

УДК 551.762/.763:550.382356+(11)(571.1.5)

БОРЕАЛЬНО-ТЕТИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ПОГРАНИЧНОГО ЮРСКО-МЕЛОВОГО ИНТЕРВАЛА ПО МАГНИТО- И БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИМ ДАННЫМ

© 2007 г. **В. Хоша***, **П. Прунер***, **В.А. Захаров****, **М. Костак*****, **М. Шадима***,
М. А. Рогов**, **С. Шлехта***, **М. Мазух*****

*Чешская АН, Прага

**Геологический Институт, РАН, Москва

***Карлов университет, Прага

Поступила в редакцию 3 1.10.2006 г.

В результате детального опробования и палеомагнитного изучения 2 7-метрового интервала разреза пограничных между юрой и мелом слоев на полуострове Нордвик (Анабарский залив, море Лаптевых) в отложениях бореального типа установлена последовательность магнитозон, аналогичная последовательности хронов магнитной полярности M20n – M17г. Внутри магнитозоны прямой полярности, сопоставляемой с хроном M20n, обнаружен интервал обратной полярности – вероятный аналог субзоны Kysuca (M20n.1г), а в пределах магнитозоны прямой полярности, коррелируемой с хроном M19n, – интервал, аналогичный субзоне “Brodno” (M19n.1г). Идентичная последовательность магнитозон прямой и обратной полярности выявлена в трех разрезах пограничных между юрой и мелом отложений тетического типа: в Боссо (Италия), Бродно (Словакия) и Пуэрто Эспаньо (Испания). Корреляция установленных последовательностей показала, что граница между юрской и меловой системами в отложениях бореального типа попадает в зону *Craspedites taimyrgensis* верхне-волжского подъяруса верхней юры. Таким образом, волжский ярус почти в полном объеме должен быть включен в юрскую систему. Биостратиграфические данные не противоречат этому выводу.

Ключевые слова. Граница юра-мел, бореальные и тетические отложения, магнитостратиграфия, аммониты, кальпионеллы, Северная Сибирь.

ВВЕДЕНИЕ

Существовавшая в поздней юре и раннем мелу в Северном полушарии Земли климатическая зональность, а также некоторые особенности палеоокеанологии, привели к формированию значительных различий в систематическом составе морской и наземной фауны и флоры на севере и юге и обособлению двух супербиохором: Тетис-Панталасса на юге и Панбореальной на севере. Особенно сильно биота этих биогеографических надобластей различалась в конце юрского и начале мелового времени. Это стало основной причиной, затрудняющей ныне детальную биостратиграфическую корреляцию разрезов пограничного юрско-мелового стратиграфического интервала в отложениях бореального и тетического типов. Многочисленные варианты позонной корреляции пограничных ярусов: титонского и берриасского (на юге), и, соответственно, волжского и рязанского (на севере), предложенные специалистами за последние 50 лет не находят единодушной поддержки. Привлечение независимого палеомагнитного метода, наряду с микро- и макропалеонтологическими, для корреляции пограничных отло-

жений юры-мела надобластей Панбореальной и Тетис-Панталасса до настоящего времени было невозможно из-за отсутствия надежных магнитостратиграфических данных по волжскому ярусу и бореальному берриасу. В 2003–2006 гг. авторами с целью ликвидации этого пробела были проведены совместные (био- и магнитостратиграфические) исследования пограничных юрско-меловых отложений, расположенных на полуострове Нордвик, на севере Сибири (рис. 1). Стратиграфически и седиментационно непрерывный разрез верхне-волжского подъяруса и рязанского (бореального берриаса) яруса обнажается на западном берегу Анабарского залива моря Лаптевых. Зоны по аммонитам и бухиям были установлены ранее (Захаров и др., 1983) и еще раз подтверждены во время полевых работ 2 003 г. Разрез (рис. 2) сложен морскими алеврито-глинистыми породами с обильными конкрециями и несколькими карбонатными прослоями, сцементированными на стадии раннего диагенеза. Ключевой интервал для палеомагнитного опробования разреза, равный 27 м, был определен биостратиграфически от кровли средневолжского подъяруса (зона *Epirvirgatices variabilis*) до нижней части рязанского яруса (зо-

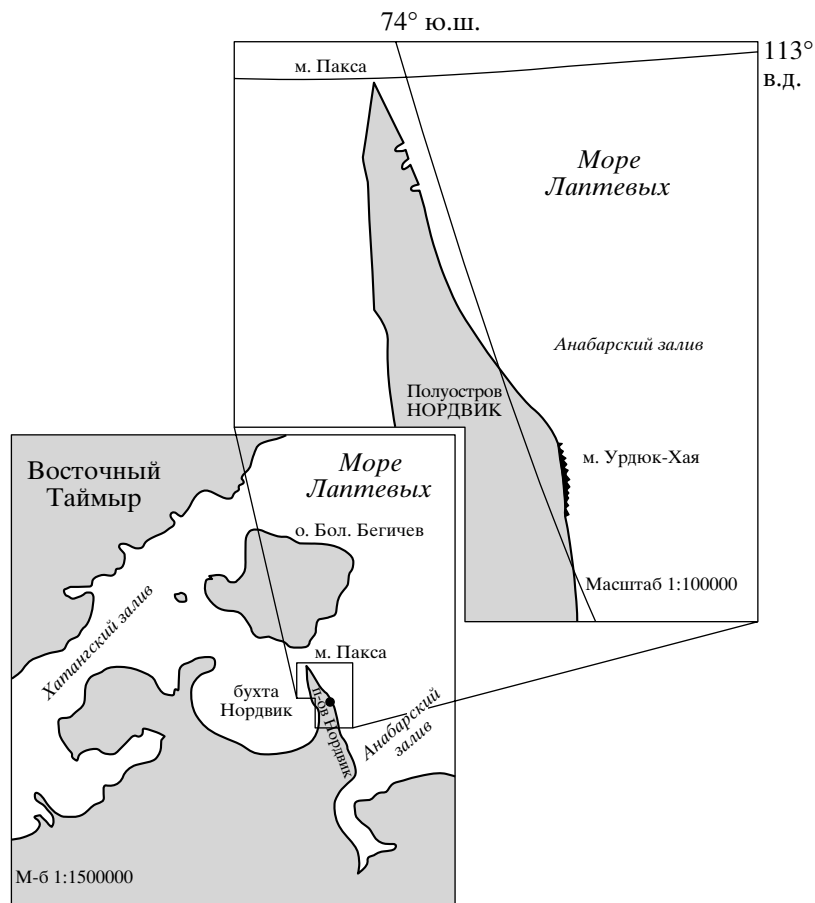


Рис. 1. Местоположение разреза пограничных верхнеюрских и нижнемеловых (бореальный берриас) отложений на мысе Урдюк-Хая, полуостров Нордвик, западный берег Анабарского залива моря Лаптевых.

на *Nectoroceras kochi*). В результате проведенных исследований впервые удалось предложить вариант обоснованной магнитостратиграфической корреляции пограничных отложений юры-мела столь удаленных регионов как Южная Европа и Сибирская Арктика. Полученные выводы не противоречат данным биостратиграфии.

ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование является продолжением объединенного проекта, сосредоточенного на детальном магнитостратиграфическом и палеонтологическом изучении пограничных отложений юры и мела с целью установления зональной корреляции границы юры и мела надобластей Тетис-Панталасса и Панбореальной с использованием глобальных палеомагнитных событий (Housa et al., 1999, 2000).

