магнитное поле](#).

МАГНИТНЫЕ ГЕОТЕРМОМЕТРЫ – на базе термомагнитных исследований создана серия магнитных геотермометров, т.е. способов оценки температуры кристаллизации, перекристаллизации магнитных минералов или температуры приобретения ими остаточной намагниченности. Все они в основном используются как предельные, т.е. оценивается температура образования выше или ниже точки Кюри присутствующих в породе магнитных минералов.

Примеры магнитных геотермометров: 1) сравнение поведения естественной остаточной намагниченности и созданной в лаборатории на том же материала идеальной, полной или парциальной термической остаточной намагниченности при разрушении их температурой и переменным магнитным полем, сопоставление коэрцитивных спектров; 2) изменение формы $J(T)$ гексагонального пирротина λ -типа в зависимости от его вторичного прогрева ниже точки Кюри; 3) при наличии в магнитных минералах тонкого распада по температуре гомогенизации можно судить о температуре этого распада. Этот метод позволяет оценивать температуру выше точек Кюри магнитных минералов.

Достоинство всех магнитных геотермометров – простота и быстрота операций, измерение непосредственно образца горной породы, содержащей меньше 0,001% магнитных минералов. Шолпо, 1977.

МАГНИТНЫЕ ДОМЕНЫ – См. [домены](#).

МАГНИТНЫЕ ЖИДКОСТИ - ультрадисперсные устойчивые коллоиды ферро- или ферримагнитных однодоменных частиц, диспергированных в различных жидкостях и совершающих интенсивное броуновское движение. Намагниченность насыщения конденсированных магнитных жидкостей может достигать $\sim 100 \text{ кА/м}$ в магнитном поле $\sim 100 \text{ мТл}$, при этом их вязкость сравнима с вязкостью воды.

МАГНИТНЫЕ МИНЕРАЛЫ – минералы, обладающие магнитным упорядочением. См. [магнитное упорядочение](#).

***МАГНИТНЫЕ МИНЕРАЛЫ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД** – в соответствии с термодинамической диаграммой $PT-fO_2$ из магм кристаллизуются разные феррошпинели, наиболее распространен среди них титаномagnetит, состав его определяется $T-fO_2$ условиями. Магнитные минералы магматических пород неустойчивы в условиях поверхности Земли, и еще на стадии остывания магматических пород титаномagnetиты в них распадаются, в случае медленно остывающих мощных тел первичный титаномagnetит практически не сохраняется. При этом он не только распадается, но и «растворяется» в окружающих силикатах. В ходе «растворения», в первую очередь, выносятся за пределы зерна титаномagnetита железо, в результате чего титаномagnetит становится более титанистым по сравнению с первичным. Гомогенные титаномagnetиты обычно сохраняются при быстром остывании лав, маломощных интрузий. Состав первичных титаномagnetитов внутренних частей магматических тел отвечает $T-fO_2$ равновесию в магме, в краях тел, где сильно

взаимодействие с внешней средой, равновесие нарушается, и образуются феррошпинели разных составов, часто близкие магнетиту. Это видно на примере краев лавовых потоков, пиллоу-лав. Кристаллизация расплава (даже лавы) идет чаще в условиях, близких закрытой системе, в результате чего относительно ранние титаномагнетиты нередко содержат меньше титана, чем более поздние зерна. Встречаются зональные зерна титаномагнетита, менее титанистые в центре и более титанистые по краям. Реже встречаются обратные ситуации, характерные для открытых систем (например, островодужные вулканиты). По составу первичных титаномагнетитов (магнитным свойствам) возможна оценка, например, глубины равновесного состояния магмы (глубины очага). Магнитные минералы магматических пород – главный объект изучения тонкой структуры геомагнитного поля, палеонапряженности.

[См. условия образования природных магнитных минералов.](#)

***МАГНИТНЫЕ МИНЕРАЛЫ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД.** Изменения горных пород при повышенных РТ регионального метаморфизма сопровождаются или уничтожением первичных магнитных минералов, или существенной их перекристаллизацией, новообразование магнитных минералов не характерно. Наряду с этим известны процессы аутометаморфизма, контактового метаморфизма, метасоматоза с образованием заметных концентраций магнетита. Широко распространена пирротиновая минерализация. По магнитным свойствам возможна оценка условий образования и преобразования магнитных минералов при метаморфических и гидротермальных процессах, в частности, оценка температуры. В случае высокотемпературного метаморфизма (например, выше точки Кюри магнетита) магнитные минералы приобретают термоостаточную намагниченность. По ней можно получить палеомагнитную информацию времени приобретения такой намагниченности и о процессе остывания таких пород. В случае средне-низкотемпературного метаморфизма (ниже точки Кюри магнетита) образующиеся на разных стадиях метаморфизма магнитные минералы приобретают кристаллизационную и химическую намагниченность разного возраста из-за длительности процесса метаморфизма. Соответственно, такие объекты не пригодны для магнитостратиграфических исследований, но возможно пригодны для определения палеомагнитного полюса.

[См. условия образования природных магнитных минералов.](#)

***МАГНИТНЫЕ МИНЕРАЛЫ ОСАДКОВ И ОСАДОЧНЫХ ПОРОД** образуются в результате химических реакций при температуре, близкой к комнатной, и давлении порядка 1 атм. (*аутигенные минералы*), как в условиях «гематитовой» высокого окисления (чаще), так и «магнетитовой» и даже «силикатной» зоны. В первом случае образуются гидроокислы железа, переходящие при потере воды в гематит и маггемит; продукты окисления сидерита, пирита и других железосодержащих немагнитных минералов – магнетит, маггемит, гематит. В слабоокислительных условиях образуется магнетит, в восстановительных – пирротин, грейгит и т.п. Известен магнетит биогенного происхождения. Размеры таких образований чаще менее 1мм. Кроме аутигенных, в осадках широко распространены *аллотигенные* магнитные минералы, попадающие в осадки в виде обломков в результате разрушения горных пород. Часто такие минералы принадлежат по своему происхождению к иным термодинамическим зонам и неустойчивы в поверхностных условиях. Например, обломки титаномагнетита, попадая в осадки, довольно быстро окисляются до титаномаггемита, магнетита. Для палеомагнитных исследований более надежны объекты, содержащие аллотигенные зерна магнитных минералов, они более вероятные носители первичной ориентационной остаточной намагниченности и надежнее известно время их образования (осаждения).

[См. условия образования природных магнитных минералов.](#)

МАГНИТНЫЕ ПЛЕНКИ – слои магнитных веществ толщиной от единиц до десятков нм, ведущие себя как однодоменные. Широко используются в физике, технике. Прозрачные магнитномягкие пленки можно использовать для оценки полярности остаточной намагниченности отдельных зерен магнитных минералов

непосредственно в горной породе, накладывая магнитную пленку на ориентированный шлиф. Этот способ весьма перспективен, т.к. есть возможность оценивать магнитную полярность генетически различных магнитных минералов, например, в осадке; анализировать зависимость магнитной полярности от размера зерен магнитных минералов и т.п. Соответственно, решать магнитостратиграфические задачи на *микропалеомагнитном* уровне.

***МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД** – совокупность петромагнитных характеристик горных пород. Петромагнитная информация сосредоточена главным образом в магнитных минералах, магнитные свойства которых определяются их составом, структурой и магнитным состоянием, в свою очередь, зависящими от условий их образования и преобразования. Петромагнитная информация о парамагнитных минералах, занимающих существенное место в большинстве горных пород, сводится, во-первых, к оценке общего содержания в них железа и других элементов группы железа, к их распределению в горных породах, во-вторых, к оценке роли течения, направленных давлений в процессе формирования горных пород по анизотропии парамагнитных минералов. И т.п. Палеомагнитная информация заключена исключительно в магнитных минералах. Магнитные свойства среди физических свойств горных пород занимают особое положение: а) они связаны с небольшим числом минеральных образований, содержание которых в породах, как правило, незначительно; б) возможно использование не только "статических", но и "кинематических" характеристик, таких как процесс намагничивания, магнитная вязкость, термомагнитный анализ и др.; в) используется уникальное свойство магнитной памяти магнитных минералов о внешних воздействиях на них магнитного поля, давлений, температуры, времени, режимах кристаллизации. Внутри РТ области существования магнитных минералов их образование определяется в первую очередь температурой и окислительными условиями. Информативность магнитных свойств неравнозначна и неоднозначна.

См. петромагнетизм, магнитная восприимчивость, магнитное упорядочение, условия образования магнитных минералов и др.

МАГНИТНЫЙ ГИСТЕРЕЗИС – отставание размагничивания (перемагничивания) магнитного материала от внешнего магнитного поля. Намагничивание материала до состояния насыщения (поле H_s), затем размагничивание и перемагничивание до $-H_s$, последующее намагничивание до $+H_s$ образуют полный замкнутый гистерезисный цикл – *петлю гистерезиса*. Главные характеристики петли гистерезиса: *поле магнитного насыщения, намагниченность насыщения, остаточная намагниченность насыщения* (при $H=0$), *коэрцитивная сила* (при $J=0$), *остаточная коэрцитивная сила* (при $J_r=0$).

МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ – основная величина, характеризующая магнитные свойства вещества. Элементарным источником магнетизма (в рамках гипотезы Ампера) считается электрический ток. Вектор, определяющийся произведением силы тока на площадь контура замкнутого тока, есть магнитный момент. По аналогии с электрическим дипольным моментом дипольный магнитный момент $M=ml$, где m – эквивалентный магнитный "заряд", l – расстояние между магнитными "зарядами" противоположных знаков. В магнитной гидродинамике космических сред использование представлений, связанных с электрическим током, неудобно. Поэтому магнитный момент понимают как соответствующий коэффициент, определяющий поведение магнитного поля в вакууме вдали от изучаемого тела (скажем, Земли).

МАГНИТНЫЙ ПОТОК – произведение площади какой-либо поверхности, на нормальную составляющую магнитной индукции; количество магнитных силовых линий через поверхность. Измеряется в веберах в системе СИ и в эрстед cm^2 в системе СГС. В астрономии, магнитной гидродинамике и теории динамо, когда магнитная проницаемость практически равна единице и различие между магнитной индукцией и напряженностью магнитного поля несущественно, магнитный поток обычно измеряют в гаусс cm^2 .

МАГНИТНЫЙ ПОЛЮС ЗЕМЛИ - точка на поверхности Земли, где горизонтальное магнитное поле равно нулю, а магнитное наклонение составляет $\pm 90^\circ$. При применении этого понятия отвлекаются от аномалий магнитного поля. Ближайший к северному географическому полюсу называется северным магнитным полюсом Земли, ближайший к южному – южным магнитным полюсом Земли. Современное положение магнитного полюса в северном полушарии: 75°N , 101°W . Положение магнитных полюсов Земли во времени непостоянно. См. [блуждания геомагнитного полюса](#).

МАГНИТНЫЙ ЦЕНТР ЗЕМЛИ – место расположения магнитного диполя, наилучшим образом аппроксимирующего реальное магнитное поле Земли.

МАГНИТНЫЙ ЭКВАТОР – нулевая изоклина или нулевая изодинама вертикальной составляющей геомагнитного поля на поверхности Земли.

МАГНИТНЫЙ ЭКРАН – магнитно-мягкий материал с высокой магнитной восприимчивостью и минимально низкой магнитной жесткостью, образующий замкнутое или близкое к нему пространство, внутри которого магнитное поле существенно ниже внешнего. Например, трансформаторное железо экранирует внешнее магнитное поле в несколько раз, однослойный экран из отожженного пермаллоя – на порядок. Применяя систему «экран в экране» (3-5 экранов) и магнитную чистку внутреннего экрана переменным магнитным полем, можно уменьшить эффект внешнего магнитного поля до 10000 раз, т.е. магнитное поле внутри такого экрана менее 10 нТл.

МАГНИТОАКТИВНЫЙ СЛОЙ – часть литосферы, в которой сосредоточены источники магнитных аномалий. См. [аномальное магнитное поле](#).

МАГНИТОЗОНА – См. зона магнитной полярности.

***МАГНИТОЛИТОЛОГИЯ** – прикладное научное направление, применение методов петромагнитологии, палеомагнитологии, магнитоминералогии для решения задач литологии, для изучения разных условий и стадий литогенеза, возраста и последовательности осадкообразования, процессов образования аутигенных магнитных минералов, осадочных полезных ископаемых, оценки палеогеографической обстановки и др. См. [петромагнитология](#), [условия образования природных магнитных минералов](#), [магнитные минералы осадков](#).

МАГНИТОМЕТРИЯ – раздел геомагнитологии, посвященный аппаратуре и методике измерений геомагнитного поля и магнитных свойств горных пород, методике обработки и интерпретации результатов измерений.

***МАГНИТОМИНЕРАЛОГИЯ** – научное направление, раздел петромагнитологии, изучение магнитных свойств искусственных и природных магнитных минералов в горных породах и во фракциях, процессов их преобразований для решения различных задач петромагнитологии и палеомагнитологии. Очень высокая чувствительность магнитных измерений позволяет вести исследования при концентрации магнитных минералов в горной породе менее 0,0001% и при этом фиксировать незначительные их изменения.

***МАГНИТОПЕТРОЛОГИЯ** – прикладное научное направление, применение методов петромагнитологии, палеомагнитологии и магнитоминералогии для решения задач петрологии, выяснения условий магмообразования, кристаллизации, вторичных изменений пород, изучения процессов рудообразования; термометрия; оценка возраста магматических и др. образований, последовательности этих процессов и др. Для решения прямой задачи магнитопетрологии ведутся теоретические и экспериментальные исследования связей магнитных свойств магнитных минералов с физико-химическими условиями их образования.

Обобщение всех данных показало, что все разнообразие условий образования горных пород, составляющих земную кору, описывается сочетанием четырех петромагнитных типов:

ультрамафит-мафитовый тип представлен практически первично-немагнитными кумулятивными габбро, породами расслоенного комплекса, образованным в относительно восстановительных условиях (буфер QMF и ниже) «силикатной» зоны,

система близка закрытой; характерны редкие зерна ильменита и высокотитанового титаномагнетита ($x=0,6-0,7$). Образует слой 3В океанской земной коры, кору «сухих» рифтов, осадочных бассейнов, зеленокаменные пояса.

Фемический тип представлен обычно первично-магнитными и высокомагнитными продуктами кристаллизации базальтовой магмы и ее дифференциатами, базальтами, габбро, феррогаббро и т.п.; реже средние и кислые породы; результат магматизма структур растяжения, океанских и континентальных рифтов, плюмов; относительно низкоокислительный режим, близкий буферу NNO «магнетитовой» зоны и типичный для базальтовой магмы, система близка закрытой; обычно присутствуют первичные высокотитановые титаномагнетиты ($x=0,6-0,7$), гемоильмениты, близкие по составу ильмениту.

Сиальмафический тип представлен первично-магнитными, реже слабомагнитными продуктами дифференциации магмы известково-щелочного типа, от основных до кислых – результат переплавления субдуцированной коры, подъема магмы в условиях сменяющихся режимов сжатия и растяжения; окислительный режим широко варьирует от буфера NNO до МН «магнетитовой» зоны; система открытая; характерно присутствие титаномагнетитов разного состава (от $x>0,6$ до $x<0,15$), гемоильменитов.

Сиалический представлен первично-немагнитными – слабомагнитными гранитоидами, реже другими породами – продуктами плавления коры в зонах коллизии, сжатия, складчатости; условия низкоокислительные, типичные для «силикатной» зоны, близкие буферу QMF, система близка открытой; из первичных рудных встречается ильменит. См. [петромагнитология](#), [магнитоминералогия](#), [магнитная восприимчивость](#), [условия образования магнитных минералов](#), [магнитные свойства горных пород](#) и др.

Петромагнитная модель...1994.

МАГНИТОРАЗВЕДКА – раздел геофизики, геомагнитологии, прикладной раздел петромагнитологии. Один из методов изучения геологического строения, поисков и разведки полезных ископаемых, основанный на пространственных изменениях аномального магнитного поля, связанных с различной намагниченностью горных пород и другими причинами. Простота, высокая производительность магниторазведки определили широкое ее применение в практике геолого-поисковых работ, геологического картирования, особенно ее модификации – аэромагнитной съемки.

МАГНИТОСТАТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ – взаимное влияние магнитных полей намагниченных тел, в частности, зерен магнитных минералов, частей магнитных минералов (доменов), тем большее, чем меньше расстояние между намагниченными телами и чем больше их магнитный момент. Магнитостатическое взаимодействие однодоменных зерен ведет к уменьшению суммарной остаточной намагниченности и магнитной жесткости такого ансамбля зерен, т.е. к приближению магнитных свойств к многодоменным зернам. См. [домены](#), [нормальное намагничивание](#).

***МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА** – шкала геомагнитной полярности, привязанная к биостратиграфической шкале. Такая шкала строится на основании магнитостратиграфического изучения конкретных геологических разрезов, колонок кернов из скважин или поднятых со дна озер, морей и океанов, выделения в изучаемых разрезах интервалов (зон) прямой и обратной геомагнитной полярности и привязки их к биостратиграфическим данным. На основании возрастной и палеомагнитной корреляции частных разрезов составляются региональные магнитостратиграфические шкалы, которые, в свою очередь, сопоставляются с общей магнитостратиграфической и магнитохронологической шкалами. В результате первые датируются, а вторые дополняются и уточняются. К настоящему времени составлена магнитостратиграфическая шкала для фанерозоя и части рифея. Эта шкала неполная и требует детализации и уточнения. Единицей магнитостратиграфической шкалы является *зона (магнитозона)*.

См. [шкала геомагнитной полярности](#), [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

***МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ** – раздел палеомагнитологии, исследующий вектор естественной остаточной намагниченности и другие магнитные характеристики для возрастной корреляции геологических и геофизических событий. Корреляция по зонам геомагнитной полярности – наиболее точный метод глобальной возрастной корреляции. Одна из главных задач магнитостратиграфии – построение магнитостратиграфической шкалы, использующей как инверсии, так и другие особенности геомагнитного поля. В принципе для возрастной корреляции и построения шкалы могут быть использованы и вариации палеонапряженности и направления поля, и скалярные магнитные характеристики, последние годятся для детальной местной корреляции, распознавания магнитозон. *Храмов и др., 1982.*

МАГНИТОСТРАТОН – См. стратон магнитной полярности.

МАГНИТОСТРИКЦИЯ – изменение формы и размеров тела при его намагничивании. В магнитных материалах относительное удлинение (линейная магнитострикция) достигает $10^{-5} - 10^{-3}$.

МАГНИТОСФЕРА - предел магнитного поля планеты, определяемый взаимодействием солнечного ветра и ее магнитного поля. На обращенной к Солнцу стороне Земли магнитосфера приближенно представляет собой полусферу, радиус которой в спокойных условиях равен примерно 10 земным радиусам. При магнитных бурях радиус магнитосферы может уменьшаться приблизительно до 6 земных радиусов. На противоположной от Солнца стороне магнитосфера расширяется, образуя хвост в несколько сотен земных радиусов.

МАГНИТОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ – изучение структуры вещества по его магнитным свойствам, анализ основан на связи основных характеристик магнитных веществ с их структурой. См. структурно-чувствительные магнитные характеристики.

МАГНИТОТАКСИЧЕСКИЕ (МАГНИТНЫЕ) БАКТЕРИИ – бактерии, состоящие из цепочек магнитных кристаллов (магнитосом), обычно это магнетит, иногда грейгит. Размер магнитосом близок к однодоменному. Магнитотаксические бактерии, благодаря магнитным цепочкам, способны ориентироваться в магнитном поле Земли (биомагнетизм). Эти бактерии обитают повсеместно, в осадках озер в прибрежных частях океанов и т.п. Попадая в осадки и осадочные породы, магнетитовые останки магнитотаксических бактерий являются отличным источником палеомагнитной записи в виде ориентационной остаточной намагниченности.

МАГНИТОТЕКТОНИКА – раздел палеомагнитологии, изучающий по направлению естественной остаточной намагниченности движения литосферы от глобальных реконструкций (дрейф континентов, спрединг) до локальных деформаций. В магнитотектонике, как и в геологии, два типа классификации задач: генетическая (тип, характер движений, их закономерности, возраст) и масштабная (глобальные, региональные и локальные реконструкции). Два пути магнитотектонических исследований: 1) изучение направлений естественной остаточной намагниченности ориентированных образцов горных пород из геологических тел, толщ, блоков, плит, опирающееся на простое обоснование: расхождение палеомагнитных направлений и палеомагнитных полюсов есть результат движения блоков и деформаций. Отсюда определение деформаций и смещений тел сводится к возвращению последних в такое положение, при котором синхронные палеомагнитные направления окажутся параллельными; 2) кинематические реконструкции по линейным магнитным аномалиям океанов и палеоокеанов (в основе кинематических реконструкций лежат не только магнитные аномалии, но и данные о трансформных разломах, тектонических поясах и т.п.). Имея геомагнитную шкалу времени и определив по ней возраст линейных аномалий, можно провести изохроны океанского и палеоокеанского ложа. Этот путь возможен лишь до максимального возраста дна океана – около 170 Ма.

Надежные магнитотектонические реконструкции возможны лишь в сочетании с другими геолого-геофизическими данными. Введение числа, меры в оценку тектонических движений главное достоинство магнитотектоники – оно позволяет прогнозировать движения для разных геологических интервалов и в будущее. По палеомагнитному склонению и положению оси поворота (полюс вращения) можно

вычислить величину горизонтального перемещения участка, удаленного от оси поворота на определенное расстояние. Таким путем, например, можно обнаружить была ли в общем движении той или иной части складки вращательная составляющая, т.е. можно определить характер деформации складки. По палеомагнитным данным возможна оценка поворота блока не только вокруг вертикальной оси (горизонтальное движение), но и поворота вокруг произвольно расположенной оси.

См. [палеомагнетизм](#), [палеомагнитология](#), [линейные магнитные аномалии](#), [дрейф континентов](#), [спрединг](#), [шкала геомагнитной полярности](#) и др.

Аглонов, 1990; Печерский, Диденко, 1995; Храмов и др., 1982.

МАГНИТОХРОН (ХРОН) – интервал постоянной полярности магнитного поля Земли между соседними геомагнитными инверсиями. Продолжительность хрона широко варьирует от первых тысяч лет до нескольких десятков млн. лет. Временной аналог *магнитозоны* (зоны магнитной полярности).

МАГНИТОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА – шкала геомагнитной полярности, составленная на основании радиологических датировок горных пород с известной геомагнитной полярностью. На базе реперных радиологических датировок магнитостратиграфических разрезов, увязки их в единую магнитостратиграфическую шкалу, последняя, благодаря абсолютным датировкам, становится шкалой магнитохронологической. Примерно до 170 Ма для построения магнитохронологической шкалы используются данные по линейным магнитным аномалиям океанов в сочетании с радиологическими датировками магматических пород дна океана. Единицей магнитохронологической шкалы является *хрон* (*магнитохрон*).

См. [шкала геомагнитной полярности](#).

***МАГНИТОХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ФАНЕРОЗОЯ** - шкала геомагнитной полярности, привязанная к хроностратиграфической шкале, при этом использован количественный подход, а именно, *асимметрия полярности*. [Молостовский и др., 2007]. Такие показатели, как продолжительность интервалов одной полярности внутри магнитостратона или соотношение их длительностей и т.п., очень неустойчивы, они существенно изменяются при добавке-убирании даже небольшого числа микрохронов. Другой показатель - число инверсий на единицу времени (частота), тоже неустойчив, он заметно меняется от изменения в данном интервале числа инверсий, к тому же он не учитывает полярность. Наиболее устойчивый показатель – *асимметрия полярности*, она очень мало изменяется при добавлении или исключении микрохронов. При этом наиболее эффективна оценка асимметрии *по кумулятивной функции распределения с учетом знака полярности (рис.1)*. Намечаются два типа отрезков кумулятивной кривой: 1) монотонный рост или спад кумулятивной кривой, вследствие отсутствия инверсий или чередования кратких субхронов и микрохронов, продолжительность которых заметно меньше шага построения кумулятивной кривой («*склон*»), и 2) сочетание резких изломов кривой («*пила*»), вследствие довольно равномерного чередования N и R-интервалов, заметно превышающих по длительности принятый шаг построения. Эти главные признаки использованы для выделения всех магнитохроностратиграфических подразделений, от гиперхронов до субхронов и микрохронов (рис.1). Интервалы между соседними инверсиями (хроны) имеют близкое логнормальное распределение с модой около 0.4 млн. лет. Подавляющая их часть находится между 0.1 и 4 млн. лет, что составляет ~600 интервалов одной полярности (из ~640 в фанерозое). Соответственно эти пределы приняты для ортохронов – основной единицы шкалы. Меньший интервал относится к субхронам. Среди гиперхронов только один практически однополярный – гиперхрон обратной полярности Хадарский, среди 35 суперхронов – примерно половина однополярные. Такие однополярные магнитостратоны не делятся на более дробные подразделения. Остальные гиперхроны и суперхроны имеют сложную геомагнитную структуру и состоят из ортохронов, субхронов и микрохронов. В таблице приведена магнитостратиграфическая и магнитохроностратиграфическая классификация и оценка примерной продолжительности магнитохроностратиграфических подразделений.

Наверняка шкала неполная в отношении субхронов и, особенно, микрохронов, но их добавление в принципе мало повлияет на вид шкалы, построенной по кумулятивной кривой. Просто часть ортохронов из однополярных перейдет в ранг ортохронов со сложной структурой, состоящих из серии субхронов и микрохронов.

Таблица

Магнитостратиграфич. подразделение	Магнитохроностратиграфич. подразделение	Продолжительность, млн. лет
мегазона	мегахрон	135-153 (n=2)
Гиперзона	Гиперхрон	19-73 (n=13)
Суперзона	Суперхрон	5-25 (n=25)
Ортозона	Ортохрон	<5 – 0.1 (n≈600)
Субзона	Субхрон	< 0,1 (n>130)
Микрозона	Микрохрон	<0,01(n-?)
Аномалия	экскурс	<0.001(n-?)

Из поведения кумулятивной кривой следуют главные закономерности (рис.1): 1) В течение фанерозоя преобладала обратная геомагнитная полярность. Это естественно, если Земля всегда вращалась, как ныне, против часовой стрелки. Наблюдаемая асимметрия полярности не находит объяснения в существующих моделях геодинамо. 2) По кумулятивной кривой четко выделяются три интервала переменной геомагнитной полярности, это мегахроны палеозойский (468-315Ма, продолжительность 153 млн. лет, преобладает R-полярность), мезозойский (258-123Ма, продолжительность 135 млн. лет, преобладает N-полярность) и кайнозойский (83-0Ма, преобладает R-полярность, этот мегахрон, очевидно, не полон, поэтому не учтен в таблице, ожидаемое его окончание примерно через 60 млн. лет). Мегахроны в свою очередь делятся на серию гиперхронов, суперхронов, ортохронов, субхронов, микрохронов и экскурсов. Обозначение единиц прямой геомагнитной полярности – N (N-зона, N-хрон), обратной – R (R-зона, R-хрон), по кумулятивной кривой определена доля N- или R-полярности в данном магнитостратоне (%). Ниже перечислены гиперхроны и суперхроны фанерозоя по [Молостовский и др., 2007].

Вендский гиперхрон R91, возраст 600-533Ма, охватывает венд и низы кембрия.

Аргинский гиперхрон R32, возраст 533 – 494Ма, стратиграфический возраст - кембрий. В Аргинском гиперхроне выделяются три суперхрона: **Якутский N38**, 533-525Ма; **Батомско-улаханский R61**, 525-502Ма; **Иркутский N31**, 502-494Ма. Аргинский гиперхрон характеризуется очень высокой частотой инверсий, особенно якутский суперхрон, подобной гиперхронам Гиссар и Согдиана.

Хадарский гиперхрон R98, возраст 494 – 468Ма. В стратиграфической шкале Хадарскому гиперхрону соответствуют весь ранний ордовик и лланвирнский ярус среднего ордовика.

Северобайкальский гиперхрон N5, возраст 468-449Ма. Состоит из двух суперхронов: N78, возраст 468-457Ма, R100, возраст 457-449Ма. Включает заметную часть среднего и раннего ордовика.

Непский гиперхрон N20, возраст 449 - 429 млн. лет, поздний ордовик-ранний силур.

Саянский гиперхрон R16, возраст 429 – 356Ма. Охватывает венлокский ярус раннего силура, поздний силур, девон и самые низы турне. Подразделяется на два суперхрона: **Енисейский суперхрон R17**, возраст 429-381Ма, **Таштынский суперхрон R14**, возраст 381-356Ма.

Тихвинский суперхрон R100, возраст 356-347Ма. Разделяет Саянский и Донецкий гиперхроны. Эквивалентен турне почти в полном объеме.

Донецкий гиперхрон R19, возраст 347-315Ма, в стратиграфической шкале ему соответствуют ранний и средний карбон. Внутри гиперхрона можно выделить суперхрон прямой полярности (N100) 344-339Ма.

Гиперхрон Киама R81, возраст 315-265Ма. Ему соответствуют большая часть среднего и поздний карбон, ранняя пермь, а так же казанский и большая часть уржумского ярусов средней перми. В международной «морской» шкале пермской системы верхняя граница гиперхрона Киама установлена в низах кэптенского яруса средней перми.

Суперхрон Иллаваара R38, возраст 258-242Ма. Захватывает верхи среднего и верхний (татарский) отделы перми, ранний триас и низы среднего триаса. Резко выделяется повышенной частотой инверсий от соседних гиперхронов.

Гиперхрон Омолон-1 N23, возраст 242-197Ма. Охватывает большую часть среднего триаса, весь поздний триас и самые низы юры. По индексу (N23) Омолон-1 явно относится к мезозойскому мегахрону. Внутри гиперхрона Омолон-1 выделяются два суперхрона прямой полярности **N100 214.2-203Ма и 236-225.8Ма** и два суперхрона обратной полярности **R100 199.3-188.8Ма и 241.3-236Ма**.

Гиперхрон Омолон-2 N3, возраст 197-160Ма, включает значительную часть ранней и средней юры. Отличается по виду кумулятивной кривой от Омолон-1 – нарастает частота зубцов пилы, т.е. укорачивается продолжительность хронов.

Гиперхрон Гиссар N9, возраст 160-126. Отчетливо выделяется дальнейшим ростом частоты зубцов кумулятивной кривой, резким увеличением частоты инверсий по сравнению с гиперхроном Омолон-2. Венчается гиперхрон Гиссар **ортохроном R100**, который разделяет гиперхроны Гиссар и Джалал и четко выделяется по кумулятивной кривой в интервале 126 – 123 Ма. Является наиболее вероятным аналогом барремского хрона M3 магнитохронологической шкалы.

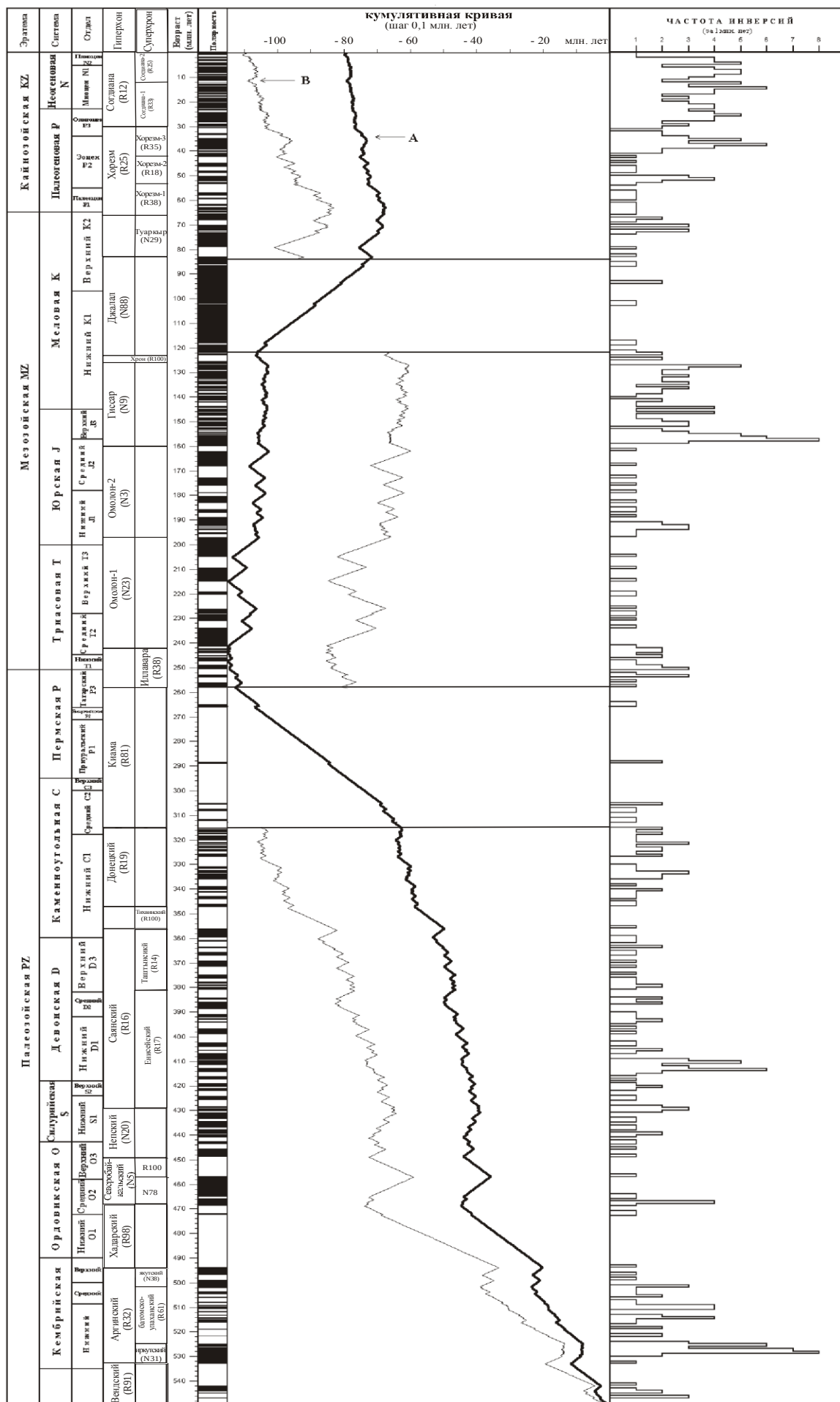
Гиперхрон Джалал N88, возраст 123-83Ма. Аналогом гиперхрона Джалал в аномалийной магнитохронологической шкале является монополярный N–суперхрон 34n («эпоха мелового спокойного поля»). В позднемеловой части суперхрона 34n R–субхроны не зафиксированы, но в палеомагнитных разрезах континентов они достаточно уверенно определялись в коньяке, позднем сеномане и намечались в раннем сантоне и туроне. В раннемеловой части шкалы они зафиксированы в апте и альбе. Они разделили гиперхрон Джалал на три суперхрона прямой полярности (N100): 88.3-83.2Ма, 107.1-88.7Ма и 116.1-110.2Ма.

Суперхрон Туаркыр N29, возраст 83–66Ма, включает поздний сантон, кампан и маастрихт. Является последним интервалом с положительной асимметрией полярности. Верх суперхрона Туаркыр отмечен заметным повышением частоты инверсий.

Гиперхрон Хорезм R25, возраст 66-30Ма, от основания датского яруса до верхней границы рюпельского. Снизу вверх отмечается рост частоты инверсий. Гиперхрон Хорезм делится на три суперхрона: **Хорезм-1 R38**, возраст 66 – 53Ма; **Хорезм-2 R18**, возраст 53 – 42Ма; **Хорезм-3 R35**, возраст 42 – 30Ма. По частоте инверсий Хорезм-3 подобен гиперхрону Согдиана.

Гиперхрон Согдиана R12, возраст 30-0Ма. Характеризуется высокой частотой инверсий. Делится на два суперхрона: **Согдиана-1 R33**, возраст 30–12Ма; **Согдиана-2 R25**, возраст 12-0Ма.

Рис.1. Магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя.



МАГНОМАГНЕТИТ – минерал группы шпинели, $(\text{Fe,Mg})\text{Fe}_2\text{O}_4$; твердый раствор ряда магнетит-магнезиоферрит. Ферромагнетик. См. [феррошпинели](#), [магнезиоферрит](#).

МАКАУЛЕЙИТ - землистый минерал со структурой, состоящей из силикатных и гематитоподобных листов: $(\text{Fe,Al})_{24}^{3+}\text{O}_{33}(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$.

МАКИНОУИТ - минерал тетрагональной сингонии, $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$. Образуется в результате коррозии на железных трубах.

МАККЕЙИТ - минерал $\text{Fe}^{3+}(\text{OH})\text{Te}_2^{4+}\text{O}_5$. Вторичный минерал в теллуриносных рудах.

МАККИНАВИТ – минерал, сульфид, твердый раствор Fe_{1+x}S , $x=0,04-0,07$. Тетрагональный, $a=0,368\text{нм}$, $c=0,503\text{нм}$. Термически устойчив ниже 153°C . Парамагнетик. Встречается в ультраосновных породах, черных илах.

МАЛХИТ - тонкозернистый лампрофир, обычно порфировидный, с небольшими вкраплениями роговой обманки, лабрадора и иногда биотита.

МАНГАНОХРОМИТ - минерал группы шпинели, $(\text{Cr,V})_2^{3+}[(\text{Mn,Fe})_2\text{O}_4]$.

МАНГАНШАДЛУНИТ - минерал кубической сингонии группы пентландита, $(\text{Mn,Pb,Cd})(\text{Fe,Cu})_8\text{S}_8$.

МАНДАРИНОИТ – минерал, $\text{Fe}_2^{3+}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{Se}^{4+}\text{O}_3)_3$. Продукт окисления пирита и др.

МАНТИЯ ЗЕМЛИ – твердая оболочка между земной корой и ядром Земли. Магнитные минералы в мантии неизвестны, в мантийных ксенолитах они отсутствуют; по **РТ-fo₂** условиям мантия относится к «силикатной» зоне и, видимо, отчасти к «Fe-металлической» зоне, в ней, в принципе, могут быть скопления металлического железа и/или кобальта, но из-за высокой температуры (выше точки Кюри кобальта 1121°C) их намагниченность наверняка меньше породообразующих железосодержащих парамагнитных минералов мантии. См. [условия образования магнитных минералов](#), [континентальная земная кора](#) и др.

МАРИЧИТ - минерал ромбической сингонии, NaFePO_4 .

МАРКАЗИТ – минерал FeS_2 , ромбический аналог пирита. Парамагнетик. Распространен в гидротермальных образованиях, развивается по пирротину; встречается в восстановительных условиях диагенеза осадков, в углистых отложениях, в конкрециях вместе с пиритом.

МАРКОВСКИЙ ПРОЦЕСС - случайный процесс, в котором будущее не зависит от прошлого при известном настоящем.

МАРМАТИТ - богатая железом разновидность сфалерита (ZnS).

МАРТЕНСИТ – металлическое железо или сплав тетрагональной сингонии, встречается в метеоритах, имеет микроструктуру игольчатого вида, наблюдаемую в закалённых металлических сплавах и в некоторых чистых металлах, которым свойствен **полиморфизм**. Мартенсит представляет собой упорядоченный **пересыщенный твёрдый раствор в α -железе**. Структура неравновесна, и в ней есть большие внутренние напряжения, что в значительной степени определяет высокую твёрдость и прочность металлов с мартенситной структурой. Физический механизм образования мартенсита принципиально отличается от механизма других процессов, происходящих в металле при нагреве и охлаждении. Другие процессы **диффузионны**, то есть атомы перемещаются с малой скоростью, например, при медленном охлаждении **аустенита** (камасита) создаются зародыши кристаллов **феррита** и **цементита (когенита)**, к ним в результате диффузии пристраиваются дополнительные атомы и, наконец, весь объём приобретает **перлитную** или феррито-перлитную структуру. Мартенситное превращение бездиффузионно, атомы перемещаются с большой скоростью по сдвиговому механизму.

МАРТИТ – плотный или рыхлый агрегат гематита, образованный по зернам магнетита при их окислении. Гематит, встречающийся в виде железно-черных октаэдрических кристаллов, представляющих собой псевдоморфозы по магнетиту.

МАСКОКСИТ - минерал тригональной сингонии: $\text{Mg}_7\text{Fe}_4^{3+}\text{O}_{13}\cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

МАСС-СПЕКТРОМЕТР - прибор для регистрации, обычно электрическим способом, **спектра масс** химических элементов. Используется для определения

молекулярных весов и относительной распространенности изотопов в соединениях. Основной прибор, использующийся при определении абсолютного возраста.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОЖИДАНИЕ – одна из числовых характеристик случайной величины. Для дискретной случайной величины она равна конечной сумме или сумме ряда из произведений возможных значений случайной величины на их вероятности, а для непрерывной случайной величины – интегралу от произведения плотности вероятности на ее аргумент.

МАТТАГАМИТ - минерал из группы марказита ромбической сингонии, CoTe_2 . В ассоциации с халькопиритом. В сульфидных стратиформных месторождениях из архейских вулканитов.

МАУХЕРИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Ni}_{11}\text{As}_8$. Встречается в гидротермальных никелевых рудах, в ультраосновных породах.

МАФИЧЕСКИЙ - магматическая горная порода, состоящая главным образом из одного или нескольких железомagneзиальных цветных минералов; так же называют эти минералы.

МБОЗИИТ - минерал моноклинной сингонии группы амфибола, $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{Fe}_3^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$.

МГРИИТ - минерал кубической сингонии, $(\text{Cu},\text{Fe})_3\text{AsSe}_3$.

***МЕДЛЕННОЕ ДИНАМО** - процесс усиления и последующей эволюции магнитного поля с характерным временем, которое определяется временем омического затухания магнитного поля. Не исключено, что геомагнитное динамо является примером медленного динамо. *Зельдович и др., 2006*

МЕДИАННОЕ РАЗРУШАЮЩЕЕ ПОЛЕ (H_m)- значение напряженности переменного магнитного поля, разрушающего половину величины остаточной намагниченности. Вид разрушаемой остаточной намагниченности изображается в индексе H_m : например, H_{mn} – медианное поле разрушения естественной остаточной намагниченности J_n , H_{mi} – идеальной остаточной намагниченности J_i и т.д. В случае однодоменных зерен величины H_{ms} и H_{cr} близки между собой (в идеале, совпадают), в случае же многодоменных зерен H_{cr} заметно больше, чем H_{ms} .

МЕЗО – приставка, означающая промежуточный размер, цвет и т.п.

МЕЗОКРАТОВЫЙ - состоящий из примерно равного количества светлых и темных компонентов. Магматическая порода, промежуточная по цвету между *лейкократовой* и *меланократовой*.

МЕЗОСИДЕРИТ - железокaменный метеорит, в котором силикаты, представленные преимущественно ортопироксеном и основным плагиоклазом, сцементированы железоникелевой основной массой.

МЕЗОСТАЗИС - основная масса магматической породы.

МЕЙДЖОРИТ минерал группы граната, главным образом, метеоритного происхождения, $\text{Mg}_3(\text{Fe},\text{Al},\text{Si})_2(\text{SiO}_4)_3$.

МЕЙМЕЧИТ – ультраосновная изверженная порода с многочисленными вкраплениями магнезиального оливина (30-40% объема). Основная масса состоит из пироксена. Характерно низкое содержание SiO_2 (35-38%); присутствует первичный титаномагнетит, хромит, апатит, биотит. Порода обычно серпентинизирована.

МЕЛА - приставка, обозначающая темный цвет.

МЕЛАНЖ – тектонит, образующийся при дроблении, разлинзовании и перемешивании обломков различных пород в условиях сжатия – главным образом по разломам-сдвигам и по надвигам. Широко распространены офиолитовые меланжи, в состав которых входят туфы и вулканиты (диабазы), гипербазиты (серпентинизированные), красные яшмы (радиоляриты), глыбы и линзы известняков – в общем, набор типичен для палеоокеанской коры и верхней мантии. Очень часто цементом (матрицей) меланжа являются рассланцованные серпентиниты, обладающие высокой пластичностью.

МЕЛАНОКРАТОВАЯ ПОРОДА – магматическая порода, состоящая преимущественно из цветных (темноцветных) минералов.

МЕЛАНОСТИБИТ – минерал, $\text{Mn}(\text{Sb}_{0,5}\text{Fe}^{3+}_{0,5})\text{O}_3$, член ряда ильменит-пирофанит. Тригональный. Встречается в прожилках в доломите.

МЕЛАНТЕКИТ – минерал ромбической сингонии, $\text{Pb}_2\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$.

МЕЛАНТЕРИТ – минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Обычно образуется при окислении сульфидов железа, пирита, марказита.

МЕЛОНЖОЗЕФИТ – минерал ромбической сингонии, $\text{Ca}[\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}(\text{OH})(\text{PO}_4)_2]$. Вторичный минерал в гранитных пегматитах.

МЕЛОНИТ – минерал тригональной сингонии, NiTe_2 .

МЕЛЬНИКОВИТ – См. [грейгит](#).

МЕРГЕЛЬ – осадочная порода глинисто-карбонатного состава (50-70% CaCO_3).

МЕССБАУЭРОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ – аналитический метод с применением спектрометра для исследования мессбауэровского спектра; применяется главным образом для определения степени окисления элементов с целью расшифровки их химической структуры. Измеряется ядерно-резонансное поглощение исследуемым материалом гамма-лучей, которые испускаются радиоактивным источником.

МЕССЕЛИТ – минерал моноклинной сингонии, $\text{Ca}_4(\text{Fe},\text{Mn})(\text{H}_2\text{O})_2(\text{PO}_4)_2$. Гидротермальный минерал в пегматитах.

МЕТА – приставка перед названием осадочной или магматической породы указывает, что порода претерпела метаморфические изменения, например, метабаза, метапесчаник.

МЕТАВИВИАНИТ – пластинчатый минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_7(\text{PO}_4)_2$. Псевдоморфоза по вивианиту.

МЕТАВОЛЬТИН – минерал ромбоэдрического габитуса, $\text{K}_2\text{Na}_6\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{O}_2(\text{SO}_4)_{12} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. В вулканических эксгальциях.

МЕТАЛЛОГЕНИЯ – раздел учения о полезных ископаемых, характеризующего геологические закономерности размещения месторождений в пространстве и времени.

МЕТАЛЛОНОСНЫЕ ОСАДКИ – См. [железисто-карбонатные \(металлоносные\) осадки](#).

МЕТАМОРФИЗМ – эндогенные процессы, с которыми связаны изменения структуры, химического и минерального состава горных пород при повышенных РТ, отличающихся от условий их первоначального образования, результат твердофазных реакций и/или воздействия флюидов на породы без их плавления. В зависимости от условий изменений выделяются виды метаморфизма: региональный (со степенями – гранулитовой, амфиболитовой и зеленокаменной), контактовый, гидротермальный, динамометаморфизм, аутометаморфизм и др.

МЕТАМОРФИЗМ ПОГРУЖЕНИЯ – тип регионального метаморфизма, при котором преобразование осадочных и переслаивающихся с ними вулканогенных пород происходит без какого-либо влияния магматизма и складчатости. В основном сохраняются текстуры первичных пород, однако минеральный состав пород, как правило, изменяется.

МЕТАСОМАТОЗ – в общем, замещение горных пород реакционным и диффузионным путем. Замещение может быть на месте (псевдоморфозы) и с перемещением. По Коржинскому метасоматоз – метаморфизм с изменением химического состава. Продукты метасоматоза: скарны, грейзены, карбонатиты, пропиллиты, окварцевание, окремнение и др. Термин весьма широко употребляемый, но далеко неоднозначно понимаемый.

МЕТАХОХМАННИТ – минерал, $\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, частично дегидратированный хохманнит.

МЕТАХРОННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – хронологически вторичная компонента естественной остаточной намагниченности любого происхождения, время образования которой заметно оторвано от времени первичного формирования горной породы.

МЕТЕОРИТ – любой каменный или металлический метеор, который упал на земную поверхность в виде единого куска или в виде обломков, не испарившись полностью при интенсивном нагревании за счет трения при прохождении через

атмосферу Земли. Считается, что большинство метеоритов являются обломками астероидов и состоят из первичного твердого вещества аналогичного тому, из которого первоначально образовалась Земля. **См. астероид.**

МЕТЕОРИТНАЯ ПЫЛЬ - небольшие угловатые или плоские частицы, образующиеся при распаде или дроблении метеоритов. Частицы сохраняют состав и структуру, свойственные метеоритам.

МЕТЕОРИТНЫЙ КРАТЕР – ударный (импактный) кратер, образованный в результате падения метеорита на поверхность планеты.

МЕТЕОРНАЯ ПЫЛЬ - небольшие частицы (диаметром до 100 мкм), представляющие собой продукт плавления и окисления метеоров в земной атмосфере.

МЕТЕОРНЫЙ ДОЖДЬ - крупное скопление падающих метеоров. Также явление, наблюдаемое в тех случаях, когда частицы метеорного роя входят в атмосферу Земли и светятся («звездопад»).

МЕТОД БОРИСОВОЙ-ШОЛПО – способ оценки палеонапряженности.

См. [палеонапряженность](#).

МЕТОД «БУТСТРАП» – проведение большого количества псевдослучайных выборок из экспериментального набора данных, расчет среднего для каждой выборки и анализ вновь полученной совокупности из (псевдо)случайных средних. Анализ последней позволяет более точно оценить вид распределения экспериментальных выборок и статистические параметры выборки. Большие возможности метода проявляются при сравнительном анализе двух и более выборок, т.к. сопоставления можно проводить не только по средним значениям и концентрациям вокруг них, но и по направлениям всех трех составляющих [Tauxe et al., 1991]. Точная оценка вида распределения при ступенчатом «выравнивании» пласта, наряду с оценкой параметров кучности, может быть полезной для определения природы и времени приобретения компонент естественной остаточной намагниченности.

МЕТОД ВАН ЗИЙЛА-ШОУ – способ определения палеонапряженности.

См. [палеонапряженность](#).

МЕТОД Н. БАГИНОЙ-ПЕТРОВОЙ – способ оценки палеонапряженности.

См. [палеонапряженность](#).

МЕТОД НГУЕН-ПЕЧЕРСКОГО – способ оценки палеонапряженности по кристаллизационной остаточной намагниченности.

См. [палеонапряженность](#).

МЕТОД НЕПРЕРЫВНЫХ НАГРЕВОВ ВИЛЬСОНА-БУРАКОВА – способ оценки палеонапряженности.

См. [палеонапряженность](#).

МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ - метод аппроксимации кривой или определение параметров аппроксимирующей кривой путем минимизации суммы квадратов расстояний между экспериментальными точками и их оценками.

МЕТОД (ТЕСТ) ОБРАЩЕНИЯ ИРВИНГА-КРИЕРА – способ выделения и оценки направления древней остаточной намагниченности по прямо и обратно намагниченным одновозрастным породам одного объекта. Первичная остаточная намагниченность таких пород должна отличаться на 180°. Предполагается, что компоненты вторичной остаточной намагниченности в равной мере участвуют в естественной остаточной намагниченности прямой и обратной полярности. Тогда «перевернув» один из векторов на обратное направление, т.е. сменив знак наклона на обратный, прибавив к склонению 180° и сложив после этого нормализованные векторы, мы уничтожим вторичную компоненту, а направление суммарного вектора есть направление древней остаточной намагниченности, близкое первичному. Метод обращения ценен тем, что не требует никакой гипотезы о направлении вторичной остаточной намагниченности.

МЕТОД (ТЕСТ) ПЕРЕОСАЖДЕНИЯ ХРАМОВА – **См. [тест переосаждения Храмова](#).**

МЕТОД (ТЕСТ) СМЕЩЕНИЯ ХРАМОВА – способ определения направления древней остаточной намагниченности. Заключается в определении угла (δ), на который

надо сместить направление естественной остаточной намагниченности вдоль круга перемагничивания, чтобы получить направление древней остаточной намагниченности. Угол δ определяется по известной мере палеомагнитной стабильности или сравнением направлений естественной остаточной намагниченности прямо и обратно намагниченных пород. В последнем случае принимается, что палеомагнитная стабильность прямо и обратно намагниченных пород одинакова, и направления первичной остаточной намагниченности таких пород должны отличаться на 180° . Тогда, зная угол между направлением современного поля или поля создания послескладчатой вторичной намагниченности и векторами естественной остаточной намагниченности прямо и обратно намагниченных пород, можно найти угол между последними, т.е. искомый угол δ и определить направление древней (первичной) остаточной намагниченности. Как видно из сказанного, метод смещения требует знания направлений поля перемагничивания.

МЕТОД СТУПЕНЧАТЫХ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЙ ШАШКАНОВА-МЕТАЛЛОВОЙ – способ определения палеонапряженности.

См. [палеонапряженность](#).

МЕТОД ТЕЛЬЕ – способ определения палеонапряженности, диагностики термоостаточной намагниченности. См. [палеонапряженность](#), [законы Телье](#), [термическая остаточная намагниченность](#) и др.

МЕТОД ФУРЬЕ – в геологии и геофизике, в частности, в палеомагнитологии, метод разделения переменных во временном ряду на компоненты в соответствии с длительностью или длиной интервалов, в которых происходили вариации. При этом периодическая математическая функция представляется в виде ряда простых синусоидальных сигналов, каждый из которых характеризуется амплитудой, частотой и фазовым углом. Амплитуды и фазовые углы оцениваются методом наименьших квадратов быстрого преобразования Фурье для последовательного ряда частот, и результаты выводятся в виде спектра.

МЕШ – отверстие сита или расстояние между нитями проволоки в сите или грохоте. Номер сита - размер сита или грохота или величина материала, проходящего через данное сито, выраженные числом отверстий (мешей), приходящихся на линейный дюйм. Например, сито № 20 (или 20 меш) имеет 20 отверстий на 1 линейный дюйм.

В программировании – точка системы, с помощью которой производится дискретизация задачи.

МИАРОЛЫ - небольшие, неправильной формы полости в магматических породах, особенно в гранитах, внутри которых выступают мелкие кристаллы породообразующих минералов.

МИГМАТИТ – горная порода, образовавшаяся из смеси магмы и твердого материала. Магма или пронизывает вмещающую горную породу, или образуется за счет частичного ее плавления. «Магматическая» часть мигматита от гранитного (чаще) до габбрового состава.

МИКРОЗОНА МАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ - подразделение магнитостратиграфической шкалы, между субзоной и палеомагнитной аномалией. См. [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

МИКРОХРОН ГЕОМАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ - подразделение магнитохроностратиграфической шкалы, между субхроном и экскурсом, продолжительность менее 0,01 млн. лет. См. [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

МИЛЛЕРИТ - минерал тригональной сингонии, NiS . Обычно содержит следы кобальта, меди и железа. Встречается в виде очень тонких игольчатых или волосовидных кристаллов, образующих стяжения преимущественно в глинистых железняках.

МИЛОНИТ – тонко перетертая порода с отчетливо выраженной сланцеватой текстурой. Образуется в зонах дробления, особенно по плоскостям надвигов и взбросов.

МИЛОНИТИЗАЦИЯ - деформация пород в результате чрезвычайно интенсивного микробрекчирования, вызванного механическими силами, действующими в определенном направлении. При этом существенного химического преобразования раздробленных минералов не происходит. Характерными свойствами образовавшихся таким путем милонитов являются кремневидный облик, ленточная или полосчатая текстура и наличие нераздробленных очков или линз исходных пород, заключенных в раздробленном матриксе.

МИНДАЛИНЫ – (в геологии) небольшие пустоты в вулканитах (чаще газовые пузыри), заполненные гидротермальными минералами – цеолитами, хлоритом, опалом, халцедоном, кварцем, кальцитом и др.

МИНЕРАЛ – самородные химические элементы или их соединения, имеющие кристаллическое строение и образовавшиеся в результате геологических процессов.

МИНЕРАЛИЗАТОР - газ или флюид, который растворяет минеральное вещество, обогащается им в результате фракционирования, переносит его и отлагает минералы. Минерализаторы, как правило, состоят из воды с растворенными в ней газами (CO_2 , CH_4 , H_2S , HF), простыми ионами (H^+ , HS^- , Cl^- , K , Na , Ca), комплексными ионами (особенно хлоридными комплексами) и цветными и благородными металлами.

МИННЕСОТАИТ - минерал триклинной сингонии, $(\text{Fe}, \text{Mg})_3^{2+}(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$. Обычно встречается в метаморфизованных осадках богатых Fe и Mg. Большинство образцов представляют собой смесь двух фаз, различающихся отношением Fe/Mg.

***МИРОВЫЕ МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ (ММА)** – часть нормального магнитного поля Земли. Протяженность ММА от нескольких тысяч до десятков тысяч километров, по форме они близки к изометричным. За нормальное поле для выделения ММА принимается поле диполя. На поверхности Земли выделяются шесть ММА, три положительные и три отрицательные. Их центры определяются по экстремальным значениям вертикальной составляющей магнитного поля Земли и по прохождению через нуль горизонтальной составляющей. Положительными аномалиями считаются те, у которых направления вертикальных составляющих совпадают с направлением нормального поля, отрицательными те, у которых они противоположны. Особенности ММА говорят о том, что они представляют собой недипольную часть геомагнитного поля и отражают неоднородности строения границы ядра и мантии. Основанием для такого вывода служат следующие факты: 1) картина мировых аномалий не зависит от строения земной коры, а их интенсивность не соответствует магнитным характеристикам пород литосферы и мантии, 2) интенсивность мировых аномалий с высотой (расстоянием магнитной съемки от поверхности Земли) убывает незначительно, что указывает на глубинное расположение источников этих аномалий, близкое к границе ядра и мантии, 3) обнаружен «западный дрейф» ММА, т.е. смещение изолиний ММА к западу, что отражает взаимодействие нижней мантии с жидким ядром, 4) суммарная амплитуда вековых вариаций направления геомагнитного поля закономерно растет по мере приближения к эпицентрам положительных ММА в интервале времени 0-10 тысяч лет назад, эта зависимость «ослабевает» для более раннего интервала времени 10-100 тысяч лет назад и вовсе исчезает в интервале 0,1-0,7 млн. лет назад. Таким образом, можно утверждать, что существует связь между ММА и амплитудой вариаций поля, т.е. связь или общность источников тех и других. Из наблюдений следует, что время существования нарушений стационарного состояния движений в ядре, приводящих к появлению ММА и повышению суммарной амплитуды вековых вариаций геомагнитного поля в определенных районах жидкого ядра, не превышает первых десятков тысяч лет. См. [геомагнитное поле](#), [аномальное магнитное поле](#). Печерский, 2001.

МИТРИДАТИТ землистый минерал моноклинной сингонии, $\text{Ca}_2(\text{H}_2\text{O})_2[\text{Fe}^{3+}\text{O}_2(\text{PO}_4)_3]\cdot\text{H}_2\text{O}$. Обычно встречается в виде пятен желчно-зеленого цвета на стенках заброшенных выработок в пегматитах.

МИХАРАИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{PbCu}_4\text{FeBiS}_6$. Рассеянная минерализация в амфибол-гранат-эпидотовых контактово-метаморфических месторождениях

МНОГОДОМЕННЫЕ ЗЕРНА – См. [домены](#).

МНОГОФАЗНЫЙ ИНТРУЗИВ - интрузивное тело, сложенное двумя или более типами пород, относительно близких по химическому и минералогическому составу и образовавшихся в результате последовательных внедрений магмы.

МОДДЕРИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Co,Fe})\text{As}$.

МОИХУКИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Cu}_9\text{Fe}_9\text{S}_{16}$. Медная сульфидная руда, с кубанитом.

МОЛАССА – паралическая (частично морская, частично континентальная или дельтовая) фация осадочных пород, представленная мощной толщей мягких, лишенных градиционной слоистости, косослоистых конгломератов, песчаников, глинистых сланцев и мергелей, характеризующихся развитием первичных осадочных текстур, а иногда присутствием пластов угля и карбонатных отложений. Молассовые отложения имеют более кластический состав и менее ритмичны, чем отложения флишевой фации.

МОНОКЛИНАЛЬНОЕ ЗАЛЕГАНИЕ – пачка слоев с одинаковыми элементами залегания.

МОНОКЛИННАЯ СИНГОНИЯ – кристаллографическая система, у которой по всем трем осям периоды повторяемости кристаллической решетки не равны, оси образуют два прямых угла и один тупой угол. Кристаллы призматические, планарные, осевые, анизотропны по многим свойствам.

МОНОКЛИННЫЙ ПИРРОТИН – См. [пирротины](#).

МОНОМИНЕРАЛЬНАЯ ФРАКЦИЯ – выделенная из порошка искусственно или естественно раздробленной горной породы или другого материала часть, состоящая из одного минерала. Отбор мономинеральной фракции часто заменяют обогащением пробы исследуемым веществом (минералом), отмыванием, выделением магнитной фракции, растворением и т.п. См. [обогащение](#).

МОНТМОРИЛЛОНИТЫ – группа глинистых минералов. См. [глины](#), [глинистые минералы](#).

МОНЦОНИТ - интрузивная порода, промежуточная по составу между сиенитом и диоритом, содержит примерно равные количества щелочного полевого шпата и плагиоклаза, немного кварца, который может и отсутствовать, и обычно авгит в качестве основного темноцветного минерала. С уменьшением содержания щелочных полевых шпатов монцонит, в зависимости от состава плагиоклаза, постепенно переходит в диорит или габбро, а с увеличением содержания щелочных полевых шпатов он переходит в сиенит.

МОРЕНА - холмы, гряды и другие формы рельефа, сложенные несортированными, неслоистыми ледниковыми отложениями, преимущественно валунными глинами, которые отложились в основном в результате прямой деятельности ледника в различных морфологических условиях, вне зависимости от рельефа первоначальной поверхности.

МОРЕНОЗИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$. Встречается в виде корочек вторичного происхождения.

МОРИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{NH}_4)_2(\text{Fe,Mg})(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Сульфат зоны гипергенеза.

МОУБИИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{PbFe}_2^{3+}(\text{OH})_2(\text{AsO}_4)_2$.

МОУСОНИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Cu}_6\text{Fe}_2^{3+}\text{SnS}_8$. Минерал медных руд, ассоциирует с борнитом.

МУНАНАИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{PbFe}_2(\text{OH})_2(\text{VO}_2)_2$. Вторичный минерал в уран-ванадиевых рудах.

МУРУНСКИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{K}_2\text{Cu}_3\text{FeS}_4$. В породах, подвергшихся интенсивному калиевому метасоматозу

МЮККЕИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{CuNi}[\text{BiS}_3]$.

МЯГКАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ - остаточная намагниченность с преобладанием доменов, обладающих небольшой коэрцитивностью. Её можно легко разрушить, например, магнитной чисткой.

[назад](#)

Н

[назад](#)

НАКЛИТ - разновидность кумулятивных ахондритов, богатых клинопироксеном. Их молодой возраст, петрологические и химические особенности, а также изотопный состав указывают на связь с общим материнским телом, которым, как полагают, была планета Марс.

НАКЛОННАЯ СКЛАДКА – складка, осевая поверхность которой не вертикальная.

НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J) – характеристика магнитного макроскопического состояния тела, магнитный момент единицы объема вещества. **J** является векторной суммой индуктивной и остаточной намагниченности. Изучение намагниченности входит как обязательный элемент в петромагнитные и палеомагнитные исследования, в частности, для интерпретации природы магнитных аномалий. В ряде задач удобно использовать величину *удельной намагниченности* (магнитный момент единицы массы). Надежно оценить среднюю намагниченность крупных геологических тел по образцам очень трудно, приближенно это можно сделать по магнитной аномалии над геологическим телом. В первом приближении для сбора первичной петромагнитной информации и построения петромагнитной карты можно принять для большинства обнажающихся на поверхности или близповерхностных тел (высота магнитной съемки заметно меньше горизонтальных размеров тела), что намагниченность $J = \Delta H_z / 4\pi$, где ΔH_z – вертикальная составляющая магнитной аномалии. См. [магнитный момент](#).

НАМАГНИЧЕННОСТЬ НАСЫЩЕНИЯ (J_s) – намагниченность магнитного материала в поле магнитного насыщения; фундаментальная характеристика магнитного материала, является параметром, зависящим от состава и распределения ионов в кристаллической решетке магнетика. В случае горной породы, величина **J_s**, помимо состава, зависит от концентрации входящих в нее магнитных минералов. По величине **J_s** равна самопроизвольной (спонтанной) намагниченности вещества. См. [магнитное упорядочение](#).

НАМАГНИЧИВАНИЕ – процессы установления намагниченности, протекающие в веществе при действии на него внешнего магнитного поля, как одного, так и в сочетании с другими факторами (температура, давление и т.д.).

НАНОТЕСЛА (нТл) - 10^{-9} тесла. Единица напряженности магнитного поля в системе СИ (соответствует гамме в системе СГС).

НАПРАВЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ образца измеряется, как правило, по трем ортогональным осям, которые могут быть выбраны произвольно. Подсчет величины естественной остаточной намагниченности, ее склонения и наклона, перевод в современную (географическую) систему координат (по ориентировке образца) и в древнюю (стратиграфическую) систему координат (по элементам залегания пород в месте отбора образца) легко осуществляется на компьютере (много стандартных программ) и графически на палетке и стереографической сетке.

НАПРАВЛЕНИЕ ТЕЧЕНИЯ - вектор, параллельный направлению относительного перемещения осадков в водном потоке. В магматических породах — это ориентировка *линейной текстуры течения* или *линейности течения*. В метаморфических породах — направление, примерно параллельное линейно-параллельной текстуре; соответствует средней ориентировке направления скольжения отдельных кристаллов или нормали к направлению сжатия в более типичном случае *перекристаллизации* в процессе течения. Во всех случаях направление течения отлично фиксируется по магнитной анизотропии. См. [магнитная анизотропия](#).

НАПРЯЖЕНИЯ в кристаллической решетке – определяющий фактор магнитной жесткости природных магнитных минералов. Напряженное состояние связано с различными внешними и внутренними явлениями, как давление, закалка, различные неравновесные состояния, возникшие в ходе кристаллизации и т.п. Напряжения

концентрируются на участках, прилегающих к местам с различного рода изменениями формы – полости, трещины, выступы, царапины и т.п.

НАПРЯЖЕННОСТЬ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – векторная величина, характеризующая геомагнитное поле в данной точке, обычно находящейся на поверхности Земли или близ нее. Напряженность современного геомагнитного поля измеряется непосредственно в ходе магнитной съемки, в результате обсерваторских наблюдений исследуется поведение напряженности во времени. Напряженность древнего геомагнитного поля (*палеонапряженность*) записана в остаточной намагниченности магнитных минералов. Направление палеонапряженности фиксируется в направлении стабильной компоненты естественной остаточной намагниченности.

См. [палеонапряженность](#).

НАПРЯЖЕННОСТЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ (H) – векторная величина, характеризующая магнитное поле в точке измерения и определяемая через механическую силу, с которой это поле действует на раму с электрическим током. В системе СИ H связана с магнитной индукцией и намагниченностью соотношением $H = B - 4\pi J$. В пространстве, где отсутствуют магнитные тела ($J=0$), напряженность магнитного поля и магнитная индукция равны. В астрономии, магнитной гидродинамике и теории динамо, где магнитная проницаемость практически равна единице, различие между напряженностью магнитного поля и магнитной индукцией неактуально. Поэтому в этих науках практически исключительно используется система СГС, напряженность магнитного поля измеряют в гауссах.

НАСЫЩЕННЫЙ ПАР – пар, находящийся в термодинамическом равновесии с жидкостью или твердым телом того же вещества. Имеет максимальную плотность. Состояние насыщенного пара неустойчивое.

НАСЫЩЕННЫЙ РАСТВОР – раствор, который при данных РТ условиях находится в равновесии с избытком растворяющего вещества. Это равновесие динамическое. Твердые растворы так же могут быть насыщенными. Концентрация вещества в его насыщенном растворе называется *растворимостью*. Для данных условий растворимость вещества постоянна.

НАТАНИТ – минерал кубической сингонии, $FeSn(OH)_6$. В зоне гипергенеза.

НАЧАЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ – предельное значение восприимчивости магнитных веществ при стремлении напряженности намагничивающего поля к нулю. Практически, это восприимчивость, замеряемая в малых магнитных полях, например, порядка земного. Наиболее распространенная магнитная характеристика в практике геофизических работ, благодаря простоте измерений, скорости и массовости получаемой информации. См. [петромагнитология](#), [магниторазведка](#), [магнитная восприимчивость](#).

НЕДИПОЛЬНОЕ ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ – геомагнитное поле, морфология которого отличается от поля диполя, это часть геомагнитного поля за вычетом дипольного геомагнитного поля.

См. [геомагнитное поле](#), [главное магнитное поле](#), [дипольное геомагнитное поле](#), [мировые магнитные аномалии](#), [аномальное магнитное поле](#).

НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ – аналитический метод, в котором возбуждение нейтронов в ядерном реакторе используется для преобразования элементов в образцах в более тяжелые изотопы. Измеряется энергия и количество гамма лучей, исходящих из образца, когда он возвращается в стабильное состояние. Эти данные затем обрабатываются с учетом законов радиоактивного распада и содержания элементов определяются путем сравнения со стандартом.

НЕКК – столбообразное тело, заполняющее жерло вулкана, состоит из эруптивного материала (лавы, брекчии).

НЕКОГЕРЕНТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (НЕСОВМЕСТИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ) – элемент, у которого коэффициент распределения в минерале или минеральной ассоциации относительно жидкости гораздо ниже единицы, т.е. элемент, который концентрируется в жидкости.

НЕЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ - статистическая модель, в которой одна переменная выражается в виде заданной функции другой переменной, содержащей один или несколько параметров. Параметры уравнений модели обычно рассчитываются методом наименьших квадратов, причем для определения параметров получается система нелинейных уравнений.

НЕОАВТОХТОН – автохтон (чаще всего осадочный чехол), образованный на месте тектонического покрова после того, как он перестал двигаться и отмер.

НЕОБРАТИМЫЕ ПРОЦЕССЫ – процессы, которые могут самопроизвольно протекать только в одном направлении. Например, диффузия, теплопроводность. Необратимые процессы намагничивания (магнитный гистерезис) характерны для неоднородных материалов, где граница домена задерживается на неоднородностях, и для однодоменных зерен.

НЕПТУНИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Na}_2\text{KLi}(\text{Fe}, \text{Mn})_2\text{Ti}_2[\text{Si}_8\text{O}_{24}]$. В щелочных пегматитах, нефелиновых сиенитах, измененных серпентинитах.

НЕРАВНОВЕСНЫЕ СОСТОЯНИЯ - (в термодинамике) состояние системы, выведенной из термодинамического равновесия. В неравновесном состоянии в системе происходят необратимые процессы, которые со временем переводят систему в новое состояние термодинамического равновесия.

НЕСОГЛАСНОЕ ЗАЛЕГАНИЕ - разновозрастные отложения, отделяющиеся поверхностью размыва или перерывом в осадконакоплении. Если во время этого перерыва происходили тектонические движения, то элементы залегания слоев выше и ниже поверхности перерыва не совпадают. Несогласие указывает на относительный возраст тектонического движения, образовавшего это несогласие. Несогласные залегания могут возникать и без участия тектонических движений: при размывании осадков придонными течениями, в результате подводных оползней и других причин. Могут быть и стратиграфические скрытые несогласия (перерывы), не видные по элементам залегания. Выделение и изучение несогласных залеганий важно в петромагнитных и палеомагнитных исследованиях. [См. тектонические контакты.](#)

НЕФЕЛИН – минерал, силикат, $\text{Na}_3(\text{KAlSiO}_4)_4$, компонент недосыщенных SiO_2 (щелочных) горных пород, магматических и метаморфических.

НИКЕЛЬ – переходный химический элемент группы железа. Металл, гранецентрированная кубическая решетка, $a=0,352\text{нм}$, атомный номер 28, атомный вес 58,69, удельный вес $8,9\text{ г/см}^3$. Ферромагнетик, точка Кюри 358°C , удельная намагниченность насыщения $J_s=56,7\text{ Ам}^2/\text{кг}$. Чистый никель используется как эталон для градуировки магнитометров. Важный компонент в составе железных метеоритов: входит в состав никелистого железа – камасита, в сплав с железом – тэнит и аваруит, в когенит $(\text{FeNi})_3\text{C}$. Изредка встречаются в осадках частицы чистого никеля, продукты падения метеоритов. Никельсодержащие минералы присутствуют в различных горных породах, чаще в виде сульфидов.

НИКЕЛЬАЛЮМИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Ni}, \text{Cu})\text{Al}_4(\text{OH})_{12}(\text{SO}_4) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

НИКЕЛЬБИШОФИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6\text{Cl}_2$.

НИКЕЛЬБЛЕДИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Na}_2\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{SO}_4)_2$. Выделения из Na-Ni содержащих флюидов.

НИКЕЛЬГЕКСАГИДРИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Ni}, \text{Mg}, \text{Fe})(\text{H}_2\text{O})_6(\text{SO}_4)$. Вторичный минерал никельсодержащих сульфидных руд

НИКЕЛЬОСТИНИТ - шелковистый минерал ромбической сингонии, $\text{Ca}(\text{Ni}, \text{Zn})(\text{OH})(\text{AsO}_4)$.

НИКЕЛЬСКУТТЕРУДИТ - минерал кубической сингонии, $(\text{Ni}, \text{Co})\text{As}_3$. Может содержать железо. Часто встречается вместе со смальтином и скуттерудитом.

НИКЕЛЬЦИППЕИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Ni}_2(\text{UO}_2)_6(\text{OH})_{10}(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$.

НИМИТ - минерал моноклинной сингонии из группы хлорита, в котором Ni является преобладающим двухвалентным катионом в октаэдрической позиции, $(\text{Ni}, \text{Mg})_6(\text{OH})_8[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}]$. В никельсодержащем серпентините.

НИСБИТ - минерал ромбической сингонии, NiSb_2 .

НИХРОМИТ - минерал из группы шпинели, $(\text{Cr,Fe})_2^{3+}[(\text{Ni,Co})^{2+}\text{O}_4]$. Замещает хромит на контакте кварцита и серпентинизированных ультрамафитов.

НОМОГЕНЕЗ - теория эволюции, утверждающая, что эволюционные изменения управляются детерминированными природными процессами и не зависят от влияния окружающей среды.

НОВАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕКТНИКА – См. тектоника плит.

НОНТРОНИТ – наиболее железистый (Fe^{3+}) минерал группы монтмориллонита. Состав переменный. Теоретическая формула: $\text{R}_{0,33}\text{Fe}_2^{3+}(\text{Si}_{3,67}\text{Al}_{0,33})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$. Один из наиболее распространенных минералов срединно-океанических хребтов.

НОРИЛЬСКИТ - минерал, сплав платины с железом и никелем.

НОРИТ – разновидность габбро, в которой из цветных минералов преобладает ромбический пироксен (в обычных габбро преобладает моноклинный пироксен).

НОРМАЛЬНАЯ (ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ) ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_r) – намагниченность, остающаяся после мгновенного воздействия постоянного магнитного поля при постоянной температуре. Если постоянное поле равно или больше поля насыщения H_s , такая остаточная намагниченность называется *остаточной намагниченностью насыщения (J_{rs})*. В природе интенсивная J_r , близкая к J_{rs} , образуется при ударе молнии. Ее признаки: 1) значительная величина в сочетании с относительно низкой стабильностью по сравнению с такими видами остаточной намагниченности, как идеальная или термическая; 2) специфическое распределение векторов J_r в пространстве. J_r , созданная в малом постоянном магнитном поле, при прочих равных условиях является минимальной по величине и стабильности среди всех других видов остаточной намагниченности, в создании которых, помимо поля, участвуют другие внешние факторы (время, температура и т.д.).

НОРМАЛЬНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ – См. геомагнитное поле, аномальное магнитное поле.

НОРМАЛЬНОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ – мгновенное намагничивание при постоянной температуре (изотермическое). Процесс нормального намагничивания изображается графически кривой намагничивания от нуля до значения, выше которого с ростом постоянного поля намагниченность не меняется (намагниченность насыщения). Механизм нормального намагничивания состоит из следующих стадий: 1) *смещение границ доменов*, в результате чего возрастает доля доменов, самопроизвольная намагниченность которых направлена по оси легкого намагничивания, наиболее близкой к направлению внешнего поля. Для трехосных магнетиков различают сдвиг границ между доменами, самопроизвольные намагниченности которых различаются на 180° и на $\sim 90^\circ$, сдвиг энергетически более легкий и происходит в меньших полях; 2) *вращение вектора самопроизвольной намагниченности* доменов от оси легкого намагничивания до направления намагничивающего поля; 3) *парапроцесс* – увеличение самопроизвольной намагниченности под действием магнитного поля за счет ориентации магнитных моментов атомов, дезориентированных тепловым движением. Величина намагниченности при данном поле определяется достижением минимума свободной энергии, которая состоит из энергии обменного взаимодействия, магнитной энергии, магнитостатической энергии, энергии кристаллографической анизотропии и магнитоупругой энергии. При перемагничивании, т.е. при изменении направления внешнего поля и, соответственно, намагниченности магнитного материала на противоположное, возникает *гистерезис*. Его причины: 1) задержка образования в образце зародышей перемагничивания; 2) необратимое вращение магнитных моментов доменов (если не образуются зародыши перемагничивания); моменты доменов, преодолевая при наложении поля энергетические барьеры, созданные анизотропией, внутренними напряжениями и т.д., занимают необратимо новое устойчивое положение; 3) необратимое движение доменной границы при наличии в магнетике структурных неоднородностей, примесей, дефектов и т.п., обуславливающих наличие

энергетических барьеров. Потери на гистерезис за счет необратимых вращений велики в мелкозернистых или гетерофазных материалах.

НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ – функция распределения, которая определяется двумя параметрами: *средней величиной* и *дисперсией*; служит основой многих статистических положений. Графически выражается в виде непрерывной, бесконечной, колоколообразной кривой, симметричной относительно среднего арифметического, моды, и медианы, которые совпадают друг с другом.

См. распределение Гаусса.

НОРМАТИВНЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ – расчетный минеральный состав по данным химического состава горной породы, в котором содержания минералов представлены как упрощенные безводные химические соединения в весовых процентах.

НУКУНДАМИТ - ромбоэдрический минерал, $\text{Cu}_{3,4}\text{Fe}_{0,6}\text{S}_4$. Редкий минерал из сульфидных залежей срединно-океанических хребтов.

НУЛЛАГИНИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Ni}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$.

НУЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ (H_c) – размагниченное состояние магнитного материала, созданное действием переменного магнитного поля с убывающей амплитудой от поля магнитного насыщения до нуля в отсутствие внешнего постоянного магнитного поля.

НУТАЦИЯ - отклонение истинной оси вращения Земли относительно среднего ее положения с главным периодом около 18.6 года.

[назад](#)

ОБДУКЦИЯ - надвигание или шарьяжное перекрытие внешнего края континента породами океанской литосферы.

ОБЛАСТЬ РЭЛЕЯ – область, где величина нормальной остаточной намагниченности прямо пропорциональна квадрату напряженности приложенного магнитного поля. См. [закон намагничивания Рэлея](#).

ОБЛОМОЧНАЯ (КЛАСТИЧЕСКАЯ) ПОРОДА – осадочная порода, образованная из обломков минералов и пород.

ОБМЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ – специфическое взаимное влияние тождественных частиц, эффективно проявляющееся как результат некоторого особого взаимодействия, чисто квантово-механический эффект. Обменное взаимодействие объясняет явление магнитного упорядочения и другие явления в системах одинаковых частиц. См. [магнитное упорядочение](#).

ОБОГАЩЕНИЕ – (в геологии) естественное или искусственное повышение концентрации в породе и других материалах некоторого компонента. Примеры естественного обогащения – россыпи, железные шляпы. При искусственном обогащении материал необходимо раздробить, размочить, чтобы можно было извлечь нужные минералы, пусть даже в сростках. В зависимости от свойств исследуемого материала обогащение может быть магнитным (если обогащаются магнитные минералы), гранулометрическим (если нужно выделить фракции по размеру), весовым (если нужно выделить фракции равной плотности) и т.д. Во всех случаях искусственное обогащение ведет к нарушению естественного состояния вещества, агрегатного и т.п., что нарушает его свойства.

ОБОГАЩЕННАЯ МАНТИЯ - часть мантии Земли, в которой повышена концентрация несовместимых элементов, что увеличивает ее способность генерировать магмы путем частичного плавления.

ОБРАТИМАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ – часть магнитной восприимчивости, которая создается в данном материале обратимыми процессами намагничивания, т.е. не зависит от того, измеряется ли она в процессе повышения или понижения магнитного поля.

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА - задача изучения характеристик объекта через вызванные им эффекты, например, поля и потенциалы; по этим наблюдениям составляется модель. Такая постановка задачи противоположна прямой, когда ожидаемые эффекты вычисляются из существующей модели.

ОБРАТНАЯ ГЕОМАГНИТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ – См. [геомагнитная полярность](#).

ОБРАТНАЯ МАГНИТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ – См. [магнитная полярность](#), [обратная остаточная намагниченность](#).

ОБРАТНАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – остаточная намагниченность, полярность (знак) которой противоположна направлению внешнего магнитного поля. Две основные причины обратной естественной остаточной намагниченности: 1) в результате геомагнитной инверсии полярность геомагнитного поля времени приобретения естественной остаточной намагниченности противоположна полярности современного геомагнитного поля, наиболее распространенный в природе случай; 2) самопроизвольное намагничивание пород против направления намагничивающего поля (самообращение) – очень редкое в природе явление, происходящее в специфических условиях. См. [обратная магнитная полярность](#), [самообращение остаточной намагниченности](#).

ОБСИДИАН – вулканическое стекло, обычно кислого состава.

***ОБЪЕКТ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ** – геологическое тело или серия геологических тел, по возможности, оптимально удовлетворяющих условиям решения поставленной задачи. Оптимальные сведения об объекте: происхождение, степень сохранности, в частности, оценка вклада вторичных изменений, выветривания,

гранулометрия, интервал возраста, обязательно наличие элементов залегания, доступность и удобство отбора ориентированных образцов, величина J_n , ее магнитная и палеомагнитная стабильность, полнота палеомагнитной записи (непрерывность, охватываемый интервал времени) и др. Выбор следует делать совместно со специалистами-геологами, знающими район работ. Выбор объекта по-настоящему эффективен при проведении хотя бы минимума палеомагнитных измерений непосредственно в экспедиции, измерений магнитной восприимчивости объектов. Важна однородность объекта, т.е. закономерное распределение концентраций магнитных минералов, что фиксируется по закономерному распределению восприимчивости – это признак **первичного** распределения. Незакономерное распределение – скорее всего результат **вторичных** изменений. Учитывая ограниченные возможности измерительной палеомагнитной аппаратуры, лучше выбрать объект с относительно более высокой намагниченностью, т.е. где более вероятно присутствие магнетита (так, если $k > 10^{-4}$ ед. СИ, в объекте обязательно присутствуют магнетит, пирротин). В изверженных породах следует отдавать предпочтение зонам эндоконтактной закалки и обжига в экзоконтакте. В изверженных и метаморфических породах часто присутствуют вторичные магнитные минералы (особенно магнетит), обладающие термоостаточной намагниченностью (высокотемпературный распад первичного титаномагнетита, тонкие выделения магнетита в пироксене и плагиоклазе, опацизация и другие признаки высокотемпературных изменений). Важно выделить случаи новообразований и преобразований магнитных минералов ниже их точки Кюри, с которыми могут быть связаны заметные изменения величины и направления J_n , часто время таких изменений неизвестно. Среди осадочных пород предпочтение отдается мелкозернистым терригенным образованиям, известнякам.

В зависимости от задачи система отбора ориентированных образцов из объекта несколько различается: 1) для получения надежного среднего направления J_n или ее стабильной компоненты из объекта необходимо отобрать примерно 20 образцов (штуфов), охватывающих 0,1-1,0 млн. лет; такой отбор нужен для построения траектории перемещения палеомагнитного полюса, решения задач региональной магнитотектоники, при палеомагнитном картировании, для оценки средней величины палеонапряженности; 2) подробный отбор образцов по разрезу геологического тела (осадочная, вулканогенно-осадочная толща, крупное интрузивное тело и т.п.), не менее двух-трех образцов на 0,1 млн. лет – применяется для построения детальной траектории палеомагнитного полюса, при решении задач магнитостратиграфии, корреляции, составления опорных разрезов для палеомагнитного картирования и т.п.; 3) сплошной детальный отбор образцов из геологического тела – при изучении тонкой структуры геомагнитного поля. Наилучший объект для изучения тонкой структуры геомагнитного поля – это магматические тела, запись геомагнитного поля в процессе их остывания именно **непрерывная**. Это единственные объекты с непрерывной записью поведения геомагнитного поля, все остальные – имеют прерывистую запись. В задачах первого и второго типа при отборе образцов из слоистой толщи лучше отбирать образцы из возможно большего числа пластов (уровней) по одному образцу. Образец должен быть таким, чтобы из него можно было сделать несколько кубиков или цилиндриков стандартного размера. Количество их определяется задачей. Как правило, при магнитотектонических исследованиях достаточно 2-3 дубля.

Техника отбора ориентированных образцов магнитным и солнечным компасами подробно описана в ряде работ. Отметим два момента при работе с магнитным компасом. 1) Важно избежать искажений, связанных с влиянием сильномагнитных пород. Для этого не следует отбирать образцы из пород с $k > 0,05$ ед. СИ, а возможное искажение проверяется простым способом: азимут падения измеряется дважды, непосредственно при соприкосновении компаса с породой и на некотором расстоянии от ориентируемой плоскости. Если разница между этими двумя отсчетами заметно больше $1-2^\circ$, то лучше найти другое место для отбора образца. 2) Необходимо учитывать магнитное склонение в районе работ, которое считывается с карт или

определяется на месте по разнице между направлениями на магнитный и географический полюсы, направление на последний определяется по Солнцу или Полярной Звезде. Подчеркнем важность знания элементов залегания пород, точнее, палеогоризонтального их положения как для оценки палеомагнитной надежности (тест складки), так и определения древнего палеомагнитного направления. Элементы залегания первично-слоистых осадочных пород определяются легко и, как правило, плоскость их слоистости соответствует палеогоризонтالي. Для магматических пород это неочевидно. Принимается, с долей условности, первично горизонтальное положение серии базальтовых потоков, мест раздвоения потока-трубы подводного излияния, первичной расслоенности в ультрабазитах и габбро офиолитов, в крупных расслоенных габбро-пироксенитовых интрузивах, первичное вертикальное положение плоскости контактов параллельных даек; в камерах газово-жидких включений макроскопических размеров сталактиты лавы первично вертикальные, а "слоистость" ониксов первично горизонтальна и т.п. Как отмечено выше, магнитные минералы и тем более их магнитные состояния неустойчивы (нестабильны) к различным внешним воздействиям, в результате J_n , как правило, состоит из нескольких компонент – первичной и вторичных разной стабильности.

ОБЪЕМНО-ЦЕНТРИРОВАННАЯ РЕШЕТКА – кристаллическая решетка, узлы которой расположены в вершинах и центрах параллелепипедов, в случае кубической решетки – в вершинах и центрах куба.

ОБЪЕМНЫЙ ВЕС - вес тела или вещества, отнесенный к занимаемому этим телом объему (включая объем пространства, занятого пораами).

ОГДЕНСБУРГИТ - пластинчатый минерал ромбической сингонии, $\text{Ca}_2(\text{Zn}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{3+}(\text{OH})_6(\text{AsO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Вторичный арсенат.

ОГЛЕЕНИЕ – процесс восстановления, главным образом, железа (переход $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$) в окисных соединениях почв. Оглеенные горизонты приобретают обычно сизовато-зеленую, голубую окраску. По одним представлениям оглеение – химический процесс в породах, пересыщенных водой, по другим – биохимический процесс, вызываемый анаэробными бактериями.

ОДИНИТ - обогащенный трехвалентным железом глинистый минерал типа серпентина. По-видимому, образуется в ассоциации с органическим веществом на мелководных морских шельфах и в рифовых лагунах тропических широт.

***ОДНОВРЕМЕННОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ** – совпадение возрастов геологических событий. В локальном масштабе возможна оценка одновременности по просележиванию по латерали одного и того же осадочного горизонта. В этом случае одновременность определяется временем накопления такого горизонта. Такая оценка одновременности невозможна на значительной территории с разнотипными отложениями. Наиболее широко используется биостратиграфическая корреляция, по одноименным организмам. Точность такой одновременности определяется скоростью распространения одних и тех же форм организмов. Время глобального их распространения составляет многие сотни тысяч и даже первые миллионы лет. Совпадение изотопных возрастов говорит об одновременности событий в лучшем случае в пределах погрешности определения абсолютного возраста, т.е. те же сотни тысяч лет. Наиболее точное в настоящее время глобальное определение одновременности геологических событий, которое не зависит от возраста и типа пород – по совпадению «палеомагнитного сигнала». На этом основана глобальная магнитостратиграфическая возрастная корреляция геологических образований. «Палеомагнитным сигналом» может быть геомагнитная инверсия, экскурс, особенность в поведении палеовариации величины и/или направления геомагнитного поля. Чем кратковременнее палеомагнитное событие, тем точнее оценка одновременности геологических событий. Верхний предел продолжительности геомагнитных инверсий меньше 10 тысяч лет. Соответственно, оценка одновременности геологических событий по геомагнитным инверсиям меньше 10 тысяч лет.

ОДНОДОМЕННЫЕ ЗЕРНА (ЧАСТИЦЫ) – малые частицы магнитного вещества, являющиеся одиночными доменами. В очень мелких кристаллах образование доменов

энергетически невыгодно, т.к. энергия обменного взаимодействия оказывается сильнее, чем магнитная энергия. Однодоменные зерна отличаются от многодоменных рядом специфических магнитных свойств, в частности, наиболее высокой магнитной жесткостью, относительно высокой остаточной намагниченностью и относительно низкой магнитной восприимчивостью. Из-за магнитостатического взаимодействия между однодоменными зернами различия в магнитных свойствах между ансамблями одно- и многодоменных зерен сглаживаются. Однодоменные зерна, благодаря высокой магнитной стабильности, наиболее надежно сохраняют палеомагнитную информацию.

ОДНОНАПРАВЛЕННАЯ (ОБМЕННАЯ) АНИЗОТРОПИЯ – явление, наблюдаемое в некоторых магнитных материалах, заключающееся в существовании в кристаллах выделенного направления легкого намагничивания. Однонаправленная анизотропия макроскопически проявляется в смещении петли гистерезиса по оси полей, в аномальной угловой зависимости вращательного магнитного момента.

***ОДНОФАЗНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ (ТИТАНОМАГНЕТИТОВ)** – изменение соотношения разновалентных катионов одного атома (обычно железа) в сторону более высокой их валентности при сохранении кристаллической структуры исходного минерала в результате привноса окислителя (кислорода). Такой процесс идет вдоль линии окисления, для титаномагнетита и гематита – это линия на треугольной диаграмме $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, вдоль которой отношение Fe/Ti постоянно. В результате однофазного окисления титаномагнетита образуется катион-дефицитный титаномагнетит – титаномаггемит. Обычно его образование идет при $T < 300^\circ\text{C}$ в присутствии воды. Титаномаггемит распадается на магнетит и ильменит (которые, в свою очередь, окисляются до конечных продуктов – гематита и анатаза) при нагреве выше 300°C . Однако есть примеры, с одной стороны, существования титаномаггемита и при $T > 600^\circ\text{C}$, с другой – распада при $T < 200^\circ\text{C}$ [Johnson, Merrill, 1973]. Титаномаггемиты нередко наследуют палеомагнитную информацию о направлении первичной термоостаточной намагниченности. Наиболее вероятный механизм однофазного окисления: на поверхности частиц титаномагнетита адсорбируется кислород, который окисляет катионы Fe^{2+} до Fe^{3+} . При этом образуются противоположно направленные потоки концентрации вакансий и катионов железа. Выравнивание концентраций идет диффузионным путем. У природных материалов с ростом однофазного окисления титаномагнетита растет T_c , магнитная жесткость и уменьшается намагниченность; после нагрева образца, содержащего титаномаггемит, из-за гетерофазного его изменения растет намагниченность и T_c , последняя приближается к T_c магнетита. Отмеченные свойства позволяют обнаружить в коллекции однотипных образцов признаки присутствия титаномаггемита, если степень его окисления $0,8 > Z > 0,4$; при $Z > 0,8$ доля двухвалентного железа столь низка, что при распаде титаномаггемита заметный прирост J_s не происходит. В сочетании с данными о составе первичного титаномагнетита (данные микрозонда и/или результаты регомогенизации при высокотемпературной обработке в вакууме или инертном газе) возможно выявление титаномаггемита с $Z < 0,4$. На примере океанских базальтов, поднятых в рейсах 63 и 64 DSDP, показано, что наилучшей количественной характеристикой общего изменения породы является степень однофазного окисления титаномагнетита Z , в частности, рост точки Кюри по сравнению с ожидаемым [Verma, Banerjee, 1982].

См. [титаномаггемит](#), гетерофазное изменение твердого раствора.

ОКАМЕНЕНИЕ (ЛИТИФИКАЦИЯ) – процесс превращения рыхлых осадков в твердые горные породы. В осадках, состоящих из солей, карбонатов, кремнезема и т.п., окаменение может начаться сразу после осаждения. В обломочных, глинистых осадках окаменение обычно начинается позднее – в конечной стадии диагенеза и при катагенезе под влиянием уплотнения, повышающегося давления и температуры.

ОКАМЕНЕЛОСТИ – органические остатки, сохранившиеся в горных породах в окаменелом или каком-либо другом состоянии, в виде отпечатков частей организмов (раковины, кости, листья, семена и т.п.), а также всякие следы жизнедеятельности (следы ног, ползания, сверления и т.п.).

ОКАРТИТ - минерал $\text{Ag}_2\text{FeSnS}_4$. Гидротермальный, в оловоносных жилах.

