

На правах рукописи

Пименов Максим Викторович

**Палеомагнетизм и петромагнетизм средне-
верхнеюрских отложений Русской плиты (бореально-
тетические корреляции и решение задач практической
геологии).**

Специальность 25.00.01 общая и региональная геология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

САРАТОВ

2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» на кафедре общей геологии и полезных ископаемых геологического факультета и в лаборатории Петрофизики.

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, профессор,
заведующий лабораторией Петрофизики Саратовского
государственного университета им. Н.Г. Чернышевского
А.Ю. Гужиков (г.Саратов)

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук, профессор, ведущий научный
сотрудник Лаборатории геодинамики и палеомагнетизма Института
Геологии СО РАН **А.Ю. Казанский** (г.Новосибирск)

доктор геолого-минералогических наук, профессор Саратовского
государственного университета им. Н.Г. Чернышевского
Д.А.Кухтинов (г.Саратов).

Ведущая организация:

Геологический институт РАН (г.Москва)

Защита состоится 27 июня 2008 г. в 14 час. 00 мин. на заседании
диссертационного совета Д 212.243.08 при Саратовском государственном
университете им. Н.Г. Чернышевского по адресу: 410012, Саратов, ул.
Астраханская, 83 , геологический факультет, аудитория 53.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке СГУ.

Автореферат разослан « 25 » мая 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор геол.-мин. наук, профессор



О.П. Гончаренко

Введение.

Актуальность работы. Сведения о палеомагнетизме средней-верхней юры Русской плиты (РП) весьма ограничены. Подобную ситуацию нельзя признать удовлетворительной по многим причинам. Во-первых, на территории РП располагаются опорные разрезы, имеющие мировое значение, - это, в первую очередь, стратотип волжского региона (д. Городищи, Ульяновская обл.) и разрезы п. Дубки (г. Саратов), п. Просек (Нижегородская обл.), претендующие на роль точек глобального стратотипа границ (ТГСГ, GSSP) келловея и оксфорда, соответственно. Согласно требованиям Международной стратиграфической комиссии [Remane et. al., 1996] разрезы подобного ранга должны иметь надежную магнитополярную характеристику, которая до настоящего времени отсутствовала. Во-вторых, магнитостратиграфические сведения по опорным разрезам юры РП необходимы для уточнения и детализации соответствующего интервала Общей магнитостратиграфической шкалы. В-третьих, палеомагнитные материалы, обобщенные в виде магнитостратиграфических схем, необходимы для повышения эффективности местных и региональных геологосъемочных работ, что особенно актуально, в связи с выполнением федеральной программы по созданию среднемасштабной геологической карты нового поколения (ГГК-200). В-четвертых, определения координат виртуальных геомагнитных полюсов (ВГМП) по юрским отложениям РП, которых, пока, крайне мало, требуются для палеогеодинамических реконструкций.

Петромагнитные подразделения, наряду с палеомагнитными (магнитополярными), являются самостоятельными разновидностями магнитостратиграфических подразделений [Стратиграфический кодекс, 2006]. Кроме того, петромагнитные данные, при безусловном знании вида и генезиса минералов – главных носителей намагниченности, позволяют экспрессно получать информацию о многих условиях осадконакопления [Гужиков, Молоствовский, 1995 и др.]. К настоящему времени накоплены представительные петромагнитные данные по юрским отложениям РП, обобщенные в виде сводных петромагнитных разрезов [Гужиков, 2004]. На их основе решен ряд конкретных геологических задач, связанных с детальным расчленением и корреляцией осадочных толщ, выяснением различных особенностей седиментогенеза [Гужиков и др., 1999; 2002; Пименов и др., 2005, 2007]. Поэтому актуальность получения новых материалов о петромагнетизме юры РП для повышения информативности геологических исследований - не вызывает сомнений.

