

УДК 550.384

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПАЛЕОМАГНЕТИЗМА

Э. А. Молостовский

Палеомагнитный метод возник в 50-е годы как метод чисто практический, нацеленный на решение конкретных задач по расчленению и корреляции осадочных и вулканогенных толщ. Но вскоре достижения современной геофизики заставили по-новому оценить перспективы палеомагнетизма в стратиграфии. Магнитохронологическая шкала А. Кокса, шкала линейных магнитных аномалий и первые макеты палеомагнитной шкалы фанерозоя СССР показали большие возможности нового метода и его способность к решению крупных геологических проблем.

В 70-е годы был достигнут серьезный прогресс в создании единой шкалы магнитной полярности, большое внимание уделялось и общим проблемам магнитостратиграфии. После оживленных дискуссий по вопросам классификации, терминологии и номенклатуры были опубликованы первые проекты международного и советского палеомагнитных кодексов, которые систематизировали основные представления в области магнитостратиграфической систематики и определили главные цели и задачи исследований [4, 10, 19, 26].

Теоретические разработки и исследования по построению стандартной шкалы определили становление магнитостратиграфии как самостоятельного научного направления. Но они невольно стушевали и отодвинули на второй план чисто прикладные стратиграфические аспекты палеомагнетизма, которым лишь в последнее время вновь стали уделять должное внимание.

В связи с разработкой стратиграфической базы крупномасштабных съемок возрастает роль различных современных методов исследования, в том числе и палеомагнитного. Возникает вопрос: каковы реальные возможности палеомагнетизма в решении поставленной задачи? На него пока трудно дать однозначный ответ, поскольку всесторонняя оценка метода в этом плане еще не проводилась. Наиболее актуальными для практической стратиграфии представляются три группы вопросов: 1) использование палеомагнитного метода для решения конкретных стратиграфических задач; 2) цели и методы палеомагнитного геологического картирования; 3) основные принципы разработки региональных и местных магнитостратиграфических схем. Обсуждению этих проблем посвящены соответствующие разделы настоящей статьи.

Палеомагнитный метод в решении конкретных стратиграфических задач

Как показал опыт палеомагнитных исследований, на основе выделения магнитозоны при благоприятном сочетании геологических и геомагнитных факторов можно решать многие конкретные задачи стратиграфии. Ниже приводятся примеры стратиграфических построений, основанных на палеомагнитной характеристике пород.

Магнитостратиграфические корреляции. В наи-

большей степени оценены сейчас корреляционные возможности магнитных зон и их способность сохранять эти функции в отложениях различного генезиса и литологического состава. Отношение стратиграфов к этой стороне палеомагнитных исследований четко сформулировал В. В. Меннер, отметивший, что «палеомагнетизм является на сегодня единственным методом, позволяющим проверять используемые корреляции глобально, с точностью до тысячелетий, независимо от характера пород, климатических и других особенностей районов» [22, с. 264].

В настоящее время известно несколько хроностратиграфических палеомагнитных уровней планетарного значения. Наиболее уверенно, практически на всей территории планеты, опознаются плиоцен-плейстоценовые зоны шкалы А. Кокса. В разрезах верхнего мела повсеместно прослеживаются две реперные зоны обратной полярности в верхах баррема и нижней части кампана. Несколько узких субзон прямой намагниченности все более уверенно трассируются в палеоцен-эоценовых разрезах материков и океанов. Их глобальный характер доказан точной приуроченностью к определенным зонам планктонных фораминифер (*Globorotalia angulata*, *G. subbotinae*, *G. agaronensis* и др.) и косвенно подтверждается аномалиями Ламонтской шкалы.

Особого внимания заслуживают два интервала частых инверсий в основании гиперзон Хорезма и Иллавары. Один из них эквивалентен верхней части маастрихта и нижней половине дания, второй охватывает верхнетатарский подъярус перми и основание триаса. Они важны не только как реперы, фиксирующие определенные интервалы стандартной стратиграфической шкалы, но и как показатели возможной связи между фундаментальными геомагнитными и геологическими изменениями на рубежах палеозоя и мезозоя, мезозоя и кайнозоя.

В региональной стратиграфии палеомагнитные корреляции стали вполне обычной процедурой. С их помощью была синхронизирована граница между нижне- и верхнетатарским подъярусами в северных и восточных районах Русской плиты, проведено сопоставление многочисленных местных схем триаса, подтверждено соответствие акчагыльского и куюльницкого регионарных в Понтической и Каспийской областях. Реперные магнитные микрозоны использовались для детального сопоставления разнофациальных толщ плейстоцена на территории Поволжья [8, 9, 16, 23].

Фациальная независимость магнитозон и практическая изохронность их границ — очень сильные стратиграфические качества. Однако сами по себе они еще не гарантируют достоверности сопоставлений и не исключают серьезных магнитостратиграфических ошибок. Последние обусловлены рядом причин, среди них наиболее типичны: 1) игнорирование стратотипа; 2) потеря стратиграфического интервала; 3) фиктивная идентификация магнитозон; 4) выделение ложных зон магнитной полярности, вызванных метахронной намагниченностью; 5) искажение структуры палеомагнитной шкалы. Часть данных ошибок имеет общестратиграфическое значение [13], другие обусловлены спецификой самого метода. Их примеры имеются в ряде публикаций [9, 16], но серьезно эта негативная сторона палеомагнитных исследований еще не анализировалась.

Детализация основных стратиграфических подразделений. Выделению дробных стратиграфических единиц с длительностью формирования в 100 тыс. лет и менее в современной стратиграфии придается очень большое значение [12]. Выделяются они главным образом по климатостратиграфическим данным, реже с помощью ритмостратиграфии или фауны.