***ОКЕАНСКАЯ ЗЕМНАЯ КОРА (ОЗК)** – земная кора под океанами. По строению, химическим и физическим свойствам существенно отличается от континентальной земной коры. Возраст ОЗК под современными океанами не более 170 млн. лет, мощность примерно 5км, делится на три слоя: *слой 1* – осадки, *слой 2* – базальтовый, мощность ~2км, делится на две части: верхняя часть – *слой 2А*, базальтовые лавы (подушечные лавы, потоки), силлы; нижняя часть – *слой 2В*, дайки, корни базальтовых лав, самостоятельные тела, образующие комплекс параллельных даек «дайка в дайке»; *слой 3*, состоящий из двух частей: верхняя – *слой 3А*, габбро, нижняя – *слой 3В*, расслоенный габбро-пироксенитовый комплекс. Под ОЗК залегают породы верхней мантии – перидотиты. Указанные слои ОЗК – продукты внедрения и кристаллизационной дифференциации базальтовой магмы. Сочетание спрединга и внедрения базальтовой магмы (в рифтовых зонах) формирует ОЗК. В результате дифференциации кумулятивная часть магмы (расслоенный комплекс), обедненная железом и титаном, образует главный объем слоя 3, слой 3В; остаточный базальтовый расплав, относительно обогащенный железом и титаном, образует слой 2 и верхи слоя 3 (слой 3А). Основным объемом слоя 3 не содержит первичных магнитных минералов. Последние в заметных количествах кристаллизуются в базальтовых лавах и дайках слоя 2 и габбро слоя 3А. Следовательно, магнетизм ОЗК определяется первично-магнитными породами слоев 2 и 3А, при этом главным источником линейных магнитных аномалий является слой 2А с очень высокой стабильностью первичной естественной остаточной намагниченности и очень высоким отношением Кенигсбергера, определяющим основной вклад в аномальное поле естественной остаточной намагниченности. Ниже “добавляется” вторично-магнитный слой серпентинизированных перидотитов верхов мантии. Показано, что из-за длительности процесса серпентинизации распределение в них магнитной полярности скорее хаотично [Нгуен, Печерский, 1989]. Степень дифференциации базальтовой магмы и, соответственно, обогащение базальтов железом и титаном, титаномагнетитом, коррелируют, с одной стороны, со скоростью спрединга, с другой – с частотой инверсий. Так, обнаружен глобальный эффект: ~30 миллионов лет назад резко увеличилась частота геомагнитных инверсий, замедлился спрединг во всех океанах, упала степень дифференциации базальтов срединных хребтов, уменьшилась в них концентрация титаномагнетита и, соответственно, упала интенсивность линейных магнитных аномалий.

В результате вторичных изменений пород ОЗК при участии воды в габбро и перидотитах нередко образуется вторичный магнетит, тогда как в базальтах слоя 2 идет преимущественно однофазное (слой 2А) и гетерофазное (слой 2В) изменение с образованием титаномагнетита и часть железа выносится из пород. В результате намагниченность слоя 2А со временем заметно падает, тогда как намагниченность слоя 3В и верхов мантии может расти, что ведет к затухиванию картины линейных магнитных аномалий. Информация о базальтах слоя 2, особенно 2А, сравнительно широка, благодаря данным драгирования и, главное – данным бурения по проектам DSDP и ODP, данные же о магнетизме слоя 3 и верхней мантии базируются на весьма ограниченных данных бурения и драгирования, изучения глубинных ксенолитов и, в большой степени, дополняются данными изучения офиолитов, слагающих пластины надвинутой палеоокеанской земной коры. См. [гипотеза Вайна и Мэтьюза](#), [аномальное магнитное поле](#), [шкала геомагнитной полярности](#), [офиолиты](#), [спрединг](#) и др.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ (E_h) – мера окислительной (восстановительной) способности среды, потенциал, устанавливающийся при погружении инертного электрона в раствор, содержащий как окисленные, так и восстановленные компоненты реакции. E_h зависит от pH (водородный показатель). См. [летучесть кислорода](#).

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ РАСПАД ТВЕРДОГО РАСТВОРА – См. [гетерофазное изменение твердого раствора](#).

ОКСИДЫ ЖЕЛЕЗА (ОКИСЛЫ ЖЕЛЕЗА) - групповое название, охватывающее оксиды и гидроксиды железа. Включают гетит, гематит, акагенит, лепидокрокит, ферригидрит, маггемит и магнетит.

ОКСОФЕРРИТ - разновидность самородного железа с некоторым количеством FeO в твердом растворе.

ОКТАЭДРИТ - наиболее распространенный железный метеорит, содержащий 6–18% никеля в металлической фазе и проявляющий при травлении видманштеттенову структуру. Она обусловлена тесным прорастанием пластинок камасита с тонкими каемками тэнита, ориентированными параллельно плоскостям октаэдра.

ОЛИВИНЫ – минералы, силикаты, $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$, серия твердых растворов форстерит-фаялит. Широко распространены в основных и ультраосновных породах. Неустойчивы, при гидротермальных процессах, выветривании превращаются в серпентин, хлорит и др.

ОЛИГОНИТ – минерал, $(\text{Fe,Mn})\text{CO}_3$; твердый раствор сидерита и родохрозита.

ОЛИСТОЛИТЫ – обломки и глыбы в олистостромах.

ОЛИСТОСТРОМЫ – хаотические скопления переотложенных неотсортированных обломков горных пород (олистолитов), сцементированных тонкозернистой массой (глинистой, песчано-алевритовой). Олистостромы – результат оползней или переотложения подводными грязевыми потоками более древнего осадочного материала. Образование олистостром связано с активными тектоническими движениями, вызывающими обрыв крупных блоков пород и их соскальзывание по склону и дну бассейна. Объект благоприятен для применения теста галек Грэхема.

ОМФАЦИТ – минерал высоких давлений из группы пироксенов, $(\text{Ca,Na})(\text{Mg,Fe,Al})\text{Si}_2\text{O}_6$. Преимущественно в эклогитах.

ООЛИТЫ – шаровидные и эллипсоидные образования с концентрически-слоистым строением, из карбонатов (главным образом кальцит), глин, окислов железа и марганца, лептохлоритов и др. Образуются в процессе осадконакопления, при диагенезе и других стадиях преобразования осадков при циркуляции растворов в пустотах. См. [конкреции](#).

ОПАЦИТОВАЯ КАЕМКА – темная каемка вокруг некоторых фенокристаллов, например, биотита и роговой обманки, в вулканитах. Состоит кайма из агрегатов зерен магнетита, авгита и др. Опацитизация связана с окислением во время излияния и остывания лав, т.е. является надежным признаком высокотемпературных изменений на стадии остывания лав. Следовательно, магнетит из опацитовых каемок – надежный носитель стабильной первичной термической остаточной намагниченности.

ОПОКА - пористая, кремнисто-известковая осадочная порода. Состоит из тонкозернистого опалового кремнезема (до 90%), скрепленного кремнеземом органического происхождения (силифицированные остатки радиолярий, спикул губок и диатомей). Пористый, тонкозернистый, слюдистый и глауконитовый песчаник с большим содержанием растворимого кремнезема.

ОПОРНЫЙ ПУНКТ - точка при геофизических исследованиях, по отношению к которой проводится привязка и сравнение данных, получаемых в дополнительных точках наблюдений.

ОПРОКИНУТАЯ (ЗАПРОКИНУТАЯ) СКЛАДКА – складка, осевая поверхность которой наклонена настолько, что оба ее крыла падают в одну сторону.

ОРБИТАЛЬНАЯ (АСТРОНОМИЧЕСКАЯ) ТЕОРИЯ ПАЛЕОКЛИМАТА - теория (гипотеза), согласно которой первопричиной глобальных климатических колебаний – оледенений и межледниковий – являются изменения приходящей к Земле солнечной радиации (инсоляции), вызванные вариациями орбитальных параметров Земли (см. [орбитальные циклы](#)). Орбитальная гипотеза впервые была высказана в 1840 г. французским ученым Ж. Адемаром, однако математически строгая орбитальная теория палеоклимата не создана до сих пор. Это связано с трудностями (в том числе и чисто вычислительными) разработки и учета различных механизмов обратных связей в климатической системе Земли, вкуче с учетом вариаций приходящей к Земле полной

годовой (принимая во внимание ее перераспределение по широтам, а также сезонам года) солнечной радиации.

Большаков, 2003; Имбри, Имбри, 1988.

ОРБИТАЛЬНЫЕ ЦИКЛЫ - квазипериодические изменения орбитальных параметров (элементов) Земли, определяющих ее положение в пространстве при движении вокруг Солнца. Этими параметрами являются: 1) эксцентриситет e эллиптической орбиты Земли, с главными гармониками 404, 125 и 95 тысяч лет, при этом два последних периода в среднем составляют известный сотысячелетний цикл оледенений-межледниковий последнего миллиона лет. Величина e за последний миллион лет изменялась примерно от 0,06 до 0 (почти круговая орбита); 2) угол наклона ϵ земной оси к перпендикуляру к плоскости эклиптики с преобладающим периодом колебаний около 41 тысячи лет. Угол наклона ϵ изменялся за последний миллион лет примерно от 22° до $24,5^\circ$. 3) климатическая прецессия, или предварение равноденствий, обусловленная в основном конусообразным движением земной оси в пространстве; главные гармоника климатической прецессии – около 23 и 19 тысяч лет. Орбитальные циклы могут быть выделены в седиментационных записях, фиксирующих палеоклиматические изменения. В случае корректного доказательства орбитально-климатической природы этих записей (в частности, записей магнитной восприимчивости) и их непрерывности, указанные циклы могут быть использованы в астрохронологии и циклостратиграфии.

Миланкович, 1939; Имбри, Имбри, 1988; Большаков, 2003.

ОРЕБРОИТ - минерал гексагональной сингонии из группы велинита, $Mn_3^{2+}(Fe,Sb)O_3(SiO_4)$. В гаусманнитовых (Mn_3O_4) рудах.

ОРЕГОНИТ - минерал гексагональной сингонии, Ni_2FeAs_2 . В серпентините.

ОРЕОЛ – зона взаимодействия тела с окружающей средой, например, зона, окружающая интрузивное тело, в пределах которой вмещающие породы обнаруживают признаки контактового метаморфизма; геохимический ореол вокруг рудного тела.

***ОРИЕНТАЦИОННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_{ro})** – остаточная намагниченность, образованная при осаждении в постоянном магнитном поле взвешенных в жидкости или газе свободно ориентирующихся магнитных частиц, благодаря процессу статистического выравнивания магнитных моментов этих частиц по направлению внешнего поля. Свойства J_{ro} : 1) величина ее в малых магнитных полях пропорциональна величине напряженности внешнего магнитного поля. На этом построен способ определения палеонапряженности по сравнению величины J_n с величиной J_{ro} после переосаждения того же осадка в постоянном поле известной напряженности (*метод переосаждения*); 2) направление J_{ro} совпадает с направлением внешнего магнитного поля; при уплотнении осадка в случае большого количества удлиненных частиц среди магнитных зерен наклонение J_{ro} заметно занижается (до 30°).

Известны два типа J_{ro} : *седиментационная*, образующаяся в процессе свободного падения магнитных частиц в воде или газе (ее наклонение обычно меньше наклонения внешнего поля), и *постседиментационная*, образующаяся на стадии существования полужидкого осадка, когда магнитные частицы имеют возможность шевелиться между более крупными зернами силикатов и других минералов осадка. Этот вид J_{ro} более характерен для песчано-алевритовых осадков, содержащих незначительное количество вяжущего глинистого материала.

Диагностические признаки J_{ro} : а) тест длинных частиц – мода ориентации удлиненных магнитных зерен в плоскости слоя совпадает с магнитным склонением времени образования осадка; б) сходство J_n с J_{ro} после переосаждения того же осадка по величине и коэрцитивным спектрам; в) при сходстве коэрцитивных спектров J_{ro} и J_{ri} величина первой заметно меньше второй ($J_{ri}/J_{ro} \approx 2-3$); г) кривые $J_{ro}(T)$ и $J_{rs}(T)$ в случае пород, содержащих более одного магнитного минерала, будут совпадать по форме, только если все магнитные минералы имеют один и тот же вид остаточной намагниченности; д) независимость величины J_n пород от меняющегося соотношения в них разных магнитных минералов свидетельствует в пользу ориентационной ее природы; е) зависимость J_{ro} и J_{rk} , J_{rc} от остаточной коэрцитивной силы разная: J_{rc} и J_{rk}

монотонно возрастают с возрастанием H_{cr} , тогда как в случае $J_{го}$ существует область максимума (например, для магнетитсодержащих пород при $H_{cr}=30-60\text{мТл}$).

При изучении тонкой структуры геомагнитного поля установление факта, что естественная остаточная намагниченность (или ее компонента) является ориентационной, недостаточно для получения верной информации о направлении древнего геомагнитного поля. Если эта намагниченность седиментационная, то необходим учет возможной ошибки наклона (занижение его) из-за уплотнения и склонения из-за течения. Если эта намагниченность постседиментационная, указанные ошибки отсутствуют, но время ее образования более неопределенно.

***ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ОБРАЗЕЦ** – образец горной породы, положение которого определено в пространстве. Порядок отбора ориентированного образца для палеомагнитного изучения: место отбора образца освобождается от выветренной части; зачищенная площадка маркируется – фиксируется горизонтальная линия простирания плоскости маркировки, проводится перпендикулярная ей линия падения плоскости маркировки; эта линия отмечается стрелкой. Азимут падения плоскости маркировки (по стрелке падения) замеряется горным компасом, солнечным компасом или любым иным способом, и угол падения замеряется эклиметром или подобным прибором. В случае измерений азимута падения горным (магнитным) компасом необходимо определить современное магнитное склонение в месте (районе) отбора образца, проверить, нет ли искажений в измерении азимута из-за близко находящихся магнитных масс. После ориентировки и маркировки выбурируется керн или отбивается штупф. Плоскость маркировки может быть любой, удобной для отбора образца. Необходимо замерить элементы залегания пород в месте отбора образца.

ОРИКИТ – минерал гексагональной сингонии, $\text{CuFeS}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. В диатреме щелочных основных вулканитов.

ОРОГЕНЕЗ – горообразование. По плитотектоническим представлениям орогенез связан, главным образом, со столкновением литосферных плит и вызванными при этом деформациями, складчатостью в зоне сжатия, в первую очередь в зонах коллизии и на окраинах континентов. См. [тектоника плит](#).

ОРОГЕННЫЙ ПОЯС – См. [складчатый пояс](#), [складчатая область](#).

ОРОКЛИН (ОРОКЛИНАЛЬ) – изогнутый в виде дуги или сигмоиды орогенный пояс, изменивший свое простирание, что видно по повороту осей складок и линий разрывных нарушений.

ОРСЕЛИТ - минерал гексагональной сингонии, $\text{Ni}_{4,77}\text{As}_2$. Включения в пентландите из ультраосновных пород.

ОРТО- - (в геологии) приставка, которая добавляется к названию метаморфической породы для того, чтобы показать, что она была образована за счет исходной магматической породы, например, ортогнейс, ортоамфиболит.

ОРТОЗОНА МАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ – подразделение магнитостратиграфической шкалы, между суперзоной и субзоной. См. [магнитостратиграфическая шкала](#), [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

ОРТОХРОН ГЕОМАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ - подразделение магнитохроностратиграфической шкалы, между суперхроном и субхроном. Продолжительность ортохрона варьирует от 0,1 до <5 млн. лет. См. [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

ОРТОЭРИКСОНИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{Mn}_2^{2+}(\text{OH})\text{Fe}^{3+}\text{O}[\text{Si}_2\text{O}_7]$.

ОСЕВАЯ СИММЕТРИЯ – свойство структуры, имеющей одну ось симметрии, бесконечное множество зеркальных плоскостей, проходящих через эту ось и единственную перпендикулярную ей зеркальную плоскость.

ОСНОВНАЯ ПОРОДА – магматическая порода, обычно содержащая 40-55% SiO_2 , характерно высокое содержание Mg, Ca, Fe (базальты, габбро и др.).

ОСТАТОЧНАЯ КОЭРЦИТИВНАЯ СИЛА (H_{cr}) – напряженность постоянного магнитного поля, направленного противоположно остаточной намагниченности насыщения образца и компенсирующего величину последней, так что после

воздействия поля H_{cr} остаточная намагниченность образца $J_{rs}=0$. Остаточная коэрцитивная сила, как и коэрцитивная сила, является важной структурно-чувствительной характеристикой магнитных веществ, она варьирует от <1 до >100 мТл, весьма чувствительна к изменениям внутренней структуры вещества, наличию дефектов, напряжений, зависит от размера зерна, особенно в области перехода от однодоменных зерен к многодоменным.

См. [магнитный гистерезис](#), [магнитная жесткость](#).

ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – намагниченность, остающаяся после выключения внешнего постоянного магнитного поля. Соответственно, наличие у образца остаточной намагниченности любого вида однозначно свидетельствует о присутствии в нем магнитных минералов. Явление связано с магнитным гистерезисом. Величина и свойства остаточной намагниченности зависят от типа упорядочения и структурных особенностей материала, условий ее создания. Последние определяют вид остаточной намагниченности. Основные виды: **нормальная (изотермическая)** – остается после мгновенного воздействия постоянного магнитного поля, с ростом поля она достигает максимума в поле магнитного насыщения и далее с ростом поля не меняется (**остаточная намагниченность насыщения**); **идеальная (безгистерезисная)** – образуется в результате намагничивания материала в постоянном магнитном поле при одновременном воздействии переменного магнитного поля; **кристаллизационная** и **химическая** – образуются при кристаллизации магнитных минералов из парамагнитных или при изменениях магнитных минералов; **ориентационная** – образуется при осаждении магнитных частиц в жидкости или газе; **вязкая** – образуется при изотермическом воздействии постоянного магнитного поля во времени; **термическая (термоостаточная)** – создается при остывании магнитного материала в постоянном магнитном поле, и другие. Остаточная намагниченность – источник палеомагнитной информации, один из важных источников петромагнитной информации, как структурно-чувствительная характеристика, характеристика магнитного состояния, зависящая от условий образования и преобразования магнитных минералов. См. [магнитное упорядочение](#), [магнитный гистерезис](#).

ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ НАСЫЩЕНИЯ (J_{rs} , SIRM) – максимально возможная величина остаточной намагниченности, созданная в поле магнитного насыщения. См. [нормальное намагничивание](#), [остаточная намагниченность](#).

ОСТРОВНАЯ ДУГА – протянувшаяся параллельно глубоководному желобу тектоническая структура над зоной субдукции, объединяющая вулканическую дугу и невулканическую дугу.

ОСТРОВНЫЕ СИЛИКАТЫ – класс или структурный тип силикатов с изолированными кремнекислородными тетраэдрами, не связанными между собой общими анионами кислорода. Примером является оливин ($Mg_2SiO_4-Fe^{2+}_2SiO_4$).

ОСТРОВОДУЖНЫЙ БАЗАЛЬТ – распространенная основная порода ($<53\% SiO_2$) лавовых серий островных дуг, развитых на конвергентных границах плит.

ОСУМИЛИТ – минерал гексагональной сингонии, $(K,Na)(Mg,Fe^{2+})_2(Fe,Al)_3[(Si,Al)_{12}O_{30}]$. В трещинах и полостях в даците, в граните, в ассоциации с тридимитом (SiO_2).

ОСЦИЛЛЯЦИИ – См. [васцилляции](#)

ОСЬ ЛЕГКОГО НАМАГНИЧИВАНИЯ – направление в магнетике, вдоль которого энергия намагничивания до насыщения минимальна. Если внешнее магнитное поле мало или отсутствует, то намагниченность в каждом домене образца направлена вдоль оси легкого намагничивания. См. [кристаллографическая магнитная анизотропия](#).

ОСЬ СИММЕТРИИ – (в кристаллографии) воображаемая линия, при вращении вокруг которой происходит двукратное, трехкратное, четырехкратное или шестикратное повторение облика кристалла (ребер, углов или граней). Ось симметрии является одним из элементов симметрии.

ОТДЕЛЬНОСТЬ – характерная форма блоков (глыб, кусков) горной породы, образующаяся при естественном или искусственном раскалывании – глыбовая, карандашная, листоватая, матрацевидная, пластовая, плитообразная, плитчатая,

подушечная, столбчатая, шаровая и др.; определяется свойствами породы. В минералогии – способность кристалла раскалываться по определенным плоскостям, как в случае спайности.

ОТКРЫТАЯ СИСТЕМА – термодинамическая система, характеризующаяся обменом вещества и энергии с окружающей средой. К открытым относятся все химические системы с непрерывными процессами.

ОТЛОЖЕНИЯ – термин употребляется по отношению к осадкам и осадочным породам всех типов и условий образования.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ - геологический возраст ископаемого организма, горной породы, геологической структуры или события по отношению к другим организмам, горным породам, геологическим структурам или событиям. Это может быть интервал мощности осадков, интервал времени, например, по ленточным глинам, но не время от события до настоящего времени. См. [абсолютный возраст](#)).

***ОТНОШЕНИЕ КЕНИГСБЕРГЕРА (Q_n)** – отношение естественной остаточной намагниченности образца природного материала к его индуктивной намагниченности, созданной в геомагнитном поле: $Q_n = J_n / J_i$. Отношение Кенигсбергера широко используется для оценки вклада J_n и J_i в магнитные аномалии, для примерной оценки магнитной стабильности (так как слабо зависит от концентрации магнитных минералов в образце). Кроме Q_n , в петромагнитном анализе используются $Q_{rs} = J_{rs} / k$, $Q_t = J_{rt} / J_i$, $Q_{nt} = J_{nt} / J_i$ и др. Во всех случаях числитель и знаменатель отношения являются функцией концентрации, так что отношение Кенигсбергера мало зависит от общей концентрации магнитных минералов в образце, но зависит от соотношений концентраций разных по магнитной жесткости минералов в образце. В зависимости от размера зерен, их магнитного состояния, вида J_n величина отношения Кенигсбергера колеблется от <1 до >100 . С ростом температуры, особенно близ точки Кюри материала, отношение Кенигсбергера падает (эффект Гопкинсона). Следовательно, в разрезе литосферы с глубиной, где температура более $300-400^\circ\text{C}$, в намагниченности пород, а значит и в величине магнитной аномалии должен преобладать вклад индуктивной намагниченности. Поскольку со временем происходит магнитное старение материала, сопровождающееся уменьшением J_n , то для природных материалов (горных пород, руд), содержащих однотипные магнитные минералы, Q_n можно использовать для приблизительной оценки относительного возраста пород. Для этого строится местная эталонная кривая зависимости Q_n от времени (зависимость статистическая). Для оценки возраста четвертичных галечников используется величина Q_v – отношение J_n к магнитной восприимчивости галек (*тест галек Гусева*).

ОФИОЛИТЫ – комплекс магматических пород основного и ультраосновного состава, образованный в палеоокеанской обстановке, включает (сверху вниз) подушечные лавы и потоки диабазов, параллельные дайки диабазов, расслоенный комплекс габбро-пироксенитов, перидотиты. По многим признакам, в частности, петромагнитным, офиолиты являются аналогами комплекса пород, образующих земную кору и верхи мантии под современными океанами. См. [океанская земная кора](#), [палеоокеанская земная кора](#).

ОХУЭЛАИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2(\text{AsO}_4)_2]$. Зона окисления.

ОЦИФРОВКА (ДИГИТИЗАЦИЯ) - преобразование аналоговой формы в цифровую форму для последующей обработки.

[назад](#)

II

[назад](#)

ПАДЕНИЕ – наибольший наклон пласта, слоя и т.п. тела – это линия падения, перпендикулярная горизонтальной линии (простираения). Характеризуется азимутом и углом падения.

ПАЛАГОНИТ – хлоритоподобное вещество переменного состава, богатое водой. Образуется в гидротермальную позднемагматическую стадию и низкотемпературную стадию вплоть до выветривания. Развивается в основных вулканитах и малых интрузивных телах (диабазы, базальты). В процессе палагонитизации, как правило, происходит разрушение магнитных минералов и вынос железа за пределы горной породы.

***ПАЛЕОВЕКОВЫЕ ВАРИАЦИИ** – вековые вариации геомагнитного поля, зафиксированные по изменениям во времени естественной остаточной намагниченности и ее компонент (данные палеомагнитных наблюдений). Для изучения палео вековых вариаций требуются объекты с максимальной и надежной непрерывностью палеомагнитной записи. Обычно используемые для этого осадки в большинстве случаев не удовлетворяют указанному требованию. Наиболее подходящими из осадочных пород являются разрезы ленточных глин, озерных и морских осадков. Наилучшим объектом являются магматические тела простой формы, для которых можно рассчитать достаточно надежно режим остывания: от лавовых потоков, время остывания которых охватывает дни-месяцы-годы, до мощных интрузивных тел, время остывания которых охватывает десятки тысяч - миллионы лет.

В результате палеомагнитного и петромагнитного изучения раннепротерозойских интрузивов показана принципиальная возможность получения *непрерывной* записи поведения геомагнитного поля, фиксируемой в процессе остывания габбро-пироксенитовых расслоенных интрузивов. Чтение палеомагнитной записи возможно в двух вариантах: а) детальный отбор образцов от контакта вглубь тела и б) в каждом отобранном образце детальная Т-чистка через 2-3° позволяет прочесть запись поведения геомагнитного поля в процессе остывания тела в точке отбора образца от точки Кюри присутствующих в нем магнитных минералов до той температуры блокирования, когда еще фиксируется в пределах измерений значимая доля термоостаточной намагниченности. На основании решения задачи Стефана и нестационарной задачи теплопроводности рассчитываются зависимости температуры от времени и скорости остывания интрузивов в разных точках разрезов от момента внедрения до 400-500°C. При медленном остывании интрузива *температура блокирования* (T_b) естественной термоостаточной намагниченности существенно отличается от *температуры деблокирования* (T_d) естественной остаточной намагниченности в ходе лабораторного терморазмагничивания образцов. Для перевода температур деблокирования в ходе Т-чистки образцов (T_d) в температуры остывания интрузива (T_b) используются зависимости T_d и T_b от скорости остывания однодоменного магнетита. В магнитостратиграфическом плане запись характеризуется наличием хронов разной полярности продолжительностью от сотен до нескольких десятков тысяч лет, экскурса продолжительностью менее 2 тысяч лет. В течение времени записи одни периоды палеовариаций исчезают, другие появляются, величина периода нередко меняется во времени, продолжительность периодов меняется от 1-2 колебаний до 10 и более. В общем, выделяются следующие моды (число колебаний не менее 5): 3.2; 4.4-4.7; 5; 5.5; 7.5; 8-10; 17.5-18.5; 30-40; 52-64, 90-100 тысяч лет. Черты поведения геомагнитного поля в раннем протерозое принципиально не отличаются от характеристики геомагнитного поля в позднем кайнозое. Следовательно, к началу протерозоя жидкое ядро Земли, генерирующее геомагнитное поле, было сформировано и в дальнейшем изменялось несущественно. Из совокупности палеомагнитных данных следует, что амплитуда палео вековых вариаций в древние эпохи не отличалась от

позднекайнозойских; в разные эпохи наблюдается как западный, так и восточный дрейф геомагнитного поля; спектр вариаций дискретен и меняется во времени.

См. [вековые вариации геомагнитного поля](#). Петрова, 1992; Dodson, McClelland-Brown, 1980; Pechersky et al., 2004.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ – "ископаемый" магнетизм, древнее геомагнитное поле, запись которого сохранилась в *естественной остаточной намагниченности* горных пород. Изучением палеомагнетизма занимается палеомагнитология.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ И РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ЗЕМЛЯ. По палеомагнитным данным можно оценить возможное расширение (сжатие) Земли, если предположить, что континенты достаточно жесткие блоки литосферы (как в тектонике плит). Два метода расчета: способ палеомеридианов и минимальной дисперсии. 1) Если точки палеомагнитных определений находятся на одном палеомеридиане, то древний радиус Земли равен $R_a = 57,3L/(\varphi_1 - \varphi_2)$, где L – современное расстояние между точками с палеомагнитными широтами φ_1 и φ_2 . 2) Вычисляется кучность палеомагнитных полюсов при разных расстояниях от точек наблюдений до полюса и находится максимум кучности; соответствующее ему расстояние равно $R_a(90-\varphi)/R$, где R и R_a – соответственно, современный и древний радиусы Земли, φ – палеомагнитная широта в точке наблюдения. Неоднократные расчеты показали постоянство радиуса Земли, а именно, они показали, что за последние 400 млн. лет радиус Земли изменялся в пределах $\pm 5\%$ от современного значения, что находится в пределах погрешности палеомагнитных измерений. Храмов и др., 1982.

ПАЛЕОМАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ – кратковременное палеомагнитное отклонение на $60-180^\circ$ виртуального геомагнитного полюса, обнаруженное в геологическом разрезе. Временной аналог – *экскурс*. Термин «палеомагнитная аномалия» используется так же для обозначения любого короткого в масштабах изучаемого объекта аномального поведения естественной остаточной намагниченности строго не установленного происхождения, вероятнее всего, геомагнитного.

***ПАЛЕОМАГНИТНАЯ НАДЕЖНОСТЬ** – набор необходимых и достаточных признаков (критериев), позволяющих оценить надежность (достоверность) палеомагнитных данных для решения поставленной задачи (последняя оговорка очень важна, т.к. для разных задач эти требования неодинаковы). Конечная цель палеомагнитных измерений – определить величину и направление геомагнитного поля в точке исследований, привязанное ко времени некоторого геологического события. Необходим комплекс, позволяющий в той или иной мере однозначно определить элементы геомагнитного поля и время. Комплекс включает три группы признаков: геологические, геофизические и физические.

Геологические признаки – необходимое, но заведомо недостаточное условие палеомагнитной надежности. Это характеристика объекта: оценка его геологического возраста, генезиса, тектонического положения, оценка «свежести» материала, диагностика возможных носителей намагниченности немагнитными методами, оценка их происхождения. Прямой геологический признак палеомагнитной надежности и оценки палеомагнитного склонения – *тест (метод) длинных частиц Печерского*.

Геофизические (палеомагнитные) признаки – наиболее важная, необходимая и иногда достаточная группа признаков синхронной, метасинхронной компонент естественной остаточной намагниченности J_n , они включают выделение компонент, их статистический анализ, тесты и методы выделения древних компонент и первичной намагниченности (тест галек, складки, обжига, обращения и др.), корреляцию зон геомагнитной полярности от разреза к разрезу, сходимость направлений J_n , выделенных разными тестами и методами, как между собой, так и с направлениями первичной остаточной намагниченности образцов, для которых удалось доказать ориентационную или термическую природу J_n или ее компоненты (физические признаки).

Физические (петромагнитные) признаки – в сущности, это физические основы палеомагнетизма в приложении к решению конкретной палеомагнитной задачи, они не всегда необходимы и всегда недостаточны. Прежде всего, это оценка природы J_n и ее компонент, основанные на изучении носителей J_n , т.е. какие магнитные минералы

присутствуют в породе, их происхождение, магнитоминералогическое изучение в сочетании с минералогическим, петрографическим и т.п. исследованиями, оценка доменной структуры, магнитного состояния, их значения в создании J_n (в сочетании с геофизическими признаками палеомагнитной надежности); определение видов J_n и ее компонент, оценка их сохранности.

Примеры достаточности геологических+геофизических признаков без физических:

- а) прослеживание на большие расстояния по латерали одной зоны магнитной полярности или других особенностей тонкой структуры геомагнитного поля;
- б) положительный тест складки, если время складчатости близко осадкообразованию или если для поставленной задачи достаточно определить доскладчатую компоненту J_n ;
- в) положительный тест галек Грэхема для внутриформационных конгломератов и других обломочных пород и т.п.

[См. индекс палеомагнитной надежности.](#)

ПАЛЕОМАГНИТНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ – устойчивость (сохранность) величины и направления естественной остаточной намагниченности или ее компонент во времени. Оценка палеомагнитной стабильности – часть проблемы обоснования палеомагнитной надежности.

***ПАЛЕОМАГНИТНОЕ КАРТИРОВАНИЕ.** Два основных палеомагнитных прикладных направления – магнитотектоника и магнитостратиграфия – объединяются в палеомагнитном картировании. Это площадные палеомагнитные работы, позволяющие проследить в районе определенные палеомагнитные уровни (границы магнитозон и другие магнитостратиграфические особенности), оконтуривать участки (блоки) с однородными направлениями естественной остаточной намагниченности и/или ее компонент, т.е. провести площадное стратиграфическое и тектоническое районирование и т.п. Сочетание первого и второго позволяет проследить поведение выделенных блоков во времени. Масштаб палеомагнитного картирования определяется задачей, масштабом геологического картирования и степенью обнаженности картируемой территории. Наиболее эффективно картирование, если вести палеомагнитные измерения непосредственно в поле. Полноценное палеомагнитное картирование можно вести и на закрытой территории – по керну из скважин, благодаря тому, что по вязкой остаточной намагниченности, возможно, восстановить ориентировку керна [Назарова, Печерский, 1976; Буров и др., 1986]

ПАЛЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ – осредненное во времени геомагнитное поле; при этом исключаются в большой мере неоднородности поля, близкие к циклическим, как вековые вариации, вплоть до недипольного поля. В первом приближении палеомагнитное поле считается полем центрального осевого диполя.

[См. главное магнитное поле Земли.](#)

ПАЛЕОМАГНИТНЫЙ ПОЛЮС (ПМП) – средний виртуальный геомагнитный полюс, подсчитанный для некоторого геологического интервала времени, определенный палеомагнитным методом. Принимается, что положение палеомагнитного полюса совпадает с положением географического полюса. Сказанное относится к эпохам относительно стабильного состояния геомагнитного поля. Во времени ПМП меняет свое положение. Движения ПМП двух родов: 1) резкое хаотическое, во время *геомагнитных инверсий* и других *палеомагнитных аномалий* и 2) плавное, во время относительно стабильного состояния поля, оно включает истинные (собственные) движения географического полюса, т.е. изменения положения оси вращения Земли во времени, и *кажущиеся движения полюса*, связанные с движениями блоков литосферы. По различным оценкам [Andrews, 1985; Kerr, 1987; Sabadini, Yuen, 1989 и др.] собственные плавные движения полюса за последние 200 млн. лет достигали 15-20° и носили циклический характер, кажущиеся движения полюса достигали сотен градусов. Соответственно, траектория кажущегося движения ПМП может служить для оценки возраста пород. Оценка тем точнее, чем сложнее детально построенная траектория ПМП конкретного блока литосферы. Построенные по отдельным блокам литосферы (кратонам) траектории ПМП за большие промежутки времени существенно отличаются друг от друга, что демонстрирует главенствующее

значение в плавных движениях ПМП горизонтальных перемещений блоков литосферы. Количественная оценка таких движений разного масштаба является главным содержанием раздела палеомагнитологии – **магнитотектоники**.

См. [виртуальный геомагнитный полюс](#), [палеомагнитное поле](#).

***ПАЛЕОМАГНИТОЛОГИЯ** – раздел геомагнитологии, учение о геомагнитном поле прошлых геологических эпох, запись которого сохранилась в естественной остаточной намагниченности. Палеомагнитология возникла на стыке ряда отраслей физики, геофизики, геологии; является самостоятельной научной дисциплиной со своей методикой исследований, объектами изучения и областью приложения результатов. Результаты исследований находят приложение в изучении строения и эволюции Земли, в решении вопросов практической геологии. Палеомагнитные данные являются количественной основой кинематических, палеотектонических реконструкций, от глобальных до локальных (**магнитотектоника**). Большое значение имеют палеомагнитные исследования в области геохронологии и стратиграфии (**магнитостратиграфия**). Наиболее точное в настоящее время глобальное определение одновременности геологических событий – по совпадению "палеомагнитного сигнала", на этом основана глобальная магнитостратиграфическая возрастная корреляция геологических событий.

Конечная цель палеомагнитных измерений – надежно определить величину и направление геомагнитного поля в точке исследований, привязанное ко времени некоторого геологического события. Необходим комплекс, позволяющий в той или иной мере однозначно определить элементы геомагнитного поля и время его фиксации. Существуют геологические, геофизические (палеомагнитные) и физические (петромагнитные) признаки палеомагнитной надежности, суммарная количественная оценка надежности – **индекс палеомагнитной надежности**. При интерпретации палеомагнитных данных принимаются три положения: 1) горные породы намагничиваются по направлению геомагнитного поля времени этого намагничивания; 2) приобретенная первичная остаточная намагниченность сохраняется (хотя бы частично) в породе к моменту измерения; вообще любая датированная древняя компонента J_n приобретает смысл первичной; 3) геомагнитное поле, осредненное за промежуток времени более 0.1 млн. лет (кроме эпох геомагнитных инверсий и других аномалий), является полем центрального осевого диполя. Последнее положение имеет принципиальное значение при решении фундаментальных задач палеомагнитологии (происхождение и эволюция геомагнитного поля и т.п.), глобальных магнитотектонических задач. При магнитостратиграфических и региональных магнитотектонических исследованиях соблюдение этого условия не обязательно.

Храмов и др., 1982.

***ПАЛЕОНАПРЯЖЕННОСТЬ (H_a)** – напряженность древнего геомагнитного поля, записанная в естественной остаточной намагниченности магнитных минералов. Направление палеонапряженности фиксируется в направлении естественной остаточной намагниченности. Величина остаточной намагниченности любого вида, возникшей в слабом магнитном поле порядка земного, пропорциональна величине напряженности этого поля. На этом строится определение величины палеонапряженности: сравнивается величина естественной остаточной намагниченности или одной из ее компонент созданными на том же образце ориентационной (переосаждение), термической (нагрев выше точки Кюри), идеальной остаточной намагниченности в известном магнитном поле. Кроме того, используются текстурная магнитная анизотропия и асимметрия ансамбля магнитных частиц. Чтобы все полученные значения H_a были сопоставимы, их приводят к значению на экваторе, считая геомагнитное поле полем центрального осевого диполя, а также вычисляют по напряженности магнитный момент такого диполя. Сохранность величины остаточной намагниченности хуже, чем ее направления, поэтому определение палеонапряженности много труднее и круг подходящих объектов резко ограничен.

Методы определения палеонапряженности:

1. **Метод Телье** в разных модификациях – сравниваются результаты ступенчатого терморазрушения естественной остаточной намагниченности и создания парциальной термоостаточной намагниченности в известном магнитном поле последовательно в одних и тех же температурных интервалах; для проверки изменений материала в ходе нагревов, после высокотемпературных нагревов повторяется ряд нагревов при меньших температурах. Результаты сравниваются с помощью **диаграммы Араи-Нагаты**.

2. Метод непрерывных нагревов Вильсона-Буракова – снимается кривая терморазрушения естественной остаточной намагниченности J_n образца, затем на нем же создается полная термоостаточная намагниченность, которая затем разрушается в том же режиме, как и J_n . Обе кривые сравниваются, как и в методе Телье.

3. **Метод Ван Зийла** – сравниваются кривые разрушения переменным магнитным полем J_n образца и созданной на нем термоостаточной намагниченности.

4. **Метод Шоу** – дополнение к методу Ван Зийла – для учета возможных изменений материала в результате лабораторного нагрева сравниваются кривые разрушения переменным магнитным полем идеальной остаточной намагниченности J_{ri} , созданной до и после нагрева. Расхождение двух кривых разрушения J_{ri} вводится как поправка в соотношение естественной и термической остаточных намагниченностей.

5. **Метод H_e Багиной-Петровой** – сравниваются кривые разрушения переменным магнитным полем J_n и созданной на нем J_{ri} . Отношение J_n/J_{ri} в интервале переменных магнитных полей, где их коэрцитивные спектры совпадают, равно отношению H_a/H_L , где H_L – напряженность постоянного магнитного поля создания J_{ri} (это соотношение справедливо для пород, у которых J_{rt}/J_{ri} , созданных в одном поле, близко к 1,0).

6. **Метод Борисовой-Шолпо** – при условии подобия коэрцитивных спектров J_n и созданной на том же образце J_{ri} определяется отношение $J_n/2,8J_{ri}$, которое для любых термонамагниченных пород, содержащих преимущественно многодоменные зерна магнетита-титаномagnetита (что обычно для подавляющего большинства магматических пород), равно отношению H_a/H_L , где H_L – напряженность постоянного поля создания J_{ri} ; $2,8 \pm 0,1$ – эмпирическая среднестатистическая величина J_{rt}/J_{ri} , образованных в одном постоянном магнитном поле.

7. **Метод ступенчатого перемagnetивания Шашиканова-Металловой** – определяется магнитное поле, при котором нарушается линейная зависимость J_{ri} от постоянного магнитного поля. Это нарушение является результатом возникновения текстурных особенностей при кристаллизации, термонамагничивании и осаждении магнитного материала.

8. **Метод переосаждения Храмова** – величина J_n сравнивается с величиной ориентационной остаточной намагниченности той же породы (осадка) после его переосаждения в известном постоянном магнитном поле. Осадки должны быть магнитностабильны, легко размачиваться в воде, до и после переосаждения коэрцитивные спектры и спектры блокирующих температур должны быть близки.

9. **Метод характеристик магнитной анизотропии Ивкина** – сравниваются константы магнитной анизотропии образца до и после переосаждения. В основе метода лежит эффект возникновения магнитной текстуры при формировании осадка, которая более устойчива к внешним воздействиям, чем остаточная намагниченность.

10. **Метод длинных частиц Печерского** – сравнение величины моды ориентировки длинных частиц (подобных по величине и удлинению магнитных зерен) в сходных условиях образования терригенных осадков. Величина моды является функцией напряженности геомагнитного поля во время осаждения длинных частиц. Годится для **относительной** оценки палеонапряженности.

11. **Метод Нгуен-Печерского для кристаллизационной остаточной намагниченности** – сравнение J_n с созданной на том же образце J_{ri} , которые в случае кристаллизационной или химической природы J_n близки по величине и стабильности. Сравниваются J_n и J_{ri} в ходе термочистки (для исключения парциальной термонамагниченности, т.к. температура образования кристаллизационной остаточной намагниченности обычно неизвестна).

12. *Отношение Кенигсбергера*, как *относительная* оценка палеонапряженности, возможна для коллекции образцов пород, однородных по происхождению и по ансамблю содержащихся в них зерен магнитных минералов. Надежнее это делать по величине характеристической остаточной намагниченности, отнесенной к восприимчивости.

13. *Отношение величины естественной остаточной намагниченности к идеальной или остаточной намагниченности насыщения*, как *относительная* оценка палеонапряженности осадков, возможна для коллекции образцов пород, однородных по происхождению и по ансамблю содержащихся в них зерен магнитных минералов.

Методы 1-6 применимы только к термонамагниченным породам, в которых магнитные минералы намагничены от температур выше их точек Кюри.

По имеющимся археомагнитным данным установлены вариации палеонапряженности с периодами 360, 600, 900, 1200, 1800, 2700, 3600, 5400 и 8000 лет. Эти периоды неустойчивы и меняются во времени более чем на 10%. Выявлена более длиннопериодная цикличность в поведении палеонапряженности в фанерозое, которая связывается с взаимодействием ядра и низов мантии.

См. [напряженность геомагнитного поля](#), [законы Телье](#), [вековые вариации геомагнитного поля](#), [палеовековые вариации геомагнитного поля](#), [длиннопериодные циклические изменения геомагнитного поля](#) и др.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ – наука, изучающая ископаемые останки растений и животных, пытающаяся реконструировать их внешний облик, биологические особенности, способы питания, размножения и др., а также восстановить по окаменелостям и другим остаткам историю развития растительного и животного мира прошлых геологических эпох, т.е. биологическую эволюцию. В палеонтологии используются методы палеоэкологии и палеоклиматологии с целью воспроизведения среды жизнедеятельности организмов. На основе палеонтологических данных устанавливается относительный возраст содержащих окаменелости отложений и других горных пород, выделяются биостратиграфические подразделения. См. [биостратиграфия](#), [геохронология](#).

***ПАЛЕООКЕАНСКАЯ ЗЕМНАЯ КОРА** – земная кора под исчезнувшими океанами (палеоокеанами), сохранившаяся в виде офиолитовых комплексов в пластинах, надвинутых на континенты и в аккреционных структурах. Офиолиты – очень ценный объект геологических, геофизических, в частности палеомагнитных и петромагнитных, исследований океанской коры, благодаря большей доступности для детального изучения по сравнению с земной корой под современными океанами. Исследования офиолитов разного возраста позволяют изучить особенности строения и развития палеоокеанской коры и верхней мантии за значительные промежутки времени. Сочетание палеомагнитной (магнитотектонической) и геологической информации позволяет реконструировать исчезнувшие бассейны, положения осей спрединга, островных дуг, их историю. См. [океанская земная кора](#).

ПАЛЕОШИРОТА - широта определенного района земной поверхности в геологическом прошлом. Количественно определяется по палеомагнитным данным, по палеомагнитному наклонению, с которым в случае центрального осевого диполя широта связана простой формулой: $tg I = 2tg \varphi$. I – магнитное наклонение, φ – широта места.

ПАЛИНГЕНЕЗ – в петрологии ультраметаморфический процесс, ведущий к образованию магмы путем переплавления на месте ранее существующих горных пород. В отличие от *анатексиса* в процессе палингенеза переплавленная масса приобретает способность к внедрению. Практически разделить эти два процесса чрезвычайно трудно.

ПАЛЛАСИТ - железокаменный метеорит, состоящий главным образом из крупных одиночных кристаллов оливина, погруженных в железоникелевую массу. Полагают, что палласиты образовались у поверхности раздела каменной мантии и металлического ядра расслоенного планетоида.

«ПАМЯТЬ» МАГНИТНОГО МАТЕРИАЛА: а) отражение в магнитных свойствах условий образования магнитных минералов и их последующих изменений; б) частичное восстановление остаточной намагниченности после низкотемпературной обработки, т.е. охлаждения ниже изотропной точки (например, у магнетита $T_k = -143^\circ\text{C}$) и последующего нагрева до комнатной температуры в нулевом магнитном поле, в) восстановление записи величины и направления древнего геомагнитного поля по естественной остаточной намагниченности.

ПАНГЕЯ - суперконтинент, существовавший, как считается, 300–200 млн. лет тому назад и объединявший большую часть континентальной коры Земли. Современные континенты образовались в результате раскола Пангеи и последующего перемещения континентальных блоков. На промежуточной стадии между периодами существования единой Пангеи и современных разобщенных континентов, Пангея раскололась на две крупные глыбы: *Лавразию* на севере и *Гондвану* на юге. Главной основой для реконструкции Пангеи и последующего ее раскола являются палеомагнитные (магнитотектонические) данные.

ПАНТАЛАССА - океан, окружавший *Пангею*.

ПАРА- - приставка в названиях метаморфических пород, образованных за счет осадочных пород, например, парагнейсы.

ПАРАБАТЛЕРИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Fe}^{3+}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})(\text{SO}_4)$. В зоне окисления, по пириту, копиапиту.

ПАРАГЕНЕЗИС – закономерное совместное пространственное нахождение минералов, связанных общими условиями образования; возникает в результате одновременного или последовательного образования минералов, горных пород.

ПАРАКОКИМБИТ - минерал тригональной сингонии: $[\text{Fe}_2^{3+}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{SO}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. В окислительной зоне, особенно с аридным климатом, пиритовых гидротермальных руд.

ПАРАЛИЧЕСКИЙ - расположенный у моря, но не морской, относящийся к перемежающимся морским и континентальным отложениям, отлагавшимся на берегу моря или в зоне мелководья, периодически затапливаемой морем, а также в обстановке, характерной для краевых частей моря (в лагунах или на литорали). Паралическими называют также бассейны, шельфовые площадки, марши, болота и другие прибрежные формы, которые характеризуются накоплением мощных толщ терригенных осадков в тесной ассоциации с эстуариевыми и континентальными отложениями.

ПАРАМАГНЕТИЗМ – свойство веществ обратимо намагничиваться по направлению внешнего магнитного поля. Парамагнетизмом обладают элементы с нечетным числом электронов, с не полностью заполненными внутренними электронными оболочками. В результате у парамагнитных веществ атомы обладают собственным магнитным моментом, но в отсутствие внешнего поля эти моменты ориентированы хаотично, так что в целом намагниченность парамагнетика равна нулю и растет прямо пропорционально росту напряженности внешнего постоянного магнитного поля. Намагниченность парамагнетика обратно пропорциональна температуре (**закон Кюри-Вейса**). Магнитная восприимчивость парамагнитных элементов (10^{-6} ед. СИ): Li (13,7), Na (8,5), Mg (11,8), Al (20,8), Ca (19,2), Ti (181), V (380), Cr (313), Mn (904), Rb (3,8), Sr (34,1), Y (119), Nb (226), Mo (119), Ru (66,4), Rh (168,4), Pd (811), Cs (5,2), Ba (6,8), La (53,6), Ce (188), Pr (3340), Nd (3616), Sm (1171), Eu (13400), Ta (178), W (77,7), Os (14,8), Ir (37,7), Pt (279), Th (83,6), U (411). Все железосодержащие минералы, как оливины, пироксены, ильменит, пирит и другие, а также минералы, содержащие элементы группы железа, как никель, кобальт, марганец, являются парамагнетиками. Магнитные свойства парамагнетиков практически не дают информации об условиях их образования, но дают сведения об общей концентрации в образце железа и элементов группы железа, магнитной текстуре, образуемой парамагнитными минералами, которая отражает направленные давления, течения при формировании горной породы. Изучать парамагнитные минералы следует, во-первых, в магнитном поле выше поля насыщения магнитных минералов (**парапроцесс**) и, во-вторых, в области выше точки Кюри присутствующих в породе магнитных минералов.

ПАРАМЕТРЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ – соотношение между ребрами a, b, c элементарной ячейки. См. [сингония](#).

ПАРАМОРФИЗМ - способность минерала изменять внутреннюю структуру без изменения внешней формы или химического состава.

ПАРАПРОЦЕСС – возрастание абсолютной величины намагниченности магнитных материалов под действием внешнего магнитного поля выше магнитного насыщения. Парапроцесс обусловлен ориентацией в поле элементарных носителей магнетизма (магнитных моментов атомов или ионов), оставшимися еще не повернутыми по полю из-за теплового движения. Благодаря парапроцессу, возможно, разделить магнитные свойства, связанные с магнитными и парамагнитными минералами в исследуемом образце.

ПАРКЕРА ДИНАМО – См. динамо Паркера.

ПАРКЕРИТ - минерал ромбической сингонии, $Ni_3(Bi, Pb)_2S_2$. Включения в другие гидротермальные сульфиды и арсениды.

ПАРОКСИЗМ - всякое внезапное и сильное проявление природных физических сил, например, взрывное извержение вулкана или толчки землетрясения, падение крупного метеорита. Наиболее сильный взрыв при извержении вулкана, который обычно предваряется и завершается серией более слабых взрывов.

ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА – давление, которое имел бы газ, входящий в состав газовой смеси, если бы один занимал объем всей смеси при данной температуре. Понятие парциального давления применимо только к смеси идеальных газов (невзаимодействующих частиц), в реальных газах оперируют понятием *летучесть*, *фугитивность*.

ПАРЦИАЛЬНОЕ ТЕРМОНАМАГНИЧИВАНИЕ – намагничивание в постоянном магнитном поле при охлаждении образца между температурами T_1 и T_2 , $T_1 \leq T_c$ или $T_2 > 0K$ (в палеомагнитной и петромагнитной практике $T_2 \geq 20^\circ C$). При таком намагничивании образуется парциальная термоостаточная намагниченность.

ПАССИВНЫЕ ОКРАИНЫ КОНТИНЕНТОВ – окраины расходящихся континентов рифтового или трансформного происхождения. Характеризуются мелководными карбонатными отложениями, флишеподобными и др. мощными обломочными толщами турбидитного происхождения, формирующимися у подножий континентов. Формирование более чем половины рифтогенных окраин сопровождалось мощным базитовым магматизмом, продукты которого выражены магнитными аномалиями.

ПАТИНА - окрашенная пленка или тонкий налет, которые образуются на поверхности горной породы или какого-либо другого материала в результате длительного выветривания, например, пустынный загар или корка на кремневых стяжениях, пленка гидроокислов железа и/или гематита на магнетите.

ПАЧКА - относительно согласная толща генетически связанных пластов, ограниченная поверхностями размыва, перерыва в осадконакоплении или сопоставимыми с ними поверхностями согласного залегания. Формальная литостратиграфическая единица следующего ранга после свиты; часть свиты, обладающая некоторыми специфическими особенностями.

ПЕГМАТИТ – преимущественно очень крупнозернистая порода, залегающая в форме гнезд, линз и т.п. тел, особенно, в краевых частях батолитов. По главным минералам пегматит подобен окружающей материнской магматической породе. Пегматиты обычно богаты минералами, содержащими легколетучие вещества. Выделяются три стадии образования пегматитов: 1) образование пегматита из расплава; 2) перекристаллизация его; 3) возникновение метасоматическим путем.

ПЕКОРАИТ - минерал моноклинной сингонии из группы серпентина, $(Ni, Fe)_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$. Никелевый аналог хризотила, в котором Ni замещает Mg в октаэдрической позиции.

ПЕЛИТ – осадочная порода любого генезиса, в которой размер частиц не более 1-5 мкм.

ПЕЛЛИТ - минерал ромбической сингонии, $Ba_2Ca(Fe^{2+},Mg)_2[Si_6O_{17}]$. В контактово-метасоматических месторождениях.

ПЕМЗА - пузырчатая стекловатая вулканическая порода, как правило, имеющая состав *риолита*.

ПЕНЕПЛЕН – выровненная поверхность на месте гор в результате экзогенных процессов (*денудации*).

ПЕНТЛАНДИТ - минерал кубической сингонии, $(Fe,Ni)_9S_8$, содержание никеля от 10 до 40%. Обычно образует сростания с пирротинном. Парамагнетик.

ПЕННИН - разновидность клинохлора, $(Mg,Fe^{2+},Al)_6(OH)_8[(Si,Al)_4O_{10}]$.

***ПЕРВИЧНАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ** – начальная остаточная намагниченность, синхронная начальной стадии образования горной породы и полностью или частично сохранившаяся в составе естественной остаточной намагниченности к моменту измерения образцов. Первичная остаточная намагниченность возникает при следующих процессах: 1) остывание магматической породы, когда оно проходит через блокирующие температуры присутствующих в ней магнитных минералов, в результате чего приобретает *термоостаточная намагниченность*; 2) закрепление ориентации магнитных зерен в осадке – образование *ориентационной остаточной намагниченности*; 3) кристаллизация зерен магнитных минералов ниже их точки Кюри – приобретает *кристаллизационная остаточная намагниченность*. Понятие «начала» в приведенных примерах неодинаково: самый быстрый процесс, очевидно, происходит в случае J_H быстро остывающих лав, в остальных случаях он может быть весьма длительным. Следовательно, первичная остаточная намагниченность может состоять из нескольких растянутых во времени компонент. При изучении тонкой структуры геомагнитного поля важно выделить «быструю» первичную остаточную намагниченность, для решения других задач пригодна и «медленная» первичная остаточная намагниченность. Следует подчеркнуть, что время создания первичной остаточной намагниченности не есть время образования первичного минерала; это относится в первую очередь к магматическим образованиям. Вообще говоря, любая датированная древняя компонента естественной остаточной намагниченности приобретает смысл первичной. См. [палеомагнитология](#), [естественная остаточная намагниченность](#), [остаточная намагниченность](#).

***ПЕРВИЧНЫЕ МАГНИТНЫЕ МИНЕРАЛЫ** – *первичный минерал*, минерал, который формируется одновременно с вмещающей его породой при магматических, гидротермальных или пневматолитовых и других процессах и сохраняет свой первоначальный состав и форму. Наиболее применим термин к магнитным минералам магматических пород, кристаллизующимся непосредственно из расплава. В осадках к первичным относятся аутигенные магнитные минералы, образованные на стадии возникновения ориентационной остаточной намагниченности. К метаморфическим породам термин «первичный минерал» неприменим. Понятие «первичный минерал» не совпадает с понятием «первичная намагниченность». Так, например, на стадии остывания магматического тела, в результате распада силикатов появляется *вторичный* магнетит, тогда как его естественная остаточная намагниченность будет *первичной*, если она приобретена выше $580^{\circ}C$. Другой пример, в базальтах *первичные* титаномагнетиты появляются выше $1000^{\circ}C$, их точка Кюри обычно ниже $200^{\circ}C$, при достаточно медленном остывании такие титаномагнетиты приобретут вроде бы первичную термоостаточную намагниченность, но гораздо позже первичной кристаллизации магмы; такие породы через большой промежуток времени могли заново прогреться до $200-300^{\circ}C$ и приобрести *вторичную* термоостаточную намагниченность, хотя магнитные минералы в обоих этих случаях первичные.

ПЕРВИЧНЫЕ ПОРОДЫ - породы, все компоненты которых первичны, т.е. не были компонентами ранее образованных пород, а также продуктами изменения или замещения. В частности, магматические породы, возникшие непосредственно при затвердевании магмы.

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ОЦЕНКА - методы оценки неопределенности, при которых данные наблюдений удаляются по очереди из выборки, а оставшиеся данные

используются для статистических расчетов. Дисперсия в статистических расчетах по таким отобраным данным представляет собой оценку стандартной ошибки. **См. [будстрап](#).**

ПЕРЕОТЛОЖЕНИЕ - процесс повторного отложения осадков. Например, отложение осадочного материала, который был перенесен с места первоначального накопления, или растворение и повторное осаждение минерального вещества. При термомагнитном изучении осадков обнаруживается для части объектов положительная корреляция между содержаниями гидроокислов железа, титаномагнетита, магнетита, с одной стороны, и частицами космического металлического железа, с другой стороны, т.е. между минералами различного происхождения и различных путей попадания в осадки. Такое явление объясняется переотложением космического железа совместно с земными минералами. Степень положительной корреляции отражает степень такого переотложения частиц железа – от отсутствия корреляции (отложение космического железа непосредственно из космической пыли) до коэффициента корреляции, близкого к 1 (полное переотложение частиц космического железа).

ПЕРЕРЫВЫ В ОСАДКОНАКОПЛЕНИИ – промежутки времени разной длительности, в течение которых осадки в данном месте (участке, регионе) не накапливались. Продолжительность перерывов от промежутков времени между дождями, паводками реки и т.п. (т.е. менее года) до многих миллионов лет. В ряде случаев перерывы фиксируются по корам выветривания, палеопочвам, следам размыва, несогласным залеганиям. Слоистость осадков – результат относительно коротких перерывов. Существование перерывов без четко выраженных признаков не позволяет судить о продолжительности перерывов, существенно затрудняет возрастную корреляцию разрезов. Только комплекс независимых данных, включая магнитостратиграфические, позволяет в какой-то мере решать проблему.

ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ПРИ ОТЖИГЕ - образование новых минеральных зерен в породе после деформации в твердом состоянии при достаточно высокой температуре. Процесс обычно приводит к укрупнению зерен, приобретающих полигональную форму; обычно развивается в мраморе и дуните.

ПЕРЕХОДНАЯ ТЕРМООСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_{rt}) – вид остаточной намагниченности, которая образуется при нагревании магнетика, имеющего изотропную точку, от нее до комнатной температуры в постоянном магнитном поле или при охлаждении от 20°C до изотропной точки.

ПЕРЕХОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ – химические элементы, у которых внутренние электронные оболочки заполнены только частично. К переходным относятся элементы группы железа и др. **См. [магнетизм переходных элементов](#).**

ПЕРИГЕЙ - точка орбиты Луны или искусственного спутника Земли, наиболее близкая к Земле.

ПЕРИДОТИТЫ – группа глубинных ультраосновных пород, состоящих главным образом из оливина и пироксена, реже присутствуют хромшпинели, гранаты, амфиболы, сульфиды. По составу пироксенов различают гарцбургиты, лерцолиты и верлиты. Неизменные перидотиты не содержат первичных магнитных минералов. В близповерхностных условиях перидотиты неустойчивы и легко изменяются, наиболее распространен процесс серпентинизации (проникновение воды) и связанное с ней появление магнетита при подходящих окислительных условиях.

ПЕРИОД - подразделение международной геохронологической шкалы, меньшее, чем эра, но большее, чем *эпоха (отдел)*, в течение которого формировались горные породы, образующие *систему*. Также термин свободного пользования для обозначения продолжительности геологических событий, например, *ледниковый период*. Наконец, *период*, - это промежуток времени, необходимый для завершения циклического движения или повторяющегося события.

ПЕРИТЕКТИКА – точка на диаграмме плавкости, в которой состав расплава совпадает с составом плавящегося минерала. При температуре перитектики выделившиеся ранее минералы реагируют с перитектическим расплавом с образованием новой кристаллической фазы; часто это выражается в образовании

оторочек кристаллов. В отличие от *эвтектики* перитектика имеет более высокую температуру плавления. При температуре эвтектики заканчивается кристаллизация всего расплава, при температуре перитектики – лишь кристаллизация некоторых расплавов.

ПЕРЛОФФИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Ba}(\text{Mn,Fe})_2^{2+}[\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_3(\text{PO}_4)_3]$. Вторичный минерал сложных гранитных пегматитов.

ПЕРМАЛЛОЙ – группа магнитномягких сплавов на основе никеля и железа, характеризующихся высокой магнитной восприимчивостью в слабых магнитных полях. Широко используется для изготовления магнитных экранов в магнитной измерительной аппаратуре, для магнитной чистки.

ПЕРРИИТ - минерал гексагональной сингонии, $(\text{Ni,Fe})_5(\text{Si,P})_2$. Встречается в метеоритах.

ПЕСОК - рыхлые скопления нелитифицированных обломков минералов или пород песчаной размерности; неконсолидированные или слабо консолидированные осадочные отложения, состоящие преимущественно из среднезернистых обломков. Обломочный материал чаще всего представлен кварцем, образовавшимся в результате разрушения пород, и если термин «песок» используется без дополнительных характеристик, то подразумевается его кварцевый состав. Песок может быть любого минерального состава или смесью обломков пород и минералов. Также скопление такого материала на пляже, в пустыне или в русле реки.

ПЕСЧАНИК – обломочная осадочная порода, сцементированный песок. Размер зерен от 0,1 до 1мм. Состоит из многочисленных округлых или угловатых обломков песчаной размерности, заключенных в тонкозернистую основную массу (алеврит или глину) или без нее и более или менее плотно сцементированных связующим веществом (обычно кремнеземом, оксидами железа или карбонатом кальция) могут накапливаться под действием воды и ветра. Для них обычно сохранение первоначальных особенностей осадочных текстур и органических остатков. Могут быть классифицированы по составу обломков пород и минералов, минералогической и структурной зрелости, первичным текстурам и типу цемента.

ПЕТРОГРАФИЯ – описательная часть петрологии, посвящена детальному изучению минерального состава горных пород, их структуры, текстуры, химического состава; классификация пород по разным признакам.

ПЕТРОЛОГИЯ – наука о происхождении магматических и метаморфических горных пород на основе изучения их минерального, химического состава и геологических особенностей. Тесно связана с другими геологическими науками – геохимией, минералогией, тектоникой и др.

***ПЕТРОМАГНЕТИЗМ** – совокупность магнитных свойств горных пород. Петромагнитная информация сосредоточена в магнитных минералах, магнитные свойства которых определяются их составом, структурой и магнитным состоянием, в свою очередь, зависящими от условий их образования и преобразования. Петромагнетизм связан с небольшим числом минеральных образований, которые составляют, как правило, незначительный объем горной породы и обладают уникальным свойством магнитной памяти о внешних воздействиях на них магнитного поля, давлений, температуры, времени, об условиях кристаллизации. Информативность магнитных свойств горных пород неравнозначна и неоднозначна. Явлениями петромагнетизма занимается петромагнитология.

***ПЕТРОМАГНИТНОЕ КАРТИРОВАНИЕ** – сочетание магнитной съемки (телеинформация о площадном распределении магнитных масс) с площадными геологическими данными и исследованиями магнитных свойств горных пород района, региона.

***ПЕТРОМАГНИТОЛОГИЯ** – раздел геомагнитологии и петрофизики, самостоятельное научное направление, основанное на физике магнитных явлений и посвященное изучению магнитных свойств горных пород, заключенных в магнитных минералах, в связи с условиями их образования и существования; физическая основа палеомагнетизма. Петромагнитология включает изучение магнетизма литосферы и

построение магнитной модели литосферы; выявление генетической и парагенетической связи магнитной минерализации с процессами образования различных типов месторождений полезных ископаемых. Наиболее ценны признаки полезных ископаемых, потенциальной рудоносности, которые можно выявлять по особенностям аномального магнитного поля и его изменениям во времени (магниторазведка).

Целесообразно использовать петромагнитные исследования в следующих случаях: 1) изучение собственно магнетизма как такового, когда другие методы просто неприменимы (например, палеомагнетизм, природа магнитных аномалий и т.п.); 2) решение задач, для которых чувствительность петромагнитных методов выше чувствительности других методов (например, изучение тонких изменений железосодержащих минералов, в частности, в процессе окисления непосредственно в породе, без извлечения фракции; изучение текстур горных пород и др.); 3) решение ряда геолого-геофизических задач, для которых требуется большая массовость опробования, экспресс-информация (например, быстрая оценка пространственного распределения концентрации магнитных минералов или степени их изменения, начиная с измерений восприимчивости непосредственно в поле в обнажениях). [См. магнитопетрология, магнитоминералогия, магнитолитология, магнитные свойства горных пород, магнитная восприимчивость, физические основы палеомагнетизма.](#)

Петромагнитная модель литосферы, 1994; Печерский, Генштафт, 2002.

ПЕТРОФИЗИКА – раздел геофизики, посвященный изучению физических свойств горных пород.

ПЕТРОХИМИЯ – раздел геологии (петрологии) о химическом составе горных пород и химизме процессов их формирования. Базируется на данных современных физико-химических методов определения химического состава горных пород и минералов, обобщает эти данные.

ПИЗАНИТ - минерал триклинной сингонии, $(\text{Fe,Cu})(\text{H}_2\text{O})_6(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$. Медьсодержащая разновидность мелантерита.

ПИКОТИТ – минерал группы шпинелей, $(\text{Fe,Mg})(\text{Al,Cr,Fe})_2\text{O}_4$, промежуточный член ряда твердых растворов.

ПИКРИТ – вулканическая, гипабиссальная ультраосновная порода базальтоидного облика. Состоит главным образом из оливина, пироксенов.

ПИКРОИЛЬМЕНИТЫ – минералы серии твердых растворов $\text{FeTiO}_3\text{-MgTiO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$, где Fe^{3+} замещается $\text{Mg}^{2+} + \text{Ti}^{4+}$. Молекулярная доля FeTiO_3 в природных пикроильменитах обычно 50-55%, а варьируют главным образом доли MgTiO_3 и Fe_2O_3 . Пикроильмениты являются ферримagnetиками. В интервале изменений доли Fe_2O_3 от 0 до 25% точка Кюри изменяется линейно от -200°C до 200°C . Распространены в магматических породах, главным образом в кимберлитах.

ПИЛЛОУ-ЛАВА – подушечная лава.

ПИМЕЛИТ - глинистый минерал группы монтмориллонита, $(\text{Ni,Mg})_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Содержит до 30% NiO.

ПИРИТ – минерал, FeS_2 , наиболее распространенный в природе сульфид. Кубический, $a_0 = 0,5417\text{-}0,5405$ нм, удельный вес $4,95\text{-}5,03$ г/см³, плотность упаковки $0,124\text{-}0,126$. Парамагнетик. Ромбическая разновидность – марказит. Часто встречается в ассоциации с пирротинном, магнетитом. Термически устойчив ниже 742°C . При нагреве пирита в окислительных условиях по нему образуется магнетит, конечный продукт такого окисления – гематит. При нагреве пирита в вакууме выше 200°C из него выделяется пирротин. Встречается во всех типах горных пород, например, в виде конкреций в осадочных породах и угольных пластах или в виде обычного материала гидротермальных жил в ассоциации со многими минералами.

ПИРИТИЗАЦИЯ - привнос пирита или замещение пиритом, например, замещение исходного материала твердых частей некоторых ископаемых животных и растений пиритом. Пиритизация представляет собой обычный процесс гидротермального изменения и часто обозначает также образование вкрапленности пирита вблизи жил.

ПИРОАУРИТ - пластинчатый минерал тригональной сингонии, $[\text{Mg}_6\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_{16}]^{2+}\text{CO}_3^{2-} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

ПИРОКЛАСТИЧЕСКАЯ ПОРОДА – обломочная порода, состоящая из продуктов вулканических извержений.

ПИРОКСЕНЫ – большая группа цветных минералов, главных компонентов многих ультраосновных, основных, реже средних магматических, метаморфических пород. Две основные структурные разновидности – *моноклинные (клинопироксены)* и *ромбические (ортопироксены, $\text{MgSiO}_3\text{--FeSiO}_3$)*.

ПИРОКСМАНГИТ – минерал, $(\text{FeMn})_7\text{Si}_7\text{O}_{11}$, метасоматических и метаморфических пород.

***ПИРРОТИНЫ** – минералы, FeS_{1+x} , распространенные в природе сульфиды железа. Структурные состояния пирротинов различны, наиболее распространены гексагональный (антиферромагнетик) и моноклинный (ферримагнетик, точка Кюри 325°C) пирротины. Обычно встречается в виде массивных выделений, часто в ассоциации с пентландитом. Содержит до 5% никеля.

Гексагональный пирротин антиферромагнетик, $0 < x < 0,12$; у пирротинов с $0 < x < 0,09$ наблюдается α -превращение, которое сопровождается изменением ориентации спинов (ниже T_α они параллельны оси «с» кристалла, выше T_α они располагаются в основной плоскости, перпендикулярной с); пирротины с $0,06 < x < 0,12$ – λ -типа – на кривой термоманитного анализа $J_i(T)$ при $220\text{--}250^\circ\text{C}$ появляется резкий пик – намагниченность пирротина растет и он становится ферримагнетиком. Пирротин λ -типа обладает относительно высокой магнитной жесткостью, которая при нагреве падает. Удельная намагниченность насыщения $J_s \leq 0,1 \text{ Ам}^2/\text{кг}$, точка Кюри $T_c = 325^\circ\text{C}$.

Моноклинный пирротин (относительно низкотемпературный), $0,1 < x < 0,25$. Ферримагнетик, удельная намагниченность насыщения $J_s = 16 \text{ Ам}^2/\text{кг}$, точка Кюри $T_c = 325^\circ\text{C}$, отмечаются и более высокие точки Кюри до $350\text{--}360^\circ\text{C}$. Магнитная жесткость низкая по сравнению с гексагональным пирротинном λ -типа. Изменения при нагреве начинаются выше 300°C , при этом намагниченность и остаточная коэрцитивная сила растут в 1,5–3,5 раза, появляется магнетит. При дальнейшем нагреве возникают маггемит и гематит.

Пирротины встречаются в основных магматических породах, метаморфических, гидротермально-измененных и осадочных породах. *Воган, Крейг, 1981.*

ПЛАГИОКЛАЗЫ (ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ) – минералы, твердые растворы ряда альбит ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) – анортит ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Широко распространены в магматических и метаморфических породах от основных до кислых. Небольшие изоморфные примеси железа выделяются при высокотемпературном распаде на стадии остывания магматических тел в виде тонких ламелей, иголок ильменита и магнетита с хорошо сохраняющейся естественной остаточной намагниченностью высокой стабильности. См. [габбро](#), [габбро-пироксенитовые расслоенные интрузивы](#).

ПЛАНЕТОЛОГИЯ – область знаний о конденсированной материи Солнечной системы и других возможных планетных систем, включая планеты, спутники, астероиды, метеориты, межпланетную пыль и др. Термин часто используется как синоним *астрогеологии*.

ПЛАНКТОН – дрейфующие или неактивно плавающие водные организмы.

ПЛАТФОРМА – крупный жесткий блок континентальной литосферы. Такие блоки образуют континенты или их части. Состоит из древнего кристаллического складчатого фундамента и осадочного платформенного чехла. Большие по площади выступы фундамента платформы без чехла называются *щитами*. См. [тектоника плит](#), [плиты](#), [щиты](#) и др.

ПЛЕСИТ – основная масса железных метеоритов, октаэдритов, состоящая из тонкой смеси камасита и тэнита.

ПЛЕОНАСТ – минерал группы шпинели, $(\text{Mg,Fe})\text{Al}_2\text{O}_4$, твердый раствор шпинели и герцинита. Парамагнетик.

ПЛИТОТЕКТОНИКА – См. [тектоника плит](#).

ПЛИТЫ (ЛИТОСФЕРНЫЕ ПЛИТЫ) – жесткие блоки литосферы, образующие значительную часть поверхности Земли. Существенно отличаются по строению и

развитию плиты континентальные и океанские. См. [континентальная кора](#), [океанская кора](#), [тектоника плит](#), [геодинамика](#) и др.

ПЛОЙЧАТОСТЬ - интенсивная мелкая складчатость.

ПЛОТНЕЙШАЯ УПАКОВКА – укладка идеальных шаров одного диаметра, при которой на долю пустот приходится минимальное пространство. Независимо от структуры и свойств атомов определяется плотностью упаковки атомов, т.е. числом атомов в единице объема. Например, гексагональная упаковка состоит из слоев, сложенных так, что второй слой лежит в углублениях между атомами первого, далее все нечетные слои повторяют первый слой, а четные – второй. Значительная часть неорганических соединений (ионных) кристаллов является плотнейшей упаковкой анионов с большими ионными радиусами, в пустотах которой распределяются мелкие катионы.

ПЛОТНОСТЬ – а) относительное количество наблюдений, точек, или местонахождений в единичном интервале переменной или в единичном интервале времени, площади или объема. б) масса единицы объема.

***ПЛОТНОСТЬ УПАКОВКИ АТОМОВ В МИНЕРАЛЕ** – плотность (объемная масса) минерала, деленная на среднюю массу атомов молекулы данного соединения. Эта характеристика показывает число атомов в единице объема и не зависит от массы атомов, особенностей их строения и ионных радиусов. С плотностью упаковки атомов, в общем, согласуется их сжимаемость. Для минералов изверженных и метаморфических пород наблюдается зависимость плотности упаковки атомов от давления (глубины образования). Заметно влияет на плотность упаковки и процесс окисления она растет с ростом степени окисления, что связано с уменьшением ионного радиуса соответствующего атома с переходом в более высокую валентность.

Печерский и др., 1975.

ПЛУТОН – интрузив, интрузивное тело. Также название одного из тел Солнечной системы.

***ПЛЮМ** – по современным данным и взглядам, представляет собой всплывающий горячий (по сравнению с окружающей средой) материал от границы с ядром (нижнемантийные плюмы) или от границы нижней и верхней мантии. Когда плюм движется в мантии, он состоит обычно из головы и хвоста. Путь его продвижения от источника не обязательно строго вертикален, часто наклонный и более сложный. При достижении литосферы голова плюма уплощается (растекается). Размер головы зависит от глубины зарождения плюма, так голова нижнемантийных плюмов достигает 1000 км и ее диаметр удваивается при растекании под литосферой. Плюмы приурочены к тройным рифтовым сочленениям, обнаруживаются на поверхности по горячим точкам, куполообразным поднятиям и, особенно, по крупным вулканическим провинциям внутриплитного основного магматизма, системам радиально расходящихся основных даек, возможно, к ним же относятся архейские зеленокаменные пояса, содержащие коматииты. Внутриплитный (плюмовый) магматизм отличается повышенными содержаниями магния, железа, титана, рядом геохимических особенностей, единственный однозначный геохимический признак нижнемантийного плюма – это повышенное отношение изотопов гелия. Прямой палеомагнитный признак связи плюма с границей ядра и мантии – это рост амплитуды вариаций геомагнитного поля и рост дисперсии вариаций примерно в 1,5 по мере приближения к эпицентру плюмового магматизма. При этом время выхода плюма на поверхность «отстает» от времени обнаружения связи, т.е. времени возникновения плюма и, соответственно, увеличения амплитуды вариаций поля, для современных плюмов на 40-50 млн. лет, для Северо-Атлантической провинции – около 20 млн. лет, для траппов Декана – около 30 млн. лет, для траппов Сибири – 20-40 млн. лет, очевидно, отражая время подъема плюма от низа мантии до поверхности Земли. Разное время подъема, очевидно, связано с разными (наклонными) путями подъема плюмов, «задержками» по пути и т.п. Рост амплитуды вариаций поля достигает максимума нередко не в эпицентре плюма. Например, в случае кайнозойских плюмов, максимум отстоит от эпицентров в среднем примерно на 2000 км. Это свидетельствует о наклонном подъеме плюмов. Многие исследователи связывают плюмы и такие явления на поверхности Земли, как вариации в изотопном составе морских карбонатов,

подъем морского уровня, образование железных формаций, эпизоды аноксии, вымирания биоты, раскол континентов, падение крупных метеоритов и т.д. Времена образования плюмов и времена их выходов на поверхность Земли относятся к интервалам с разной частотой геомагнитных инверсий. Следовательно, между образованием плюмов и частотой инверсий связи нет, т.е. эти явления обусловлены разными процессами в ядре. Т.к. рост амплитуды вариаций поля и возникновение плюмов связаны с границей ядра-мантии, то возникновение инверсий возможно связано с границей внутреннего ядра. При этом, смена полярности поля, скорее всего, связана с изменениями скорости вращения внутреннего ядра относительно мантии Земли, которые могут быть обусловлены такими процессами как приливная эволюция системы Луна-Земля, эволюция Земли в составе Солнечной системы и в общей эволюции Галактики. *Грачев, 2000; Ernst R.E., Buchan, 2003; Печерский, 2001; Печерский, Шаронова, 2010.*

ПЛЮМБОФЕРРИТ - минерал гексагональной сингонии, $Pb_3Mn^{2+}Fe_{10}^{3+}O_{19}$. В метаморфизованных марганцевых рудах.

ПЛЮМБОЯРОЗИТ - минерал группы алуниита тригональной сингонии, $Pb[Fe_3^{3+}(OH)_6(SO_4)_2]_2$. Вторичный минерал зоны окисления свинцовых руд.

ПНЕВМАТОЛИЗ - изменение пород или кристаллизация минералов под действием газовых эманаций, отделяющихся от затвердевшей магмы.

ПОВЕРХНОСТНАЯ ЭНЕРГИЯ – избыток энергии поверхностного слоя на границе раздела фаз, обусловленный различием межмолекулярных взаимодействий в обеих фазах.

ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ - слой, в котором быстро меняются некоторые характеристики системы. В магматической камере могут существовать два типа пограничных слоев: температурный и вещественный. Температурный слой представляет собой узкую область холодного расплава на контакте между магматической камерой и вмещающими породами или перед наступающим фронтом затвердевания. Мощность слоя зависит от контраста температур между расплавом и вмещающими породами на фронте затвердевания, от скорости теплопроводности в расплаве и вмещающих породах и от времени. Плотность жидкости возрастает в пределах пограничного слоя и может привести к *тепловой конвекции*. Вещественный пограничный слой представляет собой узкую область фракционированного расплава перед наступающим фронтом затвердевания. Мощность слоя зависит от природы и скорости кристаллизации на фронте затвердевания и скорости химической диффузии в расплаве. Плотность жидкости может возрасти или падать в пределах пограничного слоя.

ПОДЗОНА (СУБЗОНА) - подразделение *биозоны*.

***ПОДУШЕЧНАЯ ЛАВА (ПИЛЛОУ-ЛАВА)** – лава обычно основного состава, излившаяся под водой или внедрившаяся в ил на дне водоема, благодаря чему имеет специфические формы: скопление округлых тел – частей лавовых труб, вытянутых друг за другом и соединенных между собой короткими перемычками или шейками. Эти тела имеют стекловатую, нередко пузыристую корку и концентрическую структуру. Последняя четко фиксируется в зональности структурно-чувствительных магнитных характеристик, что связано с вариациями концентрации и размера зерен первичного титаномагнетита от суперпарамагнитных в стекле до многодоменных за пределами зоны закалки. Преобладание мелких магнитножестких зерен отражается в высокостабильной их первичной остаточной намагниченности. При однофазном окислении таких зерен сохраняется палеомагнитная информация о направлении геомагнитного поля в момент кристаллизации подушечных лав.

ПОЛЕ МАГНИТНОГО НАСЫЩЕНИЯ (H_s) – постоянное магнитное поле, в котором достигается намагниченность насыщения магнитного материала.

ПОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ДРЕВНЕЙ КОМПОНЕНТЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ – См. палеомагнитная надежность, геофизические признаки палеомагнитной надежности.

ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ – минералы-алюмосиликаты, *плаггиоклазы, калишпаты* и т.п., очень широко распространенные в земной коре. Общая формула $M[Al(Al,Si)_3O_8]$, где $M=K, Na, Ca, Ba, Rb, Sr$ или Fe .

ПОЛЗУЧЕСТЬ (КРИП) - постоянно увеличивающаяся, обычно медленная деформация (деформированное состояние) твердой породы в результате длительного воздействия небольшого постоянного давления.

ПОЛИГЕННЫЙ - образованный в результате действия нескольких процессов; связанный с более чем одним источником; возникающий или развивающийся в различных местах и в разное время.

ПОЛИДИМИТ - минерал кубической сингонии, тиошпинель группы линнеита, $Ni_2[NiS_4]$. В гидротермальных жилах, с другими сульфидами никеля и кобальта.

ПОЛИМОРФИЗМ – способность некоторых веществ существовать в состояниях с различной кристаллической структурой. Каждое из таких состояний называется *полиморфной модификацией*.

***ПОЛОИДАЛЬНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ** – магнитное поле, напоминающее по форме поле магнитного диполя. Оно имеет радиальную и меридиональную компоненты, а его азимутальная компонента равна нулю. Механизм геодинamo не может генерировать непосредственно поле магнитного диполя. Во внешнем ядре он генерирует сумму некоторых полоидального и тороидального полей, которые на поверхности дают поле, близкое к дипольному, за счет затухания недипольных компонент в толстой мантии. *Зельдович и др., 2006*

ПОЛНОЕ ТЕРМОНАМАГНИЧИВАНИЕ – намагничивание в постоянном магнитном поле при уменьшении температуры от точки Кюри материала до 0 К. Т.к. многие исследования ведутся при комнатной температуре, то понятие полной термонамагниченности употребляют для интервала от точки Кюри до $\sim 20^\circ C$.

ПОЛОСЧАТЫЕ ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ (ДЖЕСПИЛИТЫ) - *железистые кварциты*, состоящие из полос железистых минералов, кремнистого материала или мелкозернистого кварца.

ПОЛОСЧАТЫЙ СПЕКТР - спектр, состоящий из нескольких полос так, что значения интенсивности переменной охватывают широкий диапазон длин волн. Термин применим также и к линиям линейчатого спектра, которые тесно группируются и не могут быть разделены доступными средствами, так что скопления линий выглядят как полосы. Оптический полосчатый спектр возникает главным образом при молекулярных переходах.

ПОЛЮС ВРАЩЕНИЯ (ПОЛЮС ЭЙЛЕРА) - неподвижная точка, через которую проходит мгновенная ось вращения, поворотом вокруг которой можно заменить любое перемещение тела на поверхности сферы. Эта точка называется полюсом вращения или полюсом Эйлера. Полюсы вращения на поверхности Земли определяются по пересечению синхронных линейных магнитных аномалий, перпендикуляров к линиям трансформных разломов и других элементов – следов спрединга. Совмещение одноименных линейных магнитных аномалий, элементов рельефа по обеим сторонам оси спрединга позволяет восстанавливать в обратном направлении последовательность событий. См. [геодинамика](#), [кинематика движения плит](#) и др.

ПОЛЮС МИРА - одна из двух точек пересечения небесной сферы с продолжением оси вращения Земли, а именно северный полюс или южный полюс. Вокруг этой точки происходит видимое суточное вращение звезд. Высота полюса мира в точке наблюдения равна географической широте этой точки.

ПОЛЯРНОСТЬ в палеомагнитологии – см. [геомагнитная полярность](#).

ПОПРАВКА ЗА ЗАЛЕГАНИЕ ПОРОД – в координаты естественной остаточной намагниченности или ее компонент вводится поправка, учитывающая элементы залегания пород, т.е. учитывающая нарушение их исходного залегания. Поправка сводится к повороту вокруг линии простирания пород (пласта) на угол, равный углу падения, что приводит пласт в горизонтальное положение, предположительно исходное. В результате введения поправки удастся определить додеформационное

направление естественной остаточной намагниченности или ее компонент. См. [древние координаты](#), [тест складки Грэхема](#), [магнитотектоника](#).

ПОРОШКОВЫЕ ФИГУРЫ – фигуры, образованные магнитным порошком (эмульсией), осажденным на полированную поверхность магнитного материала. С их помощью выявляются границы между магнитными доменами.

ПОРФИРОВЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ – См. [фенокристаллы](#).

ПОРЦИОННОЕ ПЛАВЛЕНИЕ - процесс частичного плавления, при котором твердые фазы остаются в равновесии с расплавом до накопления определенного объема (порции) жидкости, который физически отделяется от рестита.

ПОСТОЯННАЯ РЕШЕТКИ - в кристаллической решетке — длина одного ребра элементарной ячейки; также угол между двумя ребрами элементарной ячейки.

ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – разновидность *ориентационной остаточной намагниченности*. В зарубежной литературе – Post Detrital Remanent Magnetization – PDRM.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ БАРЬЕР - сопротивление системы, например химической, переходу из одного энергетического состояния в другое, которое может быть преодолено за счет *энергии активации*. См. [домены](#).

ПОЧКОВИДНЫЙ ЖЕЛЕЗНЯК (стеклянная голова) - разновидность гематита в виде плотных почковидных масс, конкреций или желваков, в состав которых входят также глина, песок, кальцит и другие примеси.

***ПОЧТИ ОСЕСИММЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ГЕОДИНАМО** – модели динамо среднего поля, в которых магнитное поле предполагается осесимметричным, причем ось симметрии совпадает с осью вращения, и учитывается воздействие магнитной силы в гидродинамической части задачи (в уравнении Навье-Стокса) на дифференциальное вращение. Из-за очень быстрого (по геологическим масштабам) вращения Земли уравнение Навье-Стокса при этом вырождается в алгебраическое соотношение, так что удается получить замкнутое нелинейное уравнение для тороидального и полоидального магнитного поля на стадии его некинематической (нелинейной) эволюции. Слово “почти” в названии связано с историческими причинами (способом изложения С.И.Брагинским своих результатов). *Зельдович и др., 2006*

ПРАВИЛА ПРАЙОРА - соотношения между химическими компонентами хондритовых метеоритов: чем меньше в них содержится никелистого железа, тем выше Ni/Fe отношение в металлической фазе и тем выше Fe/Mg отношение в силикатных фазах.

ПРАЙДЕРИТ - минерал тетрагональной сингонии: $(K,Ba)(Ti,Fe)_8O_{16}$. В некоторых ультраосновных породах, лампроитах, карбонатитах.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ПЕРВОГО ПОРЯДКА - полиморфное превращение, при котором первые производные функции свободной энергии Гиббса (по T и P) при температуре превращения непрерывны. Превращение сопровождается конечными изменениями энтропии, объема и, соответственно, также энтальпии.

ПРЕЦЕССИОННЫЙ ЦИКЛ - астрономическая периодичность в 19–23 тысячи лет, или более полно — прецессия равноденствия (один из трех параметров Миланковича, характеризующих эффективное освещение Солнцем поверхности Земли). Определяет климатические и геологические циклы, особенно скорость осадконакопления и состав осадков. Еще один цикл продолжительностью 25694 года связан с осевой прецессией, вращающейся в противоположном направлении (по часовой стрелке). Он также влияет на климат через угол эклиптики. См. [орбитальные циклы](#).

ПРОГРЕССИВНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ - метаморфизм, обусловленный повышением температуры или увеличением давления.

ПРОКСИМАЛЬНЫЙ – образованный в непосредственной близости от источника, например, вулканического центра, источника сноса осадков.

ПРОПИЛИТИЗАЦИЯ – процесс метасоматического преобразования вулканогенных пород в условиях малых и средних глубин гидротермальными растворами, содержащими в большом количестве углекислоту и серу. Продукты этого процесса – пропилиты, их состав: альбит, актинолит, эпидот, хлорит, серицит, кварц,

карбонаты, пирит, лейкоксен, цеолиты. Обычно в процессе пропилитизации намагниченность пород падает, т.к. магнитные минералы группы титаномагнетита и магнетит разрушаются, а образующиеся пирит и/или гидроокислы железа и гематит менее магнитны.

ПРОТОННЫЙ ВЕКТОРНЫЙ МАГНИТОМЕТР - один из типов протонного прецессионного магнитометра с системой вспомогательных катушек, обеспечивающей измерение горизонтальной или вертикальной составляющих напряженности магнитного поля, а также общую напряженность.

ПРОТОННЫЙ ПРЕЦЕССИОННЫЙ МАГНИТОМЕТР - один из типов ядерного резонансного магнитометра, позволяющего проводить точные измерения напряженности магнитного поля, используя прецессию протонов в богатой водородом жидкости относительно направления магнитного поля Земли. Частота прецессии пропорциональна напряженности поля.

ПРОТРУЗИЯ - масса горной породы, внедрившаяся тектонически в твердом состоянии. Противопоставляется магматической интрузии.

ПРЯМАЯ ГЕОМАГНИТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ – См. [геомагнитная полярность](#).

ПРЯМАЯ МАГНИТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ – См. [магнитная полярность](#).

ПРЯМАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – остаточная намагниченность, направленная на северный магнитный полюс. См. [геомагнитная полярность](#).

***ПРЯМОЕ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ГЕОДИНАМО** – подход, при котором в описании эволюции геомагнитного поля не выделяется крупномасштабное магнитное поле и для него не вводится отдельного уравнения, а непосредственно решается уравнение индукции. В последние годы прошлого века с огромным прогрессом компьютерной техники и численных методов такое описание стало возможным и, после работ П.Робертса и Г.Глацмайера, оно играет лидирующую роль в теории геодинамо. Несомненным преимуществом такого подхода является возможность решать задачи о поведении геомагнитного поля в наиболее реалистической постановке. Ограниченность подхода в том, что еще слабо разработаны приемы, позволяющие понять, почему при данных условиях возникает такое, а не какое-либо иное, поведение магнитного поля. Представляется, что для выяснения этого вопроса полезно сочетать приемы прямого численного моделирования с исследованием традиционных моделей *динамо средних полей*. Зельдович и др., 2006

ПСЕВДОБРУКИТ – минерал, Fe_2TiO_5 , конечный член серии твердых растворов Fe_2TiO_5 - FeTi_2O_5 . Парамагнетик. Продукт вторичного высокотемпературного (выше 600°C) окисления титаномагнетита, гемоильменита.

ПСЕВДОМОРФОЗЫ – замещение минерала, организма и т.д. другим веществом при сохранении внешней формы первого. Замещение может быть изохимическим – материалом из исходного вещества, и вплоть до полного замещения новым привнесенным материалом.

ПСЕВДООДНОДОМЕННЫЕ ЗЕРНА – магнитные зерна, занимающие промежуточное состояние по доменной структуре между однодоменными и многодоменными, т.е. зерна, состоящие из малого числа доменов. По многим магнитным свойствам такие магнитные зерна ведут себя подобно однодоменным, особенно по магнитной жесткости. Остаточная намагниченность ансамбля псевдооднодоменных зерен, подобно однодоменным, обладает высокой магнитной и палеомагнитной стабильностью. См. [домены](#), [магнитное упорядочение](#).

ПСЕВДОРУТИЛ - минерал гексагональной сингонии, $\text{Fe}_2\text{Ti}_3\text{O}_9$. Продукт окисления ильменита.

ПУАТВЕНИТ – минерал, $(\text{Cu},\text{Fe})\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}/\text{Fe}=1,0$; промежуточный член ряда твердых растворов $\text{CuSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ - $\text{FeSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$. Парамагнетик.

ПУМПЕЛИИТ – минерал моноклинной сингонии, приблизительная формула $\text{Ca}_2(\text{Fe},\text{Mn},\text{Al})(\text{Al},\text{Fe},\text{Ti})_2[(\text{OH},\text{H}_2\text{O}|\text{SiO}_4],\text{SiO}_2]$. Типичный представитель низкой ступени регионального метаморфизма (зеленокаменного); встречается в глаукофановых сланцах, скарнах, в миндаликах базальтов.

ПУСТЫННЫЙ ЗАГАР - тонкая темная блестящая пленка на поверхности породы, состоящая из оксидов железа с небольшим количеством оксидов марганца, а также кварца. Обычно образуется на поверхности пород в пустынных районах, если эти породы в течение долгого времени обнажены на поверхности, а также на выходах рудных залежей. Считается, что подобная пленка образуется за счет выделения минерализованных растворов из внутренних частей породы и отложения осадка при их испарении на поверхности. Аналогичное явление, вызванное ветровой абразией, известно под названием пустынная полировка.

ПЬЕЗОМАГНЕТИЗМ – возникновение в магнитном веществе намагниченности (*пьезонамагниченность*) под действием внешнего давления в присутствии внешнего магнитного поля. Причина возникновения пьезомагнитного эффекта и образования пьезонамагниченности в перераспределении энергетических барьеров при наложении или изменении механических напряжений.

ПЬЕЗОНАМАГНИЧЕННОСТЬ ($J_{гр}$) – См. [пьезомагнетизм](#).

ПЬЕМОНИТ - минерал моноклинной сингонии из группы эпидота:
 $Ca_2(Mn,Fe)^{3+}Al_2O(OH)[Si_2O_7][SiO_4]$.

[назад](#)

РАВНОВЕСНЫЙ ПРОЦЕСС – процесс перехода термодинамической системы из одного равновесного состояния в другое, столь медленный, что все промежуточные состояния можно рассматривать как равновесные.

РАГЭНИТ - минерал ромбической сингонии, TiFeS_2 .

РАДИОЛЯРИТЫ – органогенные осадки, преимущественно кремнистые, состоящие из скелетов радиолярий более чем на 50%. Типичные осадки океанов и палеоокеанов.

***РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДАТИРОВАНИЯ** – методы определения абсолютного возраста пород по различным радиоактивным изотопам. Обычно называются по названию пары радиоактивного и радиогенного изотопа. Наиболее часто применяются уран-свинцовый, рубидий-стронциевый, самарий-неодимовый и калий-аргоновый методы. В зависимости от величины постоянной распада используемого радиоактивного изотопа каждый метод применим для датирования пород определенного диапазона возраста, который должен быть сопоставим с периодом полураспада используемого изотопа. В целом диапазон возрастов, для которых применимы эти методы, охватывает интервал от миллиардов лет до нескольких сот тысяч лет. Нижняя граница определяется тем, что трудно найти более древние породы, изотопные системы которых остались замкнутыми на протяжении их геологической истории. Верхняя граница определяется началом применимости калий-аргонового метода. Область применимости стоящего особняком радиоуглеродного метода не простирается далее нескольких десятков тысяч лет, так что остается значительный диапазон возрастов, для которых ни один из классических методов радиологического датирования неприменим. До некоторой степени в датировании пород возраста от десятков до сотен тысяч лет помогает трековый метод, основанный на подсчете числа следов космических лучей в образце. Существуют также некоторые дополнительные методы радиологического датирования, дополняющие в различных отношениях наиболее популярные, например, аргон-аргоновый метод.

Все радиологические методы датирования требуют для своей применимости выполнения разнообразных условий, включая минералогический состав, сохранность первичных минералов и другие характеристики пород. Датировки, получаемые радиологическими методами, в отличие от относительной «непрерывной» датировки процесса осадконакопления, остывания интрузива, спрединга дна океана – точечные, т.е. для конкретного минерала, образца горной породы и т.п. Соответственно, серия точечных датировок образцов из конкретного разреза осадков, базальтов со дна океана и т.п. носят характер реперных временных отметок, временные интервалы между которыми приходится заполнять исходя из предположения, например, о постоянстве скорости осадконакопления или спрединга океанического дна и т.д.

Для пригодности данной породы для радиологического датирования необходимо, чтобы в момент ее образования произошла гомогенизация изучаемых изотопных систем, а впоследствии для этих систем выполнялось бы условие их замкнутости. Эти условия гораздо легче выполняются для изверженных, нежели осадочных пород. В случае метаморфических пород гомогенизация изотопных систем может быть связана с некоторым этапом метаморфизма. Одним из минералов, считающихся сравнительно хорошо применимым для датирования осадочных пород, является глауконит, магматических и метаморфических пород - циркон. Гомогенизация изотопной системы, являющаяся необходимой предпосылкой применимости данного метода, может происходить в различных физических объемах. В силу этого различают датирование по валовым и мономинеральным пробам. В последнее время с помощью прибора Shrimp удается проводить датирование отдельных зерен цирконов. Временные отметки, получаемые в рамках этих подходов, а также различными методами, могут не совпадать друг с другом, а характеризовать различные этапы геологической истории

породы (образование породы, этапы метаморфизма, в некоторых случаях давать возраст источника сноса осадочной породы).