Цель работы. Построение сводного магнитостратиграфического разреза средней – верхней юры РП и решение на его основе некоторых фундаментальных и практических проблем геологии: осуществление детальных межпровинциальных корреляций и уточнение геологического строения юрского комплекса Поволжья.

Для достижения поставленной цели решались следующие **основные задачи**: **1.** Проведение детального палео- и петромагнитного изучения опорных, в том числе стратотипических, разрезов средне–верхнеюрских отложений РП при надежном палеонтологическом и литологическом контроле. **2.** Построение сводного магнитостратиграфического разреза РП на основе анализа и обобщения полученных данных и опубликованных материалов других авторов. **3.** Детальное расчленение и корреляция разрезов на основе палео- и петромагнитной зональности, проведение детальных межрегиональных магнитостратиграфических корреляций. **4.** Выяснение с помощью петромагнитных характеристик некоторых условий осадконакопления в юрских бассейнах РП. **5.** Совершенствование методики термокаппаметрических исследований, направленное на получение количественных (полуколичественных) оценок концентраций пирита в горных породах.

Фактический материал. Магнитостратиграфические исследования средне-верхнеюрских отложений РП ведутся автором с 2002 года по настоящее время. За этот срок изучены 8 разрезов на территории Брянской, Волгоградской, Нижегородской, Рязанской, Саратовской, Ульяновской, Ярославской, областей, в том числе верхнекимериджские-волжские отложения в стратотипе волжского региояруса (с. Городищи, Ульяновская область), пограничные отложения бата-келловея и келловея-оксфорда в разрезах - кандидатах на роль ТГСГ (GSSP) (п. Просек, Нижегородская обл. и п. Дубки, г. Саратов, соответственно), а также разрезы пограничных отложений юры-мела Горного Крыма (м. Св. Ильи, г. Феодосия и р. Тонас, Судакский район). Объем каменного материала, подвергнутого лабораторным палеомагнитным, петромагнитным и магнитоминералогическим исследованиям, составил более 1000 образцов, отобранных, приблизительно, с 400 стратиграфических уровней.

Защищаемые положения.

1. Построен новый вариант сводного магнитостратиграфического разреза средне – верхнеюрских отложений Русской плиты, отличающийся от предыдущих аналогов большей полнотой и детальностью палеомагнитной информации.

2. Палеомагнитная зональность юрских отложений Русской плиты подтверждает представления о частых сменах знака геомагнитной полярности в средне- и позднеюрскую эпохи. Анализ палеомагнитных материалов по юре Русской плиты и других регионов свидетельствует в пользу точки зрения о низкой напряженности геомагнитного поля в келловейском, оксфордском и кимериджском веках.

3. На палеомагнитной основе проведено сопоставление бореального верхнего кимериджа и волжского региояруса с кимериджем-титоном Пантетической надобласти, осуществлена детальная корреляция нижебатских отложений Русской плиты и Северного Средиземноморья. С помощью палео- и петромагнитных характеристик выявлен крупный перерыв в осадконакоплении в батском ярусе Саратовского Правобережья и реконструированы неизвестные ранее особенности тектонического режима батского века на территории Поволжья.

Научная новизна. 1. Впервые получены магнитостратиграфические характеристики ряда опорных разрезов средней-верхней юры РП. 2. В сводном магнитостратиграфическом разрезе РП впервые получили надежную магнитополярную характеристику пограничные интервалы бата-келловея и келловея-оксфорда, оксфордский ярус, верхнекимериджский и нижеволжский подъярусы. 3. Приведены аргументы, основанные на особенностях магнитополярного режима, в пользу аномально низкой напряженности келловейского-кимериджского геомагнитного поля. 4. Проведены палеомагнитные сопоставления средней-верхней юры РП, Европы, Америки. Магнитная зональность стратотипического разреза д. Городищи идентифицирована с магнитными хронами, что позволило провести детальную корреляцию верхнекимериджских-средневолжских отложений с их возрастными аналогами в Средиземноморье и Западной Европе. 5. Уточнено геологическое строение батского комплекса на территории Саратовского Правобережья. 6. Показано, что петромагнитные свойства фиксируют некоторые палеоэкологические особенности юрских бассейнов РП. 7. Обоснована и апробирована модифицированная методика термокаппаметрических исследований.