Ориентированные образцы были отобраны с 370 стратиграфических уровней из трех разрезов (рис. 2). Разрезы Н и Д расположены, соответственно, выше и ниже предполагаемой границы юры и мела. Эта граница маркируется 4–6-сантиметровым

прослоем фосфатизированного известняка с высоким содержанием иридия и других благородных металлов (Захаров и др., 1993). Из-за присутствия разломной зоны продолжение разреза D (обозначенное как разрез М) было отобрано на расстоянии в несколько сотен метров от разреза D. При этом пробы были взяты также из примерно двухметрового интервала перекрытия между разрезами D и М, чтобы гарантировать их правильное сопоставление (рис. 2). Названия образцов включают букву, обозначающую соответствующее обнажение и число, выражающее расстояние образца от предполагаемой границы юры и мела в сантиметрах. В середине разреза пробы отбирались с интервалом в 2–4 см (разрез D), в подошве и кровле – с интервалом около 10 см (разрезы Н и М).

Естественная остаточная намагниченность (NRM) была исследована с целью установления магнитной полярности для решения задач магнитостратиграфии. Последовательная пошаговая чистка переменным магнитным полем (AF) до максимального поля 100 мТ проводилась с помощью размагничивающего устройства 2 G Enter-

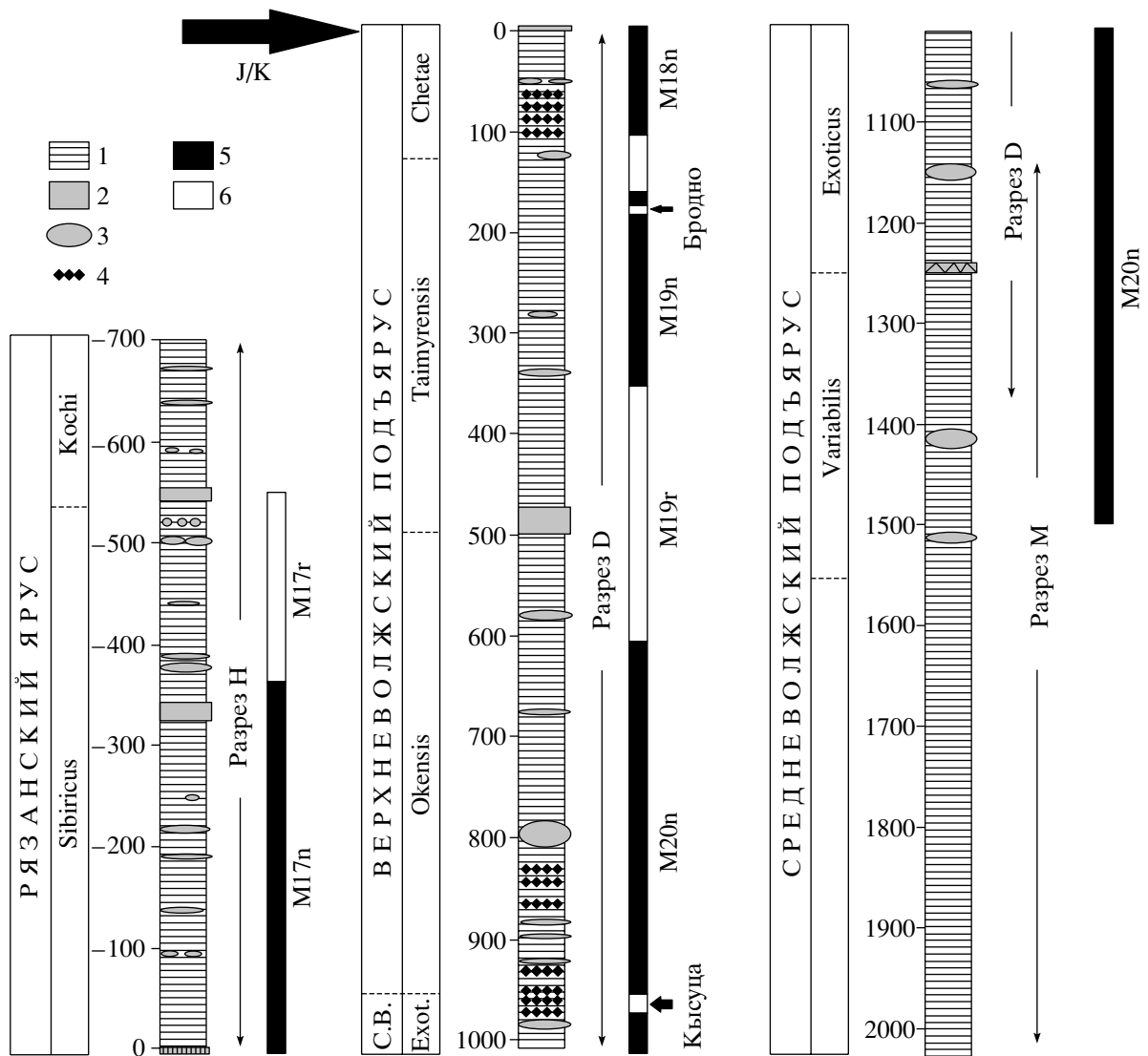


Рис. 2. Разрез пограничных между юрой и мелом слоев на мысе Урдюк-Хая, полуостров Нордвик, западный берег Анабарского залива моря Лаптевых с интервалами отбора палеомагнитных образцов. Показано положение магнито-стратиграфических (справа от литологической колонки) и биостратиграфических (слева) подразделений.

1 – глинисто-алевритовые породы, 2 – слои, сцементированные сидеритом, 3 – сидеритовые конкреции, 4 – пиритовые стяжения или прослои, 5 – интервалы с прямой и 6 – обратной полярностью; С.В. – средневожский подъярус; Exot. – зона Exoticus

prises. После каждой чистки остаточная намагниченность измерялась с помощью криогенного магнитометра 2 G Enterprises в Геологическом исследовательском центре г. Потсдам, Германия. Данные измерений были подвергнуты многокомпонентному анализу остаточной намагниченности (Kirschvink, 1980). После чисток переменным полем, все образцы были успешно размагничены, как правило, до менее чем 1% от исходной величины естественной остаточной намагниченности (NRM) образца. Средние направления характеристической остаточной намагниченности (ChRM) анализировались с использованием статистики Фишера (Fisher, 1953). Приблизительно 8 5% от

общего числа образцов из изученных разрезов относится к группе, где оба знака магнитной полярности были представлены высококоэрцитивной (устойчивой к воздействию высоких полей) ChRM.

Ранее в статье Шадимы и др. (Chadima et al., 2006) были представлены результаты магнитоминералогических исследований образцов, отобранных для палеомагнитных определений. Авторами проанализированы данные о магнитной восприимчивости (k) и естественной остаточной намагниченности (NRM), изучены их зависимости от температуры, получены гистерезисные характеристики пород. Детально исследована магнитная

Таблица 1. Средние направления С-компонент остаточной намагниченности в древней и современной системе координат для сидеритовых конкреций. α_{95} – радиус круга доверия для среднего палеомагнитного вектора при уровне значимости $p = 0.05$; k – палеомагнитная кучность; n – число образцов

Образцы	Остаточная компонента	Полярность	Древняя система координат				Современная система координат				n	См. рис. 3
			среднее направление		α_{95} [°]	k	среднее направление		α_{95} [°]	k		
			склонение [°]	наклонение [°]			склонение [°]	наклонение [°]				
Сидерит	C	N	46.5	86.5	6.3	21.6	92.1	65.0	8.7	11.2	23	

структура образцов путем использования сведений об анизотропии магнитной восприимчивости (в низких и высоких полях) и безгистерезисной остаточной намагниченности, наряду с данными стандартных минералогических методов определения магнитных и немагнитных минералов. Минералогический контроль при интерпретации данных о магнитной структуре был использован для определения пригодности тех или иных образцов в магнитостратиграфических целях.

Магнитная восприимчивость варьирует, в основном, от 1×10^{-5} до 30×10^{-5} и преимущественно контролируется парамагнитными минералами, такими как железосодержащие хлориты, слюды и сидерит. В сидеритсодержащих образцах фиксируется повышение k до 70×10^{-5} , что, вероятно, связано с наличием супертонкодисперсного магнетита, который в природных условиях, как правило, всегда ассоциирует с сидеритом.

