

О РЕШЕНИИ «НЕРАЗРЕШИМЫХ» СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

(Комментарии к статье В.Ю. Брагина, О.С. Дзюба, А.Ю. Казанского и Б.Н. Шурыгина «Новые данные по магнитостратиграфии пограничного юрско-мелового интервала п-ова Нордвик (север Восточной Сибири)»)

А.Ю. Гужиков

*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
410012, Саратов, ул. Астраханская, 83, Россия*

Проанализировано значение новых магнитостратиграфических данных по разрезу Нордвик для решения проблемы детальной бореально-тетической корреляции пограничного интервала юры—мела. Обсуждена специфика интерпретации палеомагнитных данных в магнитостратиграфических исследованиях и необходимость комплексного (палеонтологического и палеомагнитного) обоснования подошвы берриаса.

Граница юры и мела, биостратиграфия, магнитостратиграфия, бореально-тетическая корреляция.

SOLVING UNSOLVABLE PROBLEMS IN STRATIGRAPHY
(Comments on the paper “New data on the magnetostratigraphy
of the Jurassic–Cretaceous boundary interval, Nordvik Peninsula (*northern East Siberia*)”
by V.Yu. Bragin, O.S. Dzyuba, A.Yu. Kazansky, and B.N. Shurygin)

A.Yu. Guzhikov

In this study we analyze the importance of new magnetostratigraphic data on the Nordvik section for solving the problem of detailed Tethyan–Boreal correlation around the Jurassic–Cretaceous boundary with a special emphasis on the aspects of interpretation of the paleomagnetic data in magnetostratigraphic studies and the need for the integrated (paleontological and paleomagnetic) approach to recognition of the base of the Berriasian.

Jurassic–Cretaceous boundary, biostratigraphy, magnetostratigraphy, Tethyan–Boreal correlation

ВВЕДЕНИЕ

Позонное био- и магнитостратиграфическое сопоставление верхневолжского подъяруса и бореального берриаса с титоном—берриасом Тетической надобласти, обоснованное в статье В.Ю. Брагина, О.С. Дзюба, А.Ю. Казанского, Б.Н. Шурыгина [Брагин и др., 2013], является вариантом детальной бореально-тетической корреляции пограничных юрско-меловых отложений, которому на сегодняшний день следует отдать безусловное предпочтение. Столь важный тезис, претендующий на окончательное решение актуальной стратиграфической задачи, бывшей до последнего времени, наряду с проблемой выбора границы юры—мела, предметом острых дискуссий [Прозоровский, 2005; Захаров, Рогов, 2005, 2008; Захаров, 2011; Wimbledon, 2011; и др.], нуждается в развернутых комментариях. Кроме того, работа В.Ю. Брагина и др. [2013] интересна как повод к обсуждению роли палеомагнитного метода в современной стратиграфии и весьма показательна с точки зрения подхода к получению магнитостратиграфических данных.

ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ДАННЫЕ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ БОРЕАЛЬНО-ТЕТИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

До недавнего времени о соотношениях тетических и бореальных зональных шкал пограничного интервала юры—мела судили только на основе биостратиграфических данных, которые из-за палеогеографической изоляции бассейнов допускали сосуществование различных, порой взаимоисключающих друг друга точек зрения. Ситуация коренным образом изменилась с появлением магнитостратиграфических материалов по разрезу верхневолжского подъяруса — низам бореального берриаса п-ова Нордвик [Хоша и др., 2007], благодаря которым открылась возможность корреляции пограничных юрских

меловых отложений Северной Сибири и Западной Европы на независимой палеомагнитной основе. В Европе данными по магнитной полярности, не в пример бореальным возрастным аналогам, были охарактеризованы десятки разрезов (исчерпывающая сводка магнитостратиграфических данных по границе юры—мела с указанием всех библиографических ссылок содержится в [Grabowski, 2011]).

Вариант бореально-тетической корреляции пограничного интервала юры—мела, предложенный В. Хоша и др. [2007], безусловно, был на время его публикации самым обоснованным, благодаря привлечению палеомагнитных данных в качестве независимого критерия правомерности биостратиграфических сопоставлений. Следует заметить, что в 2007 г. в Европе магнитополярную характеристику имели юрско-меловые пограничные слои отложения, возраст которых был обоснован только по микрофауне. Увязка верхнететонских—нижнеберриасских магнитозон с детальными аммонитовыми подразделениями в синтетических шкалах [Ogg, Ogg, 2004, 2008] была проведена косвенным путем. Поэтому В. Хоша с соавторами [2007] сопоставили бореальные аммонитовые зоны с кальпиевскими.