Теоретическая и практическая значимость. Установление аномально сложной палеомагнитной структуры келловея-оксфорда РП дает дополнительное обоснование для гипотезы о низкой напряженности позднеюрского геомагнитного поля.

Магнитостратиграфическая бореально-тетическая корреляция позднеюрских отложений позволила предложить обоснованный вариант сопоставления верхнего кимериджа и волжского региояруса РП с титоном.

Наличие магнитополярных данных является обязательным условием при утверждении разрезов в качестве точек глобальных стратотипов границы.

Магнитостратиграфические сведения по средне-верхнеюрским отложениям РП необходимы для проведения среднемасштабных геологических съемок.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на Международном семинаре по геомагнетизму (Борок 2002), на Всероссийских совещаниях «Юрская система России» (Москва, 2005, Ярославль, 2007), на Втором Саратовском салоне изобретений, инноваций и инвестиций (Саратов, 2006), на Всероссийских научных конференциях студентов, аспирантов и молодых специалистов «Геологи XXI века» (Саратов, 2006-2008), на межведомственной научной конференции «Геологические науки-2007» (Саратов, 2007). Итоги исследований входили составной частью в научные отчеты по проектам, поддержанным Российским фондом фундаментальных исследований (№№ 00-05-64773-а, 03-05-65309-а, 03-05-65309-мас), и в отчеты о реализации инновационно-образовательного проекта Саратовского университета. По теме диссертации автором опубликовано 21 работа.

Структура и объем работы. Диссертация, объемом 178 страниц, состоит из 4 глав, введения и заключения. Она содержит 4 таблицы и 38 рисунков. Список литературы включает 130 наименований.

Благодарности. Автор искренне благодарит В.А.Захарова, М.А.Рогова (ГИН РАН) и Д.Н.Киселева (ЯГПУ), Е.Ю.Барабошкина (МГУ) за помощь в выборе объектов, советы, консультации и совместное опробование разрезов. Автор благодарен Е.М.Первушову, О.П.Гончаренко, В.А.Фомину, А.Г.Маникину, О.Б.Ямпольской, С.В.Астаркину, Е.В.Попову, В.Б.Сельцеру, М.И.Багаевой, А.М.Михайлову, В.А.Кожену (все СГУ), Б.Н.Шурыгину, Л.А.Глинских (ИНГГ СО РАН), Е.В.Щепетовой, С.Ю.Маленкиной (ГИН РАН) за обсуждение различных аспектов работы, совместные полевые исследования, помощь в лабораторном изучении. Автор признателен П.Прунеру (Чешская АН, Прага), А.Ю.Куражковскому (Геофизическая обсерватория «Борок» ОИФЗ РАН), А.Ю.Симоненко (СГУ), К.М.Константинову, С.Ю.Убинину (петрофизическая лаборатория Амакинской ГРЭ АК "АЛРОСА", Якутия) за проведение палеомагнитных измерений, необходимых для настоящей работы, А.П.Ипполитову за предоставленную информацию о разрезах, В.Ф.Салтыкову (СГУ) за ценные рекомендации и советы. Отдельная благодарность автора В.Н.Староверову, Я.А.Рихтеру, Е.К.Толмачевой и другим сотрудникам кафедры общей геологии и полезных ископаемых СГУ, декану геологического факультета СГУ Е.Н.Волковой за содействие в работе. С особой теплотой автор выражает благодарность своему научному руководителю А.Ю.Гужикову.

Автор выражает свою глубокую признательность РФФИ за финансовую поддержку исследований и инновационно-образовательной программе СГУ, в рамках которой было закуплено современное оборудование для проведения палеомагнитных и петромагнитных исследований.

Глава 1. Состояние проблемы.