На возможности палеомагнетизма в этой области пока не обращается особого внимания, хотя в толщах с частой сменой знака на магнитоизменности мелкие магнитозоны могут быть использованы для выделения дробных вспомогательных подразделений. Показательна в этом отношении детальная палеомагнитная стратификация верхнетарских напластований Русской плиты, которые слагают значительную часть разреза перми в пределах обширных территорий (рис. 1). В нео-

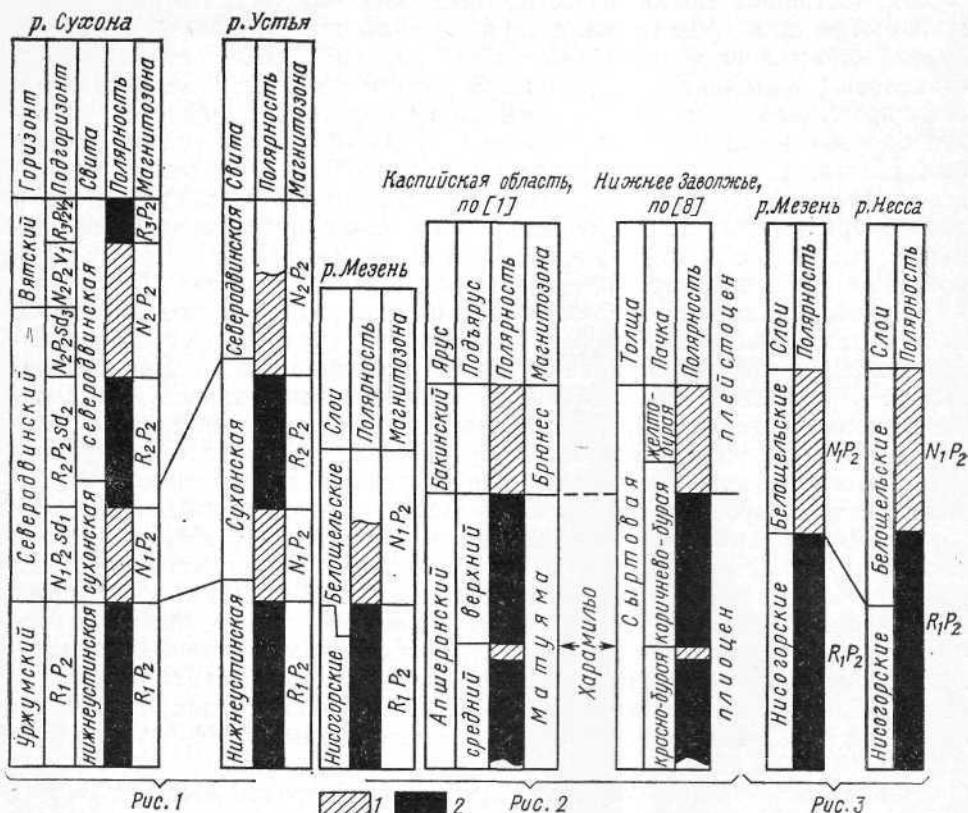


Рис. 1. Палеомагнитная корреляция татарских отложений севера Русской плиты: 1 — зоны прямой полярности (N); 2 — зоны обратной полярности (R)

Рис. 2. Датирование сыртовой толщи по магнитной зональности. Условные обозначения см. на рис. 1

Рис. 3. Положение границы между белошельскими и нисогорскими слоями в Юго-Западном Притиманье по палеомагнитным данным. Условные обозначения см. на рис. 1

генные магнитозоны также обеспечивают более дробное подразделение разрезов, нежели зональные шкалы по разным группам планктона. Многочисленные примеры детальных разбивок горизонтов и свит по магнитной зональности можно найти в публикациях по региональной магнитостратиграфии.

Необходимо заметить, что палеомагнитное подразделение имеет смысл даже в тех случаях, когда толщи детально расчленены с помощью фауны. Как показывает опыт, оно полностью оправдывает себя в зонах фациальных переходов. Например, акчагыльский ярус на юге Каспийской области подразделяется по фауне ostrakod и моллюс-

ков на три подъяруса, а по магнитной полярности — лишь на две части. Конечно, палеонтологическая разбивка в данном случае более предпочтительна, но она возможна лишь в центре акчагыльского бассейна, где смена фаунистических комплексов происходит в непрерывной последовательности. В краевых частях водоемов и субконтинентальных фациях акчагыльская фауна позволяет датировать вмещающие осадки только на ярусном уровне, и в этих условиях детальная стратификация возможна лишь по палеомагнитным характеристикам пород.

Определение возраста пород. Палеомагнитный метод по своим возможностям не может быть использован для прямого датирования, но практика знает все же немало случаев определения возраста пород с помощью магнитной полярности. Все определения такого рода ведутся по аналогии с палеомагнитными характеристиками данного подразделения в стратотипических и опорных разрезах. Поясним это положение рядом примеров.

1. При палеомагнитных исследованиях отложений татарского яруса Русской плиты А. Н. Храмов [23] установил появление первой зоны прямой полярности в нижней части северодвинского горизонта. Нижнетатарские отложения (это было подтверждено и в дальнейшем) повсеместно характеризуются обратной намагниченностью.