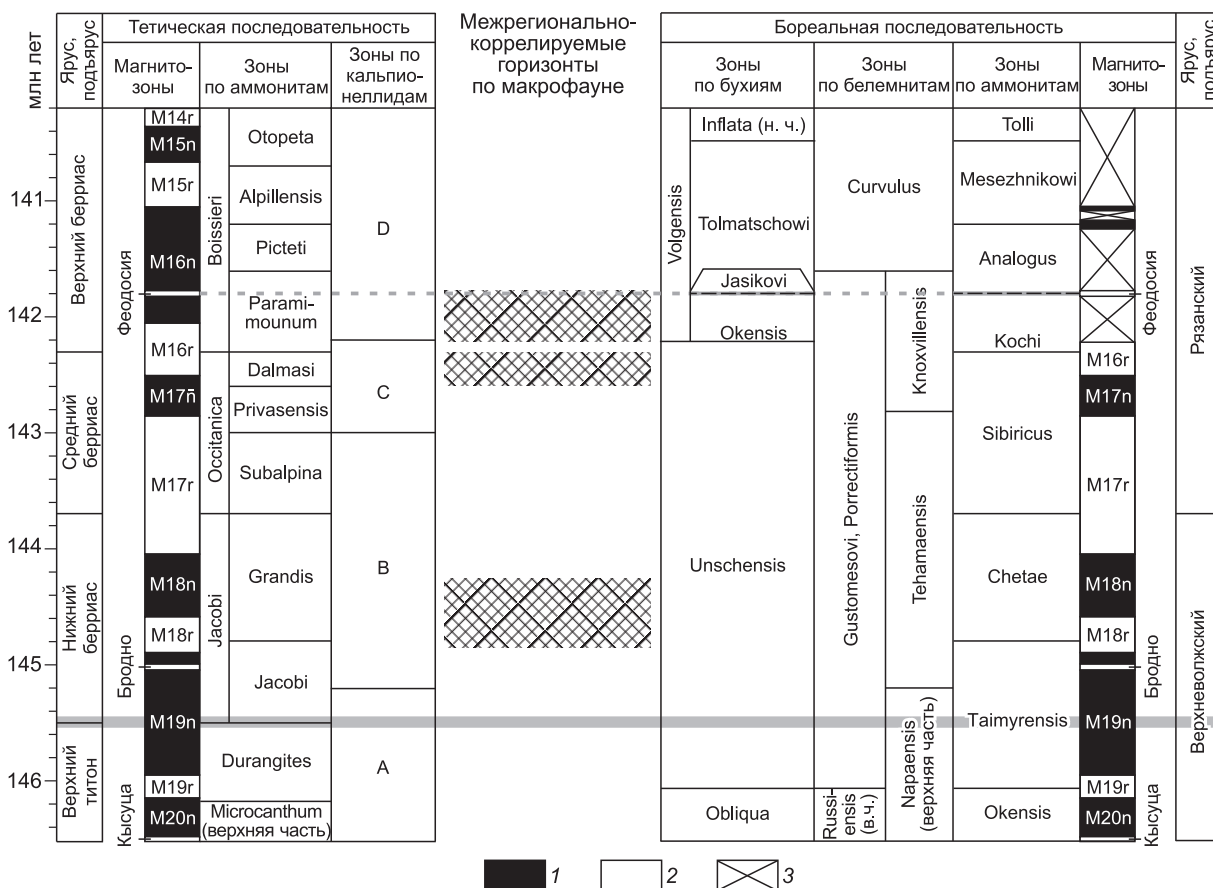
Проведение палеомагнитной калибровки тетических и бореальных аммонитовых зон в диапазоне от *Transitorius* до *Jacobi* и от *Variabilis* до *Sibiricus* соответственно [Захаров, 2011, рис. 3] стало возможно после публикации первого в Тетической надобласти магнитостратиграфического разреза и с аммонитовым, и с микрофаунистическим обеспечением (разрез порт Эскано в Испании [Pruner et al., 2010]). Однако утверждение о «неопровержимости» [Захаров, 2011, с. 82] этого варианта корреляции следовало бы использовать осторожнее.