Приведены сведения о магнитостратиграфической изученности средне-верхнеюрских отложений РП и других регионов, рассмотрено современное состояние соответствующего интервала Общей палеомагнитной шкалы, проанализированы некоторые актуальные проблемы юрской стратиграфии, в связи с получением новых палеомагнитных данных по средней и верхней юре РП.

Магнитостратиграфическая изученность юрских отложений РП. На большей части РП отложения юрской системы представлены средним (начиная с байосского

яруса) и верхним отделами. В магнитополярном отношении, до последнего времени, они были изучены слабо, несмотря на то, что их исследования ведутся более 30 лет. В 1970-80 годы магнитостратиграфическим изучением юры РП занимался коллектив лаборатории палеомагнетизма НИИ Геологии СГУ (Саратов). В это время были опробованы опорные разрезы юры Поволжья, однако качество большинства палеомагнитных определений было неудовлетворительным из-за чрезвычайно слабой величины естественной остаточной намагниченности пород (ЕОН, J_n). Тем не менее, полученные фрагментарные результаты свидетельствовали о сложной палеомагнитной структуре юры Поволжья и имели важное рекогносцировочное значение для проведения дальнейших исследований. Позже были получены палеомагнитные определения по керну ряда скважин, вскрывших разрезы средней и верхней юры Поволжья [Гришанов и др., 2003; Молостовский и др., 2003; Гужиков, 2004; Балабанов, 2004; Зорина, 2005]. Новые материалы позволили предложить версии сводных палеомагнитных разрезов юры РП [Гужиков, 2004; Молостовский, 2004]. Сведения о петромагнетизме юрских отложений Поволжья [Балабанов, 2004; Гришанов и др., 2003; Гужиков и др., 1999; 2000; 2002; Молостовский и др., 2003 и др.] обобщены в [Гужиков, 2004].

Таким образом, сведения о палео- и петромагнетизме средне-верхнеюрских отложений РП ограничены территорией Поволжья, причем магнитополярные определения получены, в основном, по разрезам скважин. Для построения магнитостратиграфической схемы юры РП необходимы данные, во-первых, по другим регионам РП, во-вторых, по естественным обнажениям, где возможностей для надежной увязки магнитозон с детальными биостратиграфическими подразделениями больше, по сравнению со скважинами. Кроме того, в последних отбираются образцы, ориентированные только в положении «верх-низ», что снижает качество магнитополярных определений. Сделан вывод о необходимости исследований ряда опорных разрезов средней-верхней юры РП для достижения цели настоящей работы.

Магнитостратиграфическая изученность средне-верхнеюрских отложений разных регионов. Кавказ и Закавказье. Средне-верхнеюрские отложения Северного Кавказа и Закавказья в магнитостратиграфическом отношении изучались Т.А.Исмаил-Заде [1976] и другими авторами. Структура палеомагнитного разреза средней-верхней юры Северного Кавказа носит крайне упрощенный характер: на фоне доминирующей прямой полярности (N) выделяются отдельные магнитозоны обратного знака (R). Палеомагнитная колонка содержит многочисленные пропуски, магнитозоны привязаны к биостратиграфическим подразделениям с точностью до яруса. Для современной магнитостратиграфии эти материалы не представляют особой ценности, однако, в свое время, они были необходимым этапом палеомагнитных исследований юрской системы и имели важное рекогносцировочное значение для дальнейшего изучения магнетизма юры Кавказа. **Крым.** Магнитостратиграфическим изучением средне-верхнеюрских отложений Горного Крыма занимались К.И. Анферова и Л.Г. Гладченко [1968], согласно которым нерасчлененная байос-батская толща, характеризуются исключительно N-полярностью. В фондовой литературе приведены данные Э.А. Молостовского, В.Н. Еремина и др. [1977], свидетельствующие об обратной намагниченности низов титонского яруса. При магнитостратиграфических исследованиях нижнего мела Горного Крыма в 2002-2004 гг. (в которых автор принимал непосредственное участие) были получены данные по пограничным отложениям титона и берриаса [Ямпольская и др., 2006]. К сожалению, по палеонтологическим данным граница юры-мела в изученных разрезах точно не обоснована, а качество палеомагнитных определений по этому интервалу оказалось невысоким. Таким образом, на сегодняшний день магнитостратиграфическая характеристика юрских отложений Крыма практически отсутствует.