При изучении опорного разреза р. Сухоны выяснилось, что сухонской свите эквивалента в общем крупная зона прямой полярности. Это обстоятельство и послужило основанием для включения сухонской свиты в верхнетатарский подъярус. Кроме того, полная аналогия в палеомагнитной зональности опорных разрезов татарского яруса рек Сухоны и Вятки впервые позволила выделить в Сухоно-Двинском районе вятский горизонт в полном объеме. Впоследствии построения А. Н. Храмова были подтверждены комплексными палеомагнитными и биостратиграфическими исследованиями [16].

2. Вопрос о стратиграфическом положении чаудинских отложений Гурии является одним из наиболее спорных в стратиграфии новейших образований юга СССР. Палеонтологические данные по ним интерпретируются неоднозначно, вследствие чего одни исследователи со-поставляют гурийскую чауду с бакинскими отложениями и относят ее к квартеру, другие — коррелируют чаудинские отложения с апшеронскими и причисляют их к верхнему плиоцену.

При детальном изучении ряда опорных разрезов была установлена повсеместная обратная намагниченность пород гурийской чауды, что позволило отнести ее к верхней части зоны Матуяма. Так, палеомагнитные данные однозначно установили позднеплиоценовый возраст чаудинских отложений Гурии и их соответствие верхнему апшерону [5].

3. Сыртовая толща Нижнего Поволжья подразделяется по окраске на красно-, коричнево- и желто-бурую пачки. В нижней части толщи известны находки среднеапшеронских остракод и моллюсков, а в основании коричнево-буровой пачки в совместном нахождении определены остракоды среднего и верхнего апшерона [3]. Возраст большей части сыртовой толщи из-за отсутствия ископаемых остатков остался неясным. Предметом особенно длительных дискуссий был вопрос о положении границы между плиоценом и плейстоценом.

Достаточно полную информацию о возрасте сыртовой толщи дали лишь палеомагнитные характеристики пород. В. Н. Еремин [7] установил обратную намагниченность красно-буровой и большую часть коричнево-буровой пачек и отнес их на этом основании к верхам плиоцена.

Узкая субзона прямой полярности, сопоставленная с эпизодом Харамилью, позволила отнести красно-бурую пачку к среднему, а нижние 2/3 коричнево-буровой пачки — к верхнему апшерону. Вся прямо намагниченная верхняя часть сыртовой толщи была датирована нижним плейстоценом (рис. 2).

Оценка устойчивости геологических границ. Изохронность инверсий позволяет использовать их в качестве точного инструмента для оценки устойчивости стратиграфических границ во времени и пространстве. Важно заметить, что палеомагнитные уровни успешно выполняют эти функции как в пределах локальных районов, так и в глобальном масштабе.

Так, во всех известных магнитостратиграфических колонках материиков и океанов установлена повсеместная приуроченность узкой фораминиферовой зоны № 18 к основанию магнитозоны Гильберт. Четкая приуроченность зоны *Globorotalia truncatulinoidea* к эпизоду Олдувей интерпретировалась как прямое доказательство чрезвычайно быстрого расселения этого вида в начале плейстоцена по всей тепловодной зоне [22]. Наконец, палеомагнитный метод доказал хроностратиграфический характер границы между мелом и палеоценом, которая во всех изученных опорных разрезах лежит внутри узкого интервала обратной полярности, разделяющего аномалии 29 и 30.

В качестве типичного примера палеомагнитного контроля устойчивости местных литостратиграфических границ можно использовать данные по магнитной зональности татарских отложений Юго-Западного Притиманья [6]. Здесь повсеместно прослеживается четкий контакт между сероцветными мергелями белоцельских слоев и красно-буровой нисогорской пачкой. В опорных разрезах на р. Мезени он практически совпадает с инверсией $R_1P_2-N_1P_2$ и соответствует границе между нижне- и верхнетатарским подъярусами.

При движении к югу на 70—80 км, в долине р. Нессы, эта инверсия фиксируется уже внутри белоцельских слоев, в 20—25 м выше их подошвы, вследствие чего часть белоцельских напластований относится уже к нижнетатарскому подъярусу (рис. 3). Поскольку изохронность палеомагнитных уровней обусловлена их природой и не требует доказательств, то наметившиеся расхождения можно объяснить лишь неустойчивостью литологической границы. Амплитуда смещения последней вниз по разрезу достигает в данном случае 1—1,5 м на 4—5 км.

Анализ полноты разрезов, оценка амплитуды размывов. Нарушение в «рисунке» палеомагнитной колонки и отсутствие части зон позволяют довольно точно оценивать полноту разрезов и масштабы древних размывов и перерывов в седиментации. При определенных условиях магнитная зональность позволяет анализировать эти процессы и в тех случаях, когда они не улавливаются палеонтологически. Рассмотрим несколько конкретных примеров.

1. В бассейне р. Мезени сероцветные мергели татарского яруса перми с размывом перекрываются красноцветными отложениями нижнего триаса. Объем отложений, уничтоженных предтриасовой эрозией, невозможно оценить по геологическим данным, но он точно определяется по особенностям строения палеомагнитного разреза.

Судя по сопоставлению с более полными магнитостратиграфическими колонками рек Сухоны и Устьи, на р. Мезени нет верхнетатарских зон R_2P_2 , N_2P_2 и R_2P_2 . Это однозначно свидетельствует об отсутствии здесь верхней половины северодвинского и всего вятского горизонтов (см. рис. 1).

2. В опорном разрезе петропавловской свиты триаса на р. Урал выделяются две магнитозоны: нижняя — прямая (N_2T) и верхняя — обратная (R_2T). В районах Общего Сырта ее аналогом считается гостевская свита, охарактеризованная, как и петропавловская, паратозуховой фауной тетрапод. Однако в палеомагнитной колонке гостевской свиты выявлена лишь одна зона обратной полярности — R_2T . Отсутствие зоны N_2T однозначно указывает на крупный размыт внутри триасовой толщи Общего Сырта, уничтоживший большую группу слоев, отвечающих половине петропавловской свиты.