Наиболее убедительно, благодаря идентификации нордвигских микрозон обратной полярности (R) с субхронами M20n.1r (Кысуца) и M.19n.1r (Бродно), выглядит сопоставление основания зоны *Jacobi* с зоной *Taimyrensis*. Теоретически, Кысуца и Бродно (или один из них) могут оказаться аналогами неизвестных пока субхронов (например в пределах M18n) или быть связанными с перемагничиванием. Сомнения исчезли бы, а «неопровержимость» корреляции возросла, если бы имелись палеомагнитные данные по оставшейся части берриаса на Нордвике, а магнитостратиграфические данные в районе границы юры—мела были бы получены еще и по другим бореальным разрезам (латеральная устойчивость R-микрозон сразу бы исключила возможность перемагничивания). Тем не менее (помня, что к идеалу необходимо стремиться, но он недостижим), варианту корреляции, согласующемуся и с био-, и с магнитостратиграфическими данными, следует отдать однозначное предпочтение.

Более дискуссионным представляется отождествление R-зоны, обнаруженной в зоне *Sibiricus*, с хроном M17r [Хоша и др., 2007]. Ранее отмечалось, что в этом случае анализ био- и магнитостратиграфических материалов по берриасу приводит к маловероятному выводу о конденсированности разреза Нордвик или наличии в нем перерыва, ввиду невозможности более древнего возраста *Kochi*, чем *Dalmasi* [Гужиков, Барабошкин, 2008]. Но указание на существующее противоречие осталось незамеченным В.А. Захаровым [2011], и вопрос о прямой корреляции *Sibiricus* и вышележащих бореальных аммонитовых зон с их тетическими аналогами остался открытым до появления публикации В.Ю. Брагина с соавторами [Брагин и др., 2013], в которой приведена уточненная палеомагнитная структура разреза Нордвик. Главное уточнение связано с выявлением R-зоны на рубеже верхневолжского подъяруса и бореального берриаса, что позволяет опознать в пределах зоны *Sibiricus* аналоги хронов M17r (на границе с *Cheatae*), M17n и M16r (на границе с *Kochi*). Новый вариант био- и магнитостратиграфической корреляции (рисунок) приводит к выводу о соответствии зоны *Kochi* подзоне *ragamimounum* тетической последовательности (т.е. о более молодом возрасте *Kochi* по сравнению с *Dalmasi*), не подвергая при этом сомнению непрерывность геологической летописи в разрезе Нордвик.

Думается, что нет оснований не доверять новому, уточненному варианту позонной бореально-тетической корреляции пограничного интервала юры—мела, потому что магнитостратиграфические сопоставления проведены авторами статьи при строгом биостратиграфическом контроле, который учитывает тщательно проанализированный опыт предыдущих исследователей. Надежность собственно палеомагнитных материалов, полученных В.Ю. Брагиным и А.Ю. Казанским, определяется использованием современного измерительного оборудования и методик обработки данных на уровне мировых стандартов, а также уникально богатым спектром петромагнитных характеристик и данных магнитоминералогического анализа, способствующих убедительному обоснованию древней природы намагниченности.

Я. Грабовски [Grabowski, 2011] рассчитал скорости осадконакопления для разреза Нордвик (как отношение мощности магнитозоны к продолжительности соответствующего ей хрона [Ogg, Ogg, 2004]), руководствуясь вариантом идентификации хронов (от M20n до M17r), предложенным в статье В. Хоша и др. [2007], и получил минимальную скорость осадконакопления вблизи границы *Taimyrensis*—*Cheatae*. Это противоречит сведениям, которые приводят В.Ю. Брагин и др. [2013] со ссылками на [Захаров и др., 1993; Mizera et al., 2010], о замедлении скорости осадконакопления на рубеже зон *Cheatae*—*Sibiricus* во время формирования конденсированного пласта фосфатного известняка (т. н. «иридиевой аномалии»). Вариации скоростей осадконакопления по разрезу, вычисленные аналогичным способом для последова-



Бореально-тетическая корреляция пограничных юрско-меловых отложений по данным магнитно- и биостратиграфии (из статьи Брагина и др. «Новые данные по магнитостратиграфии пограничного юрско-мелового интервала...») с учетом данных о субхроне M16n.1r «Феодосия» [Багаева и др., 2011].

Геомагнитная полярность: 1 — прямая, 2 — обратная, 3 — отсутствие данных.