Средняя Азия. На территории Туаркыра, Большого Балхана и Кугитанга палеомагнитные исследования среднеюрских отложений проводились Х. Назаровым, М. Мамедовым [1973, 1976, 1989], С. Рамазановым [1988]. Согласно их данным, среднеюрские отложения характеризуются преимущественно N-полярностью с единичными зонами обратного знака. Изученные разрезы имеют слабое биостратиграфическое обоснование, поэтому трудно однозначно судить о причинах доминирования прямой намагниченности в средней юре Туркмении. Возможно, разрезы, представленные в основном лагунными и континентальными фациями, сильно редуцированы. Нельзя исключить и возможности регионального перемагничивания, и причин, связанных с несовершенством измерительной аппаратуры. Сибирь. *Западная Сибирь.* Данные Г.А. Пospelовой [1976] по керну глубоких скважин на территории Западной Сибири сыграли в свое время большую роль в опровержении концепции, базировавшейся на ошибочной интерпретации линейных магнитных аномалий (ЛМА) о доминирующем режиме нормальной полярности средне- и позднеюрского геомагнитного поля. Палеомагнитные определения хорошего качества выявили ряд крупных магнитозон обратного знака в средне-верхнеюрских толщах. *Северо-Восточная Азия.* Магнитостратиграфические определения Д.М. Печерского [1969, 1970] по разрезам мезозоя Северо–Востока Азии с надежным палеонтологическим обеспечением фиксируют в средне-верхнеюрском интервале доминирующую N-полярность, на фоне которой выделены зоны обратного знака на границах байоса–бата, бата–келловея и внутри оксфорда. *Северная Сибирь (Таймыр).* В 2007 году российскими и чешскими исследователями опубликованы палеомагнитные данные по стратиграфически и седиментационно непрерывному разрезу пограничных отложений юры-мела на полуострове Нордвик [Хоша и др., 2007]. В нем, в интервале от кровли средневожского подъяруса (зона E. variabilis) до нижней части рязанского яруса (зона N. kochi), зафиксирована последовательность магнитозон, аналогичная последовательности хронов магнитной полярности M20n - M17r.

Европа. *Чехия, Словакия.* Магнитостратиграфические данные по опорным разрезам пограничных отложений титона – берриаса г. Жилина и г. Штрамберк [Houša et al., 1996, 1997, 1999] идентифицированы как аналоги магнитных хронов M17-M19. Авторами впервые были установлены субзоны обратной полярности - «Бродно» и «Кысуца», которые являются яркими индивидуализирующими признаками магнитных хронов прямой полярности M19n и M20n, соответственно. *Польша.* Магнитостратиграфические данные получены по отложениям нижнего келловея – среднего оксфорда в восьми разрезах Краковского Нагорья [Ogg et al., 1991]. Разрезы имеют надежное биостратиграфическое обоснование и детально расчленены, однако, в каждом разрезе фиксируются достаточно крупные перерывы в осадконакоплении. Сводная палеомагнитная колонка фиксирует сложную знакопеременную и аномальную полярность. В целом, келловейскому–среднеоксфордскому интервалу свойственно преобладание R-, а средне–верхнеоксфордской части – N-полярности. *Испания.* На разрезах с надежным аммонитовым обеспечением получены представительные магнитостратиграфические данные по средне-верхнеюрским отложениям [Steiner et al., 1987]. Сводная палеомагнитная колонка байоса-бата уверенно ранжируется на пять крупных магнитозон: переменной, две преимущественно обратной и две прямой полярности. Отложения верхне-батского подъяруса в Южной Испании отсутствуют. Оксфордский интервал характеризуется переменной магнитной полярностью, в том числе и аномальной полярностью, не создавая при этом впечатления о преобладании того или иного знака [Ogg et al., 1991; Colera, 1994]. Данные по пограничным отложениям титона-берриаса [Houša et al., 2000] фиксируют последовательность магнитозон, аналогичную той, которая установлена в разрезах Восточных Карпат [Houša et al., 1996, 1997, 1999]. *Италия.* Нерас-