Определение изотопного состава, необходимое для радиологического датирования, производится обычно с помощью масс-спектрометра. По своей конструкции этот прибор позволяет определять не абсолютные, а относительные содержания тех или иных изотопов, поэтому в расчетах абсолютного возраста обычно фигурируют изотопные отношения радиоактивного или радиогенного изотопа к другим изотопам, относительное содержание которых предполагается неизменным. При вычислении абсолютного возраста по данным изотопных анализов приходится также определять начальное содержание радиоактивного изотопа, которое, как правило, заранее неизвестно. Это делается по сопоставлению изотопных данных о наборе разновозрастных пород или минералов с различным содержанием элементов, входящих в изучаемую пару. Изотопные отношения, отвечающие радиоактивному и радиогенному изотопам, в соответствии с законом радиоактивного распада при выполнении предпосылок о гомогенизации и замкнутости системы должны лежать на некоторой кривой времени. По историческим причинам, а также в связи с различными традициями применения данного метода эта кривая несколько различно строится в уран-свинцовом методе (здесь она называется **конкордией**) и в рубидий-стронциевом и самарий-неодимовом методах (здесь она называется **изохроной**, а предположения о гомогенизации и замкнутости называются изохронной моделью Николайсена). На практике изотопные отношения даже при выполнении всех предположений не лежат в точности на кривой времени, а слегка смещены от нее из-за аналитических ошибок измерений. Наклон изохроны определяет возраст.

Выполнимость условий гомогенизации, разновозрастности и замкнутости далеко не всегда очевидна. Если нарушение гипотезы о гомогенизации и разновозрастности сравнительно невелики, то в рамках рубидий-стронциевого и самарий-неодимового метода их характеризуют с помощью разных форм геохимической дисперсии, которые описываются моделями Макинтайра, обобщающих изохронную модель Николайсена. Линейная зависимость изотопных отношений, аналогичная изохроне, называется в этом случае эрохроной. Ее наклон тоже позволяет определить возраст. Если же подобная зависимость возникает по каким-то иным причинам (скажем, в результате смешения двух разновозрастных пород), она называется псевдохроной. В уран-свинцовом методе используется представление о **дискордии** как прямой, на которую в результате метаморфизма смещаются точки, которые должны были лежать на конкордии. Наклон дискордии позволяет определить возраст метаморфизма.

Кроме наклона, связанного с возрастом, изохрона и другие кривые времени позволяют определить начальное изотопное отношение рассматриваемого изотопа. Это отношение может давать представление об источнике вещества (короевое или мантийное). Полезно также его сопоставление с изотопным отношением, которое восстанавливается по ряду изотопных исследований для морской воды данного времени (хемотратиграфия). *Фор, 1989.*

РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ - метод определения абсолютного возраста путем измерения содержания изотопа углерода C^{14} в органическом веществе, обычно первоначально представлявшем собой живое вещество, а также растворенном в виде бикарбонатов и т.п. Основан на допущении, что ассимиляция C^{14} прекращается немедленно после вывода материала из углеродного цикла Земли (т.е. после смерти организма); начиная с этого времени, материал представляет собой закрытую систему. Метод применим при определении абсолютного возраста в диапазоне от 500 до 30000–40000 лет. Этот диапазон может быть расширен до 70000 лет при использовании специальных методик регулируемого обогащения проб C^{14} . **См. радиологические методы датирования**

РАЗМАГНИЧИВАНИЕ - уменьшение остаточной намагниченности тела вследствие его размагничивания в результате (а) различных природных процессов из-за неустойчивости (нестабильности) магнитных состояний магнитных минералов, их

химических и т.п. изменений, (б) в процессе лабораторного размагничивания материала – магнитной чистки. См. [магнитная чистка](#).

РАЗМАГНИЧИВАЮЩИЙ ФАКТОР – См. [внутреннее размагничивающее поле](#).

РАЗРЫВ СМЕСИМОСТИ - диапазон промежуточного состава *твёрдого раствора*, при котором не существует стабильного однофазного состояния. Составы в пределах этого диапазона представлены двумя сосуществующими фазами твёрдого раствора, каждая из которых имеет индивидуальный состав на границах этого перерыва. Разрывы смешимости обычно расширяются при понижении температуры, что способствует распаду твёрдых растворов.

РАНСОМИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{CuFe}_2^{3+}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{SO}_4)_4$. Вторичный минерал медных руд.

РАСПАД ТВЕРДОГО РАСТВОРА – См. [гетерофазное изменение твёрдого раствора](#).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИНГХАМА [Bingham, 1974] – распределение ориентировок осевого типа, значения параметров которого служат количественной характеристикой трех основных типов распределений, встречающихся в палеомагнетизме: равномерный – единичные векторы равномерно распределены на сфере, используется в тесте галек; биполюсный – точки группируются около полюсов одной оси, проходящей через центр сферы (при этом около каждого полюса распределение соответствует Фишеровскому); поясной – точки единичных определений распределены вдоль дуги большого круга. Выборка, извлеченная из распределения Бингхама, описывается симметричной матрицей 3 порядка, из которой рассчитываются три взаимно перпендикулярных собственных вектора и три собственных значения. Если три собственных значения матрицы примерно равны, то искомое распределение близко равномерному; полюсный (фишеровский) тип распределения характеризуется соотношением $t_1 \sim t_2 \ll t_3$; поясной (вдоль дуги большого круга) – $t_1 < t_2 \sim t_3$. Т.к. анализируется распределение нормалей к векторам, то распределение Бингхама не зависит от магнитной полярности, что в ряде случаев существенно упрощает задачу.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАУССА - колоколообразное распределение, нормальное распределение – распределение вероятностей, которое задается функцией плотности распределения: $f(x) = (2\pi\sigma^2)^{-1/2} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$, где μ – среднее значение (математическое ожидание) случайной величины и указывает координату максимума кривой плотности распределения, σ^2 – дисперсия (квадрат стандартного отклонения). Возникает при сложении многих независимых случайных величин, имеющих математические ожидания и дисперсии. Имеет фундаментальное значение в математической статистике.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КЕНТА [Kent, 1982] – эллиптический аналог *распределения Фишера*, где вводится параметр "овальности" распределения. При равенстве этого параметра нулю распределение Кента трансформируется в фишеровское. Похожее распределение разработал А.Н. Житков.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПУАССОНА - предельная форма биномиального распределения вероятностей, когда вероятность успеха стремится к нулю, число испытаний стремится к бесконечности, а их произведение остается постоянным. Для пуассоновского процесса вероятность события пропорциональна промежутку времени, предшествующему этому событию, а вероятность того, что два события произойдут одновременно, пренебрежимо мала.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИШЕРА [Fisher, 1953] – плотность распределения, описывающая векторные данные в трехмерном пространстве. Распределение Фишера представляет собой аналог нормального распределения на сфере. В палеомагнитологии распределение Фишера широко применяется при обработке палеомагнитных данных. Проверка соответствия реальных распределений векторов $\mathbf{J}_n$ и ее компонент распределению Фишера помогает оценить однокомпонентность совокупности векторов, эффективность чистки, выявить наличие регулярной составляющей $\mathbf{J}_n$ (при анализе временных последовательностей векторов), что необходимо для диагностики первичной намагниченности. Основные параметры распределения Фишера: кучность K

и угол доверия α_{95} . Обычно кучность оценивается по формуле: $K=(N-1)/(N-R)$, где N – количество определений, R – модуль суммарного вектора. При $K>3$ используется упрощенная формула для угла доверия: $\alpha_{95}=140(KN)^{-1/2}$.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОН МИЗА - круговое нормальное распределение.

РАССЛОЕННЫЙ ИНТРУЗИВ - интрузивное тело, в котором обособляются слои различного минерального состава мощностью от сантиметров до многих метров, например, Бушвельдский интрузивный комплекс. **См.** габбро-пироксенитовые расслоенные комплексы.

РАСТВОРИМОСТЬ – равновесная концентрация растворимого вещества в растворе, насыщенном относительно этого вещества при данной температуре и давлении. Растворимость жидкостей, особенно в твердых фазах (твердые растворы), ограничивается условием близости размеров и формы молекул компонентов. На растворимость во многих случаях влияют примеси.

РАСТВОРЫ – однородные вещества, состоящие из двух и более компонентов. Практически все природные вещества являются растворами.

РАСШИРЕНИЕ ЗЕМЛИ – **См.** палеомагнетизм и расширяющаяся Земля.

РЕВЕСИТ - минерал ромбической сингонии, $[\text{Ni}_6\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_{16}]^{2+}(\text{CO}_3^{2-}\cdot 4\text{H}_2\text{O})$.

РЕГИОНАЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ – часть геомагнитного поля за вычетом нормального поля (главное поле и мировые магнитные аномалии) и исключением локальных магнитных аномалий путем сглаживания, пересчета на высокие уровни и другими способами. Обычно к региональным относятся аномалии с поперечным размером от десятков до сотен километров. При выделении региональных аномалий возникают проблемы, что считать нормальным полем и как уменьшить неоднозначность интерпретации. В случае региональных аномалий нет независимой проверки источника магнитной аномалии, неопределенность в оценке нижней кромки источника региональной аномалии. **См.** аномальное магнитное поле, континентальная земная кора, условия образования магнитных минералов и др.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ – изменения больших масс горных пород, вызванные воздействием температуры, давления (направленного или геостатического). По мере роста **ТР** выделяются ступени и виды регионального метаморфизма: зеленокаменный, амфиболит-эпидотовый, гранулитовый, при этом образуются зеленокаменные породы, кристаллические сланцы, амфиболиты, гнейсы, гранулиты и др.

РЕГРЕССИВНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ - тип полиметаморфизма, при котором метаморфические минералы более низкой ступени метаморфизма образуются за счет минералов, характерных для более высокой ступени метаморфизма. Эта перестройка вызвана изменением физических условий, например, понижением температуры.

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ - метод обработки данных, в котором исследуется линейная взаимосвязь между зависимой переменной и одной или более независимыми переменными, оцениваемая путем сглаживания функции методом наименьших квадратов. *Коэффициент регрессии* - коэффициент в *уравнении регрессии*. В линейной регрессии — начальное значение и наклон линии регрессии.

РЕГРЕССИЯ МОРЯ – отступление моря с суши. Разрез отложений при этом характеризуется снизу вверх сменой более глубоководных осадков на мелководные, глины сменяются песками, конгломератами и т.п.

РЕДДИНГИТ - минерал ромбической сингонии: $(\text{Mn},\text{Fe})_3(\text{H}_2\text{O})_3(\text{PO}_4)_2$. Изоморфен с фосфоферритом. В пегматитах.

РЕДИНГТОНИТ – минерал, $(\text{Fe},\text{Mg},\text{Ni})(\text{Cr},\text{Al})_2(\text{SO}_4)_4\cdot 22\text{H}_2\text{O}$.

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ - химические элементы от лантана (атомный номер 57) до лютеция (атомный номер 71). Сами элементы не так редки в земной коре, но их содержания очень низки.

РЕЙНОЛЬДСА ЧИСЛО – **См.** число Рейнольдса.

РЕЙНОЛЬДСА ЧИСЛО МАГНИТНОЕ - **См.** магнитное число Рейнольдса.

РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ – процесс перекристаллизации кристаллов и агрегатов, происходящий в неравномерно деформированном, напряженном материале.

Заключается в росте за счет деформированных кристаллов новых стабильных кристаллов с недеформированной и ненапряженной решеткой, часто идиоморфных.

РЕЛАКСАЦИЯ – процесс установления термодинамического равновесия макроскопической системы, выведенной из такого состояния (релаксация напряжений, магнитная релаксация и т.п.). Этот процесс необратимый. [См. время релаксации.](#)

РЕМЕРИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_6\text{Fe}_2^{3+}(\text{H}_2\text{O})_8(\text{SO}_4)_4$. Вторичный минерал зоны окисления железосульфидных руд.

РЕОЛОГИЯ – наука о деформации и текучести сплошной среды. Один из фундаментов современной геодинамики.

РЕОМОРФИЗМ - процесс, при котором порода становится подвижной в результате, по крайней мере, частичного плавления. Обычно сопровождается или вызывается привнесением нового вещества путем диффузии.

РЕСТИТ – остаток глубинной породы после выплавления из нее части материала в результате анатексиса, палингенеза, плавления в мантии с образованием основных и ультраосновных магм.

РЕТРОГРАДНОЕ КИПЕНИЕ - отделение газовой фазы от остывающей магмы в результате ее обогащения растворенными газовыми компонентами в ходе последовательной кристаллизации.

РИБЕКИТ – минерал, щелочной амфибол, $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}[(\text{OH},\text{F})\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$. В щелочных глубинных и вулканических породах, присутствует в некоторых гидротермальных жилах и метасоматитах.

РИНГВУДИТ - метеоритный минерал кубической сингонии: $(\text{Mg},\text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$. Относится к группе шпинели, диморфен с оливином.

РИННЕИТ - минерал тригональной сингонии: $\text{K}_3\text{Na}[\text{FeCl}_6]$. Вторичный продукт в месторождениях солей.

РИОЛИТ – [См. липарит.](#)

РИПИДОЛИТ - минерал группы хлоритов, $(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Al})_6(\text{OH})_8[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$.

РИТМИЧНАЯ РАССЛОЕННОСТЬ - вид расслоенности интрузивных магматических пород, которая четко прослеживается и характеризуется повторяемостью гравитационно-дифференцированных слоев (обычно более высокое содержание темноцветных минералов у подошвы и больше плагиоклаза у кровли). Является результатом периодической кристаллизации и осаждения кристаллов из магмы. [См. расслоенный интрузив.](#)

РИТМАННИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Mn}_2\text{Fe}_2^{2+}[\text{Al},\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_4]\cdot 8\text{H}_2\text{O}$. В фосфатных нодулях гранит-пегматитовых жил.

РИФТЫ (РИФТОВЫЕ ЗОНЫ) – тектонические структуры, зоны растяжения литосферы, приурочены к конструктивным границам плит. Рифты развиваются в океанах и на континентах, являясь центрами раскола континентов и формирования океанской земной коры. Наличие рифтовых долин характерно для медленно разрастающихся срединных хребтов, где скорость спрединга до 2 см/год, как, например, Срединно-Атлантический хребет. В быстро разрастающихся хребтах, как Восточно-Тихоокеанское поднятие, расчлененность рельефа меньше и рифтовая долина отсутствует.

РИШЕЛЛИТ - минерал тетрагональной сингонии, $(\text{Ca},\text{Fe})(\text{Fe},\text{Al})_2(\text{OH},\text{F})_2(\text{PO}_4)_2$. С глинистыми минералами.

РОАЛДИТ - минерал кубической сингонии, $(\text{Fe},\text{Ni},\text{Co})_4\text{N}$. Встречается в метеоритах.

РОГОВАЯ ОБМАНКА – наиболее распространенный минерал группы амфиболов, $(\text{Ca},\text{Na})_{2-3}(\text{Mg},\text{Fe}^{+2},\text{Fe}^{+3},\text{Al})_5(\text{OH})_2[(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{22}]$. Состав изменчив. **Обыкновенная роговая обманка** – типичный минерал гранитоидов, габброидов и метаморфических пород. Часто образуется за счет пироксена, при этом нередко выделяется магнетит. **Базальтическая роговая обманка** (окисленная) – главным образом в вулканитах, характерно относительно высокое отношение $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

РОГОВИК – контактово-метаморфическая порода, имеет плотное зернистое строение. Состоит из кварца, слюды, полевого шпата, граната, андалузита, силлиманита, кордиерита и др. В роговиках нередко присутствуют магнетит, пирротин,

в результате чего зона ороговикования обычно выделяется повышенной намагниченностью на фоне практически немагнитных осадочных пород.

РОДАЛКИЛАРИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}_2^{3+}(\text{Te}^{4+}\text{O}_3)(\text{Te}^{4+}\text{O}_2\text{OH})_3\text{Cl}$. Корки в жеодах кварца в зоне окисления золоторудных месторождений.

РОДОНИТ – минерал, $(\text{Mn,Fe,Ca})_5\text{Si}_5\text{O}_{15}$, образуется при сравнительно низкотемпературном метаморфизме осадочных марганцевых руд, продукт их метасоматоза.

РОДУСИТ - минерал из группы амфиболов моноклинной сингонии, $\text{Na}_2(\text{Fe,Mg})_3^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$. По химическому составу близок к рибекиту.

РОМБИЧЕСКАЯ СИНГОНИЯ – кристаллографическая система, характеризующаяся неравенством периодов повторяемости по трем осям, образующим между собой прямые углы. В ромбической системе кристаллизуются около 30% известных веществ.

РОМБОКЛАЗ - минерал ромбической сингонии, $\text{Fe}^{3+}(\text{H}_2\text{O})(\text{SO}_4)(\text{SO}_3\text{OH})$. Вторичный минерал по пириту, особенно в аридном климате.

РОМБОЭДРИЧЕСКАЯ СИНГОНИЯ – См. [тригональная сингония](#).

РОССЫПИ – разновидность осадка, обогащенного обломками пород и минералов, представляющих полезные ископаемые. По типу образования россыпи делятся на аллювиальные, элювиальные и т.д.

РОТАЦИОННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ образуется при вращении образца вокруг некоторой оси в переменном магнитном поле. По величине и стабильности заметно меньше $J_{\text{г}}$, но искажает картину Н-чистки.

РОЦЕНИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{SO}_4)$. Вторичный минерал, при окислении пирита, марказита и др.

РУТЕНАРСЕНИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Ru,Ni})\text{As}$. Включения в Os-Ir-Ru сплавах и альпинотипных ультраосновных породах.

РУТИЛ – минерал тетрагональной сингонии, TiO_2 . Наиболее устойчивая разновидность среди других модификаций TiO_2 – анатаза, брукита. Широко распространен как акцессорный минерал во многих породах, в эклогитах и других метаморфических породах, жилах, в некоторых кислых и основных магматических породах и др. Нередко является продуктом гетерофазного изменения титаномагнетита, гемоильменита.

[назад](#)

САМОДИФФУЗИЯ – частный случай диффузии в чистом веществе или растворе постоянного состава, при которой диффундируют частицы самого вещества и его состав не меняется.

САМООБРАЩЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ – самопроизвольное намагничивание магнитного вещества против направления намагничивающего поля. Продолжительность такого перемагничивания – от мгновенного до многих миллионов лет. Теоретически (по Неелю) возможны две группы механизмов самообращения: 1) случаи *однофазной системы*; так как самопроизвольная намагниченность ферромагнетиков является разностью намагниченностей двух подрешеток, то с изменением температуры она может быть и положительной и отрицательной, если температурные зависимости намагниченностей подрешеток различны. Такие различия связаны с особенностями распределения катионов в подрешетках ферромагнетика, которые либо заложены в исходном состоянии, либо возникли в ходе нагрева и охлаждения его, либо при однофазном окислении (например, титаномагнетита); 2) случаи *гетерофазной системы* – результат магнитостатического или обменного взаимодействия. См. [магнитное упорядочение](#).

САМОПРОИЗВОЛЬНАЯ (СПОНТАННАЯ) НАМАГНИЧЕННОСТЬ – собственная намагниченность магнитного вещества, не зависящая от внешних условий. Возникает в определенном объеме без приложения магнитного поля благодаря самопроизвольной магнитной упорядоченности, обусловленной обменными силами. Фундаментальная характеристика материала. В реальных материалах из-за стремления к минимуму энергии образуются области самопроизвольной намагниченности – *домены*, замеряемая суммарная намагниченность такого материала не отражает самопроизвольной намагниченности и лишь в постоянном магнитном поле насыщения достигает величины самопроизвольной намагниченности.

См. [магнитное упорядочение](#), [намагниченность насыщения](#).

САМОРОДНЫЙ ЭЛЕМЕНТ - твердый или жидкий химический элемент, который встречается в природе в свободном состоянии. Неметаллические самородные элементы — углерод, сера и селен; полуметаллические — сурьма, мышьяк, висмут и теллур; самородные металлы — серебро, золото, медь, железо, ртуть, иридий, свинец, палладий и платина.

САПОНИТ – железосодержащий минерал (силикат) зоны выветривания магнезиальных пород (серпентинитов), $R_{0.33}(Mg_{2.67}R_{0.38})(Si_{3.34}Al_{0.66})O_{10}(OH)_2$; в доломитах, миндалинах основных вулканитов. Образует землистые, глиноподобные агрегаты.

САПРОЛИТ, ГНИЛОЙ КАМЕНЬ - мягкая землистая, как правило, обогащенная глиной, полностью разложившаяся порода, которая образовалась *in situ* в результате химического выветривания магматических, осадочных и метаморфических пород. Часто слагает мощные (до 100 м) пласты или покровы, особенно в условиях гумидного тропического или субтропического климата. Цвет породы обычно красноватый или коричневый.

САПРОПЕЛЬ – органоминеральные отложения озер. Минеральная часть состоит преимущественно из обломочного материала (глина, песок), а так же из растворенных в воде окислов кальция, железа, магния.

САТТЕРЛИИТ - минерал тригональной (гексагональной?) сингонии, $(Fe^{2+}, Fe^{3+})_{12}(OH)_6(PO_4)_6(PO_3OH)$. Встречен в фосфатных глинистых сланцах.

СБРОС – разрыв преимущественно с крутым сместителем, по которому крылья сброса спущены (подняты) относительно друг друга. Образуется в условиях растяжения.

СВЕРХСТРУКТУРА – в кристаллах структура, соответствующая дальнему порядку в расположении атомов разного сорта в твердых растворах замещения. Сверхструктура

образуется в результате процесса упорядочения в кристаллах, сопровождается появлением на рентгенограммах дополнительных "сверхструктурных" отражений.

СВИТА – основная единица местных (региональных) стратиграфических подразделений. Совокупность отложений, выделенная преимущественно по фациально-литологическим признакам и ограниченная в распространении определенными физико-географическими условиями (один бассейн седиментации). Границы свиты часто не совпадают с границами подразделений единой стратиграфической и магнитостратиграфической шкал.

СВИТАЛЬСКИТ – минерал, $K(Mg, Fe^{2+})Fe^{3+}[(OH)_2Si_4O_{10}]$, слюда, образованная при калиевом метасоматозе железистых кварцитов; развивается по эгирину и рибекиту.

СВОБОДНАЯ ВОДА - (а) Избыточная вода в почве, не связанная частицами грунта, которая может свободно перемещаться под действием силы тяжести. (б) Вода, которая может быть удалена из другого вещества без изменения структуры и состава этого вещества.

СВОБОДНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ - верхняя поверхность слоя жидкости, давление на которую равно внешнему атмосферному давлению.

СВОБОДНАЯ ЭНЕРГИЯ - термодинамическая функция состояния системы, служащая мерой максимальной работы, которую может произвести система при заданных условиях. Чаще всего используются такие функции, как *свободная энергия Гельмгольца* и *свободная энергия Гиббса*. Свободная энергия Гиббса определяется уравнением $G=H-TS$, где H — энтальпия, T — абсолютная температура, S — энтропия. Для процессов с постоянным давлением и температурой состояние равновесия описывается уравнением $dG=0$.

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ - колебания тела, например, Земли, которые происходят без внешнего влияния (предполагается, что вызвавшая их сила действовала до того, как начался изучаемый отрезок эволюции системы) и имеют собственную естественную частоту.

СВОБОДНЫЕ ОКСИДЫ ЖЕЛЕЗА - общий термин, обозначающий те оксиды железа, которые могут быть восстановлены и растворены при обработке дитионитом. К ним относятся гетит, гематит, ферригидрит, лепидокрокит и маггемит, но не магнетит.

СВЯЗАННАЯ ВОДА - вода, входящая в состав животных и растительных клеток, почв, минералов, которую нельзя удалить без изменения структуры или состава вещества. В отличие от *свободной воды* она не может вступать в реакции. Вода твердых растворов и гидратная вода, не замерзающие даже при $-78^{\circ}C$.

СГЛАЖИВАНИЕ – способ усреднения, превращения кривой непосредственных данных наблюдений в более гладкую путем удаления с помощью интерполяции разброса, неровностей, «зубцов», экстремумов кривой.

СДВИГ – разрыв с обычно вертикальным сместителем, по которому крылья смещены относительно друг друга горизонтально по простиранию сместителя. Различаются правые (правосторонние) и левые (левосторонние) сдвиги. В правом сдвиге противоположное для наблюдателя «верхнее» крыло сдвига смещено вправо, в левом – наоборот.

СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – См. ориентационная остаточная намагниченность. В зарубежной литературе принято название *детритная* – **DRM**.

СЕДИМЕНТАЦИЯ – осадконакопление – образование осадков в природных условиях путем перехода осадочного материала из подвижного и взвешенного состояний (в воде или воздухе) в неподвижное (осадок).

СЕКРЕЦИЯ – кристаллические или коллоидные минеральные вещества, выполняющие пустоты в породе, отличаются от последней по составу. В отличие от конкреций заполнение секретий идет от краев к центру. Среди секретий выделяют *миндалины* (мелкие заполненные полости, пузыри, поры) и *жеоды* (крупные частично заполненные пустоты).

СЕЛАДОНИТ - мягкий землистый минерал из группы диоктаэдрических слюд; $K(Mg, Fe)^{2+}(Fe, Al)^{3+}(OH)_2[Si_4O_{10}]$. Обычно встречается в пустотах в базальтах.

СЕЛЬ (СИЛЬ) – кратковременный грязекаменный поток со склонов гор.

СЕМЕЙСТВО - в иерархии зоологической и ботанической классификации — категория, промежуточная между *отрядом* и *родом*.

СЕРПЕНТИНЫ – группа минералов, водных силикатов, $Mg_6(OH)_8Si_4O_{19}$. Часть Mg замещается Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni, Al. Волокнистые, пластинчатые. Образуются преимущественно при гидротермальном изменении оливинов, реже пироксенов. Температура серпентинизации не превышает $500^{\circ}C$ и может быть ниже $200^{\circ}C$. Нередко массивы гипербазитов превращены целиком в массивы серпентинитов. В процессе серпентинизации в относительно окислительных условиях железо освобождается и концентрируется в виде магнетита. Распределение магнетита в серпентинитах крайне неравномерно. Обычно ранняя массовая серпентинизация идет при $80-130^{\circ}C$ с образованием лизардита, как правило, без магнетита, и только наложенная серпентинизация с образованием хризотила и более высокотемпературного антигорита ($\sim 250^{\circ}C$) сопровождается широким выделением магнетита. Наложенный характер серпентинизации выражается в тонких шнуровидных выделениях, прожилках по трещинкам и т.п., обычно в кровле и подошве тектонических пластин. Процесс серпентинизации длительный, многоэтапный и, соответственно, растянут процесс появления магнетита. Следовательно, серпентиниты не пригодны для изучения тонкой структуры геомагнитного поля. И даже мало вероятно их пригодность для других палеомагнитных исследований, таких как тектономагнитные, т.к. неизвестны продолжительность и возраст серпентинизации.

СЖИМАЕМОСТЬ – способность вещества изменять свой объем под действием всестороннего давления. Сжимаемостью в той или иной степени обладают все вещества, а несжимаемое тело является физической абстракцией.

СИГЛОИТ - минерал триклинной сингонии, $Fe^{3+}(H_2O)_4[Al_2(H_2O)(OH)_3(PO_4)_2] \cdot 2H_2O$. Продукт окисления воксита.

СИДЕРАЗОТ – минерал, Fe_5N_2 . Тонкий налет на лаве.

СИДЕРИТ – минерал тригональной сингонии, $FeCO_3$, плотность упаковки 0,152-0,172 (в зависимости от примесей); параметры ячейки: $a=0,469-0,473$, $c=1,537-1,546$ нм. Нередки примеси Mn (олигонит), Mg. Антиферромагнетик, точка Нееля 57 К. Аутигенный, образуется в относительно восстановительных условиях. Происхождение: 1) гидротермальное (с пирротином, халькопиритом и др.), заполняет пустоты в известняках, базальтах, пегматитах; 2) инфильтрационное – желваки и конкреции в глинах, сланцах и т.п., при взаимодействии железосодержащих вод с известняками; 3) осадочное – в мелководных бассейнах; 4) в метаморфизованных месторождениях железа образуется метасоматически за счет магнетита и Fe-силикатов. Легко изменяется. Обычное вторичное изменение (окисление) сидерита – с выделением гётита в водных условиях, а также магнетита, маггемита, гематита. Соответственно, присутствие сидерита в горных породах часто сопровождается вторичной кристаллизационной остаточной намагниченностью.

СИДЕРОГЕЛЬ - коллоидный минерал, который состоит из полностью аморфного $FeO(OH)$ и встречается в некоторых болотных железных рудах.

СИДЕРОНАТРИТ – $Na_2Fe^{3+}[OH(SO_4)_2] \cdot 3H_2O$; экзогенный минерал очень засушливых районов.

СИДЕРОТИЛ - минерал триклинной сингонии, $(Fe,Cu)SO_4 \cdot 5H_2O$. В зоне окисления сульфидов железа, с мелантеритом.

СИДЕРОФЕРРИТ - разновидность самородного железа, встречающаяся в виде зерен в окаменелой древесине.

СИДЕРОФИЛЛИТ - слюда моноклинной сингонии, $K(Fe_2^{3+}Al)(OH,F)_2[(Al_2Si_2)O_{10}]$. Железистый конечный член ряда биотита.

СИДЕРОФИЛЬНЫЕ - (а) Элементы, входящие преимущественно в состав металлической фазы метеоритов, а также, вероятно, содержащиеся в земном ядре. (б) Элементы, имеющие слабое сродство к кислороду и сере и легко растворяющиеся в расплавленном железе. Например, Fe, Ni, Co, P, Pt, Au.

СИЕНИТ – средняя бескварцевая полнокристаллическая порода, состоящая из калинатовых полевых шпатов и цветных минералов (характерен амфибол), присутствует плагиоклаз. В щелочном сиените плагиоклаз отсутствует, присутствуют щелочные цветные минералы; нефелиновый сиенит – с нефелином. Количество плагиоклаза определяет промежуточные разности от сиенита до диорита, от монцонита до габбро.

СИКЛЕРИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Li}_{1-x}(\text{Mn}_{1-x}^{2+}\text{Fe}_x^{3+}) (\text{PO}_4)$. В литийсодержащих пегматитах.

СИЛИКАТЫ – главные породообразующие минералы, содержащие SiO_2 . Характерно огромное разнообразие силикатов по составу и структуре, твердых растворов. Состав и строение силикатов зависят, прежде всего, от термодинамических условий образования, поэтому ряд равновесных ассоциаций силикатов служат *геотермометрами* и *геобарометрами*. Краткие сведения о многих силикатах, особенно имеющих прямое и косвенное отношение к петромагнетизму, приведены в настоящем словаре-справочнике.

СИМПЛЕЗИТ – $\text{Fe}_3[\text{AlO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, минерал зоны окисления сульфидных месторождений.

СИНГОНΙΑ – в кристаллографии наиболее крупное подразделение классификации в симметрии кристаллов по конфигурации элементарной ячейки их кристаллической решетки. Характеризуется соотношением между длинами ребер ячейки и углами (параметры кристаллической решетки). Всего семь сингоний: триклинная, моноклинная, ромбическая, тригональная, тетрагональная, гексагональная и кубическая.

СИНЕКЛИЗА – крупная пологая синклиналь на платформах.

СИНКЛИНАЛЬ – складка, ядро которой сложено более молодыми слоями.

СИНКЛИНОРИЙ – крупная синклинальная складка, осложненная более мелкими; в складчатых поясах, активных окраинах континентов.

СИНХРОННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – первичная остаточная намагниченность, возраст которой точно соответствует возрасту образования пород – это термическая или седиментационная остаточная намагниченность. Выделение и обоснование синхронной остаточной намагниченности необходимо при изучении тонкой структуры геомагнитного поля, особенно палеовековых вариаций. См. [первичная остаточная намагниченность](#), [естественная остаточная намагниченность](#).

СИСТЕМА – (в стратиграфии) хроностратиграфическое глобальное подразделение рангом ниже *эратемы*, но выше *отдела*. Временной эквивалент системы — *период*.

СИФЕНИТ - минерал гексагональной сингонии, Fe_5Si_3 .

СКАНИРУЮЩИЙ ПРОСВЕЧИВАЮЩИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОСКОП - просвечивающий электронный микроскоп, который способен создавать электронный пучок малого диаметра (<10 нм) и сканировать им образец. Прошедший через образец сканирующий луч улавливается под образцом твердофазовым детектором и воспроизводится на экране катодной трубки. Контрастность изображения такая же, как и в обычном просвечивающем электронном микроскопе. Электронные дифракционные изображения могут быть получены с диаметром в несколько нм и вкупе с рентгеновским детектором данные о составе образца могут быть получены с пространственным разрешением 50–100 нм. В некоторых моделях диаметр электронного пучка может быть уменьшен до долей нм, что позволяет получить отчетливые изображения отдельных крупных атомов.

СКАНИРУЮЩИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОСКОП - электронный микроскоп, в котором тонко сфокусированный пучок электронов под действием электрического или магнитного поля неоднократно пересекает изучаемый образец, а интенсивность отраженного излучения и эмиссии электронов измеряется и отображается, последовательно создавая изображение. Конечное увеличение и разрешающая способность у него меньше, чем у обычного электронного микроскопа, но зато могут

изучаться светонепроницаемые объекты, и достигается большая глубина резкости изображения.

СКАРНЫ – метасоматические породы, развитые в зоне контактов карбонатных пород с силикатными, чаще с интрузивными, еще чаще с гранитоидами. Сложены скарны высокотемпературными Ca-Mg-Fe силикатами, нередко скопления магнетита, пирротина. Диапазон температур скарнообразования от 1000 до 450°C, по глубине – от 30-40 до 1-3 км. По происхождению выделяются скарны: а) метасоматические и автometасоматические, б) реакционные, контактово-реакционные (в том числе диффузионные, инфильтрационные).

СКАЧКИ БАРКГАУЗЕНА – скачкообразное изменение намагниченности магнитных материалов при непрерывном изменении внешних условий, например, магнитного поля; из-за скачков Баркгаузена кривая нормального намагничивания не является плавной, а состоит из малых прямоугольных участков. Скачки Баркгаузена подтверждают реальность существования доменов.

СКЕЛЕТНЫЕ КРИСТАЛЛЫ – разнообразные формы недоразвитых кристаллов, образованию которых способствует большая вязкость среды, кристаллизация в тонких слоях на поверхности постороннего тела при высыхании растворов или на поверхности остывающего расплава.

СКЛАДКИ НАГНЕТЕНИЯ – образуются при горизонтальном движении масс в слоях или пачках высокой пластичности. Мелкие складки подобного происхождения называются *складками волочения*.

СКЛАДЧАТЫЕ ОБЛАСТИ, СКЛАДЧАТЫЕ ПОЯСА – зоны интенсивных складчато-разрывных деформаций, обширных деформаций большой протяженности главным образом в условиях сжатия. Согласно концепции тектоники плит – это или области межконтинентальной коллизии (результат столкновения континентальных плит), или окраинно-материковые пояса, формирующиеся в условиях активных окраин континента и островодужных систем. Так, например, образование Альпийско-Гималайского пояса – результат столкновения Африки и Индии с Евразией, а пояса североамериканских Кордильер и Анды – окраинно-материковые. Магнитотектонические исследования в складчатых областях позволяют детализировать сложные горизонтальные движения отдельных блоков, их связь с движениями соседних крупных плит, оценивать природу дуговых структур, определять сокращение земной коры при смятии, как, например, в приведенном случае оценено сокращение коры в районе Тибета на ~2000км. Для полноценного анализа необходимо вести магнитотектоническое *картирование*.

СКЛОНЕНИЕ - горизонтальный угол в определенной точке между истинным направлением на север и направлением на магнитный северный полюс. Один из элементов магнитного поля Земли. [См. главное магнитное поле Земли](#)

СКОРОДИТ – $\text{Fe}^{3+}[\text{AsO}_4]\cdot\text{H}_2\text{O}$; вторичный минерал зоны окисления, часто по арсенопириту.

СКОРОСТЬ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ – частное деления мощности осадков на продолжительность их накопления. Эта величина приблизительная (обычно заниженная), т.к. не учитывает уплотнение осадков, перерывы между слоями, скрытые перерывы, погрешности геохронологических датировок. Наибольшая скорость накопления современных отложений горных подножий – до нескольких метров в год, минимальная – в абиссальных частях океанских котловин – до 1-2 мм/1000 лет.

СКОРЦАЛИТ - минерал моноклинной сингонии, изоморфный с лазулитом, $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2$.

СКРЫТОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ (КРИПТОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ) - характеристика структуры пород, сложенных мелкими кристаллами, которые не распознаются и не могут быть определены с помощью оптического микроскопа, их кристаллическая природа может быть установлена с помощью электронного микроскопа. Также неясная кристаллическая структура, которая проявляется в виде агрегатного оптического эффекта в поляризованном свете. Термин относится и к породам, имеющим такую структуру.

СЛАБЫЙ ФЕРРОМАГНЕТИК – См. [магнитное упорядочение](#).

СЛАВИКИТ – минерал $\text{MgFe}_2(\text{OH})_3(\text{SO}_4)_4 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ из зоны окисления и коры выветривания, продукт окисления пирита.

СЛАНЦЕВАТОСТЬ – разновидность *клеваяжа*.

СЛАНЦЫ – метаморфические породы зеленокаменной ступени метаморфизма. Породы мелкозернистые, сланцеватые, содержат хлорит, серицит, кварц, тальк, амфибол и др.

СЛЕД ГОРЯЧЕЙ ТОЧКИ - хребет, образующийся при движении литосферной плиты над горячей точкой, например, Гавайский хребет.

СЛОЖНЫЙ ТЕРРЕЙН, СОСТАВНОЙ ТЕРРЕЙН - террейн, образованный в результате слияния (*амальгамации*) двух или нескольких различных терреинов, которые затем прошли общую историю геологического развития до их приращения к краю континента.

СЛОЙ D - сейсмическая область Земли на глубине от 670 до 2900 км, эквивалентная *нижней мантии*. На глубине 2700 км слой D разделяется на две части: верхнюю — слой D' и нижнюю — слой D'', прилегающий к ядру; граница между ними разделяет химически однородную и неоднородную части нижней мантии.

СЛЮДА - группа минералов моноклинной сингонии с общей формулой: $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Li}, \text{Al})_{2-3}(\text{OH}, \text{F})_2[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}]$. Она объединяет сложные листовые силикаты. Характеризуются невысокой твердостью и совершенной спайностью по базису, легко расщепляются на очень тонкие, прочные, несколько упругие листочки или пластинки.

СМАЙТИТ – минерал $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_{11}$, гексагональный, псевдоромбический, $a=0,347\text{нм}$, $c=3,44\text{нм}$. Содержание Ni до 7,5%. Термически устойчив ниже 75°C , кристаллизуется в жеодах, в осадках, образует пластинки распада в моноклинном пирротине. Ферромагнетик.

СМАЛЬТИН - минерал кубической сингонии, $(\text{Co}, \text{Ni})\text{As}_{3-x}$. Обычно содержит немного железа, часто встречается совместно с кобальтином. В гидротермальных месторождениях.

СМОЛЯНИНОВИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Ca}, \text{Mg})_2(\text{Fe}^{+3}, \text{Al})(\text{OH})(\text{AsO}_4)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. В зоне окисления Co-Ni-As месторождений.

СОВРЕМЕННЫЕ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ) КООРДИНАТЫ – (в палеомагнитологии) географические координаты палеомагнитного полюса, палеомагнитного направления, района, образца и т.д. без учета элементов залегания пород.

СОЛИДУС – линия (поверхность) на РТ диаграмме появления первых признаков плавления вещества (нижняя граница жидкая-твердая фаза). Геометрическое место точек температур на фазовых диаграммах, выше которых твердая и жидкая фазы находятся в состоянии равновесия, а ниже существует только твердая фаза. В двойной системе без твердых растворов солидус имеет вид прямой линии, а в двойной системе с твердыми растворами — кривой линии или комбинации прямой и кривой линий. В тройной системе солидус имеет вид плоскости или искривленной поверхности.

СОЛИФЛЮКЦИЯ – медленное передвижение протаивающих почв и дисперсных насыщенных водой осадков на пологих склонах под влиянием попеременного промерзания и протаивания почв и осадков, действия силы тяжести, пучения и усадки и др.

СОЛЬВУС – линия (поверхность) на диаграмме фазового равновесия, отделяющая область устойчивого состояния твердого раствора от области его распада. Обычно разрыв смесимости расширяется с понижением температуры, что указывает на снижение взаимной растворимости двух крайних членов.

СОММА - кольцеобразный или серповидный вал, крутой с внутренней стороны, представляющий собой кольцо вулканического кратера или кальдеры.

СОМОЛЬНОКИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Зона окисления колчеданных месторождений.

СРЕДНИЙ – (в геологии) относящийся к породам или толщам, занимающим промежуточное положение между верхним и нижним подразделениями. В качестве прилагательного термин используется с названиями хроностратиграфических

подразделений (систем, отделов, ярусов) для указания их положения в геологическом разрезе.

СРЕДНЯЯ ПОРОДА – магматическая порода, занимающая промежуточное положение между кислыми и основными породами. Это диориты, андезиты и др.

СТАБИЛЬНОСТЬ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ – устойчивость величины и направления остаточной намагниченности к внешним воздействиям, как магнитное поле, температура, удары и др. Из различных мер стабильности наиболее распространена мера уменьшения величины остаточной намагниченности в ходе магнитной чистки, а именно, воздействия температуры и/или переменного магнитного поля. Различие стабильности разных видов остаточной намагниченности по отношению к размагничивающему воздействию разных факторов (чистки) лежит в основе разделения компонент естественной остаточной намагниченности и выяснения условий их возникновения. Стабильность остаточной намагниченности – важный фактор, косвенно говорящий о возможной сохранности древних компонент естественной остаточной намагниченности. См. [палеомагнитная надежность](#), [магнитная жесткость](#), [температурная чистка](#), [чистка переменным магнитным полем](#) и др.

СТАВРОЛИТ – типичный минерал $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Zn})_2\text{O}_2\text{Al}_9\text{O}_5(\text{OH})(\text{SiO}_4)_4$ средних ступеней регионального метаморфизма глинистых пород, таких как слюдяные сланцы и гнейсы.

СТАНДАРТНАЯ ОШИБКА - мера точности среднего значения. Оценивается как стандартное отклонение, деленное на корень квадратный из числа наблюдений.

СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ - корень квадратный из дисперсии, определяет интервал рассеяния величин относительно среднего значения.

СТАННИН - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$. Обычно встречается в виде зернистых масс в оловоносных жилах в ассоциации с касситеритом.

СТАТИСТИКА КОЛМОГорова–СМИРНОВА - непараметрический критерий сходства распределения наблюдаемых величин с теоретическим распределением, например, нормальным. Критерий основан на ранжировании величин и последующем определении наибольшей разности между ранжированными величинами и теоретическими значениями. Тутубалин, 2008.

СТАТИСТИКА ФИШЕРА – статистический метод обработки данных измерений векторов, разработанный Р.Фишером. Широко применяется, в частности, при обработке палеомагнитных данных. Проверка соответствия реальных распределений естественной остаточной намагниченности $\mathbf{J}_n$ и ее компонент *распределению Фишера* помогает оценить однокомпонентность совокупности векторов, эффективность чисток; при анализе временных последовательностей помогает выявить наличие регулярной составляющей $\mathbf{J}_n$, что необходимо для диагностики синхронной намагниченности.

См. [распределение Фишера](#), [двухъярусный статистический анализ](#) и др. Тутубалин, 2008.

СТАЦИОНАРНОСТЬ - обладание статистическими свойствами, которые не изменяются со временем или при изменении положения. Статистика сохраняется и при изменении начала отсчета времени.

СТЕПЕНИ СВОБОДЫ - количество независимых единиц информации в некоторой совокупности наблюдений. Обычно это количество наблюдений за вычетом количества статистик, рассчитанных по этим наблюдениям.

СТЕПЕНЬ СВОБОДЫ - возможность вариаций в химической системе. Число степеней свободы в системе может быть определено как число независимых интенсивных параметров (температуры, давления и концентрации в различных фазах), необходимых для полной характеристики системы, или как число интенсивных параметров, которые могут меняться без изменения фазового состава системы.

СТЕПЕНЬ ОДНОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТА (Z) – относительная доля катионов Fe^{2+} в стехиометрическом исходном титаномagnetите, перешедших при однофазном окислении в Fe^{3+} . **Z** изменяется от нуля до единицы.

См. [однофазное окисление титаномagnetитов](#), [диаграмма Ридмана-О'Рэйли](#).

СТЕРЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ (СТЕРЕОГРАММА) – проекция сферы на плоскость, используется для наглядного представления результатов палеомагнитных измерений, их анализа, графической обработки.

СТИЛЬПНОМЕЛАН – минерал $K(Fe,Mg,Al)_{12}(OH)_{14}[(Si,Al)_{16}O_{40}] \cdot nH_2O$ слабометаморфизованных сланцев, часто в железистых кварцитах; замещает в гранитах и гнейсах хлорит, биотит, амфибол.

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА – относительная временная шкала, построенная на базе эволюции органического мира Земли. См. [геохронология](#), [хроностратиграфическая шкала](#).

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ - вертикальный разрез или графическое изображение на вертикальной плоскости, последовательности залегания и первичных стратиграфических соотношений толщ пород, развитых в данном районе или в конкретном обнажении. Мощности пород даются в масштабе, а литологический состав обозначается стандартными или условными символами, которые обычно сопровождаются краткими пояснениями о возрасте пород, их принадлежности к определенному типу, наличии палеонтологических остатков и пр.

СТРАТИГРАФИЯ – раздел исторической геологии, включающий вопросы исторической последовательности, первичных взаимоотношений и географического распространения осадочных и вулканогенных образований, отражающих этапы развития Земли и ее органического мира.

СТРАТИФИКАЦИЯ – (в геологии) образование, накопление или отложение материала в виде слоев, слоистое распределение или расположение осадочных пород. В гидродинамике – переменность плотности жидкости по некоторой координате, обычно – по радиусу.

СТРАТОТИП – опорный конкретный разрез отложений в одном или нескольких близко расположенных обнажениях какого-либо стратиграфического подразделения (яруса, горизонта, свиты и т.п.). Отличается наибольшей в регионе полнотой (непрерывность, мощность, обоснование возраста и т.п.).

СТРАТОН МАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ (МАГНИТОСТРАТОН) – подразделение магнитостратиграфической шкалы, выделенное по особенностям, например, кумулятивной кривой. См. [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

СТРЕСС – направленное давление в литосфере, под действием которого происходят деформации, метаморфизм.

СТРУКТУРНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – часто употребляемый нестрогий термин, объединяющий магнитные свойства природных материалов, неоднозначно характеризующие размер магнитных зерен, их структуры, внутренние дефекты и т.п. Это – любые характеристики магнитной жесткости.

СТУПЕНЬ МЕТАМОРФИЗМА - интенсивность или степень метаморфизма. Измеряется степенью отличия метаморфической породы от исходной. В общем случае указывает на РТ или фациальные условия, при которых происходил метаморфизм.

СТЮАРТИТ - минерал триклинной сингонии, $Mn^{2+}(H_2O)_4[Fe_2^{3+}(H_2O)_2(PO_4)_2] \cdot 2H_2O$. Вторичный минерал пегматитов.