тельности хронов, установленной В.Ю. Брагиным с соавторами, дают более логичную картину: скорости закономерно снижаются от 9.4—11.4 м/млн лет в низах зоны okensis до 1.4—1.7 м/млн лет в верхах taimyrensis и зоне chetae, сложенных глинами, обогащенными органическим веществом, достигают минимума (~ 0.5 м/млн лет) именно на границе волжского яруса и бореального берриаса в районе «иридовой аномалии», и вновь возрастают в зоне sibiricus до ~ 12.4 м/млн лет. К подобным расчетам следует относиться с известной осторожностью (потому что они базируются на сведениях о продолжительности хронов, достоверность которых проверить трудно), но столь хорошая согласованность палеомагнитных и геологических данных, косвенно свидетельствует в пользу магнитостратиграфической реконструкции В.Ю. Брагина с соавторами [2013].

В обсуждаемом варианте био- и магнитостратиграфической калибровки тетической и бореальной зональных последовательностей, обращает на себя внимание аномально малый временной объем Kochi по сравнению с остальными аммонитовыми зонами, которые вполне сопоставимы между собой по длительности. Вынужденное ограничение объема Kochi понятно, потому что подошва этой зоны, согласно биостратиграфическому критерию, не может быть существенно древнее кровли Dalmasi, а R-зона, зафиксированная на рубеже зон Kochi и Analogus в разрезе р. Боярка [Гужиков, Барабошкин, 2008], отождествляемая с хроном M16r, не позволяет показать верхнюю границу Kochi более молодой.

Однако, если учесть новые данные о наличии субхрона обратной полярности M16n.1r (Феодосия) в пределах хрона M16n [Багаева и др., 2011], то нельзя исключить соответствие R-зоны, приуроченной к границе Kochi—Analogus, не M16r, а Феодосии. В этом случае Kochi будет соответствовать практически полностью подзоне Paramimounum, а ее длительность будет сопоставима с продолжительностью других северосибирских фаз берриасского века (см. рисунок). Субхрон M16n.1r пока не включен в шкалу геологического времени [Ogg, Ogg, 2008], но прослежен в пределах подзоны Paramimounum и в страто-

типе берриаса [Galbrun, 1985], и в Крыму [Багаева и др., 2011], а также зарегистрирован в последовательности линейных магнитных аномалий [Tominaga, Sager, 2010].

СПЕЦИФИКА МАГНИТОПОЛЯРНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ

Палеомагнитные колонки по Нордвiku, построенные независимыми исследователями, идентичны друг другу, за исключением района «киридиевой аномалии», где выявлена новая R-зона. Подобная воспроизводимость результатов является лучшим доказательством объективности магнитополярной характеристики разреза, но пропуск зоны обратной полярности на рубеже Chetae—Sibiricus в работе В. Хоши и др. [2007] требует убедительного объяснения. В.Ю. Брагин с соавторами кратко высказались о возможных причинах пропуска аналога M17г чешскими коллегами, однако этот аспект заслуживает более подробного рассмотрения, потому что связан с различными подходами к магнитостратиграфической интерпретации данных компонентного анализа и интересен не только палеомагнитологам, но и всем стратиграфам, использующим сведения о геомагнитной полярности в своих построениях.

До сих пор бытует точка зрения, что для определения знака полярности можно использовать только те палеомагнитные векторы, совокупность которых удовлетворяет всем статистическим и полевым тестам, а в противном случае магнитостратиграфическим результатам доверять не следует. Хотя понятно, что при таких условиях палеомагнитный метод в практической стратиграфии существовать не может, поскольку построение магнитополярной колонки возможно лишь на основе данных по представительному числу стратиграфических уровней, более или менее равномерно распределенных по разрезу. В реальности разрезы с высокой палеомагнитной стабильностью всех (или почти всех) образцов встречаются крайне редко. Напротив, ключевые для решения стратиграфических задач стратотипические и опорные разрезы сплошь и рядом (вероятно, согласно известному закону) представляют собой весьма неблагоприятные в палеомагнитном отношении объекты, в которых невозможно выделить характеристическую компоненту (ChRM) в чистом виде. Следствием этого могут быть низкие палеомагнитные кучности, отрицательный тест обращения. Тесты складки, конгломератов и др. могут оказаться неприменимыми из-за отсутствия соответствующих геологических предпосылок и т.д.