члененные келловейские-оксфордские отложения Северной Италии охарактеризованы магнитополярными данными в трех разрезах [Channell et al., 1990], в которых установлены крупные седиментационные перерывы. Сводная палеомагнитная колонка фиксирует знакопеременную зональность с преобладанием N-полярности. Магнитостратиграфические данные, по пограничному интервалу кимериджа – титона получены в Сицилии в разрезе с аммонитовым обеспечением [Pavia et al., 2004]. Граница кимериджа – титона характеризуются N-зоной на фоне обратной полярности. Магнитостратиграфические материалы по пограничным отложениям титона-берриаса Умбрии хорошо согласуются с данными по разновозрастным породам в Чехии и Словакии [Houša, 2004]. *Франция.* Магнитостратиграфическим исследованиям подвергнуты разрезы верхнего бата – среднего оксфорда Бургундии, представляющие собой глинисто-карбонатные толщи, с большим количеством перерывов и горизонтов конденсации [Belkaaloul et al., 1995, 1997]. Низы верхнего бата и нижний келловей характеризуются преимущественно обратной полярностью, а для остальных отложений характерна, в основном, прямая. *Англия.* Магнитостратиграфические данные в интервале от верхнего бата до границы портланда-берриаса [Ogg, Smith., 2004; Ogg et al., 1994; Ogg, Ogg, 2006; Wierzbowski et al., 2006]. Все разрезы детально расчленены на аммонитовые зоны. Верхнебатский – среднеоксфордский интервал характеризуется переменной полярностью, причем, в верхнем бате – среднем келловее доминирует прямая полярность, а в верхнем келловее и среднем оксфорде – обратная. Граница оксфорда – кимериджа расположена в кровле крупной N-магнитозоны, которая контрастно выделяется на фоне доминирующей R-полярности. В пограничных отложениях портланда – берриаса отмечается переменная полярность, с некоторым преобладанием прямой. *Северная Америка.* Данные по разрезам келловей–оксфорда в штате Невада (США) [Steiner, 2003], датированных с точностью до подъяруса, фиксируют в низах верхнего келловей, в основном, R-, а в верхах (до границы с оксфордом) - преимущественно N-полярность. Нижнеоксфордские породы обратномагничены.

В разных регионах, повсеместно, в средне-верхнеюрских отложениях фиксируются многочисленные палеомагнитные аномалии. Особенно это характерно для келловей и оксфорда. Сделан вывод, что магнитостратиграфическая изученность средней-верхней юры в Пантетической области - хорошая, а проведение детальных палеомагнитных бореально-тетических корреляций сдерживалось до последнего времени только отсутствием магнитополярных данных по разновозрастным отложениям Бореального пояса. Ситуация изменилась лишь в 2007 г. с появлением магнитостратиграфических данных по разрезу пограничных отложений юры-мела Нордвик (Таймыр) [Хоша и др., 2007].

