

Магнитостратиграфия (палеомагнитный метод)

Магнитостратиграфия – один из недавно разработанных методов, способствующих развитию четвертичной геологии и стратиграфии и играет заметную роль в морской геологии. Во время отложения осадков или охлаждения расплавленных пород магнитные минералы окислов железа ориентируются по направлению существующего магнитного поля. Преимущественная ориентация намагниченных зерен (*остаточная намагниченность*) действует как регистратор геомагнитного поля.

Магнитная стратиграфия основана на геологически частых инверсиях северного и южного магнитных полюсов Земли. Например современная полярность (называемая *прямой полярностью*) установилась около 700 тыс. лет назад, а примерно за 1.5 млн. лет до этого расположение полюсов было противоположным (*обратная полярность*), за исключением нескольких коротких эпизодов прямой полярности.

В 1906 г. француз геофизик Б. Брюнес обнаружил, что некоторые древние вулканические породы намагничены в направлении, прямо противоположном современному магнитному полю. Дальнейшие работы показали, что магнитное поле Земли имеет два стабильных состояния: его северный полюс находится либо вблизи Северного географического полюса, либо вблизи Южного, как в настоящее время.

Таким образом,

**инверсии – это смены направлений остаточной намагниченности,
а палеомагнитные инверсии – смены направлений магнитного поля
в прошлом..**

Поэтому метод магнитостратиграфии часто называют *палеомагнитным методом*.

В истории Земли неоднократно происходило обращение полюсов от одного из них к другому.

Надо отметить, что еще в начале 60-х годов дискутировался вопрос о том, менялось ли вообще направление магнитного поля. Методы датирования относительно молодых пород (с помощью неравновесных методов уранового ряда или по С-14) в то время не позволяли определить возраст палеомагнитных инверсий. И только когда технические усовершенствования коснулись К-Аг метода, то с помощью К-Аг удалось достаточно точно датировать наземные лавовые потоки.

Хронологическая шкала палеомагнитных инверсий.

Магнитостратиграфия стала развиваться с начала 60-х годов, как я уже упоминал. Всего за 5 лет была установлена последовательность инверсий магнитного поля. Это было результатом совместного изучения палеомагнетизма и хронологии молодых разрезов вулканогенных пород. Магнитостратиграфия была затем распространена на разрезы глубоководных осадков.

Развитие хронологической шкалы палеомагнитных инверсий основывалась на применении двух различных методов:

- 1 - на определении остаточной намагниченности пород с целью установления палеомагнитной полярности;
- 2 - на радиологическом датировании К-Аг методом.

Такой подход к стратиграфии важен по двум причинам:

- 1 – обращения магнитного поля представляют собой синхронные глобальные явления. Другие синхронные события, такие как разнос ветром вулканического пепла и накопления его в осадках, также относятся к полезным стратиграфическим индикаторам, но они в гораздо большей степени ограничены по площади, чтобы из можно было использовать для широкомасштабной корреляции;
- 2 – магнитостратиграфия по крайней мере для последних 6 млн лет была разработана при помощи радиологического датирования последовательности наземных лавовых потоков. Она дала стратиграфам точную хронологическую привязку.

Номенклатура.

Как любая область стратиграфии, магнитостратиграфия нуждалась в наборе терминов для сведения к минимуму возможных двусмысленностей, возникающих вследствие проведения исследований разными учеными. Я даю принятую у нас терминологию:

- 1 - палеомагнитные эпохи (хроны) продолжительностью 100 тыс – 1 млн лет являются крупнейшими единицами изменения полярности и получили свое название по именам первых исследователей в этой области;
- 2 - эпизоды (события, субхроны) продолжительностью от 10 тыс до 100 тыс лет получили свои названия по той местности, где они впервые устанавливались;
- 3 – короткие эпизоды или экскурсии полярности именуется также по местности, они имеют продолжительность от 100 лет до 110 лет и определяются как изменения положения истинных геомагнитных полюсов, которые могут смещаться на короткое время в средние широты, а затем возвращаться к исходному положению.

Примеры палеомагнитных или магнитостратиграфических шкал приведены на рис.