СУБАЭРАЛЬНЫЙ – наземный, образовавшийся на воздухе (дословно – «под воздухом»).

СУББИОЗОНА (ПОДЗОНА)- подразделение *биозоны*, отражающее более мелкие биостратиграфические детали.

СУБДУКЦИЯ – согласно концепции тектоники плит процесс пододвигания, погружения одной литосферной плиты (обычно океанической) под другую, в мантию, вдоль деструктивных границ плит. В океанах над зонами субдукции образуются глубокие желоба. Зоны субдукции сопровождаются глубинными сейсмофокальными зонами (*зоны Бенъофа*), уходящими наклонно на глубину 50-700 км. С зонами субдукции генетически связаны вулканические островные дуги и окраинно-материковые пояса (происходит плавление погружающейся плиты и подъем на

поверхность такой выплавки). На серии примеров показано, что зоны субдукции не закреплены на месте, а заметно смещаются за время их активной жизни [Шапиро и др., 1997].

СУБЗОНА МАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ – подразделение магнитостратиграфической шкалы, между *ортозоной* и *микрозоной*. См. магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя.

СУБХРОН ГЕОМАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ – подразделение магнитохроностратиграфической шкалы, между *ортохроном* и *микрохроном*, продолжительность его менее 0.1 млн. лет. См. магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя.

СУГЛИНОК - плодородная водопроницаемая почва, сложенная рыхлой смесью глинистых, алевритовых и песчаных частиц примерно в равных количествах и обычно содержащая органическое вещество (гумус).

СУЛУНИТ – минерал, разновидность хлорита, содержащая Fe^{2+} , $(\text{K}, \text{Na})\text{Fe}^{2+}\text{Al}_3[(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_3\text{O}_{10}]\text{O}_3(\text{OH})_5$. Аутигенный минерал, широко распространенный в виде налетов на растительных остатках в глинистых породах.

СУЛЬФАТ - минерал, содержащий сульфатный радикал SO_4 .

СУЛЬФИДНАЯ ФАЦИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ФОРМАЦИИ - железорудная формация, представленная преимущественно пиритовыми углеродистыми сланцами. Сформировалась в глубоких частях бассейнов в восстановительной обстановке.

СУЛЬФИДЫ – минералы, соединения с серой. Широко распространены сульфиды железа – пирит, пирротин, грейгит и др.

СУПЕСЬ - почва, состоящая на 70–90% из песка, до 30% из алеврита и до 15% из глины.

СУПЕРЗОНА МАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ – подразделение магнитостратиграфической шкалы, между *ортозоной* и *гиперзоной*. См. магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя.

СУПЕРПАРАМАГНЕТИЗМ – состояние мелких однодоменных магнитных зерен, размер которых настолько мал, что время релаксации их магнитного момента меньше времени измерения намагниченности. Такие частицы ведут себя в магнитном отношении подобно парамагнитным, но намагниченность при этом может быть гораздо больше, чем у парамагнетиков. С ростом температуры предельный размер частиц, ведущих себя как суперпарамагнитные, повышается. Временная область суперпарамагнетизма (и соответственно область размера частиц) строго не определена и зависит от задач и методов исследования. См. магнитное упорядочение, домены.

СУПЕРХРОН ГЕОМАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ – подразделение магнитохроностратиграфической шкалы между *ортохроном* и *гиперхроном*, продолжительность его 5-25 млн. лет. См. магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя.

СУПРАСТРУКТУРА – См. инфраструктура.

СУСПЕНЗИЯ – (в геологии) перенос осадочного материала, при котором направленные вверх струи завихрений турбулентного потока способны поднимать осадочные частицы и удерживать их в толще жидкости, например, ил в воде или пыль в воздухе. В физике и химии - грубо дисперсная система с твердой дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой.

СУТОЧНЫЕ ВАРИАЦИИ - суточные флуктуации магнитного поля Земли. Обычно имеют амплитуду порядка 20 нТл и характеризуются наибольшими изменениями в полдень. Отмечаются непредсказуемые флуктуации.

СУТУРА - структурный шов, маркирующий границу между двумя блоками земной коры, которые ранее были разобщены и, возможно, находились в составе разных плит.

СФЕН – минерал, CaTiSiO_5 , моноклинный. Обычный акцессорный минерал изверженных и метаморфических пород. Нередко – продукт вторичного замещения ильменита, титаномагнетита.

СФЕРИЧЕСКИЙ ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ - в системе сферических координат — разложение на сферические гармоники аналогично тому, как это делается при анализе Фурье.

СФЕРОСИДЕРИТ - разновидность сидерита, встречающаяся в виде шаровидных конкреционных агрегатов лопастевидных кристаллов, растущих от центра, обычно в глинах, переслаивающихся с угольными пластами или подстилающих их. Они образовались, по-видимому, в насыщенных водой осадках, в нижней части которых, в восстановительной обстановке, отлагалось железо, выщелоченное из поверхностной почвы.

СФЕРУЛА - небольшое сферическое тело, например, магнитная сферула металлического железа, магнетита в осадках или тело, напоминающее миндалину или сферолит.

[назад](#)

Т

[назад](#)

ТАВОРИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{LiFe}^{3+}(\text{OH})(\text{PO}_4)$. Аналог монтебразита, содержащий трехвалентное железо.

ТАКСОН - группа организмов любого ранга, имеющая собственное название, например, вид, семейство или класс, а также само название, присвоенное этой единице.

ТАКЫР – дно периодически пересыхающего озера.

ТАЛКУСИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Ti}_2\text{Cu}_3\text{FeS}_4$. В сульфидных месторождениях и щелочных интрузивах.

ТАЛНАХИТ – $\text{Cu}_{18}(\text{Fe},\text{Ni})_{16}\text{S}_{32}$; минерал сульфидных медно-никелевых руд, часто в сростках с халькопиритом, встречается совместно с пентландитом, магнетитом и др.

ТАЛФЕНИСИТ - минерал кубической сингонии, $\text{Ti}_6(\text{Fe},\text{Ni},\text{Cu})_{25}\text{S}_{26}\text{Cl}$. В пентландит-галенит-халькопиритовых рудах.

ТАЛЬВЕГ – дно долины реки, линия, соединяющая самые глубокие части русла реки.

ТАЛЬК – минерал, $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, слоистый силикат, часто продукт гидротермального изменения ультраосновных пород.

ТАНТАЛИТ – минерал, $(\text{Fe},\text{Mn})(\text{Ta},\text{Nb})_2\text{O}_6$. Изоморфен с колумбитом и тапиолитом. Встречается в пегматитах.

ТАПИОЛИТ - минерал: $\text{Fe}(\text{Ta},\text{Nb})_2\text{O}_6$; изоморфен с танталитом. Встречается в пегматитах.

ТАРАМИТ - минерал моноклинной сингонии из группы амфиболов, $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Fe}_2^{3+}(\text{OH})_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$.

ТВЕРДОСТЬ – характеристика материала, отражающая его прочность и пластичность; наиболее часто определяется как сопротивление механическому сдавливанию более прочного тела.

Минерал	Твердость по шкале Мооса	Кг/мм ²
тальк	1	2-3
гипс	2	36-75
кальцит	3	103-148
флюорит	4	170-198
апатит	5	514-555
ортоклаз	6	764-824
кварц	7	1023-1236
топаз	8	1415-1468
корунд	9	2060
алмаз	10	10060

ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ – твердые фазы сплавов, минералов, в которых соотношение концентраций компонентов может изменяться без нарушения однородности (*изоморфизм*). Существуют три основных типа твердых растворов: замещения, внедрения и вычитания: 1) атомы растворенных компонентов замещают атомы растворителя; 2) атомы растворенного компонента располагаются в межуатомных промежутках решетки растворителя; 3) при растворении компонента А в соединении A_mB_n часть узлов решетки, принадлежащих компоненту В, становится вакантной. Добавление мелких атомов или ионов в случайно расположенные интерстиции между атомами в кристаллической структуре может приводить к образованию *интерстиционных дефектов*. См. [диаграммы состояния](#), [гетерофазное изменение твердых растворов](#), [дефекты в кристаллах](#).

ТЕКСТУРА – преимущественная ориентация кристаллов или молекул в кристаллической или аморфной среде. Возникновение текстуры зависит от разных факторов, которые в свою очередь влияют на тип текстуры. Текстуры могут быть

осевыми (*линейными*) с предпочтительной ориентировкой элементов текстуры относительно одного направления (течение воды, расплава и т.п.); *плоскими*, с ориентировкой относительно плоскости (уплотнение осадка и т.п.); полными при наличии и плоскости ориентировки и линейного направления в ней (характерно для кристаллизации и перекристаллизации пород под воздействием направленных давлений – стресса). См. [магнитная анизотропия](#).

ТЕКСТУРА ГОРНЫХ ПОРОД – особенности строения горных пород, обусловленные ориентировкой и относительным расположением и распределением составных частей горной породы. Выделяются первичные текстуры пород (кристаллизация магм, слоистость осадков и т.п.) и вторичные, возникающие при дальнейшем изменении пород (диагенез, метаморфизм и т.п.). В английской и американской литературе термины «текстура» и «структура» употребляются в противоположном смысле по сравнению с российской литературой.

ТЕКСТУРНАЯ АНИЗОТРОПИЯ – См. [анизотропия](#).

ТЕКТИТЫ - небольшие округлые, с изрытой канавками поверхностью, тела силикатного стекла невулканического происхождения. Средний их вес от нескольких граммов до 13 кг. Часто образуют скопления, обнаруженные в ряде сильно удаленных один от другого районов земной поверхности, и не имеют связи с теми геологическими образованиями, в которые они заключены. Для большинства тектитов обычно высокое содержание кремнезема (68–82%) и очень низкое содержание воды (в среднем 0.005%). По составу они близки к глинам. Форма некоторых из них определенно указывает на участие аэродинамической абляции при их полете на сверхзвуковых скоростях. Обычно считают, что тектиты образовались в результате сверхскоростных ударных воздействий метеоритов на осадки.

ТЕКТОНИКА – См. [геотектоника](#), [палеомагнитное картирование](#), [магнитотектоника](#).

ТЕКТОНИКА ПЛИТ – современная геотектоническая (геодинамическая) теория, согласно которой структура и история развития литосферы Земли определяется движением литосферных плит. Литосфера Земли разбита на плиты, контуры современных плит отмечаются сейсмическими поясами; вдоль одних границ (дивергентных, *конструктивных*) плиты расходятся, и там наращивается океанская кора, вдоль других границ (конвергентных, *деструктивных*) плиты сближаются, пододвигаясь одна под другую и поглощаясь в мантии. Движения плит на сфере поддаются количественному расчету с оценкой полюсов вращения и угловой скорости вращения, в результате чего в определение горизонтальных движений впервые введены мера, число. Это оказалось возможным, в первую очередь, благодаря палеомагнитным (магнитотектоническим) данным. Введение числа позволяет в принципе прогнозировать тектонические движения для любого интервала истории развития земной коры, как в прошлом, так и в будущем. Тектоника плит базируется на геолого-геофизических, геохимических данных; она объединила такие геологические концепции как рифтогенез, дрейф континентов, происхождение океанов, развитие складчатых поясов. См. [геодинамика](#), [магнитотектоника](#), [спрединг](#), [гипотеза Вайна и Мэтьюза](#), [субдукция](#) и др.

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ КОНТАКТ – соприкосновение горных пород по поверхности разрывного нарушения. Выделения такого рода контактов при палеомагнитных исследованиях, особенно при магнитостратиграфических, важны как для решения прямой, так и обратной задачи (обнаружение таких контактов по палеомагнитным данным).

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ПОКРОВ - аллохтонный блок горных пород в форме пластины, который перемещался преимущественно по субгоризонтальной поверхности в процессе надвигания.

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ШОВ — зона раздела между контрастными тектоническими элементами коры. Во многих местах это разрыв, который, возможно, протягивается через всю толщу коры. Линия, вдоль которой проходит граница между двумя столкнувшимися континентами.

ТЕКТОНОМАГНЕТИЗМ – изменение намагниченности горных пород земной коры и, соответственно, локальные изменения геомагнитного поля во времени, вызванные изменениями напряжений в земной коре. Отмечается корреляция тектономагнетизма с землетрясениями, соответственно тектономагнитный эффект изучается как один из возможных предвестников землетрясений. См. [пьезомагнетизм](#).

ТЕМНОЦВЕТНЫЙ - порообразующий минерал, имеющий темную окраску. Темноцветными называют афанитовые породы, имеющие темно-серый, темно-зеленый, черный или буровато-черный цвет.

ТЕМНОЦВЕТНЫЕ МИНЕРАЛЫ – См. [цветные минералы](#).

ТЕМПЕРАТУРА ДЕБЛОКИРОВАНИЯ (T_d) – температура разрушения остаточной намагниченности в ходе лабораторного терморазмагничивания, нагрева образца в нулевом магнитном поле. В случае охлаждения магнитного минерала от его точки Кюри в магнитном поле происходит *блокирование* образующейся термоостаточной намагниченности. Температуры блокирования и деблокирования в лабораторном эксперименте совпадают. В природных условиях при медленном остывании интрузива температура блокирования (T_b) естественной термоостаточной намагниченности существенно отличается от температуры деблокирования (T_d) естественной остаточной намагниченности в ходе лабораторного терморазмагничивания образцов. См. [блокирующая температура, законы Телье](#).

***ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЧИСТКА (Т-чистка)** – наиболее распространенный и наиболее эффективный способ разделения компонент J_n по температурам их деблокирования и устойчивости к нагреву. Группа образцов последовательно нагревается до разных температур в немагнитной печи, помещенной в нулевое магнитное поле (экран или кольца Гельмгольца), после каждого нагрева образцы охлаждаются в нулевом поле и измеряются. Этот вид магнитной чистки получил название ступенчатой. В палеомагнитологии применяется и другой тип Т-чистки – непрерывной, когда измерения ведутся непосредственно в процессе нагрева образца на термомагнитометрах с совмещенными нагревательным и измерительным блоками. Термомагнитометры менее чувствительны и, кроме того, при непрерывном терморазмагничивании определение диапазона блокирующих температур для многодоменных и псевдооднодоменных частиц имеет определенные трудности из-за несоблюдения закона аддитивности, поэтому непрерывная Т-чистка чаще используется в качестве рекогносцировочной. На ее основе определяются шаги ступенчатой Т-чистки, выделяются наиболее важные интервалы, требующие сгущения шагов, обычно для надежного выделения основных компонент J_n достаточно примерно 10-15 шагов Т-чистки между комнатной температурой и максимальной точкой Кюри магнитных минералов коллекции. Чтобы не ошибиться (при отсутствии термомагнитометра), лучше увеличить число шагов Т-чистки. Для «чтения» непрерывной записи геомагнитного поля в процессе остывания магматических тел требуется минимально возможный шаг Т-чистки, который допускают печь и терморегулятор, сегодня это интервал 2-3°.

Главный недостаток Т-чистки по сравнению, например, с Н-чисткой: изменение имеющихся и/или образование новых магнитных минералов в процессе нагрева образцов. Для экспресс-контроля параллельно с измерениями остаточной намагниченности после каждого нагрева измеряется восприимчивость, для более строгого контроля – трудоемкие термомагнитные и другие исследования.

ТЕОРИЯ ДИНАМО – См. [геомагнитное динамо](#).

ТЕОРИЯ МИЛАНКОВИЧА - астрономическая теория оледенения, разработанная югославским математиком М. Миланковичем. Согласно ей климатические изменения обусловлены колебаниями солнечной радиации, связанными с вариациями элементов земной орбиты, а именно эксцентриситета, наклона оси и долготы перигелия с периодами, соответственно, порядка 100, 41 и 23 тысячи лет. Это подтверждается новейшими реконструкциями палеотемпературы океанов и последовательности оледенений, основанными на радиометрической датировке возраста. С параметрами Миланковича, которые оказывали наибольшее влияние на изменения климата в

ледниковый период, связаны геологические процессы, приводившие к изменениям палеотемператур, скорости седиментации и динамики покровных оледенений. Путем моделирования установлено, что минимальное наклонение совпадает с наименьшими сезонными контрастами и с максимальным меридиональным энергетическим градиентом. *Миланкович, 1939.*

ТЕОРИЯ ПЕТЕРСОНА - астрономическая теория изменения климата, согласно которой климатические изменения связаны с приливно-отливными циклами, обусловленными систематическими изменениями околосолнечных орбит Земли и Луны.

ТЕОФРАСТИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Линзы в серпентинитах.

***ТЕРМИЧЕСКАЯ ОСТАТОЧНАЯ (ТЕРМООСТАТОЧНАЯ) НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_{rt} , TRM)** – остаточная намагниченность, созданная при остывании магнитного материала от его точки Кюри до некоторой температуры в постоянном магнитном поле. J_{rt} в малых полях прямо пропорциональна величине напряженности постоянного поля ее создания, зависит от начальной и конечной температур, в интервале которых создавалась J_{rt} . Если начальная температура создания не ниже точки Кюри, а конечная равна 0 К, то это полное термонамагничивание, соответственно образуется полная термоостаточная намагниченность. В петромагнитной и палеомагнитной практике (и в природе) обычно создается J_{rt} до температуры, близкой комнатной и ее называют полной. Однозначного универсального диагностического признака J_{rt} пока не существует. Наиболее распространен признак, необходимый, но не достаточный – сходство зависимостей $J_{\text{n}}(T)$ и созданной на том же образце в лаборатории $J_{\text{rt}}(T)$. Признак недостаточен, т. к. с $J_{\text{rt}}(T)$ может быть сходно поведение и кристаллизационной, и химической остаточных намагниченностей. Примеры других признаков: а) сравнение поведения в переменном магнитном поле J_{n} и J_{rt} с J_{rs} , созданной на том же исходном образце и после его нагрева при создании J_{rt} ; б) сравнение $J_{\text{n}}/J_{\text{ri}}$ с $J_{\text{rt}}/J_{\text{ri}}$ (среднее отношение $J_{\text{rt}}/J_{\text{ri}}$, созданных в одном постоянном магнитном поле, равно 2,8, в случае преобладания многодоменных зерен и заметно взаимодействующих однодоменных); резкое занижение по сравнению с ожидаемым отношения $J_{\text{n}}/J_{\text{ri}}$ стабильной компоненты после Т-чистки – $J_{\text{nt}}/J_{\text{rit}}$ в случае изверженных или обожженных пород может означать, что J_{n} или J_{nt} не является полной термической; в) безнагревный тест природы J_{n} как возможной J_{rt} – по коэрцитивным спектрам (N_{T} -тест *Шолпо-Лузяниной*): $N_{\text{T}} \geq 0,25$ означает, что исследуемая остаточная намагниченность является J_{rt} .

В случае однодоменных зерен J_{rt} имеет термоактивационную природу, из чего вытекает справедливость законов Телье о независимости и аддитивности парциальных термонамагниченностей. Для многодоменных зерен закон независимости нарушается, так как намагничивание идет путем смещения границ доменов. Взаимодействие зерен начинает сказываться с содержания магнитных минералов выше 1%. На соблюдении закона аддитивности парциальных термонамагниченностей в случае однодоменных зерен и его нарушении в случае многодоменных зерен построен **термомагнитный тест Большакова-Щербаковой** доменной структуры магнитных зерен в образце.

[См. остаточная намагниченность, диаграмма Араи-Нагаты](#) и др.

ТЕРМОВЯЗКАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – образуется при действии постоянного магнитного поля с течением времени и одновременном увеличении температуры.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ – состояние системы, в которой ее макроскопические параметры не меняются со временем. В таком состоянии системы отсутствуют процессы, сопровождающиеся рассеянием энергии, например, потоки тепла или химические реакции. С микроскопической точки зрения термодинамическое равновесие представляет собой состояние динамического или подвижного равновесия, так что равновесные значения термодинамических параметров – это статистические средние величины (флуктуации малы по сравнению со средними). Термодинамическое равновесие обладает свойством устойчивости, т.е. система, помещенная в неизменные внешние условия, самопроизвольно не может выйти из состояния равновесия.

Отсутствие движений в равновесной системе говорит о постоянстве (равенстве) во всех ее частях давления и температуры.

ТЕРМОДИФФУЗИЯ – диффузия, обусловленная градиентом температуры в среде. Термодиффузия нарушает однородность системы: концентрация компонентов в областях с повышенной и пониженной температурами становится различной.

***ТЕРМОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ** – исследования магнитных свойств вещества в зависимости от термического воздействия. Наиболее распространены, помимо термомагнитного анализа, следующие варианты термомагнитных исследований: 1) изучение поведения намагниченности насыщения, коэрцитивной силы, остаточной коэрцитивной силы, восприимчивости и др. после последовательных ступенчатых нагревов и охлаждений до 20°C, т.е. характера изменений магнитных минералов в результате нагревов; 2) термообработка образцов при температурах, близких солидусу пород (около 1000°C), в нейтральной среде или вакууме с целью регомогенизации первичных магнитных минералов, последующий термомагнитный анализ и измерение других магнитных свойств для получения их магнитных характеристик. Согласно диаграммам состояния твердых растворов в области их стабильного однофазного существования распавшиеся твердые растворы должны гомогенизироваться (например, титаномагнетит выше 550°C). При гетерофазном окислении температура распада не зависит от диаграммы состояния твердого раствора, а определяется лишь неравновесной летучестью кислорода при данной температуре. Соответственно гомогенизация таких распавшихся твердых растворов будет происходить при температуре не ниже температуры гетерофазного окисления. Это позволяет восстанавливать состав первичного твердого раствора путем его гомогенизации, а также оценивать температуру распада. Если твердые растворы – магнитные минералы, то после их регомогенизации по данным термомагнитного анализа и изучения коэрцитивных спектров можно оценить степень гомогенности магнитных минералов в породе, а по точке Кюри определить состав. Для контроля необходимо оценить состав зерен и другим независимым методом. Гомогенизация как способ восстановления состава первичного твердого раствора может не быть эффективной из-за, во-первых, изменений пород, сопровождающихся привнесением материала зерна, во-вторых, изменений магнитных минералов в процессе лабораторной термообработки, в-третьих, несоответствия режима гомогенизации режиму кристаллизации первичного твердого раствора. Нужен оптимальный режим лабораторной обработки – достаточно высокая температура (но не плавление!), чтобы термообработка была короткой, тогда несоответствие режимов доводится до минимума.

Совокупность термомагнитных исследований в сочетании с электронной микроскопией, микрозондированием и другими методами исследований вещества позволяет надежно диагностировать магнитные минералы, восстанавливать состав и другие особенности первичных магнитных минералов, оценивать условия их образования.

На базе термомагнитных исследований создана серия магнитных геотермометров, т.е. способов оценки температуры кристаллизации, перекристаллизации магнитных минералов или температуры приобретения ими остаточной намагниченности. Все они в основном используются как предельные: оценивается температура образования выше или ниже точки Кюри присутствующих в породе магнитных минералов.

***ТЕРМОМАГНИТНЫЙ АНАЛИЗ** – исследование температурной зависимости намагниченности, остаточной намагниченности, восприимчивости, определение точек Кюри, температур фазовых переходов и других изменений магнитных минералов в ходе нагрева. Данные термомагнитного анализа важны для диагностики минералов непосредственно в породе. Для наиболее распространенных в природе магнитных минералов – титаномагнетитов, пирротина характерны **Q** и **P** типы зависимости $J_s(T)$ Нееля. Парамагнетики имеют гиперболическую (**H**) форму $J_s(T)$. Главные достоинства ТМА по сравнению с другими методами исследования вещества: а) получение информации о минералах, содержащихся в горной породе без их извлечения, б) очень

высокая чувствительность (достаточно присутствия в породе менее 0,0001% магнитных минералов), в) простота приготовления образцов (берется кусочек произвольной формы массой 0,1 г и меньше), г) быстрота анализа (примерно 10-20 минут на один анализ). ТМА широко применяется в палеомагнитных и петромагнитных исследованиях различных геологических объектов.

ТЕРМОМАГНИТНЫЙ ТЕСТ БОЛЬШАКОВА-ЩЕРБАКОВОЙ – тест доменной структуры магнитных зерен в образце. Тест построен на соблюдении закона аддитивности парциальных термонамагниченностей в случае однодоменных зерен и его нарушении в случае многодоменных зерен. При охлаждении образца от температуры выше точки Кюри до некоторой температуры T_a без магнитного поля, а ниже T_a в постоянном поле, создается парциальная термоостаточная намагниченность J_{prt} . В случае однодоменных зерен такой образец при нагреве в нулевом магнитном поле размагнитится при температуре T_a , в случае псевдооднодоменных зерен температура размагничивания выше T_a , в случае многодоменных зерен $J(T)$ не зависит от T_a и заканчивается в точке Кюри образца. Тест имеет два недостатка: 1) при нагреве возможны минералогические изменения материала, 2) анализируется не весь спектр магнитных зерен образца, а лишь те, на которых создается J_{prt} .

ТЕРМОНАМАГНИЧИВАНИЕ – намагничивание магнитного материала за счет уменьшения температуры от его точки Кюри до некоторой температуры при действии постоянного магнитного поля. См. [термическая остаточная намагниченность](#).

ТЕРНОВСКИТ - минерал моноклинной сингонии из группы амфиболов, $Na_2(Mg,Fe)_3^{2+}Fe_2^{3+}(OH)_2[Si_8O_{22}]$. По химическому составу близок к рибекиту.

ТЕРРАСА – (в геологии) выровненная действием воды площадка на склоне в сочетании с поднятием участка, климатическими колебаниями и эвстатическими перемещениями уровня бассейна (реки, озера, моря). Длинная, узкая, почти горизонтальная или слегка наклоненная полоса или площадка, сложенная почвой или коренными породами и окаймленная более крутыми склонами сверху и снизу. Образуется в результате избирательной эрозии пород, обладающих разной степенью устойчивости, или при изменении базиса эрозии.

ТЕРРЕЙН - ограниченный разрывами блок горных пород регионального масштаба, характеризующийся историей геологического развития отличной от таковой сопредельных регионов или прилежащих континентов. Обычно считается отдельным **аллохтонным** фрагментом океанского или континентального материала, присоединенным к активной континентальной окраине кратона в результате **аккреции**.

ТЕСТ ГАЛЕК ГРЭХЕМА – способ оценки палеомагнитной стабильности по степени хаотичности распределений векторов естественной остаточной намагниченности и ее компонент в обломках (гальках) из конгломератов, брекчий, туфов и т.п. пород. Для применения теста галек Грэхема выбираются обломки (гальки) пород, переотложенные в конгломератах и других обломочных породах, аналогичных изучаемому объекту, по 20-30 галек для каждого типа породы. Чем ближе по времени и месту переотложения конгломераты и находящиеся в них обломки (гальки), тем надежнее тест галек. В случае внутриформационных галечников или брекчий тест галек может стать прямым методом обоснования первичной остаточной намагниченности. При наличии в J_n нехаотической (вторичной) компоненты можно выяснить вид и режим чистки для выделения такой компоненты. По среднему направлению нехаотичной компоненты J_n можно судить о времени переманичивания галек. Таких нехаотичных компонент J_n в ходе чистки может быть выделено несколько, при этом они могут по-разному проявляться в разных группах пород и по отношению к складчатости, и характеризовать процессы, приведшие к изменениям пород, образующих конгломераты, и их время. Применяя тест галек Грэхема к разным типам пород, можно выбрать наиболее надежные из них для решения поставленной задачи и рациональный комплекс их чистки.

С помощью теста галек Грэхема можно решать и ряд обратных задач, например, определять температурные условия отложения туфобрекчий (температура перехода от

упорядоченных направлений J_n обломков к хаотичному в ходе Т-чистки, прогрев ксенолитов в лавах и др.).

Обычно, согласно статистике Фишера, распределение принимается хаотичным, если $K < 3$. Строже и достовернее степень концентрации при малых K устанавливается с помощью параметрического критерия равномерности Релея. С.В. Шипунов [1993] предложил более строгую процедуру выполнения теста галек, основанную на принятии или отклонении ряда гипотез (идентичность состава галек изучаемым породам, выполнение критерия равномерности Релея на сфере для палеомагнитных направлений и для осей галек, изометричность галек и т.д.).

***ТЕСТ ДЛИННЫХ ЧАСТИЦ ПЕЧЕРСКОГО** – тест оценки палеомагнитной стабильности, природы естественной остаточной намагниченности и непосредственное измерение палеомагнитного склонения по моде ориентировки длинных осей удлинённых обломочных зерен магнитных минералов в плоскости слоя терригенной осадочной породы. Для этого теста изготавливаются ориентированные прозрачно-полированные шлифы, параллельные плоскости слоя осадка. В отраженном свете диагностируются зерна, в проходящем свете измеряется ориентировка удлинённых зерен. Для надежного определения моды необходимо измерить ориентировку длинных осей нескольких сотен зерен в одном срезе. Экспериментально показано, что ориентируются во внешнем магнитном поле, близком к земному, зерна магнетита размером менее 40 мкм, удлинение которых не менее 1,5. Для исключения направленных ориентировок удлинённых зерен, не связанных с действием геомагнитного поля, следует измерять в том же шлифе ориентировку крупных зерен заведомо немагнитных минералов, моды которых не могут быть связаны с действием геомагнитного поля, выравнивание длинных осей таких зерен связано с течениями, деформациями и т.п.

ТЕСТ НЕСОГЛАСИЯ – анализ поведения магнитозон прямой и обратной полярностей по латерали в разрезах с установленными стратиграфическими несогласиями: резкий "обрыв" магнитозон у поверхности несогласия, свидетельствует о том, что возраст компоненты J_n древнее несогласия и, наоборот, продолжение магнитозон "сквозь" несогласие свидетельствует о вторичной природе остаточной намагниченности.

***ТЕСТ N_T ШОЛПО-ЛУЗЯНИНОЙ** – тест оценки термической природы остаточной намагниченности по коэрцитивным спектрам намагничивания из естественного (ЕС) и нулевого (НС) состояния образца. $N_T = H_x/H_0$, где H_x – расстояние между прямолинейными участками коэрцитивных спектров или касательных к ним из ЕС и НС; H_0 – максимальное постоянное поле прямолинейного участка НС (*область Рэлея*). Эмпирически установлен признак полной термоостаточной намагниченности: $N_T \geq 0,25$. Подбором коэрцитивных спектров остаточной намагниченности, созданной при известной температуре, до совпадения со спектром ЕС можно примерно оценить температуру намагничивания материала. Тест N_T не имеет обратной силы, т.е. если $N_T < 0,2$, это не значит, что J_n не термического происхождения. Такое возможно в случае J_{rt} ансамбля невзаимодействующих или слабо взаимодействующих однодоменных зерен. Практика показывает, что естественные магнитные состояния горных пород часто оказываются более сложными, чем "простое" теоретическое состояние, соответственно коэрцитивные спектры ЕС и НС нередко имеют "неправильную" форму. Причины различны, прежде всего, это искажение первичного термогенетического состояния со временем, ведущее к большей стабилизации магнитного состояния. В результате ЕС искажается и приближается к наиболее стабильному состоянию – НС, что ведет к уменьшению величины N_T . Другие причины искажения: например, наложенные давления, деформации, окисление зерен, ведущие к росту напряженного их состояния. Показано, что давление на абсолютное нулевое состояние оказывает обратное температуре действие, уменьшая степень его метастабильности, начиная с мягкой части коэрцитивного спектра. Следовательно, в ряде случаев возможно небольшими нагревами (заведомо ниже точки Кюри материала) восстановить исходное термогенетическое состояние, если оно искажено давлением

или иной причиной роста напряжений, в частности, маггемитизацией титаномагнетита и магнетита: у образцов долеритов, диабазов, содержащих маггемитизированный магнетит, продукт высокотемпературного гетерофазного окисления первичного титаномагнетита, в исходном состоянии $N_T < 0,1$, после нагрева до 200-400°C $N_T > 0,25$; у образцов, содержащих заведомо вторичный низкотемпературный магнетит $N_T < 0,22$ и в исходном состоянии, и после нагрева до 400-500°C. Наиболее громоздкое, но и наиболее полное представление магнитного состояния материала – на диаграмме Прейзаха-Нееля.

***ТЕСТ ОБЖИГА ГРЭХЕМА** – способ оценки палеомагнитной надежности, заключающийся в совпадении направлений J_n или стабильной ее компоненты магматической породы и обожженной ею в экзоконтакте вмещающей породы и отличие от направления J_n или стабильной компоненты вмещающей породы вдали от зоны обжига. Такая ситуация однозначно свидетельствует о том, что палеомагнитное направление обожженной и обжигающей пород относится ко времени обжига и для магматической породы является первичным. Обожженные породы из экзоконтактов лав и других близповерхностных магматических тел – наилучший объект для определения направлений первичной остаточной намагниченности и оценки величины палеонапряженности, особенно нагревными методами (методом Телье и т.п.). Обожженные осадочные породы по сравнению с необожженными аналогами обладают повышенной естественной остаточной намагниченностью и магнитной восприимчивостью, измерения последней непосредственно в обнажениях позволяют оценить относительную степень обжига и мощность зоны обжига. В случае обжига магнетитсодержащих пород в высокоокислительных условиях их намагниченность может падать в связи с переходом магнетита в гематит.

ТЕСТ (МЕТОД) ОБРАЩЕНИЯ ИРВИНГА-КРИЕРА – способ выделения и оценки направления древней компоненты J_n по прямо и обратно намагниченным разновозрастным породам одного объекта. Первичная остаточная намагниченность таких пород должна отличаться на 180°. Если принять, что вторичные компоненты в равной мере участвуют в J_n прямой и обратной полярности, то поворот на 180° одной из намагниченностей по отношению к другой, т.е. смена знака наклона на обратный и прибавление к склонению 180°, сложение после этого их нормированных векторов, приведет к уничтожению вторичной компоненты, а направление суммарного вектора и есть направление древней компоненты J_n , возможно близкой к первичной. Предпринята попытка количественной оценки этого теста, что использовано в Мировой базе палеомагнитных данных [McElhinny, Lock, 1990].

ТЕСТ ПЕРЕОСАЖДЕНИЯ ХРАМОВА – способ проверки природы J_n терригенных осадков или осадочных пород, пригодных для переосаждения; способ оценки величины палеонапряженности геомагнитного поля. Тест приблизительный, так как переосаждение в лаборатории является довольно грубой моделью образования осадка в естественных условиях.

ТЕСТ ПЛОСКОСТЕЙ (КРУГОВ) ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ ХРАМОВА – способ оценки палеомагнитной стабильности и определения направления древней доскладчатой компоненты J_n . Для применения теста необходимо знать направления возможного перемагничивания и J_n образцов из синхронных отложений с разными элементами залегания. Строятся плоскости перемагничивания (их следы на поверхности сферы – круги перемагничивания), в которых расположены векторы полной J_n и вторичной послескладчатой компоненты. Такие плоскости (круги на сфере) для толщ с разным залеганием пересекутся в точке положения доскладчатой компоненты. Ныне применяется более эффективная модификация этого теста – метод пересечения кругов перемагничивания в ходе чистки [Halls, 1976; 1978]. Последний, в принципе, аналогичен первому, но не требует знания направления поля возможного перемагничивания, круги проводятся по результатам ступенчатой чистки единичных образцов, а не только по средним направлениям, что резко увеличивает статистическую надежность результата.

ТЕСТ СКЛАДКИ ГРЭХЕМА – способ оценки палеомагнитной стабильности и оценки времени приобретения J_n или ее компонент, выделенных чистками, относительно времени смятия изучаемых пород в складки. В случае доскладчатого образования J_n векторы последней в разных частях складки располагаются одинаково относительно слоистости; в случае, если J_n образовалась после складчатости, векторы ее располагаются параллельно друг другу независимо от элементов залегания пород в разных частях складки. Промежуточные варианты (синскладчатая намагниченность) имеют промежуточную картину. Качественно соотношение до- и послескладчатой компонент J_n видно по соотношению кучностей векторов в современных координатах K_c (т.е. без введения поправки за залегание) и в древних координатах K_a (после "выпрямления" складки до горизонтального залегания слоев). Если залегание пород различно, то соотношение $K_a > K_c$ свидетельствует о возможном заметном вкладе в J_n доскладчатой компоненты, а $K_a < K_c$ – о преобладании послескладчатой компоненты. В последнее время тест складки усовершенствован, главное – в него введена количественная мера [McFadden, 1990]. Так, например, предложено в процессе "выравнивания" складки определять максимальную кучность и таким образом идентифицировать компоненты, приобретенные в процессе складчатости [McLelland-Brown, 1983]. М.Л. Баженов и С.В. Шупунов [1988, 1993] используют в комплексе корреляционный метод (поиск корреляционных связей между палеомагнитными направлениями и нормальями к пластам в процессе выравнивания), отношение кучностей и равенство средних. По мнению авторов, наибольшей чувствительностью к обнаружению второй компоненты обладает корреляционный тест.

Учитывая высокую эффективность теста складки, при любых палеомагнитных исследованиях следует подбирать объекты с разными элементами залегания. Ценность теста складки резко возрастает, если известен возраст дислокаций. Возможно решение обратной задачи – оценка возраста складчатости – если удастся надежно выделить до-, син- и послескладчатую компоненты J_n .

ТЕСТ СМЕЩЕНИЯ – См. [метод смещения Храмова](#).

ТЕСТ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЙ – анализ корреляционных связей между ориентацией структурно-геологических характеристик магматических тел (элементы залегания плоскости контактов даек, силлов) с одной стороны, и палеомагнитными направлениями, с другой, в современной и древней системах координат.

ТЕСТ (МЕТОД) ХОФФМАНА-ДЕЯ – метод выделения компонент J_n , имеющих заметно перекрывающиеся коэрцитивные спектры или спектры блокирующих температур и др. Метод основан на анализе поведения на сфере разностных векторов, полученных в результате ступенчатых магнитных чисток [Hoffman, Day, 1978].

ТЕТИС – древний океан, существовавший в палеозое, мезозое и раннем кайнозое между Евразией и Африкой. Альпийско-Гималайский складчатый пояс образовался в результате закрытия Тетиса при сближении Африканской и Индийской плит с Евразией.

ТЕТРАГОНАЛЬНАЯ СИНГОНИЯ – кристаллы с одной четверной осью симметрии. Две другие оси координат перпендикулярны четверной оси и образуют между собой угол 90° .

ТЕТРАТЭНИТ – сплав железа и никеля с упорядоченной гранецентрированной решеткой, устойчиво существует при содержании в сплаве ~50-80%Ni. Ферромагнетик, точка Кюри $520-600^\circ\text{C}$. С повышением температуры выше 500°C переходит в тэнит – сплав с неупорядоченной гранецентрированной кубической решеткой. Встречается в метеоритах. См. [железный метеорит](#).

ТЕТРАФЕРРОПЛАТИНА – минерал тетрагональной сингонии, (Pt,Fe).

ТЕТРАЭДРИТ – минерал кубической сингонии, $(\text{Cu,Fe})_{12}\text{S}(\text{SbS}_3)_4$. Обычно встречается в виде характерных кристаллов тетраэдрической формы; ассоциирует с медными рудами.

ТЕФРА – вулканокластический материал, продукты вулканического извержения. См. [кластогенный](#).

ТИЛЛИТ – древняя морена, литифицированная, метаморфизованная.

ТИНТИКИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}_4^{3+}(\text{OH})_3(\text{PO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Плотные землистые массы.

ТИОШПИНЕЛИ - группа минералов со структурой шпинели; формула: $\text{B}_2[\text{AS}_4]$.

***ТИТАНОМАГГЕМИТ** – минерал, $\text{Fe}_{3-x}\text{Ti}_x\text{O}_{4+y}$, катион-дефицитный титаномagnetит, продукт однофазного окисления титаномagnetита. Ферримagnetик. Главные особенности: 1) Намагниченность насыщения J_s меньше, а точка Кюри T_c и магнитная жесткость (например, H_{cr}) больше, чем у исходного титаномagnetита, причем J_s с ростом степени однофазного окисления Z падает, а T_c и H_{cr} растут. Это четкий признак присутствия в коллекции пород, содержащих титаномagnetит. 2) При нагревах титаномagnetит распадается с выделением magnetита, в результате получается необратимая кривая термомagnetного анализа, J_s и T_c при этом растут. Такой эффект заметен при $Z > 0,4$. Титаномagnetиты с $Z < 0,4$ по этому признаку не отличаются от титаномagnetитов. 3) Титаномagnetиты с $Z < 0,4$ при термообработке в вакууме или нейтральной среде (температура примерно 1000°C) восстанавливаются, образуется титаномagnetит, близкий по составу и свойствам первичному, что выражается в уменьшении точки Кюри и ее соответствии среднему составу зерен по данным микронзондирования. Титаномagnetиты с $Z > 0,4$ при указанной термообработке не восстанавливаются до состава исходного титаномagnetита. Это объясняется тем, что большое однофазное окисление титаномagnetита сопровождается выносом части железа за пределы зерна, т.е. нарушением исходного состава и состояния титаномagnetита. См. [однофазное окисление твердых растворов](#), [титаномagnetиты](#), [магнитное упорядочение](#).

***ТИТАНОМАГНЕТИТ** – минерал, $\text{Fe}_{3-x}\text{Ti}_x\text{O}_4$; непрерывная серия твердых растворов со структурой обращенной шпинели от magnetита ($x=0$) до ульвошпинели ($x=1$). Титаномagnetиты – наиболее распространенные в природе магнитные минералы, особенно magnetит. Обычны примеси Mg, Al, реже Cr, Mn. Ферримagnetики. От $x=1$ до $x=0$ плавно меняются точка Кюри от -155 до 580°C , удельная намагниченность насыщения от 4 до $92 \text{ Ам}^2/\text{кг}$ и параметр кристаллической решетки от 0,853 до 0,8396 нм, магнитная стабильность монотонно падает. Последняя зависимость существенно затухает более сильной зависимостью от структурного состояния и размера зерен, напряжений и дефектов в них. Состав титаномagnetитов чрезвычайно чувствителен к условиям образования, особенно $T\text{-fO}_2$, является индикатором глубины магмового очага (последнего равновесного состояния магмы). Титаномagnetиты неустойчивы в условиях земной поверхности и легко окисляются и однофазно, и гетерофазно. Продукты гетерофазных изменений титаномagnetита и их магнитные свойства – важные показатели условий этих изменений. Сказанное в сочетании с широкой распространенностью титаномagnetитов определяет большое внимание, которое уделяется этим минералам и продуктам их изменений в петромагнитных и палеомагнитных исследованиях.

См. [магнитное упорядочение](#), [магмовый очаг](#), [однофазное окисление](#), [гетерофазное изменение твердых растворов](#).

ТИТАНОХРОМИТ - лунный минерал, представляющий собой твердый раствор шпинелевых компонентов: $\text{Cr}_2[\text{FeO}_4]$, $\text{Fe}_2[\text{TiO}_4]$, $\text{Al}_2[\text{FeO}_4]$ и MgO .

ТОЛЕИТ – тип базальта, насыщенный SiO_2 , обедненный калием. Обычно состоит из основного плагиоклаза, пироксенов, оливина. Широко распространен среди пород дна океана.

ТОНАЛИТ – плагиогранит, обогащенный цветными минералами (роговая обманка, биотит).

ТОНКАЯ СТРУКТУРА ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – изменения элементов геомагнитного поля во времени с характерными временами $10^2\text{-}10^5$ лет, такие как вековые и палеовековые вариации, геомагнитные экскурсы и другие палеомагнитные аномалии, изучаемые по палеомагнитным данным. См. [вариации геомагнитного поля](#), [палеовековые вариации геомагнитного поля и др.](#)

***ТОРОИДАЛЬНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ** – магнитное поле, которое в сферической системе координат имеет лишь азимутальную компоненту, а радиальная и меридиональная компоненты равны нулю. Механизм геодинамо приводит, наряду с наблюдаемым дипольным полем, к генерации тороидального магнитного поля, расположенного глубоко под поверхностью Земли и не проникающего на ее поверхность. Тороидальное магнитное поле образуется и в результате работы динамо на других небесных телах, в частности, на Солнце, где оно видно в форме трубок тороидального поля, всплывающих на поверхность Солнца и образующих солнечные пятна. *Зельдович и др., 2006*

ТОЧИЛИНИТ - минерал триклинной сингонии, $6\text{Fe}_{0.9}\text{S} \cdot 5(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{OH})_2$. В ультраосновных, телах, алмазных трубках и хондритовых метеоритах.

ТОЧКА ВЕРВЕЯ – температура фазового перехода магнетита – кубическая решетка переходит в орторомбическую при температуре -150°C .

ТОЧКА КЮРИ (T_c) – температура перехода магнитного материала в парамагнитное состояние. Повышение температуры приводит к разупорядочению ориентации магнитных моментов в магнитном материале вследствие увеличения энергии теплового движения, что ведет к спаду самопроизвольной намагниченности вплоть до нуля в точке Кюри. Точка Кюри – фундаментальная характеристика магнитного материала, зависящая от его состава и строения кристаллической решетки. В сериях твердых растворов либо в магнитных минералах, содержащих примеси, не меняющие их кристаллическую структуру, точка Кюри является однозначной функцией состава магнитного минерала. Диапазоны изменений точек Кюри основных групп природных магнитных минералов (титаномагнетитов и других феррошпинелей, гематитов, пирротина) перекрываются, поэтому для однозначной диагностики магнитного минерала недостаточно знания точки Кюри. См. [магнитное упорядочение](#).

ТОЧКА МОРИНА (T_m) – температура фазового перехода крупнокристаллического гематита близ -23°C , выше T_m магнитный момент лежит в главной плоскости кристалла, ниже T_m – направлен вдоль его тройной оси. С уменьшением размера зерна или добавлением примеси Ni, Al, Mg, Mn, Fe^{2+} T_m смещается в более низкие температуры. См. [гематит](#), [гётит](#).

ТОЧКА НЕЕЛЯ (T_N) – температура, выше которой антиферромагнетик превращается в парамагнетик – антиферромагнитная точка Кюри. См. [магнитное упорядочение](#).

ТОЧНОСТЬ (степень приближения к истинной величине) - Степень соответствия стандарту или точность, достигнутая при измерении. Точность характеризует качество результата в отличие от точности представления или воспроизведения, которая характеризует качество аналитической процедуры, при которой был получен данный результат.

ТРАЕКТОРИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПАЛЕОМАГНИТНОГО ПОЛЮСА – кажущееся перемещение палеомагнитного полюса Земли во времени, объясняющееся дрейфом континентов и других блоков литосферы, для которых определяется положение палеомагнитного полюса в разные интервалы времени. Траектория кажущегося движения полюса служит для количественной оценки горизонтальных перемещений плит, их частей, в конечном счете, для палеотектонических реконструкций – определения величины и времени относительных и абсолютных перемещений тектонических блоков. Траектория кажущегося движения полюса может служить для оценки возраста пород, оценка тем точнее, чем детальнее и качественнее определена эта траектория для конкретного блока и чем она сложнее.

См. [магнитотектоника](#), [блуждание палеомагнитных полюсов](#), [истинное движение полюса](#).

ТРАНКВИЛЛИТИТ - лунный минерал гексагональной сингонии, $\text{Fe}_8(\text{Zr}, \text{Y})_2\text{Ti}_3\text{Si}_3\text{O}_{24}$.

ТРАНСГРЕССИИ – процесс наступления моря на сушу. Сопровождается размывом, перерывом, угловым несогласием в отложениях. В разрезе снизу вверх мелководные отложения сменяются глубоководными.

ТРАНСФОРМНЫЕ ГРАНИЦЫ ПЛИТ – См. [границы скольжения](#).

ТРАНСФОРМНЫЕ РАЗЛОМЫ – разломы, ограничивающие плиты по границам скольжения.