Магнитозоны как мера временного объема. В сочетании с изотопными датировками или через шкалу линейных аномалий по магнитозонам можно получить представления о длительности формирования тех или иных стратонов. В этом случае они играют роль своеобразного связующего звена между геохронологической шкалой и многочисленными региональными стратиграфическими подразделениями, не обеспеченными определениями абсолютного возраста.

Наиболее точные возрастные оценки пока удается получить для новейших отложений в диапазоне магнитохронологической шкалы А. Кокса. Так, длительность плейстоцена (по схеме, принятой в СССР) определяется в 0,7 млн. лет, хронологический объем ашшерона, заключенного между зоной Брюнес и субзоной Олдувей, равен 1,2 млн. лет, акчагыла — 1,5 млн. лет и т. д.

Магнитохронологические оценки не изменяют, конечно, наших представлений о стратиграфических соотношениях тех или иных комплексов пород, но известны уже случаи прямого влияния магнитохронологии на практику дальних корреляций. В этом отношении весьма показателен пример определения возрастного объема pontического яруса юга СССР.

М. А. Певзнер [20], установив устойчивую обратную намагниченность отложений pontического яруса по всему разрезу, и с учетом определений нанопланктона отнес point к 6-й эпохе магнитохронологической шкалы. Возрастной объем эпохи не превышает 0,8 млн. лет, что позволило Певзнеру выдвинуть идею «короткого pointa», согласно которой этот регионарус занял очень узкий интервал в неогеновой части шкалы.

Позднее данные о палеомагнитной характеристике pointa были подтверждены исследованиями в Румынии и Закавказье, и хотя некоторые авторы склонны соотносить pontический ярус не с магнитной эпохой 6, а с низами зоны Гильберт, сам принцип «короткого pointa» остался неизменным. Вся совокупность палеомагнитных данных позволяет утверждать, что при любом варианте привязки pontического яруса к палеомагнитной шкале длительность формирования его отложений не превышала 0,6—0,8 млн. лет.

Значение этого вывода для стратиграфии неогена показывает анализ ряда корреляционных схем миоценовых отложений Средиземноморья и Восточного Паратетиса, согласно которым возрастной объем pointa колеблется от 3 до 5,5 млн. лет (таблица). В этих схемах не были учтены фактические данные о палеомагнитной зональности pontических образований, а их возможное соотношение с единицами магнитохронологической шкалы определялось по чисто геологическим соображениям. Если бы эти корреляции были верны, то палеомагнитный разрез pontического яруса имел бы очень сложное строение и включал бы несколько крупных разнополярных зон. Поскольку ему со-

Стратиграфические схемы неогена Средиземноморья и Восточного Паратетиса

Млн. лет	Магнитозона	Отдел	Ярусное деле- ние неогена Средиземно- морья	F. Steininger, F. Rögl [28]	W. Berggren [25]	A. Papp, F. Steininger [27]
0— 5— 10—	Брюнес	плейстоцен плиоцен миоцен	калабрий		апшерон	
	Матуяма					
	Гаусс		плезанс	акчагыл	акчагыл	акчагыл
	Гильберт		занклий	киммерий	киммерий	киммерий
	5		мессиний			1
	6			понт	понт	2
	7		тортон		понт	понт
	8					
	9			мэотис	мэотис	паннон

Примечание. 1, 2 — возможные положения понта по палеомагнитным данным.

ответствует лишь одна зона обратной полярности, то все принятые в названных схемах соотношения понта с подразделениями средиземноморской схемы исключаются автоматически.

Палеомагнитный метод в геологической съемке

Идея площадных палеомагнитных исследований впервые была реализована на практике более двадцати лет тому назад Т. Эйнарссоном [24], составившим карту магнитозон плиоцен-плейстоценовых вулканитов Западной Исландии. В Советском Союзе палеомагнитные съемки велись в областях активного неогенового вулканизма на Камчатке, в Приморском крае и Закарпатье. Несколько позже они начались в северных и восточных районах европейской части страны, в поле развития красноцветных толщ верхней перми и триаса [2, 6, 14, 16].

Техническая сторона специализированных съемок разработана сейчас вполне удовлетворительно. Как правило, они осуществляются поэтапно: вначале составляется опорный палеомагнитный разрез, затем ведется набор точек по площади и, наконец, строится площадная схема магнитной зональности, которая чаще всего и становится основной целью и конечным этапом работ.

При таком подходе невольно забывается, что специализированные схемы отражают только особенности пространственного расположения магнитозон и малоинформативны в геологическом отношении.

По существу они являются лишь определенной формой систематизации палеомагнитного материала, необходимого для детализации геологической карты и повышения ее структурности. Подобное понимание задачи палеомагнитной съемки, которая в противном случае теряет реальный смысл, предусматривает обязательный перенос палеомагнитной информации на геологическую карту. Поиски наиболее рациональных форм такой передачи следует рассматривать как актуальную методическую задачу в данной области исследований.

Основная трудность, с которой приходится сталкиваться прежде всего, заключена в несоответствии палеомагнитных и геологических границ. При обычных корреляциях их расхождению не придается особого значения, но иная ситуация возникает при геологической съемке, когда стратоны разного типа выносятся на карту. Поскольку основные стратиграфические подразделения, на которых базируется геологическая карта, выделяются по иным критериям, нежели палеомагнитные зоны, то нередко возникают более или менее существенные расхождения инверсионных и геологических границ. В таких случаях специализированная схема может серьезно отличаться от геологической карты и теряет свою стратиграфическую ценность.