Как быть в такой ситуации? Отбраковать все палеомагнитные направления, которые не удовлетворяют строгим критериям и портят палеомагнитную статистику? Похоже, как верно заметили В.Ю. Брагин с соавторами [2013], по такому пути пошли чешские исследователи, в результирующую статистику которых «не вошли 108 образцов (~ 30 % от общего числа), вероятно, это образцы с заниженным наклоном (ср. рис. 8 и 9 в [Хоша и др., 2007])». К чему это привело? Весьма вероятно, что к пропуску зоны обратной полярности, имеющей ключевое значение для верной идентификации палеомагнитной колонки разреза с последовательностью магнитных хронов, и, как следствие, к неточностям в сопоставлении зональных шкал разных палеобиогеографических провинций.

Существует ли альтернативный подход? Да, он заключается в разумном использовании аномальных направлений ЕОН для определений знака полярности, и его применили авторы комментируемой статьи: «Следует отметить, что статистические параметры полученных нами распределений ChRM как для прямой и обратной полярностей, так и для совокупной выборки, существенно ниже, чем приведенные в работе [Хоша и др., 2007]. Кроме того, заниженные широты имеют и палеомагнитные полюсы (см. таблицу). По-видимому, такое расхождение связано с различным подходом к селекции данных. ... мы привели все полученные направления (83 направления ChRM для 83 итуфов), тогда как авторами [Хоша и др., 2007] представлена статистика только по 209 направлениям ChRM из 317 образцов...».

В.Ю. Брагин с соавторами [2013] убедительно продемонстрировали, что аномальные направления намагниченности могут интерпретироваться как отражение режима полярности и должны быть использованы в магнитостратиграфических целях, а отрицательный тест обращения не является основанием для отбраковки данных, если имеются доказательства того, что во многих образцах не полностью разрушена вторичная компонента ЕОН; аномальные направления сгруппированы в разрезе, а не спорадически рассеяны по нему в виде узких интервалов; выполняется критерий внешней сходимости (палеомагнитная зональность, обоснованная данными по образцам с «загрязненной» первичной компонентой, хорошо согласуется с известными магнитостратиграфическими результатами по разновозрастным отложениям). Разумеется, к выделению «чистой» (неискаженной) компоненты стремиться нужно всегда, по мере возможности.

Подобный подход, на самом деле, известен любому специалисту в области магнитостратиграфии, и в явном или неявном виде фигурирует во многих отечественных и зарубежных публикациях, например, [Przybylski, 2010; Гужиков и др., 2012].

Какой же подход более правомерен? Вопрос риторический, учитывая выявление В.Ю. Брагиным и др. [2013] в пределах зоны sibiricus аналога магнитного хрона M17, имеющего важнейшее значение для проведения борельно-тетической корреляции.

О РОЛИ ПАЛЕОМАГНИТНОГО КРИТЕРИЯ В ОБОСНОВАНИИ ГРАНИЦЫ ЮРЫ—МЕЛА

Кардинального прогресса в проведении детальных глобальных корреляций невозможно добиться на основе только биостратиграфических данных без привлечения независимого (непалеонтологического) метода. Ключевая роль палеомагнитных данных в калибровке зональных шкал пограничного интервала юры—мела Западной Европы и Северной Сибири, в доказательстве параллелизации большей части верхневолжского подъяруса с титоном, а не с берриасом, подчеркивалась и В.А. Захаровым [2011], и Б. Уимблдоном [Wimbledon, 2011], и в настоящее время, кажется, никем не отрицается.

Однако призыв к использованию палеомагнитных критериев для обоснования границы юры—мела до сих пор еще встречает непонимание со стороны некоторых исследователей. Разделяя мнение о том, что «... *выбор подошвы берриаса должен быть основан на событии биологической природы: появлении нового таксона в филетической ветви. Ключевой таксон должен быть выбран среди аммонитов*» [Захаров, 2011, с. 81], нельзя согласиться с недооценкой роли палеомагнитных данных в решении этой проблемы.