ТРАПП – общее название толщ основных магматических пород (базальты, долериты, диабазы), образованных в результате мощного внутриплитного вулканического и интрузивного толеитового магматизма (Сибирские, Деканские траппы и др.). Ныне траппы связывают с плюмовой деятельностью.

ТРАСКИТ - минерал гексагональной сингонии, $\text{Ba}_{12}\text{Fe}_2(\text{TiO}_2)_6[\text{Si}_{12}\text{O}_{26}]\text{Cl}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. В кварцитах вместе с другими силикатами бария.

ТРАХИТ – группа мелкокристаллических, обычно порфировых, вулканических пород, содержащих щелочной полевой шпат и в подчиненных количествах биотит, роговую обманку или пироксен (в качестве породообразующих минералов), а также небольшое количество кислого плагиоклаза; вулканический аналог *сиенита*.

ТРЕВОРИТ – минерал группы шпинели, NiFe_2O_4 . Удельный вес 5,26 г/см³; плотность упаковки 0,157; параметр решетки $a_0=0,843$ нм. Ферримagnetик. См. [феррошпинели](#).

ТРЕМОЛИТ – минерал, $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[(\text{OH},\text{F})\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$; разновидность амфибола, крайний член серии твердых растворов тремолит-ферроактинолит. См. [актинолит](#).

ТРИГОНАЛЬНАЯ (РОМБОЭДРИЧЕСКАЯ) СИНГОНΙΑ – характеризуется равенством ребер элементарной ячейки по трем осям, образующих между собой равные, но не прямые углы (ось симметрии третьего порядка).

ТРИКЛИННАЯ СИНГОНΙΑ - характеризуется единственной осью симметрии первого порядка и неравными неперпендикулярными осями кристалла.

ТРИФИЛИН – минерал ромбической сингонии, $\text{LiFe}^{2+}\text{PO}_4$. Вторичный минерал в пегматитах, псевдоморфозы по первичным минералам.

ТРИПЛИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Mn},\text{Fe},\text{Mg},\text{Ca})_2(\text{F},\text{OH})(\text{PO}_4)$. В богатых фосфатами пегматитовых жилах.

ТРИПУГИИТ - минерал тетрагональной сингонии, FeSb_2O_6 . В зоне окисления свинцово-цинковых месторождений, образуется по антимониту (Sb_2S_3).

ТРОИЛИТ – FeS , крайний член серии сульфидов железа. Гексагональный: $a=0,596$ нм; $c=1,175$ нм. Термически устойчив ниже 138°C. Антиферромагнетик, точка Нееля 315°C. Встречается в метеоритах, на Земле редок: образует включения в самородном железе, в пирротине из перидотитов и габбро, в медно-никелевых рудах.

ТРОКТОЛИТ – полнокристаллическая основная порода, обычно состоящая из основного плагиоклаза и оливина. Лейкократовая разновидность – форелленштейн.

ТРИЮСТЕДТИТ - минерал кубической сингонии, Ni_3Se . В альбититовых дайках среди диабазов и кристаллических сланцев.

ТУЛАМЕНИТ (КУПРОПЛАТИНА) - минерал тетрагональной сингонии, Pt_2FeCu .

ТУНГУСИТ - минерал $\text{Ca}_4\text{Fe}_2^{2+}(\text{OH})_6[\text{Si}_6\text{O}_{15}]$. В пустотах лав с цеолитами.

ТУПЕРССУАЦИАИТ - минерал моноклинной сингонии группы палыгорскита, $\text{NaFe}_3^{3+}(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Глинистый минерал.

ТУРБИДИТЫ – отложения суспензионных, мутьевых потоков (течений). Состоят главным образом из чередующихся прослоев песков, алевроитов, глин. Широко распространены на склонах дна океана. Обычно отлагаются на глубинах более 2 км.

ТУРГИТ - волокнистая минеральная смесь, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Эквивалентен гематиту, в состав которого входит адсорбированная вода, или железнякам, промежуточным по составу между гематитом и гетитом (с преобладанием гематита). Встречается в качестве железистого цемента в песчаниках.

ТУРМАЛИН - группа минералов с общей формулой: $(\text{Na},\text{Ca})(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+},\text{Al},\text{Li})_3\text{Al}_6(\text{OH})_4(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$.

ТУФ – горная порода вулканического происхождения, состоит из продуктов вулканических извержений, впоследствии уплотненных и сцементированных. Могут отлагаться в «горячем» виде и «холодном» (переотложенный материал извержений).

ТУФФИТ – осадочно-вулканогенная порода, содержащая менее 50% осадочного материала и более 50% продуктов вулканизма.

ТУЧЕКИТ - минерал тетрагональной сингонии, $\text{Ni}_9\text{Sb}_2\text{S}_8$. Гидротермальный.

ТУХУАЛИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{K},\text{Na})\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_6\text{O}_{15}]$. В комендите.

ТЫЛОВАЯ ЗОНА - часть островодужной системы, находящаяся в тылу вулканической островной дуги (на противоположной стороне относительно глубоководного желоба и погружающейся океанской плиты). Характерны обстановки тектонического растяжения, особенно в случаях, когда континентальная плита удаляется от зоны субдукции.

ТЫЛОВОЙ ЗАЛИВ - небольшой мелководный залив, в который направлен сток прибрежных речных потоков; связан с морем проходом между барьерными островами.

ТЭНИТ – самородный сплав железа и никеля, состоящий из неупорядоченной гранецентрированной кубической γ -фазы никелистого железа и содержащий от 27 до 65% никеля. Ферромагнетик. Точка Кюри варьирует от отрицательных значений ($<30\%\text{Ni}$) до 620°C ($70\%\text{Ni}$). Встречается в железных метеоритах в виде тонких пластинок или полосок, окаймляющих полосы камасита. Образует основную массу железных метеоритов, присутствует в каменных метеоритах. См. [аустенит](#), [никель](#), [железо](#), [железный метеорит](#).

[назад](#)

УГЛИСТЫЙ ЖЕЛЕЗНЯК - темная разновидность *глинистого железняка*, содержащая значительное количество углистого вещества (10–20%).

УГЛОВОЕ НЕСОГЛАСИЕ - несогласие между двумя группами пород в случае, если плоскости слоистости их непараллельны или если залегающие ниже более древние породы падают под другим, обычно более крутым углом, чем более молодые вышележащие слои.

УГОЛ ДОВЕРИЯ (α_p) – в статистике Фишера половина центрального угла кругового конуса, описанного вокруг среднего положения вектора. Внутри этого конуса лежит истинное направление вектора с вероятностью 1-р. Обычно в палеомагнитологии вычисляется угол доверия для вероятности 1-р=0,95.

$\alpha_{95} \approx 140 / (NK)^{-1/2}$, где **N** – число определений вектора, **K** – кучность векторов.

УДАРНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ - метаморфизм горных пород или минералов, вызванный прохождением ударной волны при воздействии космического тела на поверхность планеты. При этом происходит плавление и испарение пород мишени. См. [ИМПАКТИТ](#).

УДЕЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ - магнитная восприимчивость, деленная на плотность; отношение удельной индуктивной намагниченности к напряженности магнитного поля,

УДЕЛЬНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – магнитный момент единицы веса вещества. Равна намагниченности, деленной на плотность вещества. Величина удельной намагниченности используется при петромагнитных исследованиях, т.к. при работе с маленькими образцами, порошками надежнее определять их вес, а не объем.

УЛЬВИТ – синоним ульвошпинели.

УЛЬВОШПИНЕЛЬ – минерал, Fe_2TiO_4 ; группа шпинели, крайний член серии твердых растворов титаномагнетитов. Из-за неустойчивости в поверхностных условиях, в природе очень редка, известна в лунных базальтах. Ферромагнетик с $T_c = -155^\circ\text{C}$, выше этой температуры и при комнатной температуре ульвошпинель – парамагнетик. См. [титаномагнетиты](#), [феррошпинели](#).

УЛЬМАННИТ - минерал кубической сингонии, NiSbS . В карбонатных и баритовых жилах.

УЛЬТРАОСНОВНАЯ ПОРОДА (ГИПЕРБАЗИТ) – горная порода, состоящая почти из одних цветных минералов – оливина, пироксенов, амфиболов и незначительного количества плагиоклаза. Отличается относительно низким содержанием Si, Al, Na, K и высоким содержанием Mg, Fe. Подавляющее большинство полнокристаллических глубинных ультраосновных пород не содержат первичных магнитных минералов. В близповерхностных и поверхностных условиях неустойчивы, часто серпентинизированы. С серпентинизацией нередко связано появление вторичного магнетита. См. [континентальная земная кора](#), [океанская земная кора](#).

УЛЬТРАМЕТАМОРФИЗМ – процесс наиболее интенсивного регионального метаморфизма, сопровождающегося частичным плавлением горных пород. Термин нечеткий.

УНГЕМАХИТ - ромбоэдрический минерал: $\text{Na}_8\text{K}_3\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_6 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. В зоне окисления.

УПОРЯДОЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ – процесс образования ближнего и дальнего порядка в расположении атомов разного сорта по узлам кристаллической решетки твердого раствора. Переход беспорядок – дальний порядок является фазовым превращением, а твердый раствор с дальним порядком – упорядоченной фазой. Упорядочиваться могут «пустоты» в твердых растворах вычитания, внедренные атомы в твердых растворах внедрения, а также дислокации и другие дефекты. Упорядочение происходит путем диффузии атомов на расстояния порядка межатомных. Резкое

замедление при низких температурах позволяет получать и сохранять неупорядоченные метастабильные состояния с помощью закалки.

См. [сверхструктура](#), [твердые растворы](#).

УРАВНЕНИЕ АБСОЛЮТНОГО ВОЗРАСТА - связь между радиоактивным распадом и геологическим временем, которая математически выражается как $t = 1/\lambda \ln(1 + D/P)$, где t — возраст образца породы или минерала; D — количество дочерних изотопов на сегодняшний день; P — количество материнских изотопов на сегодняшний день; $\ln$ — натуральный логарифм; λ — константа радиоактивного распада. Для определения истинного возраста изотопная система должна оставаться закрытой после затвердевания, метаморфизма или отложения осадков. См. [радиологические методы датирования](#)

УРАВНЕНИЕ ИНДУКЦИИ — следствие уравнений Максвелла, описывающее поведение квазистационарного (медленно меняющегося) магнитного поля в потоке проводящей среды в пренебрежении токами смещения. В этом приближении для магнитного поля удастся сформулировать замкнутое уравнение, в которое не входят явно электрическое поле и электрический ток. Исходное уравнение для описания механизма *геомагнитного динамо*. Зельдович и др., 2006

УРАВНЕНИЕ КАЗАНЦЕВА — уравнение для корреляционной функции мелкомасштабного магнитного поля, полученное в 1967 г. советским физиком А.П.Казанцевым. Описывает процесс генерации магнитных флуктуаций лишь за счет конвекции и без прямого участия альфа-эффекта и дифференциального вращения. Не исключено, что такой механизм действует во внешнем ядре Земли как дополнение к динамо средних полей. Зельдович и др., 2006

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ - модель взаимосвязи между зависимой переменной y как функции одной и более независимых переменных x . Коэффициенты уравнения определяются методом наименьших квадратов, в котором сумма квадратов отклонений значений y от сглаженной модели минимизирована.

УРАВНИВАНИЕ - систематическое распределение невязки по любому ходу для устранения ошибки замыкания и для уточнения положения каждого пункта хода.

УРАЛИТИЗАЦИЯ — тип амфиболизации; процесс преобразования моноклинных пироксенов в волокнистую разновидность роговой обманки — уралит — в условиях метаморфизма и под воздействием гидротермальных растворов. Характерна для габбро, диабазов, порфиритов.

УРОВЕНЬ КАРБОНАТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ (критическая глубина карбоната накопления) - уровень в океане, ниже которого скорость растворения карбоната кальция равна скорости его накопления или превышает ее. Этот уровень отличается в разных океанах, но обычно располагается на глубинах от нескольких сотен до тысяч метров.

УСЛОВИЕ ВМОРОЖЕННОСТИ — представление, согласно которому при движении хорошо проводящей среды магнитные линии перемещаются вместе с жидкими частицами, через которые они проходят. Поскольку при перемещении жидких частиц расстояние между ними может меняться, векторы магнитного поля, соединяющие эти частицы, также растягиваются (или сжимаются), так что напряженность магнитного поля изменяется. Физической причиной усиления магнитного поля служит явление электромагнитной индукции. Эта возможность усиливать магнитное поле движением жидкости является одной из составных частей механизма *геомагнитного динамо*, приводящего, как считается, к образованию магнитного поля Земли. Зельдович и др., 2006

***УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ МАГНИТНЫХ МИНЕРАЛОВ.**

Для образования магнитных минералов в среде их кристаллизации необходимо железо, во вторую очередь — Ti , Mg , Co , Ni и другие второстепенные катионы, входящие в состав наиболее распространенных магнитных минералов — магнетита и примесных его разновидностей — феррошпинелей (прежде всего титаномagnetиты), а также в гематиты, в пирротин. Для образования магнитных минералов необходимо присутствие в породе более 1%Fe. Таким образом, первое необходимое условие для

образования магнитных минералов определяется составом среды, но оно недостаточно, так как при близком составе пород содержание в них магнитных минералов колеблется от <0,01 до 5% и более.

Появление и свойства магнитных минералов определяются такими термодинамическими параметрами, как давление **P**, температура **T**, летучесть кислорода **fO₂**, водородный показатель **pH** и другие менее существенные. По данным экспериментов, появление феррошпинелей возможно при $T \leq 1200^\circ\text{C}$ и $P \leq 20$ кбар, титаномагнетитов – $T \leq 1100^\circ\text{C}$ и $P \leq 13$ кбар. С ростом давления образуются парамагнитные феррошпинели с большей плотностью и гранат. Давление 13 кбар соответствует глубине в литосфере 45 км, 20 кбар – 70 км. Следовательно, источники магнитных аномалий могут **образоваться** преимущественно в верхней части литосферы, до глубин менее 45 км.

Внутри **РТ** области существования магнитных минералов их образование определяется, в первую очередь, температурой и окислительными условиями. На диаграмме **РТ-fO₂** выделяются четыре термодинамические зоны условий образования магнитных минералов:

"гематитовая" – высокоокислительные условия у поверхности Земли, где образуются минералы, содержащие только трехвалентное железо (гематит, маггемит, гидроокислы железа, Fe³⁺-силикаты);

"магнетитовая" – слабоокислительные условия, где образуются минералы, содержащие Fe²⁺ и Fe³⁺ (титаномагнетиты и другие феррошпинели, гемоильмениты, пирротин);

"силикатная" – относительно восстановительные условия, где практически отсутствует Fe³⁺, соответственно, образуются ильменит, ульвошпинель, герцинит и др. Fe²⁺-феррошпинели, Fe²⁺-силикаты;

"Fe-металлическая" – высоковосстановительные условия, помимо минералов "силикатной" зоны, появляется самородное железо. В литосфере Земли – это экзотические случаи; "Fe-металлическая" зона, возможно, находится, начиная с низов верхней мантии и до ядра Земли, которое полностью состоит из железа с примесью никеля (судя по метеоритам). Она типична для лунных пород и метеоритов. Границы между перечисленными зонами примерно соответствуют буферам гематит-магнетит, кварц-магнетит-фаялит, железо-фаялит.

На территории Северной Евразии практически немагнитные и слабомагнитные магматические породы локализуются главным образом в зонах преимущественного сжатия, коллизии (время складчатости); магнитные магматические породы приурочены в основном к зонам разломов в пределах жестких структур, к зонам, где преобладают растяжения.

В результате консерватизма термодинамической системы равновесные условия для кристаллизации магнитных минералов определенного состава, существующие в магмовом очаге, сохраняются какое-то время даже после излияния магмы на поверхность Земли, соответственно первичные магнитные минералы в своем составе сохраняют "память" о последних равновесных **РТ-fO₂** условиях в магме, т.е. в ее очаге. В результате экспериментов и данных по природным объектам выявлена близкая к линейной зависимость между составом первичных титаномагнетитов базальтовых лав и глубиной их очагов (длительного стояния расплава, где его равновесное состояние не было нарушено). Например, по составу первичных титаномагнетитов в рифтовых зонах океанов и континентов глубина магмовых очагов однородна: 50-60 км, тогда как очаги островодужного вулканизма варьируют по глубине от 60-70 км до 20 км и менее.

См. [магнитные минералы магматических пород](#), [магнитные минералы метаморфических пород](#), [магнитные минералы осадков и осадочных пород](#), [магмовый очаг](#).

[назад](#)

Ф

[назад](#)

ФАЗА – термин многозначный, широко используется в физике, геологии; в термодинамике это – термодинамическое равновесное состояние вещества, отличающееся по физическим свойствам от других возможных равновесных состояний того же вещества. Неравновесное метастабильное состояние вещества нередко называется метастабильной фазой.

ФАЗОВАЯ ГРАНИЦА - в бинарной системе — граница двух любых фазовых областей; в тройной системе — линия пересечения двух любых поверхностей ликвидуса. В конденсированной тройной системе фазовая граница, как правило, отвечает равновесию между двумя твердыми и одной жидкой фазой.

ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА - графическое изображение фазовых равновесий в n -мерной, $(n+1)$ -компонентной системе, которое демонстрирует условия устойчивости фаз в данной системе. Обычно для графических целей ограничиваются тремя (двухмерная диаграмма) или четырьмя компонентами (трехмерная диаграмма). Координатами обычно служат два или более интенсивных параметра, например, давление, температура, состав.

ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД (ПРЕВРАЩЕНИЕ) – переход вещества из одной фазы в другую при изменении внешних условий. Различаются фазовые переходы двух родов. При фазовом переходе первого рода скачком изменяются такие термодинамические характеристики, как энергия, плотность и концентрация компонентов. Выделяется или поглощается определенное количество теплоты. К фазовым переходам первого рода относятся все агрегатные превращения, переходы одних кристаллических модификаций в другие и т.п. При фазовом переходе второго рода скачок испытывают производные термодинамических потенциалов по физическим параметрам. К таким переходам относится, например, переход ферромагнетика и антиферромагнетика в парамагнетик.

ФАКОЛИТ - согласное линзовидное интрузивное тело, близкое по форме к силлу, внедренное вдоль оси складки.

ФАКТОРНАЯ ТАБЛИЦА - таблица с двумя входами: в строках представлены состояния или категории одной переменной, в столбцах — состояния или категории другой переменной. Данные в ней представляют соответствующее количество результатов наблюдений, каждый из которых попадает в категорию той или иной строки, столбца или ячейки. Если переменные независимы, то ожидаемое значение в каждой ячейке может быть вычислено из произведения сумм по графам и колонкам.

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ - статистический метод, связывающий вариации и соотношения между величинами в группе многомерных наблюдений с влиянием небольшой группы гипотетических переменных, или основных (базисных) факторов. Эти факторы часто (без достаточных математических оснований) считают случайными и независимыми.

ФАЛЬБАНД - полоса с вкрапленностью сульфидов в метаморфической породе.

ФАНЕРОЗОЙ - зонотем международной хроностратиграфической шкалы, объединяющий породы, несущие многочисленные признаки существования жизни. Охватывает три эратема: палеозой, мезозой и кайнозой. См. [хроностратиграфическая шкала](#).

ФАРАТСИХИТ - глинистый минерал: $(Al,Fe)_2(OH)_4Si_2O_5$. Считается либо железистой разновидностью каолинита, либо смесью каолинита и нонтронита.

ФАРМАКОСИДЕРИТ – минерал, $K[Fe_4^{3+}(OH)_4(AsO_4)_3] \cdot 6H_2O$. Обычно встречается в виде кубических кристаллов. В зоне окисления мышьяково-сульфидных месторождений.

ФАССАИТ - разновидность авгита, содержащая значительное количество алюминия, замещающего кремний: $(Ca,Mg,Fe^{3+},Al,Ti)_2[(Si,Al)_2O_6]$.

ФАЦИЯ – внешний облик и характерные свойства породы, обычно отражающие условия ее образования, отличающие ее от соседних или ассоциирующихся с ней пород. Совокупность горных пород, определяемая единой обстановкой их накопления. В случае осадков – это, прежде всего, физико-географическая обстановка. Термин применяется ко всем генетическим типам пород, при этом нет четкого единого определения термина.

ФАЦИЯ МЕТАМОРФИЗМА (МЕТАМОРФИЧЕСКАЯ ФАЦИЯ) - набор метаморфических минеральных ассоциаций, устойчиво повторяющихся в пространстве и времени таким образом, что создается постоянное, и поэтому предсказуемое, соотношение между минеральным и химическим составами породы. Общепринято, что метаморфические фации представляют собой результат равновесной кристаллизации пород в условиях ограниченного диапазона наложенных извне физических условий — температуры, литостатического давления и давления воды.

ФАЦИЯ ПЯТНИСТЫХ РОГОВИКОВ - метаморфические породы наиболее низкой степени термального (контактового) метаморфизма в интервале температур от 200 до 350°C при давлении не выше 2500 бар.

ФАЯЛИТ – минерал, Fe_2SiO_4 ; конечный член ряда твердых растворов оливинов фаялит-форстерит. Встречается в кислых, реже щелочных магматических породах, в метаморфизованных железистых осадках, в пегматитах.

ФЕЛЬДШПАТИЗАЦИЯ – обогащение горной породы новообразованиями полевых шпатов в результате щелочного метасоматоза, гидротермальных изменений. При преобладании Na – *альбитизация*, K – *калишпатизация*.

ФЕЛЬЗИТ – кислая вулканическая афировая и афанитовая кварц-полевошпатовая порода без порфировых выделений.

ФЕМИЧЕСКИЙ - магматическая порода, содержащая один или несколько нормативных темноцветных минералов, богатых железом, магнием или кальцием; также сами эти минералы.

ФЕНАКСИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{KNaFe}^{2+}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$. В щелочных пегматитах.

ФЕНИТИЗАЦИЯ - широко распространенный процесс щелочного метасоматоза пород в непосредственной близости от карбонатитов и щелочных силикатных пород. В состав фенитов часто входит нефелин.

ФЕНОКРИСТАЛЛЫ – вкрапленники, порфировые относительно более крупные выделения кристаллов в магматических и других породах. Породы, содержащие фенокристаллы, называются порфировыми, порфирами (кислые), порфиритами (средние и основные).

ФЕРБЕРИТ - минерал моноклинной сингонии, FeWO_4 . Крайний член изоморфного ряда вольфрамита.

ФЕРОКСИГИТ - минерал гексагональной сингонии, $\delta\text{-FeO}(\text{OH})$. Полиморфен с акагенитом, гетитом и лепидокрокитом; входит в состав океанских «железомарганцевых» конкреций.

ФЕРРИКРЕТ - железистая твердая корка на песчанике или конгломерате, образовавшаяся вследствие окисления фильтрующимися растворами солей железа.

ФЕРРИГИДРИТ - минерал гексагональной сингонии, $\text{Fe}_{4-5}(\text{OH},\text{O})_{12}$.

ФЕРРИМАГНЕТИЗМ – См. [магнитное упорядочение](#).

ФЕРРИМАГНЕТИК – материал, обладающий ферримагнетизмом. Наиболее распространенные природные ферримагнетики – титаномагнетиты, магнетит, пирротин.

ФЕРРИМОЛИБДИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} (?)$. Образуется при окислении молибденита.

ФЕРРИНАТРИТ - минерал тригональной сингонии, $\text{Na}_3\text{Fe}^{3+}(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Вторичный минерал, образуется в засушливых районах совместно с другими сульфатами, в отложениях фумарол.

ФЕРРИСИМПЛЕЗИТ - аморфное вещество, $\text{Fe}_3^{3+}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})_3(\text{PO}_4)_2$. Продукт окисления симплезита.

ФЕРРИТЫ – минералы, двойные окислы переходных металлов, прежде всего – железа. Большинство ферритов – ферримангнетики. Бывают ферриты с кубической структурой шпинели, со структурой граната, гексагональной структурой и др. Неэквивалентность подрешеток, приводящая к ферримангнетизму ферритов, может быть как за счет разного числа магнитных ионов, так и за счет разной величины атомных магнитных моментов переходных элементов, входящих в данный феррит.

См. [феррошпинели](#).

ФЕРРИШТРУНЦИТ – минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}^{3+}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})[\text{Fe}_2^{3+}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]$.

ФЕРРОАКТИНОЛИТ – минерал, $\text{Ca}_2\text{Fe}_5[(\text{OH},\text{F})\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$, амфибол, конечный член серии твердых растворов тремолит-ферроактинолит. Довольно редок, широко распространены промежуточные члены серии.

ФЕРРОАЛЮОДИТ – минерал моноклинной сингонии, $(\text{Na},\text{Ca})\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{PO}_4)_3$.

ФЕРРОАНТОФИЛЛИТ – минерал группы амфиболов ромбической сингонии, $(\text{Fe},\text{Mg})_2^{2+}(\text{Fe},\text{Mg})_5^{2+}(\text{OH})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$.

ФЕРРОГАББРО – горная порода из группы габбро, обогащенная железом и титаном, обычно содержит 5-10% титаномагнетита, распавшегося. Характерна весьма высокая железистость цветных минералов. Обычно образуется в результате кристаллизационной дифференциации, как продукт остаточного расплава базальтовой магмы, обогащенного железом. См. [габбро](#), [расслоенный интрузив](#), [габбро-пироксенитовые расслоенные комплексы](#), [океанская земная кора](#).

ФЕРРОГЕКСАГИДРИТ – минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{SO}_4)$.

ФЕРРОЛИТ – магнетитовая руда магматогенного происхождения, состоящая в основном из титаномагнетита, магнетита. Продукт затвердевания расплавов, оставшихся после кристаллизации силикатных расплавов, образующих габбро, сиениты. Обычно первичный титаномагнетит не сохраняется, он распадается еще на стадии остывания породы, это агрегат сростков магнетита и ильменита – продуктов гетерофазного изменения первичного титаномагнетита. См. [габбро](#).

ФЕРРОМАГНЕТИЗМ – См. [магнитное упорядочение](#).

ФЕРРОНИКЕЛЬПЛАТИНА – минерал тетрагональной сингонии, Pt_2FeNi .

ФЕРРОПАРГАСИТ – минерал, амфибол, $\text{NaCa}_2(\text{Fe},\text{Mg},\text{Al})_5(\text{OH})_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$.

ФЕРРОСЕЛИТ – минерал, FeSe_2 . В цементе песчаников, в известняках с селенидами.

ФЕРРИСЕПИОЛИТ – См. [ксилотил](#).

ФЕРРОСИЛИТ – минерал, FeSiO_3 ; конечный член серии твердых растворов ромбических пироксенов энстатит-ферросилит. Встречается в метаморфизованных железистых осадках; вместе с фаялитом, геденберgitом.

ФЕРРОТАНТАЛИТ – минерал ромбической сингонии, FeTa_2O_6 . Встречается в основном в пегматитах.

ФЕРРОТАПИОЛИТ – минерал тетрагональной сингонии, $\text{Fe}(\text{Ta},\text{Nb})_2\text{O}_6$. В пегматитах.

ФЕРРОТИХИТ – минерал, аналог тихита, содержащий двухвалентное железо, $\text{Na}_6\text{Fe}_2(\text{SO}_4)(\text{CO}_3)_4$. В глине месторождения боратов.

ФЕРРОУАЙЛИИТ – минерал из группы виллиеита моноклинной сингонии, $\text{Na}_2\text{Fe}^{+2}\text{Al}(\text{PO}_4)_3$.

ФЕРРОХАГЕНДОРФИТ – минерал моноклинной сингонии, $\text{NaCaFe}^{2+}\text{Fe}_2^{2+}(\text{PO}_4)_3$. Экзогенный.

ФЕРРОШПИНЕЛИ – минералы группы шпинели, обязательно содержащие железо. Общая формула: $\text{M}^{2+}\text{O}^{\text{M}^{3+}}_2\text{O}_3$. По распределению катионов по подрешеткам выделяются два типа шпинельной структуры: 1) **нормальная** (парамагнетик) – ионы M^{2+} входят в тетраэдрическую подрешетку, Fe^{3+} – в октаэдрическую – $\text{M}^{2+}[\text{Fe}^{3+}\text{M}^{3+}]_2\text{O}_4$; 2) **обращенная** (ферримангнетик) – ион M^{2+} входит в октаэдрическую подрешетку, Fe^{3+} – в тетраэдрическую и октаэдрическую – $\text{Fe}^{3+}[\text{M}^{2+}\text{Fe}^{3+}]_2\text{O}_4$. Основные параметры некоторых обращенных феррошпинелей, крайних членов твердых растворов (кроме титаномагнетитов) – в таблице.

Таблица

Минерал	Формула	a_0 , нм	Плотность упаковки	T_c , °C	J_s , Ам ² /кг
Якобсит	MnFe ₂ O ₄	0.851	0.147	300	84
Треворит	NiFe ₂ O ₄	0.843	0.157	581	51
Магнезиоферрит	MgFe ₂ O ₄	0.838	0.158	310	24

Феррошпинели образуют непрерывные ряды твердых растворов. В результате их параметры перекрываются, т.е. каждый из них не является однозначным диагностическим признаком определенной феррошпинели. См. [ферриты](#).

ФЕРРОШТРУНЦИТ - минерал триклинной сингонии, железистый эквивалент штрунцита, $Fe^{2+}(H_2O)_4[Fe_2^{3+}(H_2O)_2(OH)_2(PO_4)_2]$.

ФЕРУВИТ - минерал из группы турмалина, $(Ca,Na)(Fe,Mg,Ti)_3Al_6(OH)_4(BO_3)_3[Si_6O_{18}]$.

ФЕРХРОМИД - минерал кубической сингонии, $Cr_{1.5}Fe_2$.

ФЕСТОН, ВЫСТУП - форма рельефа, которая имеет выступ с углублениями серповидной формы на каждой его стороне. Выгнутая вверх или заостренная часть слоя или пласта почвенного или другого неконсолидированного материала, перемещенного и нарушенного под действием низкой температуры.

ФИБРОФЕРРИТ – минерал из зоны окисления, $Fe^{3+}[OHSO_4] \cdot 5H_2O$. Образует радиально-волокнистые, чешуйчатые и т.п. агрегаты.

ФИЗИКА ЗЕМЛИ – См. [геофизика](#).

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАЛЕОМАГНЕТИЗМА – раздел палеомагнитологии, посвященный теоретическим и экспериментальным исследованиям в области физики магнитных явлений, служащим основой палеомагнетизма. Это, в частности, исследование магнетизма ансамблей мелких магнитных частиц, видов остаточной намагниченности, образованных в слабых магнитных полях, магнитного состояния магнитных минералов; создание новых методических приемов надежной оценки элементов древнего геомагнитного поля; выработка физических признаков палеомагнитной надежности. См. [палеомагнитология](#), [петромагнитология](#), [остаточная намагниченность](#) и др.

ФИЗИЧЕСКИЕ (ПЕТРОМАГНИТНЫЕ) ПРИЗНАКИ ПАЛЕОМАГНИТНОЙ НАДЕЖНОСТИ. В сущности, это – физические основы палеомагнетизма, прежде всего оценка природы естественной остаточной намагниченности и/или ее компонент.

См. [палеомагнитная надежность](#).

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД – совокупность физических характеристик, в частности, механические свойства (плотность, упругость, пористость и другие), магнитные свойства, теплопроводность, электропроводность, радиоактивность и другие. Изучение физических свойств пород помогает судить о составе, структуре, происхождении горных пород, о природе аномалий геофизических полей. См. [петрофизика](#).

ФИЛЛИТ – плотная сланцеватая порода, состоящая из кварца, серицита, иногда с примесью хлорита, биотита, альбита. Продукт метаморфизма глинистых сланцев (степень метаморфизма такова, что в филлитах не сохраняются глинистые минералы и, соответственно, не сохраняется первичная остаточная намагниченность).

ФИЛЛОВИТ - минерал, $Na_2Ca(Mn,Fe)_7^{2+}(PO_4)_6$. В пегматитах.

ФИЛОТУНГСТИТ - пластинчатый минерал ромбической сингонии, $Ca[Fe_3^{3+}W_6O_{23}(OH)] \cdot 10H_2O$. Вторичный вольфрамит.

ФИЛЬТРАЦИЯ – а) ослабление компонентов сигнала определенных частот и усиление других компонентов. Фильтрация, обычно на частотной основе, может производиться механическими или электрическими фильтрами, путем вычислений на цифровом компьютере после записи сигнала, а также естественным путем. При анализе изображений — процесс избирательного удаления некоторых спектральных или пространственных частот для выделения или усиления некоторых компонентов

изображения. б) Удаление взвешенного и коллоидного веществ из жидкости при прохождении ее через относительно тонкопористую среду.

Ф-КРИТЕРИЙ (КРИТЕРИЙ ФИШЕРА) - статистический критерий проверки гипотезы о равенстве дисперсий двух совокупностей, выраженный в виде отношения дисперсий двух произвольно выбранных образцов из этих совокупностей. Применение F-критерия для сравнения дисперсии, приписываемой какой-нибудь эмпирической модели, с дисперсией отклонений от этой модели используется в регрессионном анализе и анализе поверхности тренда, а также в дисперсионном анализе (для выяснения статистической значимости экспериментальной модели). Математически F-критерий то же, что и критерий Фишера. Различие в терминологии связано с различием традиции в двух областях знания. *Тутубалин, 2008.*

ФЛЕКСУРА – коленообразный изгиб слоев.

ФЛЕТЧЕРИТ - минерал кубической сингонии, CuNi_2S_4 , входит в группу тиошпинели: $(\text{Ni,Co})_2[\text{CuS}_4]$.

ФЛИШ – терригенные отложения глубоководных впадин, характерна четко выраженная ритмичность. Мощность ритмов от сантиметров до нескольких десятков сантиметров. Ритмы обязательно включают обломочную (уменьшение размера частиц снизу вверх) и глинистую (глина, мергель, известняк) части. Следы течений, бедность фауной и другие особенности связываются с происхождением флиша – с периодически возникающими суспензионными потоками. Термин применяется к любому осадку, имеющему большинство литологических и стратиграфических признаков флиша, например, почти к любым турбидитам.

ФЛОГОПИТ - богатый магнием минерал моноклинной сингонии из группы слюд, $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{OH,F})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. Близок по составу к биотиту, но содержит меньше железа.

ФЛОККУЛЯЦИЯ - процесс, при котором отдельные мельчайшие взвешенные частицы, выпавшие из раствора, объединяются в комковидные массы, образуют рыхлые агрегаты или осаждаются в виде мелких комков, скоплений, гранул. Например, слипание коллоидов почвы в небольшие группы почвенных частиц; слияние тонкого осадка (в жидкости) в мелкие мягкие мохнатые облаковидные хлопья; выпадение или осаждение из взвеси глинистых частиц в соленой воде.

ФЛЮИДАЛЬНАЯ ТЕКСТУРА - параллельное или волнисто-струйчатое расположение удлинённых кристаллов в основной массе вулканической магматической породы.

ФОНОЛИТ – щелочная вулканическая порода, аналог нефелиновых сиенитов.

ФОРЛАНД – внешняя часть литосферной плиты, примыкающая к складчатой зоне.

См. [активные окраины континента](#).

ФОРМАЦИЯ – сообщество геологических тел, объединяемых в генетическом, парагенетическом, стратиграфическом или каком-либо ином отношении. Среди формаций различают литологические, петрографические, осадочные, вулканогенные, магматические, рудные и пр. Однозначной трактовки термина нет, что видно и в его определении.

ФОРСТЕРИТ – минерал, Mg_2SiO_4 ; конечный член серии твердых растворов оливинов. Близкий к форстериту оливин – существенный компонент ультраосновных и в меньшей степени основных магматических пород.

ФОСФОСИДЕРИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Fe}^{3+}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{PO}_4)$.

ФОСФОФЕРРИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Fe,Mn})_3(\text{H}_2\text{O})_3(\text{PO}_4)_2$.

ФОСФОФИБРИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{KCuFe}_{15}^{3+}(\text{OH})_{12}(\text{PO}_4)_{12} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. В гидротермальных полиметаллических барит-фосфоритовых месторождениях.

ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ - разделение химических элементов (или их изотопов) в природе путем преимущественной концентрации элемента в минерале в процессе магматической кристаллизации или различной растворимости при выветривании пород. Заметное изотопное фракционирование встречается лишь для легких элементов. В масс-спектрометрии фракционирование – различие характеристик измерения для двух изотопов.

ФРАКЦИОННАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ - процесс дифференциации, при котором ранее образованные кристаллы физически отделяются от исходной магмы и таким образом лишаются возможности находиться в равновесии с жидкостью, из которой они росли. Это приводит к возникновению ряда более дифференцированных остаточных жидкостей, нежели те, которые получились бы при равновесной кристаллизации

ФРАКТАЛ - геометрическая форма, сохраняющая подобие самой себе во всех масштабах. Фракталы используются при описании сложных геометрических объектов в цифровой картографии. Геологические примеры самоподобного масштабирования относятся к структурам пород, пористости осадочных пород, структурам будинажа, речным системам, топографии, концентрациям минералов в рудных месторождениях и др. Самоподобие отмечено в длиннопериодной цикличности инверсий геомагнитного поля. **См. длиннопериодные циклические изменения геомагнитного поля, палеоэволюционные вариации геомагнитного поля.**

ФРАМБОИД - микроскопический агрегат зерен пирита в глинистых сланцах, часто в виде сфероидальных скоплений, похожих на ягоды малины. Результат коллоидных процессов, деятельности микроорганизмов. Кристаллы сульфида заполняют камеры или клетки в бактериях.

ФРАНКЛИНИТ – минерал группы шпинели, ZnFe_2O_4 . как правило, содержит примеси Mn^{2+} , Mn^{3+} , Fe^{3+} . Парамагнетик. Минерал редкий, образуется в результате метаморфических и метасоматических процессов. Тонкие включения франклинита возникают при серпентинизации вилемита (Zn_2SiO_4), подобно магнетиту при серпентинизации оливина.

ФРАНКЛИНФЕРНАСЕИТ - пластинчатый минерал моноклинной сингонии, $\text{Ca}_2\text{Mn}_3^{2+}\text{Mn}^{3+}\text{Fe}^{3+}(\text{OH})_8[\text{Zn}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$.

Ф-РАСПРЕДЕЛЕНИЕ - статистическое распределение, которое описывает отношение двух независимых, распределенных по закону χ^2 (хи-квадрат) случайных величин, разделенных каждая на ее степень свободы. Математически F-распределение то же, что и распределение Фишера. Различие в терминологии связано с различием традиции в двух областях знания. *Тутубалин, 2008.*

ФРЕЙДЕНБЕРГИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Na}_2(\text{Ti,Fe})_8\text{O}_{16}$.

ФРИДЕЛИТ – гидротермальный минерал, $(\text{Mn,Fe})_8(\text{OH,Cl})_{10}\text{Si}_6\text{O}_{15}$. В метаморфизованных рудах.

ФРОБЕРГИТ - минерал ромбической сингонии, FeTe_2 ; изоморфен с марказитом. В гидротермальных образованиях, оторочки на халькопирите и т.п.

ФРОНДЕЛИТ - пластинчатый минерал ромбической сингонии, $\text{Mn}^{2+}\text{Fe}_4^{3+}(\text{OH})_5(\text{PO}_4)_3$. Вторичный минерал в лимонитовых рудах, встречается в пегматитах как продукт изменения фосфатов.

ФУГИТИВНОСТЬ КИСЛОРОДА – **См. летучесть кислорода.**

ФУЛЬГУРИТ - неправильное, стекловидное, часто трубчатое или стержневидное образование или корка, возникающие в результате расплавления сыпучего песка (реже, плотной породы) при ударе молнии. Встречаются на обнаженных горных вершинах, в дюнных районах пустынь или побережий озер. Эти образования могут достигать 40 см в длину при диаметре 5–6 см. Очень важно обращать внимание на наличие фульгуритов, т.к. удары молний сильно искажают вплоть до полного уничтожения палеомагнитную запись.

ФЬЯММЕ - темные стекловатые линзы в спекшихся туфах, имеющие в среднем несколько сантиметров в длину и, вероятно, образовавшиеся в результате сплющивания обломков пемзы.

[назад](#)

Х

[назад](#)

ХАГЕНДОРФИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{NaCaMn}^{2+}(\text{Fe,Mn})_2^{2+}(\text{PO}_4)_3$. Экзогенный. Окисленный вид аллюадита.

ХАКСОНИТ - минерал кубической сингонии, $(\text{Fe,Ni})_{23}\text{C}_6$. Встречается в метеоритах.

ХАЛЬКОПИРИТ – минерал, сульфид, CuFeS_2 ; две модификации – тетрагональная, низкотемпературная и кубическая, высокотемпературная. Тетрагональный халькопирит распространен весьма широко, кубический встречен только в сульфидных медно-никелевых месторождениях, связанных с ультраосновными и основными породами.

ХАЛЬКОПИРРОТИН – минерал, твердый раствор $\text{CuFeS}_2\text{-FeS}$ в отношении от 1:1 до 1:6; кубический, устойчив выше 240°C . В сульфидных медно-никелевых месторождениях, связанных с ультраосновными и основными породами, в пегматитах и других высокотемпературных гидротермальных образованиях.

ХАЛЬКОСИДЕРИТ – $\text{CuFe}_6[(\text{OH})_2\text{PO}_4]_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Вторичный минерал железных шляп.

ХАМРАБАЕВИТ – минерал, $(\text{Ti,V,Fe})\text{C}$. Встречается в ассоциации с самородным железом и магнетитом.

ХАНКОКИТ - минерал из группы эпидота: $\text{PbCa}(\text{Al,Fe,Mn})_3^{3+}\text{O}(\text{OH})(\text{SiO}_4)[\text{Si}_2\text{O}_7]$.

ХАРАЕЛАХИТ - минерал, $(\text{Cu,Pt,Pb,Fe})_9\text{S}_8$. В сульфидных рудах.

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ – наиболее стабильная компонента естественной остаточной намагниченности, выделенная в ходе магнитной чистки, на диаграмме Зийдервельда идущая в нуль. Для датировки и оценки природы характеристической остаточной намагниченности, необходим комплекс дополнительных исследований. [См. палеомагнитная надежность.](#)

ХАУИИТ - минерал триклинной сингонии, $(\text{Fe,Mg})_3^{2+}(\text{Fe,Al})_3^{3+}(\text{OH})_5[\text{Si}_6\text{O}_{17}]$. В метаморфических сланцах, кремненных бурых железняках и известняках.

ХАУКИТ – минерал, $\text{Fe}_3^{3+}(\text{Mg,Mn})_{24}\text{Zn}_{18}(\text{OH})_{81}(\text{SO}_4)_4(\text{CO}_3)_2$.

ХЁГБОМИТ - гексагональный или ромбоэдрический минерал, $(\text{Mg,Fe})_4\text{TiAl}_{12}\text{O}_{24}$. В ильменит-магнетит-шпинелидовых скарнах, пегматитах

ХЕЙИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Pb}_5\text{Fe}_2\text{O}_4(\text{VO}_4)_2$.

ХЕЙКОКИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Cu}_4\text{Fe}_5\text{S}_8$.

***ХИМИЧЕСКАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ (J_{rc} , CRM)** - изотермическая остаточная намагниченность, образующаяся в результате химических и других изменений зерен магнитных минералов в магнитном поле при температуре ниже точки Кюри. Свойства J_{rc} сложны и зависят как от особенностей исходных, так и новообразованных магнитных минералов. Нередко J_{rc} унаследует некоторые свойства остаточной намагниченности исходного магнитного минерала, например, при гетерофазном и/или однофазном окислении зерен титаномагнетита, магнетита. Экспериментально определен ряд свойств J_{rc} магнетитсодержащих пород: 1) коэрцитивный спектр разрушения J_{rc} переменным магнитным полем близок спектрам термической (J_{rt}) и идеальной (J_{ri}) остаточных намагниченностей в случае однодоменных зерен, и магнитно-мягче в случае многодоменных зерен; 2) $N_{\text{T}} \leq 0,15$; 3) после Т-чистки отношение величин химической и идеальной остаточных намагниченностей, созданных в постоянном магнитном поле одной напряженности меньше единицы (близок к 1,0); 4) спонтанный рост величины J_{rc} в нулевом магнитном поле от $300\text{-}400^\circ\text{C}$ до комнатной температуры подобен спонтанному росту J_{rt} , J_{ri} .

[См. кристаллизационная остаточная намагниченность, термическая остаточная намагниченность, тест \$N_{\text{T}}\$ Шолпо-Лузяниной.](#)

ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ – состояние системы, в которой прямые и обратные химические реакции идут с одинаковой скоростью, вследствие чего состав системы постоянен, пока сохраняются условия ее существования.

ХИМИЧЕСКОЕ ТРАВЛЕНИЕ (С-чистка) – химическая чистка, длительное травление образца в кислоте, постепенно уничтожающее разные по растворимости и по размеру зерна магнитных минералов. Способ трудоемок и применим к весьма ограниченному кругу пород – достаточно пористых и не содержащих в заметном количестве в матрице легко растворимых в кислоте материалов (например, карбонаты), соответственно мало эффективен.

ХЛОРМАГАЛЮМИНИТ - минерал гексагональной сингонии, $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Al}_2(\text{OH})_{12}\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

ХЛОРИТОИД – минерал, водный железистый силикат переменного состава; $\text{Fe}^{2+}\text{Al}(\text{OH})_4[\text{Al}_3\text{O}_2(\text{SiO}_4)_2]$. Образуется при гидротермальных процессах. Характерен для регионально-метаморфизованных глинистых осадков низкой и средней ступени.

ХЛОРИТЫ – минералы, Mg-Fe-Al водные силикаты, группа слоистых минералов переменного состава, моноклинной или триклинной сингонии с общей формулой: $(\text{R}^{+2}, \text{R}^{+3})_6\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$. По содержанию Fe^{3+} подразделяются на неокисленные **ортохлориты** ($\text{Fe}_2\text{O}_3 < 4\%$) и окисленные **лептохлориты** ($\text{Fe}_2\text{O}_3 > 4\%$). Наиболее распространенные (триоктаэдрические) хлориты названы в соответствии с преобладающим катионом: богатый железом — **шамозит**; магнием — **клинохлор**; никелем — **нимит**; и марганцем — **пеннантит**. Хлориты образуются главным образом при гидротермальных изменениях цветных минералов магматических пород в условиях зеленокаменной ступени регионального метаморфизма и т.п. Широко распространены в продуктах выветривания горных пород; аутигенные минералы осадочных пород.

ХЛОРШПИНЕЛЬ – $\text{Mg}(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_4$, – шпинель, содержащая до 7% Fe_2O_3 .

ХОНДРА - сфероидальное обособление или агрегат, часто радиально-лучистого строения, диаметром обычно около 1 мм. Состоит в основном из оливина и/или ромбического пироксена (энстатита или бронзита). Хондры погружены в тонкозернистую основную массу многих каменных метеоритов (хондритов); иногда встречаются в морских осадочных отложениях. Большинство хондр, по-видимому, являются расплавленными капельками силикатного вещества.

ХОНДРИТ – каменный метеорит, состоящий из хондр, заключенных в тонкокристаллической основной массе из темноцветных минералов (пироксена и оливина), Fe–Ni сплава и стекла. Обычные хондриты представляют собой наиболее распространенный тип метеоритов и подразделяются на классы, которые различаются по минеральному составу и по количеству нелетучих литофильных и сидерофильных элементов, отражающих разную степень окисленности железа. Она определяет фракционирование Fe между литофильной (силикатной) и сидерофильной (металлической) фазами. Обычные хондриты также подразделяются на петрографические типы в зависимости от наличия признаков, указывающих на разную степень вторичного термального метаморфизма и учитывающих валовое содержание воды, нарушение структуры и перекристаллизацию матрицы.