Некоторые исследователи видят выход из этой ситуации в том, чтобы «решать вопросы различия геологических и палеомагнитных границ... на основе палеомагнитных уровней» [2, с. 4]. Реализация этого предложения на практике означает не что иное, как произвольное смещение лито- и биостратиграфических границ ради их формального совмещения с палеомагнитными уровнями. В конечном счете подобное «исправление» границ приведет к частичной или полной подмене основных стратиграфических подразделений палеомагнитными зонами, а самой геологической карты — схемой магнитной зональности.

Трудно ожидать, что такое решение будет приемлемо для геологической службы. Во-первых, оно явно противоречит одному из основных положений Стратиграфического кодекса о самостоятельности и незаменяемости таксонов разного типа. Во-вторых, схема магнитной зональности в ее чистом виде не способна отразить особенности геологического строения и историю развития конкретного района, т. е. лишена сведений, которые во многом определяют содержание геологической карты и ориентацию поисковых работ. Вследствие этих причин подмена геологических границ инверсионными уровнями представляется неприемлемой в принципе, и, за редкими исключениями, палеомагнитные и стратиграфические рубежи на карте должны изображаться раздельно.

Инверсия может приобрести статус геологической границы в разрезах, лишенных органических остатков, со смешанными комплексами фауны в переходных слоях или же с постепенными литологическими взаимопереходами между соседними подразделениями. Палеомагнитные уровни в этих условиях по договоренности могут использоваться в качестве наиболее однозначных стратиграфических рубежей.

Намечаются два пути передачи палеомагнитной информации на геологическую карту. Наиболее простой из них — это детальная фиксация линий инверсионных переходов в качестве изохронных реперных уровней (линейных горизонтов). Такое решение способствует практической реализации давней идеи о двойной легенде геологических карт. Суть последней состоит в изображении на карте как литологических тел с их скользящими контактами, так и уровней относительной синхронности, необходимых для увязки соседних листов [21].

Инверсионные границы, в силу своей природы, являются идеальными реперными уровнями, удобными для сопоставления разнофациальных осадочных толщ. Этот вариант вполне приемлем для геологов-съемщиков, так как не меняет легенды карты, но трудноосуществим технически.

Как показал опыт площадных палеомагнитных работ, поиск точек с узкими зонами смены полярности трудоемок даже в открытых районах и практически невозможен в условиях ограниченной обнаженности. Поэтому в реальных условиях при палеомагнитных съемках картируются обычно магнитозоны, а их границы интерполируются.

В связи с этим возможно иное решение, которое предусматривает вынос на геологическую карту не только инверсионных уровней, но и самих палеомагнитных зон в качестве составных частей основных стратиграфических подразделений (ярусов, свит, серий и пр.). Эта операция, основанная на свободном соподчинении единиц разного типа, имеет смысл, естественно, лишь в тех случаях, когда магнитная зональность позволяет дать более дробное расчленение, нежели литология или фауна.

Отсюда возникает вопрос о статусе дробных единиц комплексного обоснования, выделяемых по палеомагнитным признакам, на готовой палеонтологической или литолого-фациальной основе. Для стратонов, где выбор ведущего критерия жестко регламентирован, подразделение по палеомагнитной зональности в известной мере является формальным, не отражающим естественную геисторическую периодизацию. Для любого подразделения общей шкалы инверсионные уровни служат лишь внешними реперными отметками, а не естественными стратиграфическими рубежами. Поэтому при изображении на геолого-палеомагнитной карте ярусов или свит как совокупностей магнитозон следует иметь в виду, что последние играют здесь чисто служебную, картировочную роль и не связаны с главными стратонами ранговым соподчинением.

В ином положении находится основная единица региональных схем — горизонт, который всегда понимался как подразделение комплексного обоснования. Поскольку выделение горизонтов ведется по разным определяющим признакам, то в принципе нет причин отрицать горизонты палеомагнитного обоснования. Магнитогоризонты далеко не всегда будут объединять отложения, соответствующие определенному этапу развития региона, но всегда идеально отвечать понятию хроностратона и надежно выполнять корреляционные функции. Аналогичным образом горизонты, установленные по другим критериям, могут быть подразделены по магнитной зональности на дробные подгоризонты.

Дробные единицы комплексного обоснования должны иметь смешанную стратиграфическую и палеомагнитную индексацию. Если магнитозона входит в два смежных подразделения, то в разных своих частях она получает разные стратиграфические индексы. Таким образом, ярус или свита с целью детализации геологической карты могут быть изображены в виде совокупности разнополярных магнитозон. В рамках основного подразделения в этом случае наносятся несколько инверсионных границ, подчеркивающих особенности геологической структуры участка. Границы же между основными подразделениями, за исключением рассмотренных выше случаев, определяются по традиционным стратиграфическим признакам.

Перечисленные условия являются логическим следствием трех основных принципов комплексного геолого-палеомагнитного картирова-

ния: а) максимальное сохранение существующих легенд и стратиграфических схем, обеспечивающих преемственность исследований; б) признание независимости палеомагнитных и геологических границ; в) сохранение палеомагнитной номенклатуры и классификационной самостоятельности магнитозон во избежание их полного «растворения» в местных стратиграфических подразделениях. И если на первых стадиях исследований магнитозоны привязываются к местным единицам, то это можно принять как необходимость, которая отпадает по мере привязки магнитных стратонов к стандартной специализированной шкале.