Один из вариантов магнитохронологической шкалы для
 новейшего этапа развития Земли

Палеомагнитные эпохи	Палеомагнитные эпизоды	Возраст, млн. лет	Короткие эпизоды, возраст, тыс. лет
Брюнес, нормальная			Готенбург (13,75-12,35)
			Лашами (20 - 8,73)
			Лейк-Мунго (30)
		0,71(0,73)	Блейк (110)
Матуяма, обратная	Харамильо	0,9	
	Гилс	1,7	
	Слдувей	1,9	
		2,42(2,45)	
Гаусс, нормальная	Каена	2,8	
	Меммос	3,05	
		3,31(3,40)	
Гильберт, обратная	Кочити	3,7	
	Нунивак	4,1	
	Сидуфиал	4,4	
	Твер	4,7	

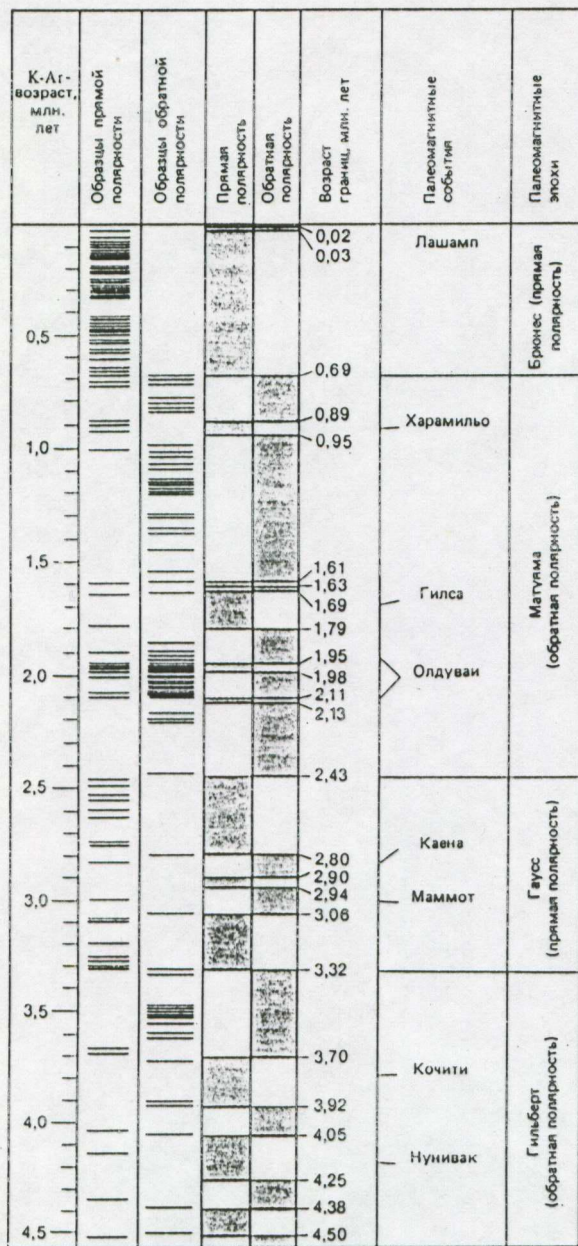


Рис. 3-7. Основные компоненты палеомагнитной шкалы для последних 4,5 млн. лет [206]. Прямая полярность показана черным, обратная — белым. С тех пор как эта шкала была опубликована Коксом [206], выделено и датировано много новых событий, с учетом которых установлен возраст границ палеомагнитных эпох.

Магнитостратиграфия глубоководных осадков.

Как выяснилось большую ценность для палеомагнитных исследований представляют озерные, озерно-ледниковые и морские глубоководные осадки, в накоплении которых происходила свободная ротация ферромагнитных зерен в водной среде, ориентировка их по направлению геомагнитного поля и устойчивое закрепление их в осадках.

Т.о., глубоководные осадки обладают относительно стабильной остаточной намагниченностью, а колонки осадков могут обеспечить прекрасную возможность изучения сравнительно полных разрезов, формировавшихся в течение нескольких миллионов лет.

Интенсивные магнитостратиграфические исследования во всех океанах подтвердили хронологическую шкалу палеомагнитных инверсий, установленную по наземным последовательностям вулканических пород.

Магнитометр - прибор для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств материалов.

В зависимости от измеряемой величины различают приборы для измерения напряжённости поля (эрстедметры), направления поля ([инклинаторы](#) и деклинаторы).