Средне-верхнеюрский интервал Общей магнитостратиграфической шкалы. Представления о палеомагнитной зональности юры претерпели за последние полвека принципиальные изменения. При анализе разных вариантов аномалийных, магнито-хронологических и магнитостратиграфических шкал, разработанных за последние, почти, полвека, отчетливо проявляется тенденция к усложнению магнитополярной структуры средне – верхнеюрского интервала. Ранние сведения о ЛМА юрского возраста были интерпретированы в аномалийной шкале как отражение доминирующей прямой полярности геомагнитного поля (т. н. зона «спокойного юрского поля»). Первые представления о режимах магнитной полярности в мезозое формировались, в основном, на базе аномалийной шкалы, которая стала восприниматься как абсолют, хотя в процессах калибровки и идентификации линейных магнитных аномалий существуют немалые трудности. Этому вопросу посвящен ряд работ, где анализируются факторы, способные исказить структуру аномалийной шкалы [Природа магнитных аномалий, 1996; Городницкий, 1998; Гордин, 2000; Гужиков, 2007 и др.]. Первые же магнитостра-

тиграфические работы на континентах по разрезам средней-верхней юры с надежным палеонтологическим обоснованием [Печерский, 1970; Пospelова, 1976] опровергли существовавшие представления о преимущественно нормальном режиме поля в юре. Впоследствии и в аномалийных последовательностях удалось зафиксировать знакопеременную магнитную зональность в келловейском –титонском интервале.

В первых вариантах магнитостратиграфических шкал средне–верхнеюрский интервал также характеризовался доминирующей N-полярностью, осложненной семью интервалами обратного знака (наиболее крупный - в оксфорде) [Молостовский и др., 1976]. В более поздние варианты шкал [Храмов и др., 1981; Молостовский, Храмов, 1984] были добавлены четыре R-магнитозоны в верхнеюрский интервал. Э.А.Молостовским [1986] была предложена магнитостратиграфическая шкала с гораздо более сложным строением, чем все предыдущие: в байосском-волжском интервале насчитывалось уже 20 интервалов обратной полярности. Таким образом, точка зрения о доминирующей прямой полярности в средней-верхней юре окончательно сменилась концепцией о знакопеременном режиме полярности.

Современные магнитостратиграфические и магнитохронологические шкалы [Дополнения..., 2000; Гужиков, 2004; Gradstein et al., 1995, 2004 и др.] отличаются от предыдущих аналогов еще более сложной палеомагнитной структурой: в батском – титонском (волжском) интервале выделяется до 146 геомагнитных инверсий [Ogg, Ogg, 2006], причем наиболее часто они фиксируются в келловее-кимеридже. Следует отметить, что, несмотря на усложнение палеомагнитной структуры новых вариантов шкал, в них сохранились важные особенности, отмеченные Э.А.Молостовским [1986], например, о преобладании прямой полярности в келловее и обратной – в оксфорде.

В настоящее время представления о знакопеременном режиме полярности средне-позднеюрского поля общеприняты. В то же время взгляды на количество инверсий в этом временном интервале, равно как и на продолжительность эпох той или иной полярности, существенно различаются. Например, в разных вариантах магнитохронологических шкал верхам байосу и бату соответствует от 10 до 30 разнополярных зон.

Детальные бореально-тетические корреляции юрских отложений, в частности пограничных отложений юры-мела, представляют собой актуальную проблему юрской стратиграфии [Захаров, 2003 и др.]. Вполне вероятно, что, несмотря на усилия биостратиграфов, корректные сопоставления верхов бореальной и тетической юры только на палеонтологической основе останутся неразрешимыми задачами. Использование в этих целях палеомагнитных критериев сдерживалось до сих пор отсутствием надежных магнитостратиграфических данных по волжским отложениям.

На территории РП расположены стратотип волжского региояруса (д. Городищи, Ульяновская обл.) и разрезы, претендующие на роль ТГСГ (GSSP) келловее и оксфорда (с. Просек, Нижегородская обл. и п. Дубки, Саратовская обл., соответственно). И стратотип, и кандидаты в GSSP не имели до сих пор надежных палеомагнитных характеристик. Между тем, типовые разрезы, согласно требованиям Международной стратиграфической комиссии [Remane et. al., 1996] должны быть пригодными, в том числе, для магнитостратиграфического изучения. Поэтому актуальность получения по ним палеомагнитных данных определяется, в том числе, и соображениями о признании статуса GSSP разрезов п. Просек и п. Дубки.