Интенсивность естественной остаточной намагниченности изменяется между 5×10^{-5} и 2×10^{-3} А/м. Кроме того, обнаружено несколько образцов, обладающих чрезвычайно высокими значениями NRM ($>5 \times 10^{-3}$ А/м), носителями намагниченности в которых является минерал, близкий к магнетиту (что доказывается резким спадом магнитной восприимчивости в районе 550°C), вероятно, аутигенного генезиса.

Распределение магнитной восприимчивости между парамагнитными и магнитными минералами показывает, что вариации k полностью контролируются парамагнитными компонентами.

По данным магнито-минералогического анализа можно выделить три различные группы образцов (Chadima et al., 2006). Первая группа представлена образцами с самой высокой магнитной восприимчивостью и относительно низкими значениями остаточной намагниченности. В изученных разрезах эти образцы обычно ограничивались конкрециями и цементированными слоями, в которых железосодержащие карбонаты (сидерит) иногда наблюдались макроскопически. После чистки переменным магнитным полем в большинстве сидеритсодержащих образцов можно выделить две устойчивых компоненты естественной остаточной намагниченности (рис. 3): первая

разрушается в низких полях (приблизительно 5–15 мТ), вторая устойчива к воздействию высоких полей (15–80 мТ). Ее можно можно определить как характеристическую остаточную намагниченность (ChRM). Среднее направление ChRM в современной и древней системе координат (без поправки и с поправкой на элементы залегания слоев) приведено в таблице 1. Во всех сидеритсодержащих образцах присутствует только направление намагниченности, соответствующее нормальной магнитной полярности (рис. 3). Хотя намагничивание образцов, содержащих сидерит, возможно, было приобретено в течение диатеза, отсутствие обратной полярности наводит на размышления о перемагничивании.

Вторая группа образцов обладает самыми высокими значениями остаточной намагниченности и относительно низкой магнитной восприимчивостью. После чистки переменным магнитным полем в них можно выделить только одну устойчивую компоненту естественной остаточной намагниченности, разрушение которой происходит в полях 5–80 мТ (рис. 4). В этой группе образцов присутствуют палеомагнитные векторы, характерные для обоих знаков магнитной полярности, однако их направления сильно разбросаны (табл. 2). Из-за сильного рассеяния направлений ChRM образцы с высокой естественной остаточной намагниченностью не могут использоваться в магнитостратиграфических исследованиях.

Таким образом, результаты анализов магнитной структуры и палеомагнитных компонент сидеритсодержащих образцов и образцов с высокой естественной остаточной намагниченностью (примерно 15% проб) привели нас к их исключению из дальнейших магнитостратиграфических исследований (Chadima et al., 2006).

Третья группа образцов, представленная черными углеродистыми глинами, составляет ~85% изученной коллекции. Магнитная анизотропия контролируется в этой группе, в основном, железосодержащими хлоритами и слюдами и, в меньшей степени, ферромагнитной фракцией, представленной магнетитом (Chadima et al., 2006). Типичные примеры результатов чистки переменным магнитным полем образцов, взятых из разнопо-

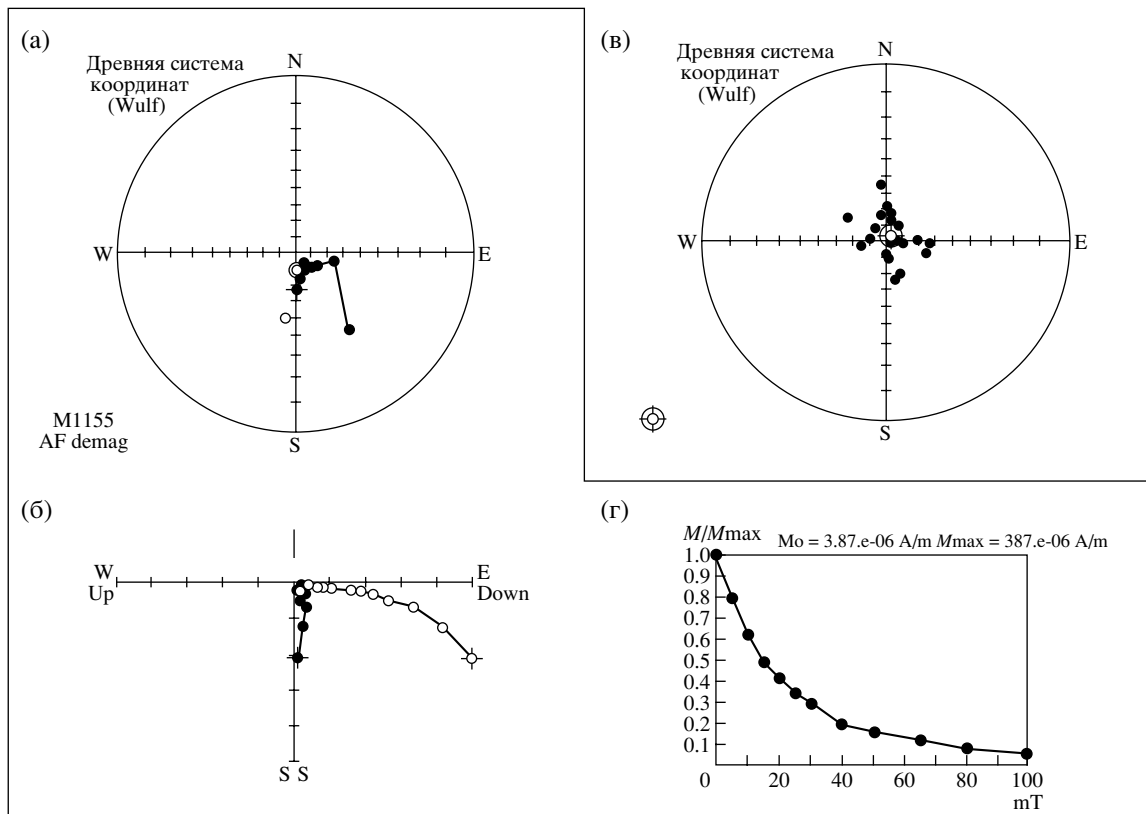


Рис. 3. Результаты чистки переменным магнитным полем сидерит содержащих образцов.

А – стереографическое изображение изменения вектора NRM в процессе чистки. Черные и белые кружки – проекции векторов NRM на нижнюю и верхнюю полусферы, соответственно; Б – диаграмма Зийдверельда. Черные кружки обозначают проекцию на горизонтальную плоскость (XY), белые – проекцию на вертикальную плоскость (XZ); В – стереографическая проекция векторов NRM после чистки; Г – зависимость модуля NRM (M) от интенсивности переменного поля в процессе чистки; 1 – направление и круг доверия для среднего вектора при уровне значимости $p=0.05$. (внешний круг).

лярных зон с различными значениями модуля NRM, представлены на рис. 5, 6 и 7. Образцы обнаруживают четкий двух- или трехкомпонентный состав намагниченности: А-компонента имеет, несомненно, вязкое происхождение, поскольку выделяется в диапазоне переменного поля 0–5 мТ, В-компонента выделяется в диапазоне полей 5–

15 мТ, и характеристическая С-компонента сохраняется при воздействии высоких полей в диапазоне 15–80 мТ. Направления ChRM, измеренные с высокой точностью даже для слабомагнитных образцов, размагниченных до $5 \times 10^{-6} \text{ A/m}$, были использованы для выделения зон магнитной полярности в разрезе. Направления С-компо-

Таблица 2. Средние направления В-компонент остаточной намагниченности в древней и современной системе координат для образцов с высокой естественной остаточной намагниченности ($>5 \text{ mA/m}$). Условные обозначения см. табл. 1

Образцы	Остаточная компонента	Полярность	Древняя система координат				Современная система координат				n	См. рис. 4
			среднее направление		α_{95} [°]	k	среднее направление		α_{95} [°]	k		
			склонение [°]	наклонение [°]			склонение [°]	наклонение [°]				
Высокая NRM	В	N	152.0	78.2	24.1	1.8	111.9	47.1	22.5	2.0	19	См. рис. 4
Высокая NRM	В	R	320.4	-61.8	25.0	2.9	300.4	-20.8	26.4	2.5	11	