ХОНДРОДИТ - минерал группы гумита моноклинной сингонии, $(\text{Mg}, \text{Fe})_5(\text{OH}, \text{F})_2(\text{SiO}_4)_2$. Встречается обычно в контактово-метаморфизованных доломитах.

ХОНОЛИТ - Интрузивное тело неправильной формы, оно не может быть классифицировано ни как лакколит, ни как дайка, силл или любое другое тело определенной формы.

ХОУТОРНЕИТ - минерал гексагональной сингонии: $\text{Ba}[\text{MgTi}_3\text{Cr}_4\text{Fe}_4\text{O}_{19}]$. Связан с магнетоплюмбитом.

ХОХМАННИТ - минерал, $\text{Fe}_2^{3+}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

ХРОМИТ – FeCr_2O_4 , минерал группы шпинели, $a_0 = 0,8378$ нм, плотность упаковки атомов 0,159. Парамагнетик. Часто с примесью Mg^{2+} , замещающего Fe^{2+} , хром замещается Al^{3+} и Fe^{3+} . Встречается чаще всего в перидотитах. Возможны магнитные твердые растворы, образующие мелкие включения (хромшпинелиды).

ХРОМШПИНЕЛИДЫ – серия твердых растворов Fe_3O_4 - Fe_2CrO_4 . При относительно низких содержаниях хрома – ферримангнетики. См. [хромит](#).

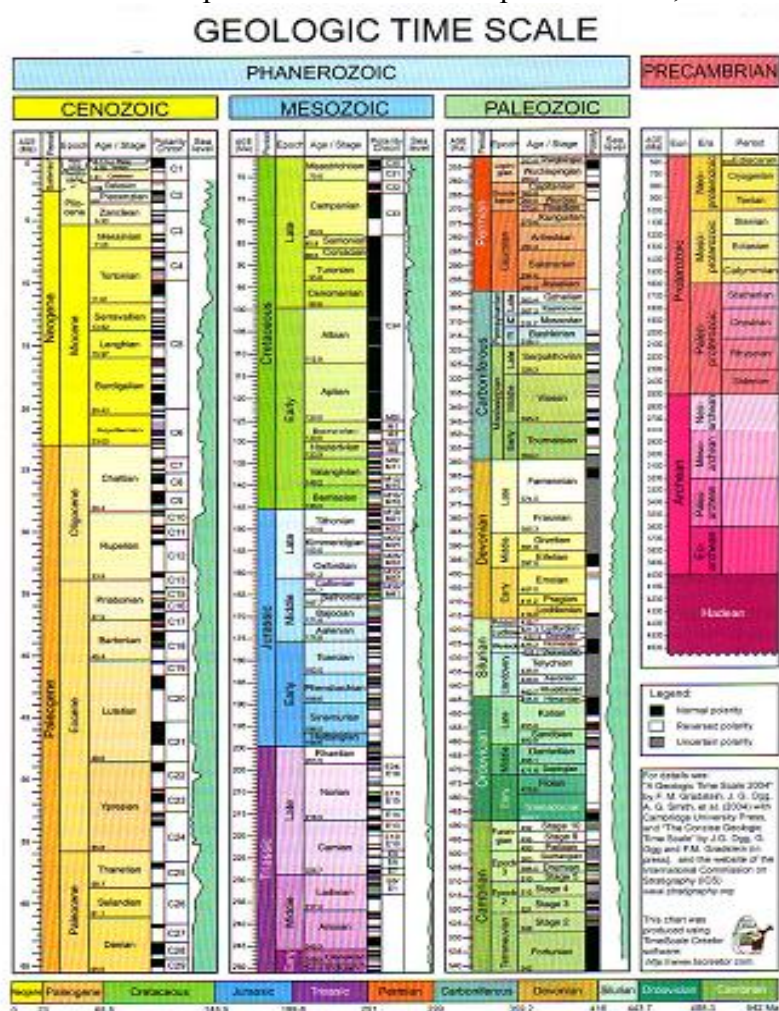
ХРОМФЕРИД - минерал кубической сингонии, $\text{Fe}_3\text{Cr}_{1-x}$

ХРОН - интервал геологического времени (геохронологическое подразделение), в течение которого образовались породы определенной хронозоны (хроностратиграфическое подразделение).

ХРОН ГЕОМАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ (МАГНИТОХРОН)– время одной геомагнитной полярности между соседними геомагнитными инверсиями, продолжительность хронов от сотых долей до двадцати млн. лет. [См. шкала геомагнитной полярности](#), [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#).

ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ - упорядочение слоев пород в подразделения, выделенные на основе их возраста или времени образования.

ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА - иерархия хроностратиграфических (и эквивалентных им геохронологических) единиц в общемировом масштабе, которая является стандартной шкалой для датирования пород в любом районе и для возрастной увязки пород любого района в геологической истории Земли. Ниже приводится одна из последних хроностратиграфических шкал (рис.2) [Gradstein et al.,2008], как пример, т.к. они довольно быстро меняются и по подразделениям, и их названиям, и их возрастам...



ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ГОРИЗОНТ - стратиграфическая поверхность или поверхность раздела, возраст которой всюду одинаков. Хотя теоретически он не имеет мощности, на самом деле это обычно очень маломощный отчетливо выраженный интервал, одновозрастный на всей площади своего географического распространения и поэтому представляющий собой превосходный маркер для возрастной корреляции пород. Примерами горизонтов, имеющих большое хроностратиграфическое значение, являются многочисленные биогоризонты, слои бентонитовых глин, горизонты *геомагнитной инверсии*.

ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ - толща пород, выделенная в качестве вещественного репера для всех пород, образованных в течение того же интервала времени. Обе ее границы синхронны. В порядке понижения ранга

выделяются следующие хроностратиграфические подразделения: *эонотема, эратема, система, отдел, ярус*.

ХРОНОСТРАТИГРАФИЯ - раздел стратиграфии, изучающий возраст слоев и их соотношения во времени.

[назад](#)

Ц

[назад](#)

ЦВЕЙЗЕЛИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2\text{F}(\text{PO}_4)$. Образует изоморфный ряд с триплитом.

ЦВЕТНЫЕ (ТЕМНОЦВЕТНЫЕ) МИНЕРАЛЫ – породообразующие минералы магматических и метаморфических пород – силикаты, содержащие преимущественно Mg, Fe, Si и примеси других элементов.

ЦЕМЕНТ - минеральный материал, обычно химически осажденный. Заполняет пространство между отдельными зернами консолидированной осадочной породы и связывает эти зерна в прочную, скрепленную массу. Может образовываться из осадков или заключенных в них вод, но может быть привнесен при растворении из внешних источников. Наиболее распространенными материалами цемента являются кремнезем (кварц, опал, халцедон), карбонаты (кальцит, доломит, сидерит) и оксиды железа. Другие виды цемента включают глинистые минералы, барит, гипс, ангидрит и пирит. Обломочные глинистые минералы и другие тонкозернистые обломочные частицы также могут быть цементом.

ЦЕНТР СИММЕТРИИ - точка, при обращении вокруг которой повторяется каждый элемент структуры. Является элементом симметрии.

ЦЕНТРИРОВАННАЯ РЕШЕТКА - решетка кристалла, узлы у которой имеются не только в вершинах ячейки, но и в центрах некоторых граней. В центрированной решетке на каждое измерение приходится два, три или четыре узла вместо одного в примитивной решетке.

ЦЕОЛИТЫ – группа минералов – водных алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных элементов (Ca, Na, K). Типичные вторичные низкотемпературные гидротермальные минералы; часто заполняют полости в основных вулканитах, замещают полевые шпаты и др., известны аутигенные цеолиты в осадочных породах.

ЦИКАИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Fe}^{3+}_4(\text{OH})(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4) \cdot 15\text{H}_2\text{O}$

ЦИКЛ - (а) серия событий или преобразований, которые обычно являются периодическими, повторяются в одинаковом порядке несколько раз или многократно через более или менее равные промежутки времени. При этом условия в конце цикла соответствуют условиям, наблюдавшимся в начале цикла, например, сезонные, геохимические, седиментационные циклы. (б) Интервал времени, в течение которого одна серия закономерно повторяющихся последовательных событий или явлений стремится к завершению, причем завершающие стадии или события резко отличаются от начальных, например, эрозионный, седиментационный или орогенный цикл.

ЦИКЛ ВИЛЬСОНА - закономерная последовательность тектонических событий от раздвижения континентальных плит и раскрытия океанов посредством спрединга к сокращению океанов посредством субдукции и к их полному замыканию при коллизии обрамляющих континентов.

ЦИРКОН – минерал тетрагональной сингонии ZrSiO_4 . Распространен как акцессорный минерал в магматических породах, особенно кислого состава. Содержит заметную примесь урана. Благодаря этому факту и высокой устойчивости, широко используется для радиологического датирования возраста вмещающих его пород, особенно наиболее древних. См. радиологические методы датирования.

ЦОИЗИТ - минерал ромбической сингонии из группы эпидота: $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{O}(\text{OH})(\text{SiO}_4)[\text{Si}_2\text{O}_7]$. Часто содержит заметное количество окисного железа. Встречается в метаморфических породах, особенно в кристаллических сланцах, образовавшихся за счет богатых кальцием магматических пород; также в измененных магматических породах.

[назад](#)

Ч

[назад](#)

ЧАРНОКИТ - ортопироксеновый гранит. В соответствии с большинством классификаций кварц составляет, по меньшей мере, 20%, а отношение щелочного полевого шпата к сумме полевых шпатов колеблется от 40 до 90%. До сих пор не ясно, являются чарнокиты магматическими или метаморфическими породами. Они характерны только для комплексов пород гранулитовой фации метаморфизма. Поэтому считается, что в их образовании существенную роль играли высокие температуры и давления.

ЧВИЛЕВАИТ - минерал гексагональной сингонии, $\text{Na}(\text{Cu},\text{Fe})_2\text{S}_2$.

ЧЕЙЗИТ - минерал гексагональной сингонии, $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_4\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}]$.

ЧЕРНЫЙ КУРИЛЬЩИК - подводный горячий источник на дне глубокого моря, расположенный вблизи центров спрединга. Он выбрасывает горячую воду, сероводород и другие газы под большим давлением. В активные периоды быстрое охлаждение насыщенных горячих рассолов приводит к выпадению пирита и других сульфидов, так что создается впечатление выделения черного дыма. Термин относится к выбрасываемой черной турбулентной взвеси.

ЧИЛДРЕНИТ - минерал моноклинной (псевдоромбической) сингонии, $(\text{Fe},\text{Mn})^{2+}\text{Al}(\text{H}_2\text{O})(\text{OH})_2(\text{PO}_4)$. В гидротермальных жилах и пегматитах. Марганцевый аналог эосфорита.

ЧИСЛО РЕЙНОЛЬДСА (Re) – безразмерное число, которое показывает, во сколько раз роль адвекции больше роли диссипации. $\text{Re} = \mathbf{vl}/\mathbf{v}$, где $\mathbf{v}$ - характерная скорость, $\mathbf{l}$ - характерный размер и $\mathbf{v}$ - коэффициент диффузии.

***ЧИСТКА ПЕРЕМЕННЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ (Н-чистка)** – распространенный способ разделения компонент естественной остаточной намагниченности по их коэрцитивным спектрам. Для Н-чистки образец помещается в соленоид, вдоль оси которого создается переменное магнитное поле нужной амплитуды. Соленоид помещается в нулевое постоянное магнитное поле. В ходе Н-чистки образец размагничивается в переменном магнитном поле, плавно убывающем до нуля, и измеряется. Как и в случае Т-чистки, рекомендуется не менее 10 шагов чистки, с каждым шагом увеличивается амплитуда максимального переменного поля. Размагничивание выполняется либо вдоль одной оси, либо образец вращается во время размагничивания по возможности хаотично. Второй способ более производителен, но с ним связано образование ротационной остаточной намагниченности

[назад](#)

Ш

[назад](#)

ШАМЕАНИТ - минерал кубической сингонии, $(\text{Cu,Fe})_4\text{As}(\text{Se,S})_4$.

ШАМОЗИТ – минерал, железистая разновидность окисленного хлорита, $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg, Fe}^{3+})_6(\text{OH})_8[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. Слагает в латеритно-глинистых отложениях оолиты и промежуточную массу осадочных железных руд; ассоциирует с сидеритом и каолинитом. *Ортошамозит* является ромбической диморфной модификацией шамозита.

ШАРНИР - место (линия) максимального искривления или перегиба складки.

ШАРЬЯЖ – горизонтальный или пологий тектонический надвиг с перемещением масс в виде покрова на большие расстояния.

ШАФАРЦИКИТ - минерал тетрагональной сингонии: $\text{Fe}^{2+}[\text{Sb}_2^{3+}\text{O}_4]$. В зоне окисления, на антимоните (Sb_2S_3).

ШЕНЕВИКСИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Cu}_2\text{Fe}_2(\text{OH})_4(\text{AsO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Зона окисления сульфидных руд.

ШЕРЛ - черный непрозрачный турмалин, обогащенный железом, $\text{NaFe}_3^{2+}\text{Al}_6(\text{OH})_4(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$.

***ШКАЛА ГЕОМАГНИТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ** – последовательность во времени геомагнитных инверсий. Шкала составляется тремя путями: 1) *магнитохронологическая шкала* – по образцам радиологически датированных горных пород с разной полярностью первичной компоненты естественной остаточной намагниченности; 2) *магнитостратиграфическая шкала* – привязка палеомагнитных данных к биостратиграфической шкале, в основе чего лежит получение таких данных по стратиграфически наиболее полным хорошо датированным разрезам; 3) *аномалийная шкала* – по датированным линейным магнитным аномалиям океанов. Наиболее надежна шкала, построенная по комплексу всех перечисленных данных. Даже в этом случае не исключается пропуск ряда геомагнитных инверсий, особенно в интервалах частых смен геомагнитной полярности. Чем древнее породы, тем менее надежна датировка геомагнитных инверсий. В настоящее время составлена довольно полная шкала геомагнитной полярности для кайнозоя и части мезозоя, использующая все три метода построения, менее полная – для остального фанерозоя (рис.1) и заметно менее полная – для рифея. Значительная ее часть является магнитостратиграфической, так как не имеет достаточно надежной радиологической привязки. Продолжительность магнитохронов, т.е. интервалов между соседними инверсиями широко варьирует от сотых долей до 20 млн. лет. При этом в распределении геомагнитных инверсий во времени намечается сложная ритмичность с характерными временами от миллионов до сотен млн. лет; выделяются крупные интервалы преобладания одной геомагнитной полярности (например, раннепалеозойский гиперхрон обратной полярности Хадар, позднепалеозойский гиперхрон обратной полярности Киама, позднемеловой гиперхрон прямой полярности Джалал); интервалы устойчивой полярности закономерно распределяются во времени, их цикличность в фанерозое и во всем неогее составляет 160-200 млн. лет.

В дальнейшем в шкалу геомагнитной полярности, очевидно, удастся ввести такие характеристики, как специфические черты геомагнитных инверсий, палеовековых вариаций и других особенностей поведения геомагнитного поля, что значительно уточнит шкалу, станет возможна диагностика магнитостратонов, оценка их возраста без дополнительных сведений. При составлении местных шкал, их корреляции большую роль могут сыграть скалярные магнитные характеристики.

См. [геомагнитная инверсия](#), [магнитостратиграфия](#), [магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя](#) и др.

ШЛИР – скопление минералов в магматической породе, отличающееся от остальной массы другими количественными соотношениями минералов или

структурой. Между шлиром и вмещающей породой постепенный переход, чем шлир отличается от ксенолитов.

ШЛИФ – тонкая пластинка горной породы, минерала и т.п. для изучения под микроскопом в проходящем свете. У прозрачно-полированного шлифа в отличие от обычного поверхность полируется, так что его можно изучать и в проходящем и в отраженном свете.

ШЛИХ – остаток тяжелых минералов после промывки рыхлых естественных или искусственных образований.

ШНЕЙДЕРХЕНИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_3^{3+}[\text{As}_5^{3+}\text{O}_{13}]$. Зона окисления сульфидных руд.

ШОВ - линия, по которой соединяются две поверхности разрыва.

ШОНКИНИТ – щелочная габброидная порода, близкая по составу к богатому пироксеном сиениту. Состоит из щелочного полевого шпата (около 20%), моноклинного пироксена (около 50%), небольшого количества нефелина, оливина, биотита.

ШООНЕРИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Mn}^{2+}\text{Fe}^{2+}\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_7[\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_3]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

ШОШОНИТ - базальтовый трахиандезит.

ШРЕЙБЕРЗИТ – минерал тетрагональной сингонии, $(\text{Fe},\text{Ni},\text{Co})_3\text{P}$. Состав переменный: содержание никеля варьирует от 5 до 50%, кобальт обычно присутствует в незначительных количествах. Параметры ячейки: $a=0,9078\text{нм}$ и $c=0,4464\text{нм}$ для шрейберзита $(\text{Fe}_{0,83}\text{Ni}_{0,17})_3\text{P}$. Шрейберзит часто присутствует в метеоритах, особенно в железных, где образует включения в камасите и тэните; сростания с троилитом и когенитом. Разновидность - рабдит. Шрейберзит встречается в трех основных формах: в виде пластинок, в виде иероглифических включений в камасите и в виде игольчатых кристалликов (рабдит). Плотность 7.5 г/см^3 , твердость по Моосу 6,5-7. Ферромагнетик. Магнитные свойства изучены слабо. Удельная намагниченность насыщения $\sim 100\text{ Ам}^2/\text{кг}$, точки Кюри варьируют в соответствии с переменным составом. Известны примеры $T_c=330\text{-}340^\circ\text{C}$ (12%Ni), $210\text{-}230^\circ\text{C}$ (24%Ni). По данным изучения искусственных фосфидов, существует практически линейная зависимость точки Кюри и удельной намагниченности насыщения от содержания никеля в Fe-Ni фосфидах: от 443°C до -273°C и от $155\text{ Ам}^2/\text{кг}$ до нуля при изменении содержания никеля от нуля (Fe_3P) до 85% (Ni_3P). Фосфид никеля (Ni_3P) – парамагнетик. Точка Кюри искусственного фосфида железа Fe_3P сохраняется до Fe_2P , фосфиды железа с бóльшим содержанием фосфора немагнитны.

ШТЕРНБЕРГИТ - минерал ромбической сингонии, AgFe_2S_3 . Вторичный минерал серебро-сульфидных руд.

ШТРЕНГИТ - минерал ромбической сингонии, $\text{Fe}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{PO}_4)$. Продукт вторичного экзогенного изменения фосфатов.

ШТРУНЦИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Mn}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}_2^{3+}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]$. В пегматитах.

ШУБНЕЛИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Fe}^{3+}(\text{VO}_4)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

[назад](#)

Щ

[назад](#)

ЩЕЛОЧНАЯ ПОРОДА – магматическая порода, содержащая повышенное количество щелочных элементов, натрия и калия, Это отражается в минеральном составе щелочных пород – присутствуют щелочные пироксены и амфиболы, нефелин, калинатровые полевые шпаты и др. Порода, которая отличается дефицитом Al_2O_3 либо SiO_2 . Т.о., термин относится как к породам, пересыщенным щелочными металлами и кремнеземом, так и к недосыщенным кремнеземом породам.

ЩЕЛОЧНО-ИЗВЕСТКОВАЯ ПОРОДА - магматическая порода или серия магматических пород, которые содержат 51–56% SiO_2 , а процентные содержания CaO и K_2O+Na_2O равны.

ЩИТЫ – выходы на поверхность кристаллических пород фундамента платформ (континентальной литосферы), практически не покрытые платформенным осадочным чехлом. Длительное время обнажены на поверхности Земли.

[назад](#)

ЭВАПОРИТ - необломочная осадочная горная порода, состоящая преимущественно из минералов, образовавшихся из солевого раствора при интенсивном или полном выпаривании растворителя. Например, гипс, ангидрит, каменная соль, первичный доломит.

ЭВДИАЛИТ - минерал тригональной сингонии, $\text{Na}_{16}\text{Ca}_6\text{Fe}_3^{2+}\text{Zr}_3(\text{OH},\text{Cl})_4[\text{Si}_3\text{O}_9][\text{Si}_9\text{O}_{27}]_2$. Fe^{2+} находится в четверной плоскостной координации с оксидами. В больших количествах встречается в некоторых нефелиновых сиенитах.

ЭВОЛЮЦИЯ - (а) изменение группы родственных организмов по пути приспособления к внешним условиям, изменяющимся во времени. (б) Теория постепенного развития жизни на Земле от простейших организмов к более сложным. (в) Постепенное и постоянное изменение формы и функций организмов при последовательной смене поколений или сообществ в масштабах геологического времени.

ЭВТЕКТИКА – расплав, находящийся в равновесии с кристаллами исходных компонентов (кристаллизующихся при постоянной температуре) и представляющей в твердом состоянии механическую смесь кристаллов компонентов. Кристаллизуется расплав при самой низкой температуре из всех возможных для смеси исходных веществ путем одновременного выделения компонентов.

ЭГЕЙИТ - минерал, состоящий из гидрофосфата трехвалентного железа с примесью кальция и алюминия. Встречается в виде небольших стяжений в глинах.

ЭГИРИН – минерал, $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$; моноклинный пироксен. Образуется в щелочных сиенитах, гранитах, пегматитах, в метасоматических породах.

ЭДУКЦИЯ - горизонтальное течение мантийного материала под континентами и его выход на поверхность на континентальных окраинах. Обеспечивает механизм вывода на поверхность голубых сланцев из зоны субдукции.

ЭКЕРМАНИТ - минерал моноклинной сингонии из группы амфиболов, $\text{Na}_3(\text{Mg},\text{Li})_4(\text{Al},\text{Fe})(\text{OH},\text{F})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$.

ЭКЗОТИЧЕСКИЙ ЛИМОНИТ - лимонит, образовавшийся в породе, первоначально не содержащей никаких сульфидов железа.

ЭКРИТ - минерал моноклинной сингонии из группы амфиболов, $\text{NaCa}(\text{Mg},\text{Fe}^{+2})_4\text{Fe}^{+3}(\text{OH})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$.

ЭКЛАРИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Cu},\text{Fe})\text{Pb}_9\text{Bi}_{12}\text{S}_{28}$

ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ – геологические процессы, вызванные в основном внешними силами (энергия солнца, сила тяжести и другие), действующими на поверхности и в близповерхностной части Земли. К экзогенным процессам относятся выветривание, денудация, осадкообразование и др.

ЭКЛОГИТ – кристаллическая порода, состоящая в основном из граната альмандин-пиропового ряда и натриевого пироксена (омфацита). Может содержать рутил, кианит и кварц. По химическому составу аналогичен габбро-нориту, отличается большой плотностью 3,35-4,2 г/см³. Порода образуется при высоких РТ. Известны тела эклогитов в толщах метаморфических пород, в виде ксенолитов в кимберлитах и т.д. В первом случае эклогиты отличаются высокой магнитной анизотропией (магнитные минералы в таких эклогитах образуются при высоких направленных давлениях), в остальных случаях эклогиты, как правило, изотропны и первичных магнитных минералов практически не содержат.

ЭКОЛОГИЯ - наука, изучающая взаимосвязи между организмами и средой их обитания, включая исследование сообществ, условий жизни, природных циклов, взаимных связей организмов, биогеографии и изменений популяций. Геофизические наблюдения, в частности, петромагнитные и палеомагнитные, широко используются для оценки проблем экологической обстановки на Земле или помощи в их разрешении.

ЭКОСИСТЕМА - экологическая единица, состоящая из среды обитания, населяющих ее живых существ и действующих в этой среде абиотических факторов.

ЭКРАН – См. [магнитный экран](#).

ЭКСКУРС – См. [геомагнитный экскурс](#).

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ – распределение вероятностей, которое описывается законом: $F(x)=1-e^{-x/\beta}$, где β — среднее. Кривая экспоненциального распределения имеет высокое начальное значение, которое уменьшается с ростом x . Используется для моделирования времени между событиями или расстояний между объектами.

ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ - вычисление значения функции вне области ее определения. Продолжение графика за пределы существования данных или построение поверхности в изолиниях за пределами крайних точек на карте.

ЭКЦЕСС - статистическое выражение отклонения распределения от нормального закона как мера остроты пика распределения или степени концентрации величин вокруг моды.

ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ - анализ с использованием явления дифракции электронов.

ЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОЗОНД - аналитический прибор, в котором используется тонкий сфокусированный пучок электронов для возбуждения рентгеновского излучения в определенной части образца. По полученному спектру рентгеновских лучей можно определить состав образца в месте возбуждения. Возможно исследование участков диаметром вплоть до 1 мкм с чувствительностью около 50 г/т и выше.

ЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОСКОП - электронно-оптический прибор, в котором пучок электронов, сфокусированный при помощи систем электрических или магнитных линз, используется для получения увеличенных изображений мельчайших предметов на светящемся экране. Благодаря очень малой длине волны электронов может быть использован для получения изображений значительно меньших объектов, чем это возможно с помощью оптических приборов. Увеличение может достигать 100000 раз.

ЭКСТРУЗИВНЫЙ, ВУЛКАНИЧЕСКИЙ - магматические породы, достигшие поверхности Земли в момент формирования, например, потоки лав и пирокластические накопления, в частности, вулканический пепел.

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЯЧЕЙКА – См. [кристаллическая решетка](#), [параметры кристаллической решетки](#).

ЭЛЕМЕНТЫ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – См. [главное магнитное поле Земли](#).

ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ пласта, слоя, любого плоского участка поверхности геологического тела определяют положение этой плоскости в пространстве. Характеризуются *азимут*ом и *углом падения* плоскости.

ЭЛЕМЕНТЫ СИММЕТРИИ – (в кристаллографии) оси, плоскости и центр симметрии, посредством которых может быть описана симметрия кристалла. Существуют 32 возможные комбинации элементов симметрии. Каждая комбинация отвечает самостоятельному классу симметрии кристаллов.

ЭЛЮВИЙ – продукты выветривания коренных горных пород, оставшиеся на месте своего нахождения до образования элювия. От глыб до глин в зависимости от типа выветривания и материнских пород.

ЭМЕЛЕУСИТ - минерал ромбической сингонии из группы миларита, $Li_2Na_4Fe^{3+}_2[Si_{12}O_{30}]$.

ЭММОНСИТ - минерал триклинной сингонии, $Fe_2(TeO_3)_3 \cdot 2H_2O$. В зоне окисления месторождений, содержащих теллуриды. Синоним: дурденит.

ЭНДЕРБИТ - богатая плагиоклазом порода чарнокитовой серии, содержащая кварц, плагиоклаз (обычно антипертитовый), ортопироксен и незначительное количество магнетита.

ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ – глубинные геологические процессы, протекающие внутри Земли. К ним относятся тектонические, метаморфические, магматические, гидротермальные и другие. Эндогенные и экзогенные процессы подчас тесно связаны.

ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ – в химической кинетике наименьшая избыточная энергия, которой должны обладать частицы (сталкивающиеся или распадающиеся) для осуществления химического превращения. Энергия активации при гетерофазном окислении титаномагнетита, т.е. для образования зародышей новой фазы – 1-3 эВ. Однофазное окисление титаномагнетита происходит без образования зародышей новой фазы, для его протекания не нужно преодоление потенциального барьера, соответственно, энергия активации этого процесса менее 0,5 эВ.

ЭНДРЮСИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Cu}, \text{Fe}^{2+})\text{Fe}_3^{3+}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_3$.

ЭНИГМАТИТ - минерал триклинной сингонии, $\text{Na}_2\text{Fe}_5^{2+}\text{TiO}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$. Обычный минерал в богатых натрием щелочных вулканитах, пегматитах и других бедных кремнием магматических породах.

ЭНТАЛЬПИЯ - термодинамическая переменная, равная суммарной внутренней энергии тела, сложенной с произведением его объема на давление. Измеряется в джоулях.

ЭНТРОПИЯ - макроскопическая термодинамическая величина, отражающая, в конечном счете, степень микроскопической случайной неупорядоченности системы. По Гиббсу, энтропия системы равна интегралу частного от деления количества тепла, поглощенного системой на абсолютную температуру обратимого процесса, при котором компоненты системы были перемещены из состояния с нулевой энтропией в данное состояние.

ЭОЛОВЫЙ - работа ветра, изменяющая поверхность земли: перенос песка и пыли, образование дюн, обточка песком. Эоловые отложения - лёссы или дюнные пески; осадочные текстуры как эоловая рябь; ветровая эрозия и аккумуляция.

ЭОН - самая крупная единица геологического времени, в геохронологической иерархии за ним следует эра. В течение эоны формировались горные породы, объединяемые в *эонотему*. Фанерозойский эон включает палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры.

ЭПЕЙРОГЕНЕЗ - форма диастрофизма, которая создала наиболее крупные черты строения континентов и океанов (например, плато и крупные впадины), в противоположность более локальному *орогенезу*, который образовал горные хребты. Эпейрогенические движения являются преимущественно вертикальными и затрагивающими большую часть континентов не только в пределах кратонов, но и в стабилизированных бывших орогенных поясах, где они сформировали большую часть современного горного рельефа. Некоторые эпейрогенические и орогенные структуры связаны постепенными переходами, но большинство имеет четкие отличия.

ЭПИГЕНЕЗ – вторичные процессы, в результате влияния внешних условий, действующих близ поверхности Земли, ведущие к любым последующим изменениям и новообразованиям минералов и горных пород.

ЭПИДОТ – минерал $\text{Ca}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})\text{Al}_2[\text{O}(\text{OH})\text{Si}_3\text{O}_{11}]$; широко распространен в метаморфизованных породах низкой и средней ступени; в скарнах, гибридных гранитоидах; продукт изменений плагиоклаза.

ЭПИЗОНА - самая «верхняя» зона метаморфизма низких ступеней, характеризующаяся температурами менее 300°C и низкими гидростатическими давлениями, а также сдвиговыми напряжениями в диапазоне от низких до высоких. Типичными породами являются аспидные сланцы, филлиты, а также серицитовые и хлоритовые сланцы. В этой же зоне происходит низкотемпературный контактовый метаморфизм и метасоматизм.

ЭПИКОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ - находящийся на континентальном шельфе или внутри континента, например, осадок.

ЭПИТАКСИЯ – ориентированный рост одного кристалла на поверхности другого, легче всего срastaются кристаллы с одинаковой или близкой структурой кристаллической решетки.

ЭПИТЕРМАЛЬНЫЙ - гидротермальное месторождение полезных ископаемых, образованное на глубине до 1 км от земной поверхности в температурном диапазоне 50–200°C и представленное, главным образом, жильной минерализацией.

ЭПИЦИКЛ - малый или вторичный цикл внутри главного или первичного цикла.

ЭПОХА - геохронологическое подразделение, более длительное, чем **век**, но более короткое, чем **период**. Соответствующие эпохе отложения объединяются в **отдел**.

ЭРА - геохронологическое подразделение, в иерархии стоящее непосредственно ниже **зона**. В течение эры образовались породы, объединяемые в **эратему**. Примеры: палеозойская эра, мезозойская эра, кайнозойская эра, включающие периоды, которым соответствуют системы.

ЭРАТЕМА - хроностратиграфическое подразделение по рангу ниже **зономы**, но выше **системы**. Эратема состоит из нескольких систем. См. **эра**.

ЭРИКАИТ - минерал ромбической сингонии, $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{Cl}$. В залежах солей.

ЭРИКССОНИТ - пластинчатый минерал моноклинной сингонии, $\text{BaMn}_2^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})[\text{Si}_2\text{O}_7]$.

ЭРЛШЭННОНИТ - минерал моноклинной сингонии, $\text{Mn}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Fe}^{3+}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]$.

ЭРНСТИТ - минерал моноклинной сингонии, $(\text{Mn}^{2+}_{1-x}\text{Fe}^{3+}_x)\text{Al}(\text{PO}_4)(\text{OH})_{2-x}\text{O}_x$. В гранитных пегматитах, является продуктом окисления эосфорита $(\text{MnAlPO}_4(\text{OH})_2\text{H}_2\text{O})$.

ЭРОЗИЯ – процесс разрушения горных пород водным потоком. В ходе эрозии материал земной поверхности разрыхляется, растворяется и одновременно перемещается на другое место природными силами, включающими выветривание, растворение, коррозию. Состоит из: 1) механического размывания, 2) химического растворения пород.

ЭССЕКСИТ – щелочное габбро.

ЭССЕНЕИТ - минерал моноклинной сингонии из группы пироксенов, $\text{Ca}_2\text{Fe}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}]$.

ЭСТУАРИЙ - расширяющееся к морю воронкообразное приливно-отливное устье речной долины, где пресные воды смешиваются с морскими, а явления, связанные с приливами, проявлены наиболее ярко, например, приливно-отливная река или частично отгороженный прибрежный водоем, где морской прилив встречается с речным течением.

***ЭТАЛОН** – в петромагнитологии и палеомагнитологии магнитно-стабильный образец с известными магнитными свойствами, природный или искусственно приготовленный для градуировки магнитной измерительной аппаратуры, т.к. на всей аппаратуре ведутся относительные измерения. Обычно применяются эталоны восприимчивости, магнитного момента или намагниченности, остаточной намагниченности, температуры (точки Кюри). В последнем случае используются обычно искусственно приготовленные эталоны чистого никеля, магнетита, гематита, железа.

ЭФФЕКТ ГОПКИНСОНА – резкое возрастание магнитной восприимчивости магнитных материалов в слабых магнитных полях вблизи их точки Кюри, благодаря резкому уменьшению около этой температуры магнитной анизотропии материала.

См. [магнитная восприимчивость](#), [терромагнитный анализ](#).

[назад](#)

Ю

ЮВЕНИЛЬНЫЕ - ювенильные воды и газы, которые произошли непосредственно из магм и поднимаются из глубин на земную поверхность. Рудообразующие флюиды или минерализаторы, которые выделились из магмы при фракционной кристаллизации или путем иного плутонического механизма в отличие от флюидов, представленных поверхностными, захороненными или метеорными водами.

ЮКОНИТ - не имеющий кристаллической структуры минерал, $\text{Ca}_3\text{Fe}_7^{3+}\text{S}(\text{AsO}_4)_6(\text{OH})_9 \cdot 18\text{H}_2\text{O}(\text{?})$.

ЮНГИТ - пластинчатый минерал, $\text{Ca}_2\text{Zn}_4\text{Fe}_8^{3+}(\text{OH})_9(\text{PO}_4)_9 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$. В пегматите.

ЯВАПАЙИТ – минерал, $\text{KFe}^{3+}[\text{SO}_4]_2$, продукт отложения фумарол.

ЯГОИТ - пластинчатый минерал, твердый раствор переменного состава, приблизительная формула: $\text{Pb}_9\text{Fe}_2^{3+}\text{Si}_{15}\text{O}_{41}\text{Cl}_2$. В пегматитовых рудах.

ЯДРО ЗЕМЛИ - центральная зона Земли ниже границы Гутенберга, расположенной на глубине 2900 км. Разделяется на *внутреннее ядро* и *внешнее ядро* с переходной зоной между ними. Через внешнее ядро проходят только продольные сейсмические волны, следовательно, оно является жидким. Внутреннее ядро диаметром около 1300 км твердое, поскольку было обнаружено, что через него проходят поперечные волны. Внутри жидкого ядра зарождается магнитное поле Земли.

ЯКОБСИТ – MnFe_2O_4 , минерал группы шпинели, образует серии твердых растворов, в частности, с магнетитом. Ферромагнетик. Встречается в низкотемпературно-метаморфизованных породах, в отложениях, богатых марганцем.

См. [феррошпинели](#).

ЯРОЗИТ – минерал тригональной сингонии, $\text{KFe}^{3+}[(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2]$; наиболее устойчивый из сульфатов железа. Образуется в зоне окисления. *Оксониевый ярозит* – минерал, $(\text{H}_3\text{O})[\text{Fe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2]$.

ЯРУС - хроностратиграфическая единица, более низкого ранга, чем *отдел*. Наиболее широко применяется для внутриконтинентальной корреляции и классификации, а так же для глобальных сопоставлений. Временным его эквивалентом является *век*. Подразделяется на подъярусы, биозоны.

ЯШМА – кремнистая осадочная порода, окрашенная преимущественно окислами железа и марганца. Часто яшмы – эпигенетически измененные радиоляриты (глубоководные осадки) или вулканогенно-осадочные метаморфизованные образования.

ЯЩИЧНАЯ ТЕКСТУРА РУД - сеть из взаимно пересекающихся пластинок лимонита или другого оксида железа, отложенных в пустотах или вдоль трещин и образующих один или более слоев коробчатых пустот. Считается, что такая текстура формируется за счет растворения сульфидов при окислении и выщелачивании сульфидных руд.

Литература

Аплонов С.В. Магнитные аномалии внутренних районов Западной Сибири - возможные свидетельства древнего спрединга. 1990, Докл. АН СССР, т.310, с.1079-1084.

Аплонов С.В. Геодинамика глубоких осадочных бассейнов. СПб: ЦГИ ТЕТИС, 2000.

Белов К.П., Бочкарев Н.Г. Магнетизм на Земле и в космосе. М.: Наука, 1983.

Большаков А.С., Солодовников Г.М. Напряженность геомагнитного поля в последние 400 миллионов лет. // Докл. АН СССР, 1981, т.260, с.1340-1343.

Большаков А.С., Щербакова В.В. Термомагнитный критерий определения доменной структуры ферритмагнетиков // Изв. АН СССР, физика Земли, 1979, № 2. с.38-47.

Большаков В.А. Новая концепция орбитальной теории палеоклимата. М.: МГУ, 2003. 256 с.

Буров Б.В., Нургалиев Д.К., Ясонов П.Г. Палеомагнитный анализ. Казань: изд. Казанского университета. 1986, 167 с.

Буров Б.В., Ясонов П.Г. Введение в дифференциальный термомагнитный анализ горных пород. Казань: изд. Казанского университета. 1979. 159 с.

Воган Д., Крейг Дж. Химия сульфидных минералов // М.: Мир, 1981, 576с.

Гапеев А.К., Цельмович В.А. Состав и гетерофазное окисление природных и искусственных титаномагнетитов // Изв. АН СССР, физика Земли, 1988, № 10, с.42-48.

Геологический словарь. М.: Недра, 1978, т.1, 486 с., т.2, 456с.

Геомагнетизм. Теоретические и практические аспекты. Ред. Г.Н.Петрова. Киев: Наукова думка, 1988, 208 с.

Глубинная морская геофизика. Ред. О.Л.Кузнецов. Л.: Недра, 1991. 222с.

Грачев А.Ф. Мантийные плюмы и проблемы геодинамики // Физика Земли, 2000, N4, с.3-37.

Дир У.А., Хаун Р.А., Зусман Д. Породообразующие минералы. 1978. Т.5, несиликатные минералы. М.: Мир, 1966. 408 с.

Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. М.: Наука, 1983, 485 с.

Зельдович Я.Б., А.А.Рузмайкин, Д.Д.Соколов, Магнитные поля в астрофизике, М.-Ижевск, 2006.

Зоненшайн Л.П., Савостин Л.А. Введение в геодинамику. М.: Недра, 1979, 312 с.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра, 1990, кн.1, 328 с., кн. 2, 336 с.

Имбри Дж., Имбри К.П. Тайны ледниковых эпох М.: Прогресс, 1988. 264 с.

Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М.-Л.-д.: ГОНТИ. 1939. 207 с.

Молостовский Э.А., Печерский Д.М., Фролов И.Ю. Магнитохроностратиграфическая шкала фанерозоя и ее описание с помощью кумулятивной функции распределения // Физика Земли, 2007, №10, с.15-23.

Нагата Т. Магнетизм горных пород. М.: Мир, 1965. 348 с.

Назарова Е.А., Печерский Д.М. Магнитные свойства базальтов восточной части Тихого океана и природа магнитных аномалий. Сб. "Океан. исследования", М.: Наука, 1976, N29.

Нгуен Т., Печерский Д.М. Серпентиниты как возможный источник линейных магнитных аномалий // Изв. АН СССР, серия геол., 1989, № 1, с.61-67.

Петрова Г.Н. и др. Характерные изменения геомагнитного поля в прошлом. М.: Наука, 1992, 176с.

Петромагнитная модель литосферы. Ред. Д.М.Печерский. Киев: Наукова Думка 1994, 345 с.

Печерский Д.М. Основные идеи и экспериментальная проверка метода длинных частиц // Изв. АН СССР, серия геол., 1970, № 3, с.103-111.

- Печерский Д.М.** Петромагнетизм и палеомагнетизм. М.:Наука,1985, 128с.
- Печерский Д.М.** Суммарная амплитуда вековых вариаций, мировые магнитные аномалии и плюмы // Физика Земли, 2001, № 5, с.85-91.
- Печерский Д.М.** Обогащение осадков гидроокислами железа на границе мезозоя и кайнозоя: обобщение петромагнитных данных // Физика Земли, 2008, №3, с.65-72.
- Печерский Д.М. и др.** Магнетизм и условия образования изверженных пород//М.: Наука, 1975, 312 с.
- Печерский Д.М., Геншафт Ю.С.** Петромагнетизм континентальной земной коры: итоги XX века// Физика Земли. 2002, №1, С.3-36.
- Печерский Д.М., Диденко А.Н.** Палеоазиатский океан. М.: Изд. ОИФЗ, 1995, 297с.
- Печерский Д.М., Любушин А.А., Шаронова З.В.** К вопросу о согласованности изменений биоты и полярности геомагнитного поля в фанерозое // Физ. Земли, 2010, №12.
- Печерский Д.М., Шаронова З.В.** Геомагнитное поле в фанерозое-венде и нижнемантийные плюмы // Геофиз. Исследования, 2010, №6.
- Современное состояние** исследований в области геомагнетизма. Сборник, ред. Л.С. Безуглая. М.: ИФЗ АН СССР, 1983. 239 с.
- Толковый словарь английских геологических терминов.** Составлен Американским Геологическим Институтом. Четвертое издание, 1997. Перевод, 2002.
- Тутубалин В.Н.**, Теория вероятностей, М., Академия, 2008
- Физический энциклопедический словарь.** М.:Советская энциклопедия,1983, 923с.
- Фор Г.,** Основы изотопной геологии, Мир, М., 1989.
- Храмов и др.** Палеомагнитология// Л.: Недра, 1982, 312 с.
- Шапиро М.Н., Д.М.Печерский, А.В.Ландер.** О скоростях и направлениях абсолютных перемещений зон субдукции в геологическом прошлом // Геотектоника, N2, 1997, с.3-13.
- Шипунов С.В.** Основы палеомагнитного анализа. Теория и практика. 1993, М.: Наука, 1993, 160с.
- Шолпо Л.Е.** Использование магнетизма горных пород для решения геологических задач.// Л.: Недра, 1977, 182с.
- Яновский Б.М.** Земной магнетизм// Л.: Изд. ЛГУ, 1978, 591 с.
- Andrew J.A.** True polar wander: an analysis of Cenozoic and Mesozoic paleomagnetic poles // J. Geoph. Res., 1985, v.90, p.7737-7750.
- Bingham C.** An antipodally symmetric distribution on the sphere // Ann. Stat., 1974, v.2, p.1201-1225.
- Bozorth R.M.** *Ferromagnetism*. D.Van Nostrand Comp. Inc., Toronto-New York-London, 1951, 784pp.
- CRC Handbook** of Chemistry and Physics, 1991, 71st. ed.
- Ernst R.E., Buchan K.L.** Recognizing mantle plumes in the geological record // Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 2003, v.31, p.469-523.
- Fisher R.A.** Dispersion on sphere // Proc. R. Soc., London, 1953, ser. A, N 217, p.295-305.
- Fuller M.** Experimental methods in rock magnetism and paleomagnetism. "Methods of experimental physics", 1987, v. 24, p.303-471.
- Halls H.C.** The use of converging remagnetisation circles in paleomagnetism // Phys. Earth Planet. Inter., 1978, v.16, p.1-11.
- Heirtsler J.R., Dickson G.O., Herron C.M., et al.** Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals, and motions of the oceanic floor and continents // J. Geophys. Res., 1968, v.78, p.2119-2136.
- Hoffman K.A., Day R.** Separation of multicomponent NRM: a general method. // Earth Planet. Sci. Lett., 1978, v. 40, p.433-438.
- Jonson H.P., Merrill R.T.** Low temperature oxidation of titanomagnetite and the implication for paleomagnetism // J. Geophys Res., 1973, v.78, p.4938-4949.

Kent J.T. The Fisher-Bingham distribution on the sphere // J. R. Stat. Soc., 1982, ser. B, pp.71-80.

Kerr R.A. Tracing the wandering poles of ancient Earth // Science, 1987, v.236, p.147-148.

Kohout T. Physical properties of meteorites and their role in planetology // Report Ser. In Geophys., University of Helsinki, 2009, N 60.

Larson R.L. and Pitman W.C. World-wide correlation of Mesozoic magnetic anomalies and its implication // Geol. Soc. Am. Bull., 1972, v.83, p.3645-3660.

McElhinny M.W. Paleomagnetism and plate tectonics. Camdridge University Press, London, 1973, 358 pp.

McFadden P.L. Now-tier analysis in paleomagnetism // Geoph.J. Roy astr. Soc., 1982, v. 71, p.519-543.

Merrill R.T., McElhinny M.W. The Earth's magnetic field // London, Academic Press, 1984, 401 p.

Nagata T., J. Danon, and M. Funaki Magnetic properties of Ni-rich iron meteorites, *Mem. National Inst. Polar Res., Spec. Issue*, 1987, v.46, p.263-282.

Nishitani T., Kono M. Curie temperature and lattice constant of oxidized titanomagnetite // Geophys. J. R. Astr. Soc., 1983, v.74, p.585-600.

Pechersky D.M. Neogeaen paleomagnetism constraints on the processes at the core and surface of the Earth // Russian J. Earth Sci., 1998, v.1, No 2, p.103-135, <http://eos.wdcb.rssi.ru/tjes/>

Pechersky D.M. Metallic iron and nickel in Cretaceous and Cenozoic sediments: the results of thermomagnetic analysis // Journal Environmental Protection. 2010, v.1, No 2, p. 143-154.

Pechersky D.M., Zakharov V.S., Lyubushin A.A. Continuous record of geomagnetic field variations during cooling of the Monchegorsk, Kivakka and Bushveld Early Proterozoic layered intrusions // Russian J. Earth Sci. 2004, v.6, N6, <http://rjes.wdcb.ru/v06/tje04158/tje04158.htm>

Pechersky D.M. and Garbuzenko A.V. The Mesozoic-Cenozoic Boundary: Paleomagnetic Characteristic // Russian J. Earth Sci., 2005, v.7, N2, p.1-15, <http://rjes.wdcb.ru>.

Readman P.W., O'Reilly W. Magnetic properties of oxidized titanomagnetites // J. Geomagn. Geoelectr., 1972, v.24, p.69-70

Sabadini R., Yuen D.A. Mantle stratification and long-term polar wander // Nature, 1989, v.339, p.373-375.

Spencer K.J., Lindsley D.H. Solution model for coexisting iron-titanium oxides // Am. Mineralogist. 1981,v.66, p.1189-1201.

Tauxe L., Kylastra N., Constable C. Bootstrap statistics for paleomagnetic data // J. Geophys. Res., 1991, v.96, B7, p.11723-11740.

Toft P.B., Haggerty S.E. Limiting depth of magnetization in cratonic lithosphere // Geophys. Res. Lett., 1988, v.15, p.530-533.

Vine F.J., Matthews D.H. Magnetic anomalies over ocean ridges // Nature, 1963, v.199, p.947-949.

Zijderveld J.D.A. Demagnetization of rocks: analysis of results // "Methods in Paleomagnetism". Amsterdam a.o., 1967, p.254-286.