Палеомагнитные признаки давно используются для идентификации стратиграфических границ квартера, например, инверсия Матуяма—Брунес для идентификации эо- и неоплейстоцена Общей стратиграфической шкалы (нижнего и среднего плейстоцена Глобальной стратиграфической шкалы) [Дополнения..., 2000]. Подошва хрона M0 рекомендована рабочей группой по аптскому ярусу в качестве одного из главных маркеров границы баррема—апта [Erba et al., 1996]. Целесообразность обоснования ярусных и подъярусных границ нижнего мела по палеомагнитным данным показана А.Ю. Гужиковым и Е.Ю. Барабошкиным [2006]. Предложения об использовании основания магнитного хрона в качестве индикатора подошвы мела (чаще всего в этой связи упоминается подошва M18r) неоднократно высказывались и обсуждались в публикациях [Channell et al., 2010; Гужиков и др., 2012; и др.], а также на последних Всероссийских совещаниях «Меловая система России» (2010, Ульяновск), «Юрская система России» (2011, Санкт-Петербург) и встречах берриасской рабочей группы (Смоленица, 2010; София, 2011).

Мне представляется, что привлечение палеомагнитных критериев для обоснования юрско-меловой границы неизбежно. Это утверждение ни в коей мере не означает покушения на приоритет биостратиграфического метода, потому что палеомагнитный признак не подменяет палеонтологический критерий и не участвует (в принципе, не может участвовать) в первоначальном обосновании подошвы мела. Но методологически неверным было бы рассматривать палеомагнитный метод только как корреляционный инструмент, в отрыве от проблемы выбора границы систем. Подошва берриаса, так же как и границы других ярусов, нуждается в комплексном (палеонтологическом и непалеонтологическом) обосновании, и в справедливости этого тезиса легко убедиться, если признать несколько очевидных вещей.

1. Границы всех биостратиграфических подразделений в той или иной степени диахронны, и ни один палеонтологический признак не имеет глобального распространения, хотя бы потому, что на Земле есть и морские, и континентальные фации.

В результате комплексных био- и магнито-стратиграфических корреляций задокументированы примеры диахронности ряда стратиграфических границ нижнемелового отдела как макро-, так и микрофаунистического обоснования [Гужиков, Барабошкин, 2008; Channell et al., 2010; и др.]. Причем значительная (порядка миллиона лет, судя по продолжительности магнитных хронов) диахронность границ нанопланктонных зон фиксируется в регионе, где расстояние между разрезами не превышает полторы сотни километров [Channell et al., 2010; и др.]. (Границы аммонитовых подразделений в меньшей степени подвержены временному скольжению, поэтому нельзя не согласиться с В.А. Захаровым [2011] в том, что именно аммонитам, а не кальпионеллидам и наноконидам, как предлагает Б. Уимблдон [Wimbledon et al., 2011] должен быть отдан приоритет при определении границы систем.)

2. Поскольку современная стратиграфия претендует на межрегиональные инфразональные корреляции, при которых сопоставляются подразделения длительностью порядка сотен тысяч лет, то разумно принять как необходимое условие, что диахронность стратиграфических границ не должна превышать продолжительность коррелируемых подразделений. Поскольку границы и ярусов, и отделов, и систем — это границы детальных подразделений (зон, подзон), значит и на них должны распространяться те же требования к диахронности.

Между тем при хронологической взаимозаменяемости признаков, неизбежной при дальних корреляциях, могут накапливаться величины временного скольжения границ палеонтологического обоснования порядка миллиона(ов) лет [Гужиков, Барабошкин, 2006] и возникать различные варианты позонного составления, ни одному из которых не может быть отдано однозначного предпочтения. Классическим примером подобной ситуации является проблема детальной бореально-тетической корреляции юрско-мелового пограничного интервала, которая не решается без независимой от палеонтологии «линейки» (на роль которой лучше всего на сегодняшний день подходит палеомагнитная шкала).

3. Как ни хотелось бы сохранить ключевое значение аммонитов для детальных дальних корреляций, но факты — вещь упрямая: например, в сводке Я. Грабовского [Grabowski, 2011], из 23 западно-европейских разрезов пограничных юрско-меловых слоев, охарактеризованных магнитной полярностью, только два имеют аммонитовое обеспечение. Поэтому на практике установить точное положение подошвы берриаса в любом разрезе по находкам аммонитов нереально, даже в пределах одного западно-европейского региона. Вместо этого граница юры-мела будет определяться, например, по тинтиннидам или нанопланктону, увязанными с аммонитовой последовательностью в опорном разрезе, но из-за диахронности микрофаунистических и палинологических подразделений временное скольжение аммонитовой границы может оказаться недопустимо большим и превысит продолжительность хронозоны.