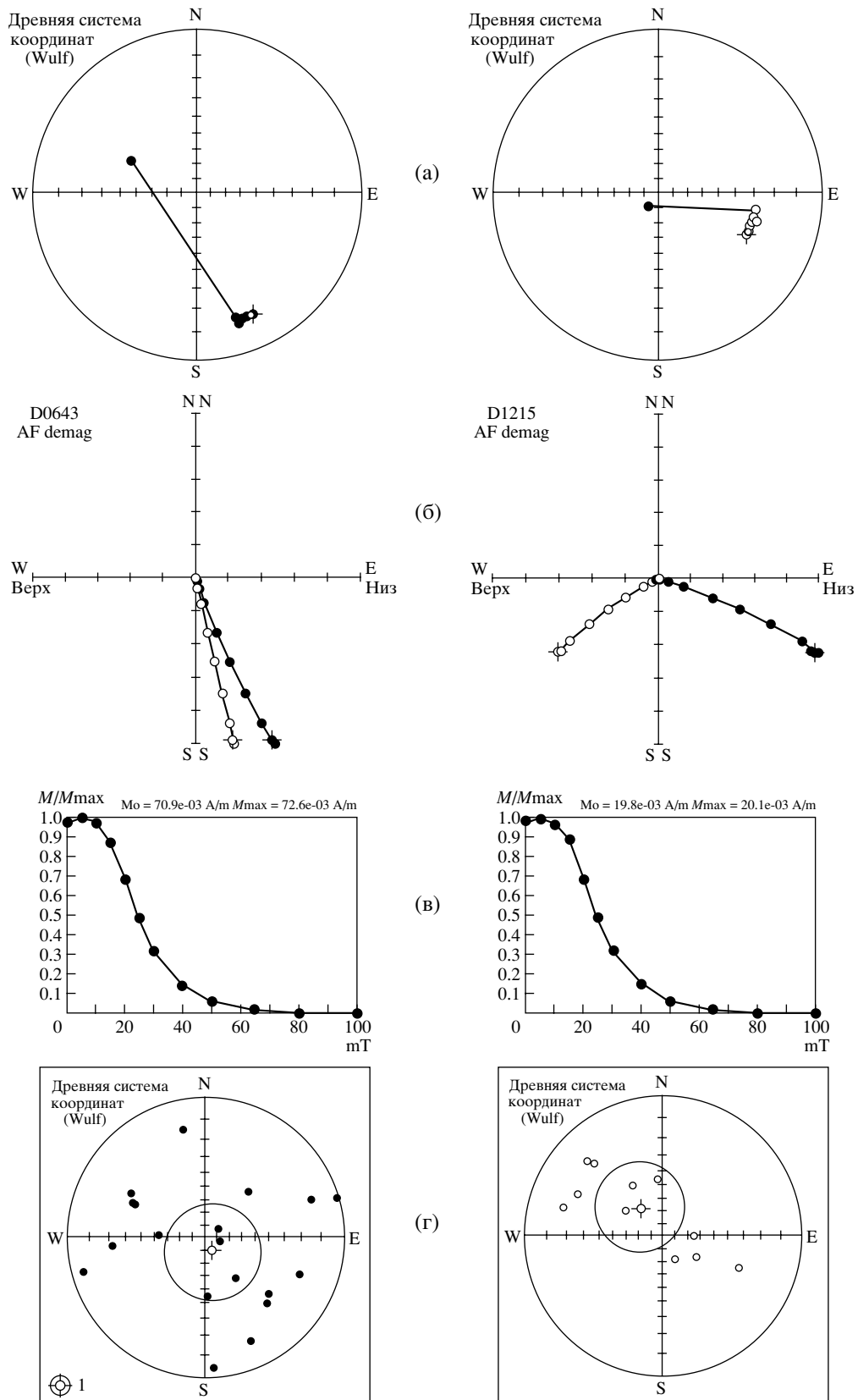


Рис. 4. Результаты чистки переменным магнитным полем двух образцов глинисто-алевритовых пород с высокими значениями NRM.

Пояснения и усл. обозначения к рисункам А-Г см. на рис. 3.

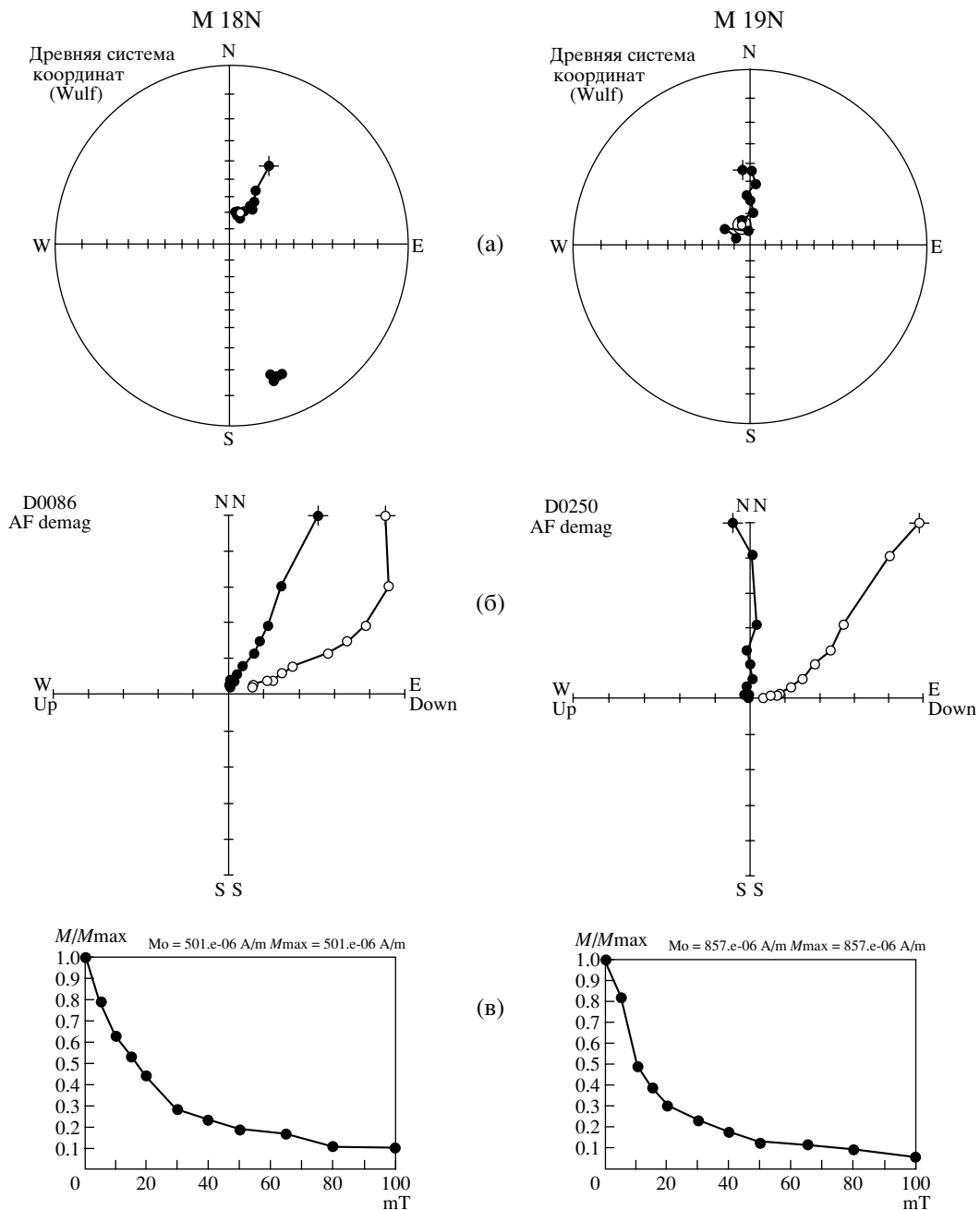


Рис. 5. Результаты чистки переменным магнитным полем двух образцов из магнитозон прямой полярности – аналогов хронов M18n и M19n.