Рассмотренные исходные посылки применялись при площадных палеомагнитных исследованиях, которые проводились в 1974—1975 гг. совместно с групповой геологической съемкой на севере европейской части СССР, в поле развития пестроцветных отложений верхней перми. Работы велись на территории трех листов масштаба 1:200 000, в бассейнах рек Устьи и Сухоны, где в общей сложности было обследовано 110 естественных обнажений и одна опорная скважина и отобрано 1700 ориентированных штуфов.

В основу палеомагнитных построений была положена схема А. Н. Храмова [23], согласно которой татарский ярус подразделяется пятью магнитозонами: R_1P_2 ; N_1P_2 ; R_2P_2 ; N_2P_2 и R_3P_2 . Первая зона относится к нижнему подъярусу, остальные четыре — к верхнему.

Палеомагнитной съемке предшествовало комплексное литологическое, палеонтологическое и палеомагнитное изучение опорных разрезов рек Сухоны, Устьи и Сев. Двины. Эти работы позволили выяснить строение палеомагнитных разрезов в конкретных структурно-фациальных зонах, стратиграфические диапазоны магнитозон и получить их палеонтологическую характеристику. В соответствии с магнитной зональностью северодвинский горизонт был подразделен на три, а вятский на два подгоризонта, проиндексированные снизу вверх как: $N_1P_2sd_1$; $R_1P_2sd_2$; $N_2P_2sd_3$; $N_2P_2v_1$ и $R_3P_2v_2$ [15].

Второй этап, собственно палеомагнитное картирование, сводился к последовательному отбору ориентированных образцов в обнажениях и прослеживанию магнитозон по простирианию. Для точной идентификации магнитозон использовались палеонтологические данные и скалярные магнитные характеристики пород. Кроме того, учитывались положение разрезов в общей структуре, материалы аэрофотосъемок и пр.

Основа современных представлений о строении татарского яруса р. Сухоны была разработана Е. М. Люткевичем, который выделял в опорном разрезе нижнеустинскую, сухонскую и северодвинскую свиты и установил границу между нижним и верхним подъярусами в подшве северодвинской свиты [11]. А. Н. Храмов [23] по палеомагнитным данным отнес сухонскую свиту к верхнетатарскому подъярусу, а верхнюю часть северодвинской свиты к вятскому горизонту. Татарский ярус в бассейне р. Устьи был расчленен и картировался Н. А. Пахтусовой [18] на основе схемы Е. М. Люткевича, хотя из-за общей фациальной неустойчивости татарской толщи истинные стратиграфические соотношения одноименных свит на этих территориях оставались неясными.

Сопоставление местных литологических схем по палеомагнитной зональности показало, что все без исключения одноименные свиты в опорных разрезах рек Устьи и Сухоны существенно разнятся по занимаемому стратиграфическому положению (см. рис. 1). Диахронность литологических границ в условиях равнинного рельефа и полу-

того залегания слоев серьезно исказила геологическую карту. В частности, выяснилось, что если верхние границы нижнеустинской и сухонской свит трассировать на одном уровне от р. Сухоны в северном направлении, то в бассейне р. Устьи они должны проходить, соответственно, в 10 и 18 км западнее границ, изображенных на карте Н. А. Пахтусовой (рис. 4, А).

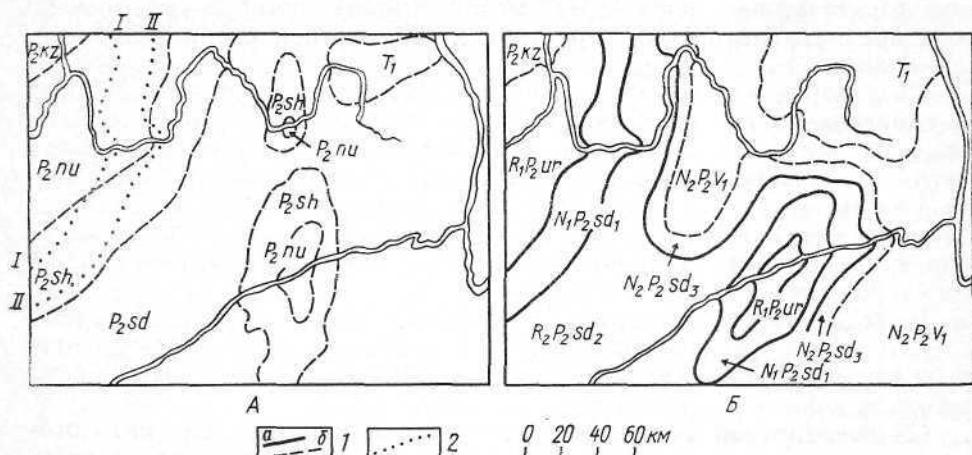


Рис. 4. Геологическая (А, по [18]) и геолого-палеомагнитная (Б) схемы бассейнов рек Устьи и Сухоны: 1 — границы (а — палеомагнитные, б — геологические); 2 — верхняя граница (I — нижнеустинской, II — сухонской свит). Показано положение границ одноименных свит в разрезе р. Устьи, если их проводить на том же стратиграфическом уровне, что и в опорном разрезе р. Сухоны

На рис. 4, Б представлена геолого-палеомагнитная карта, построенная по подгоризонтам магнитостратиграфического обоснования. Она отчетливо отражает основные структурные элементы района — Сухонский вал и сопряженную с ним крупную синклиналь, выполненную в центральной части отложениями нижневятского подгоризонта.