Магнитостратиграфия глубоководных и мелководных морских осадков, а также наземных последовательностей стала мощным инструментом для решения проблем стратиграфии и исторической геологии. Результаты ее применения в морской геологии следующие:

- 1 – проведено датирования пепловых прослоев и уточнена их корреляция. Это обеспечивает надежную хронологию проявлений эксплозивного вулканизма в различных районах;**
- 2 – датированы биостратиграфические схемы по разным группам микрофоссилий и определена синхронность или диахронность микропалеонтологических событий, таких как появление или вымирание, особенно между различными водными массами (показать рисунок);**
- 3 – датирована история накопления материала ледового разноса и биологической продуктивности;**
- 4 – были закартированы возрасты отложений на больших площадях дна океанов и построены карты по данным определения палеомагнитных инверсий;**
- 5 – изменились представления о геологических процессах. После установления жестких хронологических рамок позднекайнозойских морских последовательностей выяснилось, что возраст ископаемых организмов, использовавшихся ранее для определения границы между миоценом и плиоценом, всего лишь 5 млн. лет и что эта граница расположена в основании эпохи Гильберт. До появления магнитостратиграфии возраст этой границы по радиологическим данным оценивался в 9 млн. лет.**

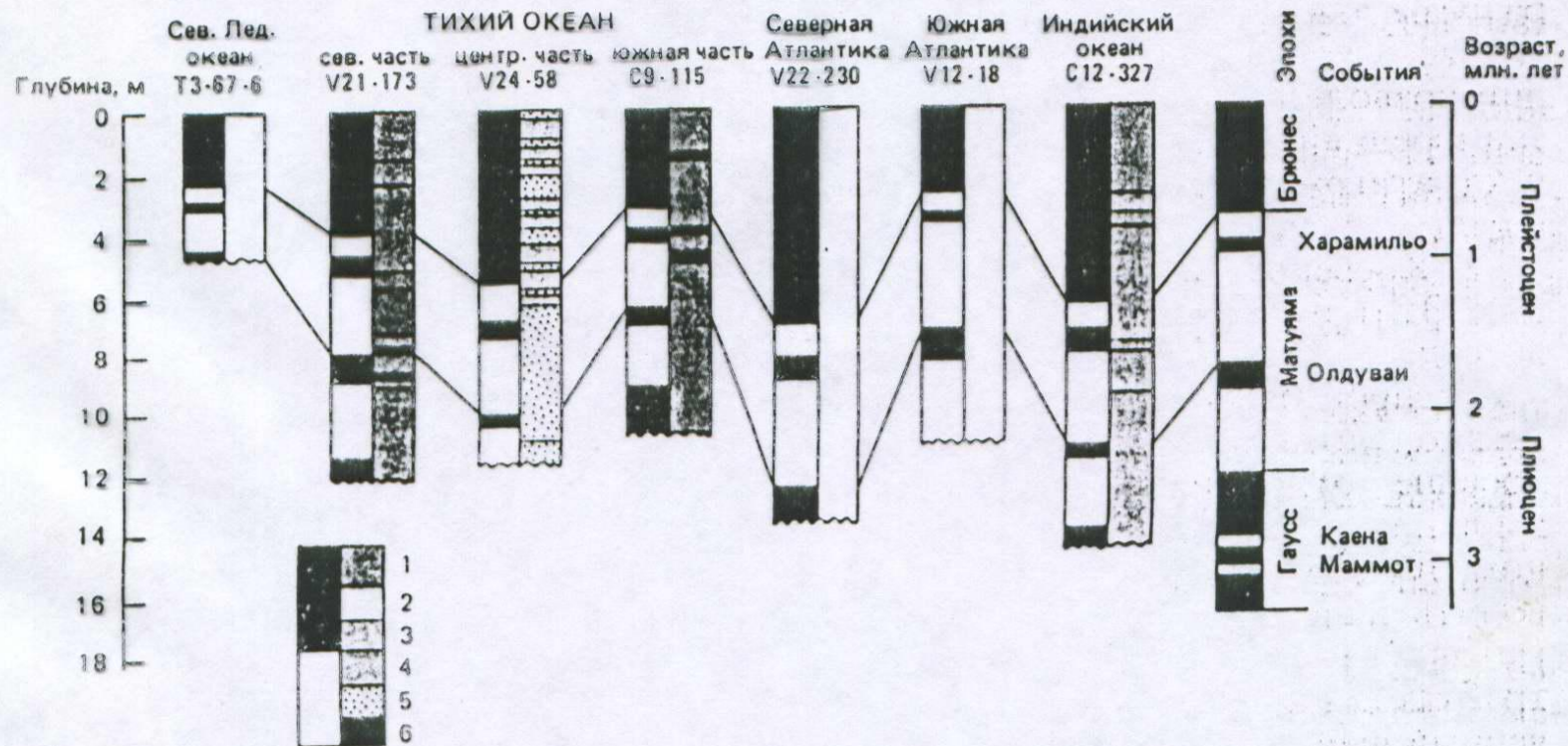


Рис. 3-8. Палеомагнитная корреляция колонок осадков Северного Ледовитого, Тихого, Индийского и Атлантического океанов, отличающихся по литологическому составу и комплексам микрофоссилий [801]. Прямая полярность – черное, обратная – белое; 1 – немой слой илов, 2 – фораминиферово-глинистый ил, 3 – кремнисто-глинистый ил, 4 – фораминиферовый ил, 5 – кремнистый ил, 6 – пещел.