Однако при комплексном биостратиграфическом контроле высоки шансы на прослеживание границ разнополярных магнитозон не только в региональном, но и в глобальном масштабе, иллюстрацией чего является статья В.Ю. Брагина с соавторами. Палеомагнитные границы являются максимально изохронными и имеют планетарное распространение в силу природы геомагнитных инверсий. Поэтому палеомагнитный признак уместен в качестве маркера подошвы берриаса, но его выбору должно предшествовать биостратиграфическое обоснование ярусной границы, после чего может быть выбрана геомагнитная инверсия, расположенная ближе всего к уровню смены аммонитовых таксонов в опорном разрезе.

В зависимости от решения биостратиграфов о положении подошвы берриаса (в основании *Jacobi* или *Oscitanica*) может быть рекомендован палеомагнитный критерий для определения границы юры—мела (основание M18g или M17g соответственно). Несмотря на то, что субхрон Бродно в опорном разрезе порт Эскано [Pruner et al., 2010] находится к подошве *Jacobi* ближе, чем основание хрона M18r, использовать Бродно в качестве палеомагнитного маркера границы систем нецелесообразно, ввиду его кратковременности.

Совмещение подошвы берриаса с основанием зоны *Oscitanica* кажется предпочтительней, потому что в этом случае весь верхневолжский подъярус, за исключением верхов зоны *Chetae*, будет соответствовать титону (см. рисунок).

С точки зрения минимального расхождения между аммонитовым и палеомагнитным маркерами удобно было бы совместить границу юры—мела с основанием подзоны *grandis*, которая расположена ближе всего к инверсионному уровню — подошве хрона M18r. В Бореальном поясе этому уровню примерно соответствует подошва зоны *Chetae* (см. рисунок).

В заключение следует сказать, что заголовок статьи сформулирован не из-за стремления к каламбуру, но с целью подчеркнуть принципиальную невозможность решения ряда стратиграфических задач (особенно для эпох максимальной разобщенности палеобассейнов) на основе только палеонтологических данных, без привлечения независимых (непалеонтологических) методов, среди которых в настоящее время наиболее актуален магнитостратиграфический. В этом утверждении нет принижения роли биостратиграфии. Палеонтологические методы, как и любые другие, имеют объективные ограничения, и на определенном этапе уже не могут, без комплексирования с физико-химическими материалами, удовлетворять требованиям современной стратиграфии с ее тенденцией к детализации межрегиональных и глобальных корреляций. Важно помнить, что палеомагнитный метод не способен к самостоятельному датированию пород, и его эффективность проявляется только при условии комплексирования био- и магнитостратиграфических данных. Прекрасной иллюстрацией к сказанному служат результаты бореально-тетической корреляции пограничных юрско-меловых отложений В.Ю. Брагина с соавторами [2013], полученные благодаря привлечению палеомагнитных данных, которые, однако, были бы бесполезны без наличия биостратиграфических материалов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 11-05-00405-а).

ЛИТЕРАТУРА

Багаева М.И., Аркадьев В.В., Барабошкин Е.Ю., Горбенко Е.Ю., Гужиков А.Ю., Маникин А.Г., Перминов В.А. Новые данные по био- и магнитостратиграфии пограничных отложений берриаса—валанжина Восточного Крыма // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов: Материалы науч. сессии (18—22 апр. 2011 г.): в 2 томах / Под. ред. Б.Н. Шурыгина, Н.К. Лебедевой, А.А. Горячевой. Новосибирск, ИНГГ СО РАН, 2011, т. I. Мезозой, с. 23—26.

Брагин В.Ю., Дзюба О.С., Казанский А.Ю., Шурыгин Б.Н. Новые данные по магнитостратиграфии пограничного юрско-мелового интервала п-ова Нордвик (север Восточной Сибири) // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (3), с. 438—455

Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю. Оценка диахронности биостратиграфических границ путем магнитохронологической калибровки зональных шкал нижнего мела Тетического и Бореального поясов // Докл. РАН, 2006, т. 17 (3), с. 365—368.

Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю. Новые магнитостратиграфические данные по опорному разрезу бореального неокома реки Боярка (Северная Сибирь) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы Четвертого Всероссийского совещания, г. Новосибирск, 19—23 сентября, 2008 г. / Под ред. О.С. Дзюба, В.А. Захарова, Б.Н. Шурыгина. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2008, с. 66—69.