Палеомагнитные данные о широком развитии вятских отложений к северу от Сухонского вала явно не отвечали сложившимся представлениям о геологическом строении этой территории, поскольку раньше здесь выделялось крупное Устьянское поднятие, сложенное в центральной части отложениями сухонской и нижнеустинской свит (см. рис. 4, А). В дальнейшем палеомагнитные построения были подтверждены палеонтологическими данными и материалами картировочного бурения. В центре поднятия, где предполагались выходы сухонской свиты, были обнаружены остракоды вятского фаунистического комплекса, а в процессе бурения выяснилось, что нижнеустинская и сухонская свиты вообще погружены здесь на глубину около 300 м. После этого стало очевидным, что Устьянское поднятие выделено ошибочно из-за того, что аллювиальные песчаники вятского горизонта были спутаны с близкими по облику песками нижнеустинской свиты.

Из сопоставления имеющихся данных можно видеть, что карта на геолого-палеомагнитной основе выгодно отличается от предыдущего варианта своей детальностью и более точным отражением геологической структуры района. В данном случае «некартируемые» подразделения магнитостратиграфического обоснования оказались более надежны и опознаваемы при съемке, нежели пространственно неустойчивые свиты с их скользящими границами.

К сожалению, палеомагнитная съемка не оказала существенного влияния на геологическую карту, хотя подгоризонты магнитного обоснования позволили поставить процесс картирования на хроностратиграфическую основу. И хотя магнитозоны были включены в сводную стратиграфическую колонку, а их границы использовались в качестве реперных уровней, сама карта строилась в соответствии с официальной легендой на основе слоев и свит.

Геологическая карта, составленная сотрудниками НПО «Аэрогеология», сходна по структуре с геолого-палеомагнитной схемой, изображенной на рис. 4, Б¹. Однако трудно судить, в какой мере слои и свиты официальной легенды будут отвечать одноименным подразделениям на соседних листах.

Региональные магнитостратиграфические схемы

Палеомагнитные зоны по своей сути являются глобальными хроностратиграфическими единицами и теоретически могут быть выделены везде, где имеются соответствующие осадки. Поэтому в принципе в магнитостратиграфии должна существовать лишь одна стандартная шкала со своей номенклатурой. Это положение, безусловно, справедливо, но в силу объективных причин далеко не всегда реализуется на практике.

В реальной работе, как известно, магнитозоны выделяются не только на базе общих подразделений, но и на основе региональных и местных единиц. В последнем случае они опознаются лишь в пределах ограниченных территорий и зачастую не привязываются к стандартной шкале. Таким образом, планетарные по своей сущности магнитостратоны поневоле приобретают статус региональных, или местных, зон. Эта особенность палеомагнитной классификации, к сожалению, не всегда учитывается, и известно немало попыток глобальных палеомагнитных построений на непригодном для таких целей местном материале.

Элементарная логика подсказывает, что, оперируя региональными и местными магнитозонами, палеомагнетика должна прежде всего заниматься решением соответствующих геологических задач. Таким образом, встает вопрос о выделении региональной магнитостратиграфии в самостоятельную линию исследований, наиболее тесно связанную с потребностями стратиграфической практики. До недавнего времени эти исследования не имели своей методической основы и не были подчинены общей идеи. Возникла настоятельная необходимость их упорядочения и подчинения общей системе стратиграфической службы, которая может быть достигнута только в случае перехода от субъективных авторских построений к систематической и регламентированной едиными правилами работе по составлению региональных и местных магнитостратиграфических схем.

Эти схемы строятся на достоверном палеомагнитном материале с привлечением палеонтологических и литолого-фациальных данных и являются сводкой наиболее надежных сведений о палеомагнитных характеристиках основных стратиграфических подразделений в пределах отдельных структурно-фациальных зон и регионов. Их главное назначение применительно к запросам практической стратиграфии — сопоставление многочисленных местных схем на основе магнитной зо-

¹ В схеме зональности использованы геологические материалы, любезно предоставленные Л. М. Карповым.

нальности, оценка соотношений геологических границ и, по возможности, привязка региональных подразделений к общей стратиграфической шкале. Основные принципы построения специализированных схем и процедура их передачи стратиграфическим комиссиям МСК подробно рассматривались ранее [10].

В настоящее время начата подготовка к выпуску первого сборника специализированных магнитостратиграфических схем, куда вошли материалы по верхней перми и триасу Русской плиты и Предуральского краевого прогиба, нижнему палеозою Сибирской платформы, неогеновым отложениям Таджикской депрессии и плиоцену Рионской впадины.

Необходимость в таких материалах назрела давно, и их публикация явно запоздала. Об этом свидетельствуют решения ряда стратиграфических комиссий МСК, которые включили палеомагнитные колонки в унифицированные схемы, не ожидая их официального утверждения Научным советом по геомагнетизму. Такие постановления приняты относительно стратиграфических схем триаса Предуральского прогиба и Русской плиты (Свердловск, 1976; Саратов, 1979), плейстоцена Поволжья (Ленинград, 1984). Аналогичное положение складывается сейчас и со схемой верхней перми Русской плиты, подготовку которой ведет пермская комиссия МСК.