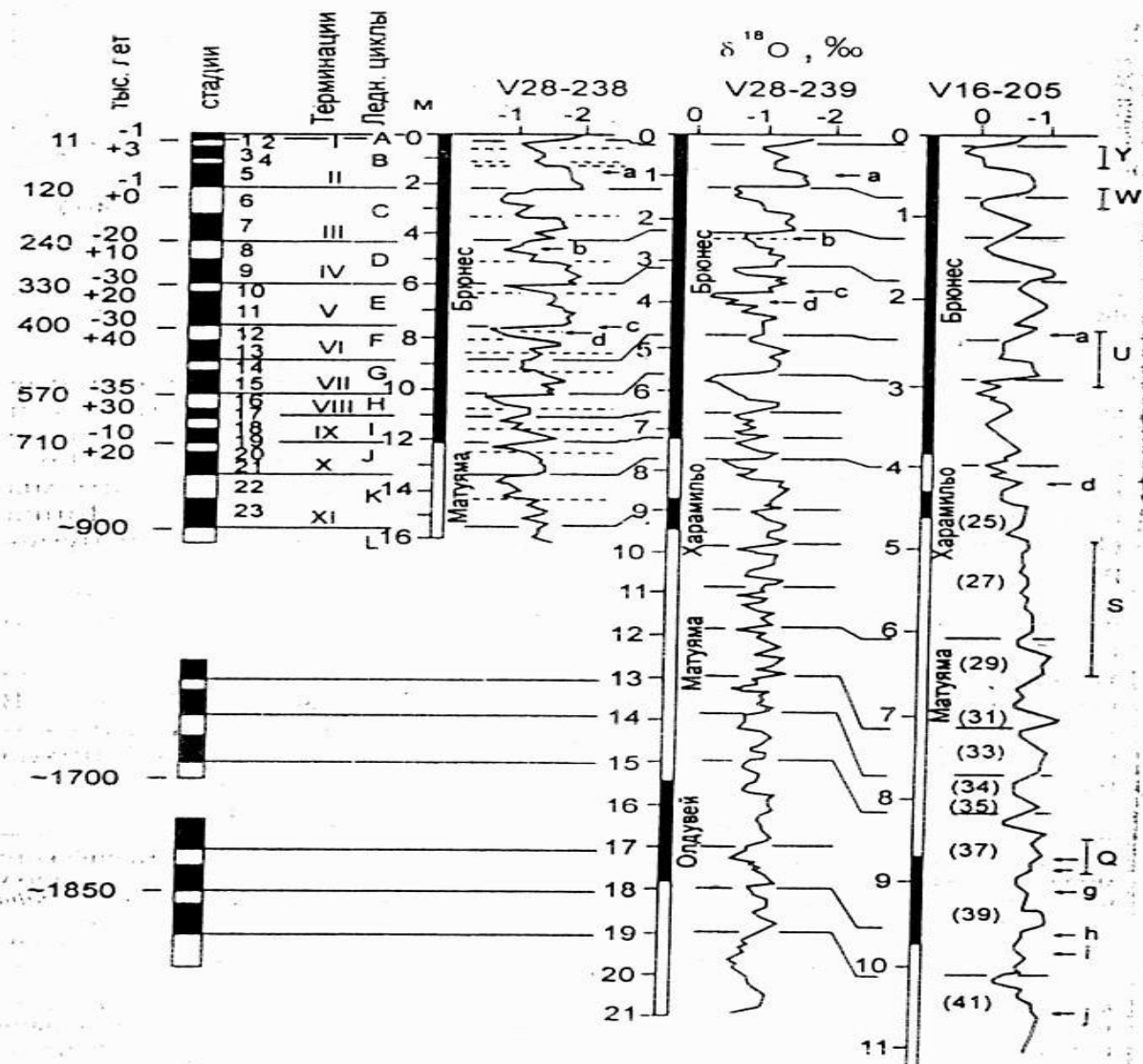


Рис. 2.11. Некоторые наиболее известные изотопно-кислородные диаграммы, полученные Н. Шеклтоном и Н. Опдуком (*Shackleton, Opdyke*, 1973, 1976) в Тихом океане: V28-238 (01°01' с.ш., 160°22' в.д.) и V28-239 (03°15' с.ш., 159°11' в.д.) и Дж. Ван Донком в Атлантическом океане: V16-205 (15°24' с.ш., 43°21' з.д.).