Пояснения и усл. обозначения к рисункам А-В см. на рис. 3.

нент в верхневолжских и рязанских алеврито-глинистых породах, соответствующие прямой и обратной полярности, показаны на рис.8, в таблице 3 приведена палеомагнитная статистика для этой группы образцов в современной и древней системах координат.

На сводном магнитостратиграфическом разрезе (рис. 9), кроме палеомагнитной колонки, показаны следующие параметры: модуль естествен-

ной остаточной намагниченности (NRM), значение магнитной восприимчивости образцов в естественном состоянии (k), склонение (D) и наклонение (I) ChRM, дискриминантная функция, определяющая полярность (Mañ, 2006). Направления C-компоненты остаточной намагниченности, выделенной путем многокомпонентного анализа, и рассчитанные по ним координаты полюса (табл.4) хорошо согласуются с аналогичными данными по осадочным породам верхней юры и

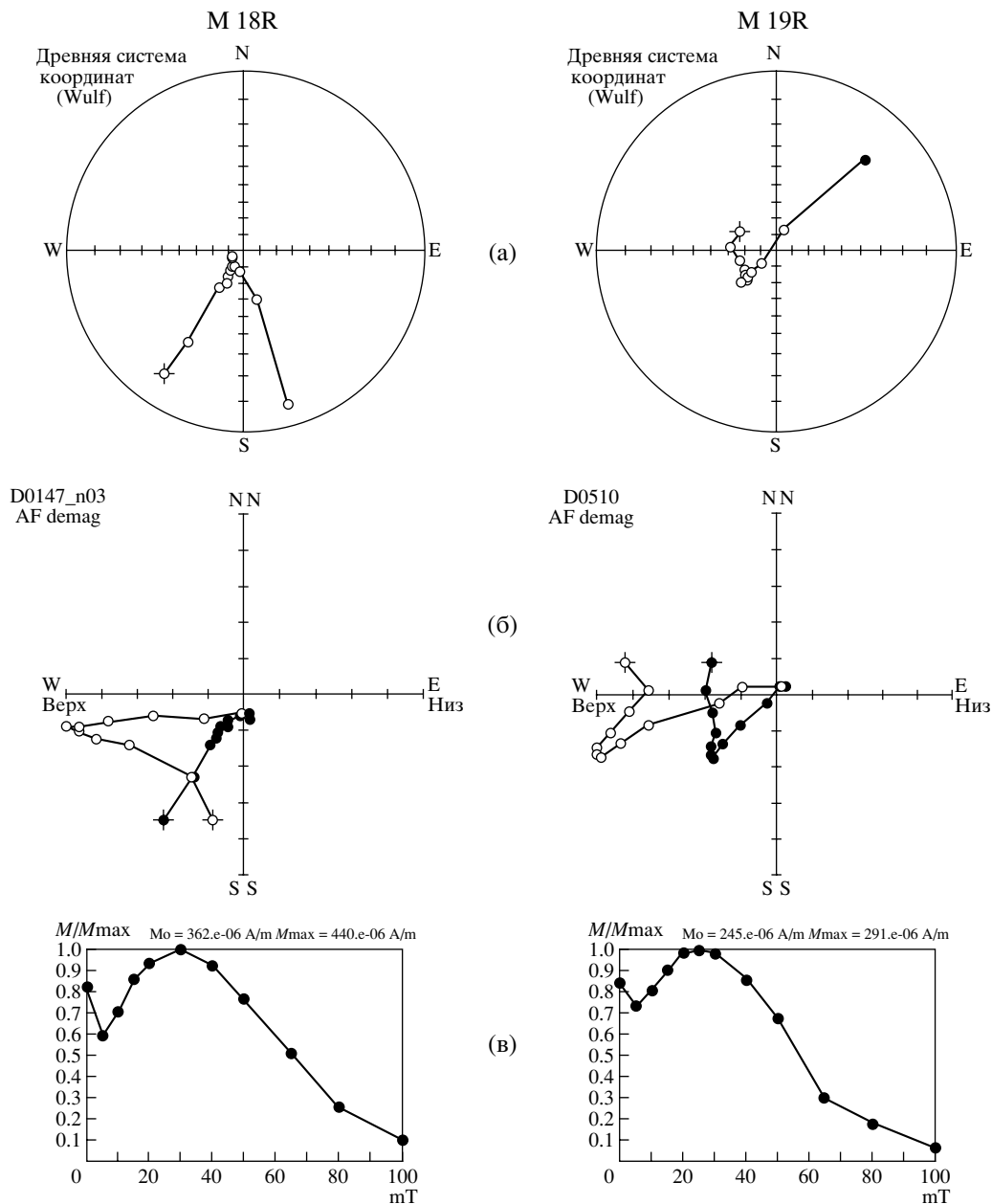


Рис. 6. Результаты чистки переменным магнитным полем двух образцов из магнитозон обратной полярности – аналогов хронов M18r и M19r.

Пояснения и усл. обозначения к рисункам А-В см. на рис. 3.

нижнего мела бассейна р. Хатанги (Pospelova, 1971) (табл. 5): круги доверия этих полюсов пересекаются.

Основной интервал изученного разреза Нордвик представлен чередованием шести разнополярных магнитозон: трех прямой (N) и трех обратной (R) полярности (рис. 9). В магнитохронологических шкалах (Ogg, Smith, 2004) пограничный интервал юры и мела характеризуется весьма сложной палеомагнитной зональностью, поэтому идентификация выделенных магнитозон с магни-

тополярными хронами затруднена. Чрезвычайно важным аргументом в пользу того, что магнитозоны, выявленные в разрезе Нордвик, соответствуют магнитополярным хронам от M20n до M17r, является обнаружение двух узких субзон обратного знака, одна из которых расположена внутри нижней, а другая в пределах средней N-магнитозоны. Ранее аналогичные R-субзоны (“Кысуца” и “Бродно”) были надежно установлены в пределах хронов M20n и M19n в разрезах Бродно (Brodno, Западные Карпаты, Западная