В рамках ограниченной статьи невозможно осветить все многообразие стратиграфических проблем палеомагнетизма. Однако их далеко не полный обзор показывает, что магнитостратиграфия уже вступила в качественно новый этап развития и постепенно становится одной из важных составных частей в общем комплексе геологических работ. Популярность палеомагнитного метода среди стратиграфов в последние годы быстро растет, и это обстоятельство усиливает ответственность палеомагнитологов не только за качество определений, но и за уровень их стратиграфической интерпретации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асадулаев Э. М., Певзнер М. А. Палеомагнетизм и биостратиграфия позднекайнозойских отложений Прикуринской низменности. — В кн.: Палеомагнитный анализ при изуч. четвертич. отложений и вулканитов. М., 1973, с. 6—10.
2. Балабанов Ю. П., Буров Б. В., Боронин В. П. Опыт применения палеомагнетизма при площадных геолого-съемочных исследованиях в верховьях р. Сев. Двины. — В кн.: Континентальные красноцветные отложения перми и триаса. Саратов, 1975, с. 3—5.
3. Блудорова Е. А., Васильев Ю. М. и др. Апперонский век Восточно-Европейской равнины. — Бюл. комисс. по изуч. четвертич. периода, 1983, № 52, с. 3—17.
4. Временные правила магнитостратиграфической классификации и номенклатуры. — В кн.: Палеомагнитная стратиграфия мезо-кайнозойских отложений. Киев, 1982, с. 76—78.
5. Гоннов В. В., Молостовский Э. А., Китовани Т. Г. Палеомагнитный разрез верхнего плиоцена и древнего эвксина Гурии. — В кн.: Постоянное геомагнитное поле, магнетизм горных пород и палеомагнетизм. Ч. 2. Тбилиси, 1981, с. 116.
6. Даргаган Е. В., Певзнер М. А. Методика палеомагнитных исследований при среднемасштабном геологическом картировании в областях развития молодого вулканизма. — В кн.: Палеомагнитный анализ при изуч. четвертич. отложений и вулканитов. М., 1973, с. 85—88.
7. Еремин В. Н. Положение границы Брюнес-Матуяма в континентальных и морских толщах Нижнего Поволжья. — В кн.: Постоянное геомагнитное поле, магнетизм горных пород и палеомагнетизм. Ч. 2. Тбилиси, 1981, с. 125.
8. Еремин В. Н., Молостовский Э. А. Палеомагнитный разрез плеистоцена Нижнего Поволжья. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1981, № 7, с. 71—76.
9. Зубаков В. А., Кочегура В. В. Магнитохронологическая шкала новейшего этапа. — Геомагнитные исследования, 1976, № 17, с. 37—44.
10. Зубаков В. А., Молостовский Э. А. Основные принципы разработки магнитостратиграфических схем. — В кн.: Палеомагнитная стратиграфия мезо-кайнозойских отложений. Киев, 1982, с. 3—6.
11. Люктеевич Е. М. Стратиграфия верхней перми запада Северного края. — Изв. Лен. геол.-гидрогеол. треста, 1935, № 4 (9).
12. Меннер В. В. Подразделения международной стандартной стратиграфической шкалы. — В кн.: Стратиграфия. Тр. 27-й сессии МГК.

- Т. 1. М., 1984, с. 3—7. 13. Меннер В. В., Мейен С. В. Об основных типах биостратиграфических ошибок. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1971, т. 46, вып. 2, с. 136—137.
14. Михайлова Н. П., Глевасская А. М., Цыкора В. Н. Палеомагнетизм вулканогенных пород и реконструкция геомагнитного поля неогена. Киев, 1974, 250 с.
15. Молостовский Э. А. К методике палеомагнитного картирования континентальных формаций верхней перми севера Русской платформы. — В кн.: Континентальные красноцветные отложения перми и триаса. Саратов, 1975, с. 88—90.
16. Молостовский Э. А. Палеомагнитная стратиграфия верхней перми и триаса востока европейской части СССР. Саратов, 1983, 167 с.
17. Новый этап регионального геологического изучения территории страны. — Разведка и охрана недр, 1982, № 7, с. 1—3.
18. Пахтусова Н. А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 1 000 000, лист Q-38 (Мезень). М., 1967.
19. Ритмостратиграфические подразделения. Проект дополнений к Стратиграфическому кодексу СССР. Л., 1978, 71 с.
20. Семененко В. Н., Певзнер М. А. Корреляция верхнего миоцена и плиоцена Понто-Каспия по биостратиграфическим и палеомагнитным данным. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1979, № 1, с. 5—15.
21. Сенников В. М., Щеглов А. П., Краснов В. И. К методике крупномасштабной геологической съемки в горных областях Южной Сибири. — Тр. СНИИГИМС. Сер. стратиграфия и палеонтология, 1969, вып. 94, с. 103—109.
22. Стратиграфия в исследованиях Геологического института АН СССР. М., 1980, 299 с.
23. Храмов А. Н. Палеомагнитное изучение разрезов верхней перми и нижнего триаса севера и востока Русской платформы. — В кн.: Палеомагнитные стратиграфические исследования. Л., 1963, с. 145—174.
24. Эйнарссон Т. Магнитогеологическое картирование в Исландии с помощью компаса. — В кн.: Палеомагнетизм. М., 1962, с. 273—283.
25. Berggren W. A. Correlation of Atlantic, Mediterranean and Indo-Pacific stratigraphies, geochronology and chronostratigraphy. — IGCP. Project N 114. Geological correlation, 1983, p. 70—73.
26. Magnetostratigraphic polarity units—a supplementary chapter of the JSSC. International stratigraphic guide. — Geology, 1979, vol. 7, N 12, p. 578—583.
27. Rapp A., Steininger F. Die Äquivalente des Tortonian und Messinian in der Zentralen Paratethys. — Verhandl. Geol. Bundesanst, 1979, N 2, S. 161—170.
28. Steininger F., Rögl F. Stratigraphic correlation of the Tethys-Paratethys Neogene. — IGCP. Project N 25. Geological correlation, 1983, p. 65—66.

Саратовский
государственный университет

Поступила в редакцию
30.01.85