Гужиков А.Ю., Аркадьев В.В., Барабошкин Е.Ю., Багаева М.И., Пискунов В.К., Рудько С.В., Перминов В.А., Маникин А.Г. Новые седиментологические, био- и магнитостратиграфические данные по пограничному юрскому—меловому интервалу Восточного Крыма (г. Феодосия) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2012, т. 20 (3), с. 35—71.

Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб., ВСЕГЕИ, 2000, 112 с.

Захаров В.А. Граница юры и мела и GSSP берриаса: виден ли свет в конце туннеля? (Комментарий к предложениям рабочей группы по берриасскому ярусу и юрско-меловой границе) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 16—17: Приложение к журналу «Геология и геофизика», т. 52, 2011, с. 69—86.

Захаров В.А., Рогов М.А. О природе международной стратиграфической шкалы и волжском ярусе (по поводу статьи В.А. Прозоровского «К проблеме волжского яруса») // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2005, т. 13 (5), с. 129—134.

Захаров В.А., Рогов М.А. Волжский ярус должен остаться в юрской системе // Геология и геофизика, 2008, т. 49 (6), с. 541—546.

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. 102—109.

Прозоровский В.А. К проблеме волжского «яруса» // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2005, т. 13 (4), с. 101—108.

Хоша В., Прунер П., Захаров В.А., Костак М., Шадима М., Рогов М.А., Шлехта С., Мазух М. Бореально-тетическая корреляция пограничного юрско-мелового интервала по магнито- и биостратиграфическим данным // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2007, т. 15 (3), с. 63—76.

Channell J.E.T., Casellato C.E., Muttoni G., Erba E. Magnetostratigraphy, nannofossil stratigraphy and apparent polar wander for Adria-Africa in the Jurassic—Cretaceous boundary interval // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2010, v. 293, p. 51—75.

Erba E., Aguado R., Avram E., Baraboschkin E.J., Bergen J.A., Bralower T.J., Cecca F., Channell J.E.T., Coccioni R., Company M., Delanoy G., Erbacher J., Herbert T.D., Hoedemaeker P.J., Kakabadze M., Leereveld H., Lini A., Mikhailova I.A., Mutterlose J. The Aptian Stage // Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la terre, 1996, v. 66 (suppl.), p. 31—43.

Galbrun B. Magnetostratigraphy of the Berriasian stratotype section (Berrias, France) // Earth Planet. Sci. Lett., 1985, v. 74, p. 130—136.

Grabowski J. Magnetostratigraphy of the Jurassic/Cretaceous boundary interval in the Western Tethys and its correlations with other regions: a review // Volumina Jurassica, 2011 (9), p. 105—128.

Mizera J., Řanda Z., Košťák M. Neutron activation analysis in geochemical characterization of Jurassic—Cretaceous sedimentary rocks from the Nordvik Peninsula // J. Radioanal. Nucl. Chem., 2010, v. 284, p. 211—219.

Ogg J., Ogg G. Jurassic Time Scale. 2004 // URL: http://nhm2.uio.no/norges/timescale/Fig17.1_Jur_colA.pdf

Ogg J., Ogg G. Late Jurassic (139—169 Ma time-slice). 2008 // URL: http://www.nhm.uio.no/norges/timescale/5_JurCret_Sept08.pdf

Pruner P., Houša V., Olóriz F., Košťák M., Krs M., Man O., Schnabl P., Venhodová D., Tavera J.M., Mazuch M. High-resolution magnetostratigraphy and biostratigraphic zonation of the Jurassic/Cretaceous boundary strata in the Puerto Escaño section (southern Spain) // Cretaceous Res., 2010, v. 31, p. 192—206.

Przybylski P.A., Główniak E., Ogg J.G., Ziółkowski P., Sidorczuk M., Gutowski J., Lewandowski M. Oxfordian magnetostratigraphy of Poland and its correlation to Sub-Mediterranean ammonite zones and marine magnetic anomalies // Earth Planet. Sci. Lett., 2010, v. 289, p. 417—432.

Tominaga M., Sager W.W. Revised Pacific M-anomaly geomagnetic polarity timescale // Geophys. J. Int., 2010, v. 182, p. 203—232.

Wimbledon W.A.P., Casellato C.E., Reháková D., Bulot L.G., Erba E., Gardin S., Verreussel R.M.C.H., Munsterman D.K., Hunt C.O. Fixing a basal Berriasian and Jurassic/Cretaceous (J/K) boundary — is there perhaps some light at the end of the tunnel? // Riv. It. Paleont. Strat., 2011, v. 117 (2), p. 295—307.