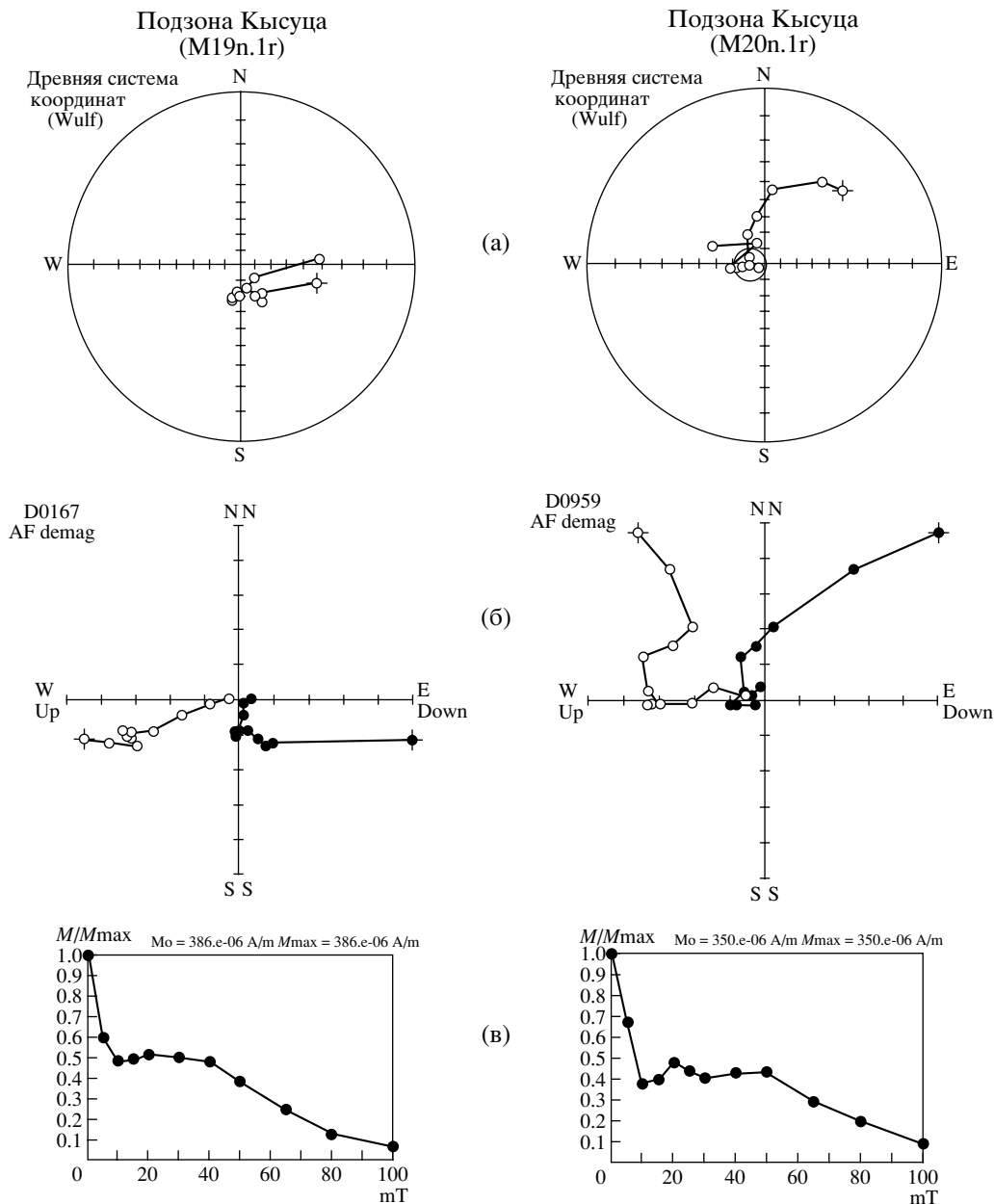


Рис. 7. Результаты чистки переменным магнитным полем двух образцов из интервалов обратной полярности – аналогов субзон Бродно (M19n.1r) и Кысуца (M20n.1r).

Пояснения и усл. обозначения к рисункам А-В см. на рис. 3.

Словакия – Housa et al., 1999), Пуэрто Эсканьо (Puerto Escano, область Кордоба, Южная Испания – Housa et al., 2000), Боссо (Bosso Valley, Умбрия, Центральная Италия) (Housa et al., 2004), а также в последовательности морских магнитных аномалий (Ogg, Smith, 2004). Именно эти субзоны являются уникальными признаками, которые позволяют отождествить зоны магнитной полярности разреза Нордвик с хронами M20 и M19.

Вероятный аналог субзоны Кысуца, обнаруженный внутри зоны прямой полярности M20n,

имеет мощность лишь 17 см (рис. 2, 9). Как и в разрезе Бродно (Housa et al., 1999), он расположен выше середины магнитозоны прямой полярности M20n. Аналог другой субзоны обратного знака Бродно, обнаруженный в верхней части зоны прямой полярности M19n, достигает мощности 77 см.

Полученные нами детальные магнитостратиграфические данные по бореальному (арктическому) разрезу сопоставлены с аналогичными материалами по пограничным отложениям юры и мела тетического типа (рис. 10).

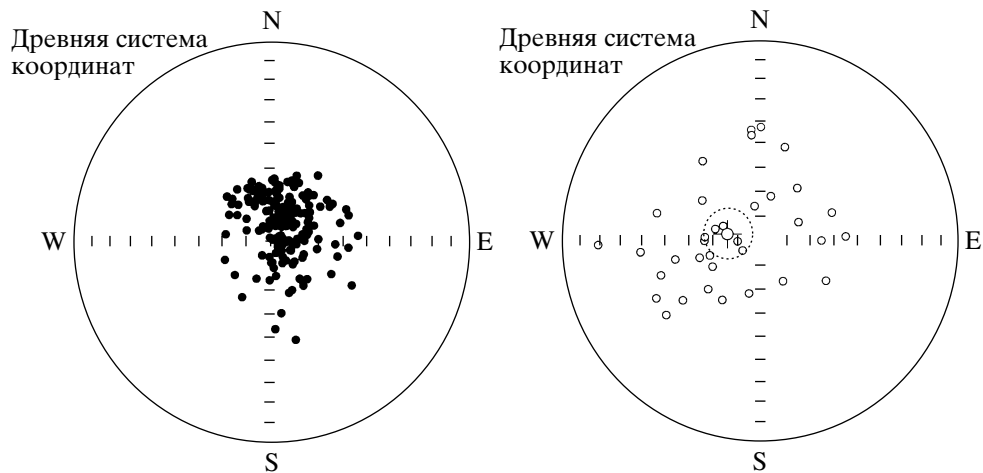


Рис. 8. Стереографическая проекция векторов ChRM после чистки в образцах из алевроито-глинистых пород, соответствующих прямой (слева) и обратной (справа) полярности. Усл. обозначения см. на рис. 3.

СОСТОЯНИЕ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

Предложенная на основании магнито-стратиграфических данных версия корреляции верхне-волжского подъяруса, верхнего титона и самого нижнего интервала берриаса весьма близка к традиционной схеме позонной бореально-тетической корреляции пограничного юрско-мелового интервала (Месежников, 1989). Поскольку зона *Craspedites taimyrensis*, в пределах которой по маг-

нитостратиграфическим данным находится граница юрской и меловой систем в Арктике, в полном объеме сопоставляется с нижнебореальной зоной *S. nodiger*, то, стало быть, сибирская зона может рассматриваться также в составе волжского яруса (Шульгина, 1985). В упомянутой выше статье М.С. Месежников (с. 105) весьма разумно предлагал как раз такой вариант, оставляя возможность вышележащей зоне (временном аналоге уральской *S. (Volgidiscus) maurynjensis*), в слу-

Таблица 3. Средние направления С-компоненты остаточной намагниченности в древней и современной системе координат для аргиллитов. Условные обозначения см. табл. 1.

Образцы	Компонента остаточной намагниченности	Полярность	Древняя система координат				Современная система координат				n	См. рис. 8
			среднее направление		α_{95} [°]	k	среднее направление		α_{95} [°]	k		
			склонение [°]	наклонение [°]			склонение [°]	наклонение [°]				
Алевроито-глинистая порода	С	N	44.9	80.8	2.1	31.7	77.4	59.4	3.1	12.6	174	
	С	R	281.1	-75.6	10.1	6.7	277.2	-47.0	12.6	4.7	35	

Таблица 4. Палеомагнитные данные для пограничных отложений юры и мела разреза Нордвик. Положение полюса рассчитано по образцам с прямой и с обратной полярностью, при этом палеомагнитные векторы, соответствующие обратной полярности были предварительно развернуты на 180°. Условные обозначения см. табл. 1.

Образцы	Современные географические координаты		Средние палеомагнитные направления		α_{95} [°]	k	n	Положение палеомагнитного полюса		Овалы доверия	
	шир. Ψ [°] N	долг. Λ [°] E	склонение [°]	накл. [°]				палеошир. Ψ_p [°] N	палеодолг. Λ_p [°] E	δm [°]	δp [°]
Алевроито-глинистые породы, древняя система координат	73.90	113.08	48.3	81.7	2.5	16.3	209	76.9	179.3	4.7	4.8

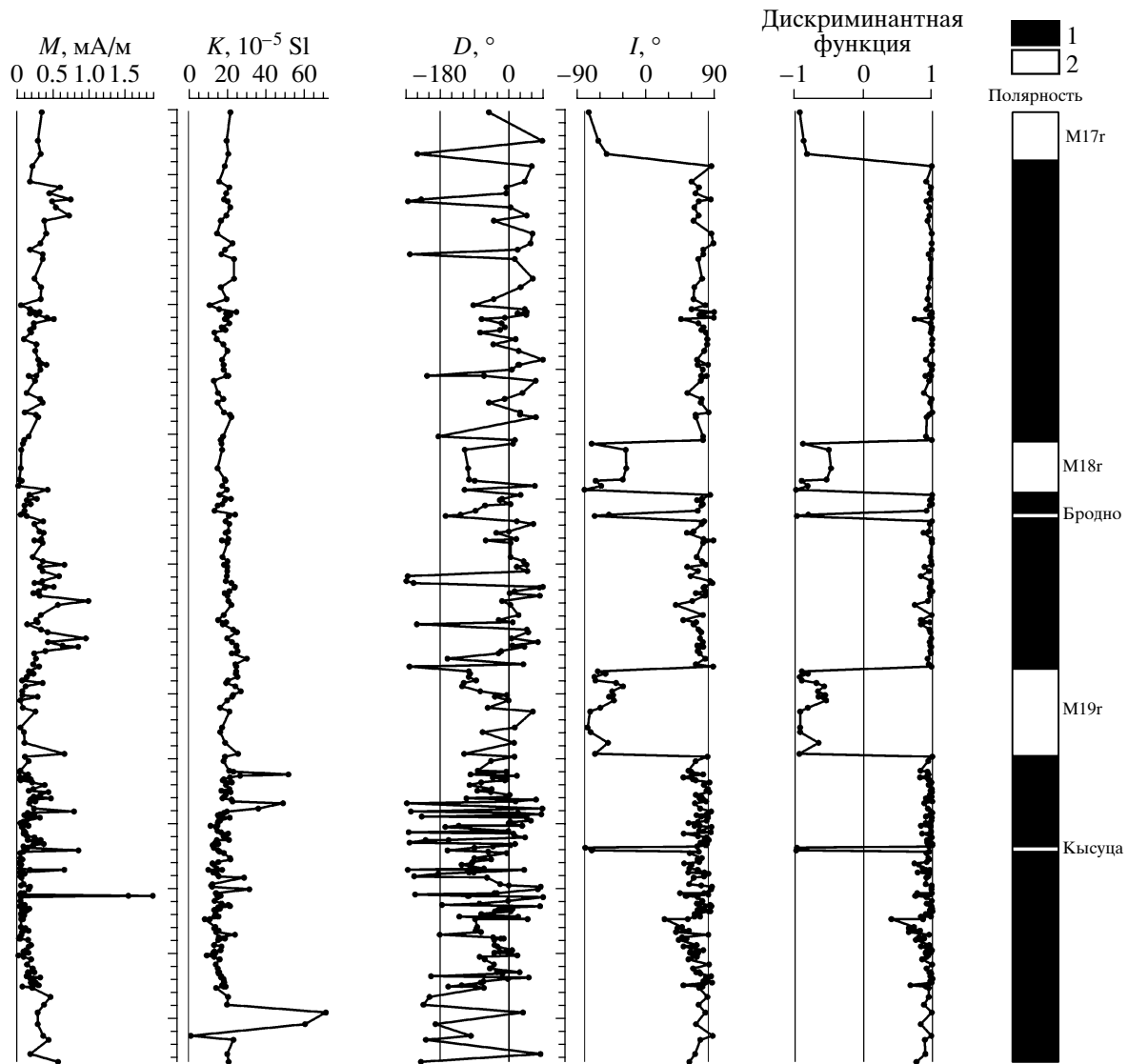


Рис. 9. Магнитостратиграфический разрез пограничных юрско-меловых отложений разреза Нордвик. M – модуль остаточной намагниченности в естественном состоянии; K – объемная магнитная восприимчивость в естественном состоянии; D – склонение, I – наклонение, дискриминантные функции палеомагнитной полярности. Цифрами обозначена полярность: 1 – прямая, 2 – обратная.

чае ее обнаружения на Русской плите, быть сопоставленной с основанием берриаса (зоной *Jacobi-Grandis*). Представители подрода *Volgidiscus* недавно были найдены в самой кровле верхневолжского подъяруса на Русской платформе (Киселев, 2003). Таким образом, слои с *Volgidiscus* заполнили существовавший здесь временной hiatus. Тем не менее, позонная биостратиграфическая корреляция верхнего титона и верхневолжского подъяруса остается провизорной из-за отсутствия общих таксонов. Выход из создавшегося положения М.С. Месежников видел в том, чтобы сосредоточиться на корреляции основания берриаса, которым определяется кровля титона (там же, с. 104). Однако корреляция подошвы берриаса и боре-

ального берриаса (=рязанского яруса) до сих пор остается неоднозначной. Новые находки тетических и бореальных аммонитов в нижней части рязанского яруса в Подмоскowie позволяют утверждать, что, по крайней мере, нижняя часть слоев с *Riasanites* (фаунистический комплекс с *Riasanites swistowianus*) может соответствовать верхней части зоны *Occitanica* (Митта, 2006). Ниже, по мнению В.В.Митта (2006), существует еще по крайней мере два фаунистических комплекса, охарактеризованных исключительно бореальными аммонитами, образующими последовательность, аналогичную наблюдаемой в Арктике (*Shulginites* – *Hectoroceras*). Таким образом, биостратиграфические данные пока не могут указать на положение

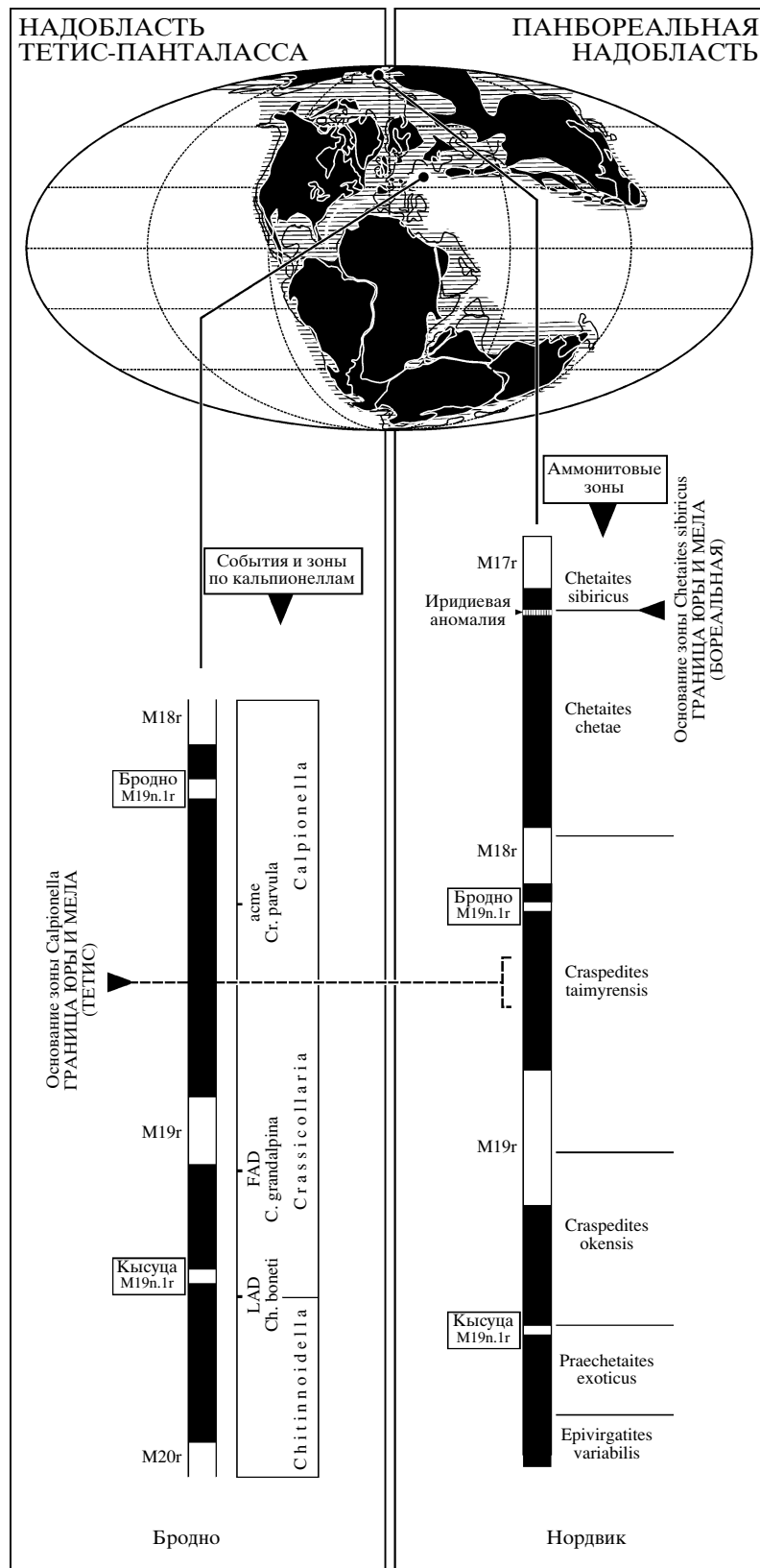


Рис. 10. Бореально-тетическая корреляция пограничных отложений юры и мела по палеомагнитным данным. На палеогеографической реконструкции (по Scotese, Golonka, 1992) показано положение сравниваемых разрезов Бродно и Нордвик. Асме – акме-уровень; FAD – уровень первого появления таксона, LAD – последнего появления.

Таблица 5. Палеомагнитные данные для пограничных отложений юры и мела Северной Сибири. A_{95} – радиус круга доверия для среднего палеомагнитного полюса (при уровне значимости $p = 0.05$)

Регион	Возраст (млн. лет)	A_{95} [°]	Палеошир. Ψ_p [°] N	Палеодолг. Λ_p [°] E	Источник
р. Лена	161–100	4	71	145	Pisarevsky, 1982
Басс. р. Хатанги	136–133	3	73	178	Pospelova, 1971
Анабарский залив	140–138	3	63	174	Pospelova et al., 1968
Анабарский залив	140–138	7	64	177	Pospelova et al., 1968
Анабарский залив	140–138	3	64	170	Pospelova et al., 1968
Анабарский залив	140–138	3	62	174	Pospelova et al., 1968

подошвы берриасского яруса в бореальной последовательности, однако они, безусловно, свидетельствуют о том, что подошва зоны Kochi бореальной шкалы древнее верхней части зоны Occitanica Тетиса. Это хорошо согласуется с полученными магнитостратиграфическими данными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Граница юры и мела в Тетисе (основание берриасского яруса), находящаяся в основании стандартной зоны *Calpionella*, приходится приблизительно на середину магнитозоны M19n, что соответствует средней части зоны *Craspedites taimyrensis* в Панбореальной надобласти. Бореальная юрско-меловая граница (основание бореального берриаса), определена ранее в основании зоны *Chetaites sibiricus* (на полуострове Нордвик она находится в подошве фосфатного известняка толщиной 5 см, обогащенного иридием и другими благородными металлами (Захаров и др., 1993) и лежит внутри хрона M18n. Магнитохронологическая калибровка пограничных слоев юрской и меловой систем в отложениях тетического и бореального типов могла быть реализована благодаря детальным био- и магнитостратиграфическим данным, полученным на разрезе п-ва Нордвик (Анабарский залив, море Лаптевых).

Исследование поддерживалось грантами РФФИ №№ 03-05 64297, 06-05-64284 (Россия), Программой ОНЗ 14 и агентством GACR № 205-07-1365, а также частными спонсорами из России Ф. Шидловским и А. Захаровым. Авторы чрезвычайно признательны А.Ю. Гужикову, взявшему на себя труд не только рецензента, но и научного редактора магнитостратиграфического раздела статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Захаров, В. А., Лапухов, А. С., Шенфильд О. В. Иридиевая аномалия на границе юры и мела на севере Сибири // Геология и геофизика. 1993. Т. 34. № 1. С. 83–90.
Захаров В. А., Нальняева Т. И., Шульгина Н. И. Новые данные по биостратиграфии верхнеюрских и нижнемеловых отложений на полуострове Пакса, Анабар-

ский залив (север Средней Сибири) // Ред. Захаров В.А. Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири. М.: Наука, 1983. С. 56–99.

Киселев Д.Н. Сельцо-Воскресенское // Атлас геологических памятников Ярославской области. Ярославль: ЯГПУ, 2003. С.58–62.

Месежников М. С. Титонский, волжский и портландский ярусы (геологические и биологические события, корреляция) // Осадочная оболочка Земли в пространстве и времени. Стратиграфия и палеонтология. МГК. XXVIII сессия. Докл. сов. геологов. М.: Наука. 1989. С. 100–107.

Mumma B.B. Граница юры и мела: продолжение дискуссии // Палеонтология, биостратиграфия и палеогеография бореального мезозоя. Материалы науч. сессии, г. Новосибирск, 26–28 апр., 2006 г. Новосибирск: Гео, 2006. С. 112–115.

Шульгина Н.И. Бореальные бассейны на рубеже юры и мела // Тр. ВНИИОкеангеология. 1985. Т. 193. 163 с.

Chadima M., Pruner P., Slechta S. et al. Magnetic fabric variations in Mesozoic black shales, Northern Siberia, Russia: possible paleomagnetic implications // Tectonophysics. 2006. V. 418. P. 145–162.

Fisher R. A. Dispersion on a sphere // Proc. Roy. Soc. London, Ser. A. 1953. V. 217. P. 295–305.

Housa V., Krs M., Krsova M. et al. High-resolution magnetostratigraphy and micropalaeontology across the J/K boundary strata at Brodno near Zilina, western Slovakia: summary results // Cretaceous Research. V. 20. 1999. P. 699–717.

Housa V., Krs M., Man O. et al. Detailed magnetostratigraphy and micropalaeontology across the J/K boundary strata at Puerto Escano, S. Spain // 25th General Assembly European Geophysical Society, 25–29 April, Nice, France. Geophys. Research Abstracts (GRA). V. 2. 2000. P. 71.

Housa V., Krs M., Man O. et al. Combined magnetostratigraphic, palaeomagnetic and calpionellid investigations across Jurassic/Cretaceous boundary strata in the Bosso Valley, Umbria, central Italy // Cretaceous Research. V. 25. 2004. P. 771–785.

Kirschvink J. The least squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data // Geoph. J. Royal Astr. Soc. 1980. V. 62. P.699–718.

Man O. A comprehensive interpretation of magnetostratigraphic data based on the pattern recognition technique // Travaux Geophysiques. 2006. T. XXXVIII. P. 747–5.

Ogg J., Smith A. The geomagnetic polarity time scale // Eds Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge: University press, 2004. P. 69–86.

Pisarevsky S.A. Paleomagnetic directions and pole positions: Data for the USSR – Issue 5 Soviet Geophysical Committee: World Data Center-B (Moscow), Catalogue 1982.

Pospelova G.A. Paleomagnetic directions and pole positions: Data for the USSR – Issue 1

Soviet Geophysical Committee: World Data Center-B (Moscow), Catalogue 1971.

Pospelova G.A., Larionova G.Y., Anuchin A.V. Paleomagnetic investigations of Jurassic and Lower Cretaceous sedimentary rocks of Siberia // Intern. Geol. Rev. 1968. V. 10. P. 1108–1118.

Scotese C.R., Golonka J. Paleogeographic Atlas, PALEOMAP Progress Report 20–6692, Department of Geology, University of Texas at Arlington, 1992. 34 p.

Рецензенты А.Ю. Гужиков, В.В. Митта