Глава 2. Методика работ.

Для исследований выбирались опорные разрезы морских отложений средней-верхней юры РП с надежным палеонтологическим обоснованием. Первоочередное значение придавалось изучению стратотипа волжского региояруса, кандидатов на роль

«золотых гвоздей» келловея и оксфорда (д. Городищи, п. Просек и п. Дубки, соответственно). Изучение разрезов было комплексным: палеомагнитным, петромагнитным, палеонтологическим и литолого-минералогическим. Палео- и петромагнитное опробование, полевые измерения магнитной восприимчивости проводились параллельно с геологическим описанием разреза и отбором палеонтологических и литолого-минералогических образцов («образец в образец»), чтобы исключить возможные неточности в увязке данных разных методов. Полевые работы проводились совместно со специалистами в области биостратиграфии и литолого-минералогического анализа.

Палеомагнитные исследования проводились по стандартной методике [Палеомагнитология, 1982 и др.]. Измерения естественной остаточной намагниченности (ЕОН, J_n) проводились на спин-магнитометрах JR-4 (в лаборатории палеомагнетизма отделения геологии НИИ ЕН СГУ), JR-5-А (в лаборатории петрофизики АмГРЭ, п. Айхал, Якутия), JR-6 (в лаборатории Петрофизики СГУ, Саратов) и на автоматической установке 2G Enterprises (в Чешской АН, Прага). Магнитные чистки температурой осуществлялись в печи конструкции В.П.Апарина в лаборатории палеомагнетизма отделения НИИ ЕН СГУ (Саратов), переменным полем - на установке LDA-3AF в петрофизических лабораториях СГУ (Саратов), АмГРЭ (п. Айхал, Якутия).

Массовые *петромагнитные и магнито-минералогические исследования* образцов со всех опробованных стратиграфических уровней, включали в себя: измерения магнитной восприимчивости (k); снятие кривых нормального намагничивания, с последующими замерами остаточной намагниченности насыщения и определениями полей насыщения и остаточной коэрцитивной силы; термокаппаметрию, то есть измерения прироста магнитной восприимчивости после нагрева пород (dk). Около половины исследуемой коллекции) были подвергнуты дифференциальному термомагнитному анализу (ДТМА). Проведены измерения анизотропии магнитной восприимчивости, исследованы зависимости величины k от частоты поля (FD-фактор). Измерения магнитной восприимчивости в поле проводились с помощью прибора КТ-5, в лабораторных условиях - на ИМВ-2, каппабридже CLY-5, мультислотном каппабридже МФК1-ФВ.

Компонентный анализ векторов J_n проводился с помощью пакетов прикладных программ ENKIN и Remasoft 30. Его результаты свидетельствуют о палеомагнитной стабильности большинства образцов исследованной коллекции, позволяющей уверенно выделить характеристическую компоненту намагниченности (ChRM). ЕОН в большинстве случаев имеет двух-, иногда однокомпонентный состав. Характерной особенностью изученных отложений является наличие аномальных направлений ChRM.

Основным носителем намагниченности в исследованных отложениях является тонкодисперсный магнетит. Его наличие легко диагностируется ДТМА по исчезновению намагниченности в области 580°C . Визуально (под биноклем) магнетит обнаружен только в пограничных отложениях бата-келловея разреза Просек, где он представлен фракцией 0,1-0,16 мм. Зафиксированные при изучении под биноклем угловатые очертания и различная степень окатанности магнетитовых зерен не оставляют сомнений в их терригенном генезисе. В других разрезах юры, представленных преимущественно глинами, магнетит визуально не обнаружен, что свидетельствует о его тонкодисперсном состоянии. Высокие значения FD-фактора в разрезе Фокино (15-22%) фиксируют значительный вклад суперпарамагнитных частиц в магнитную фракцию келловейских отложений. Однако, более крупные магнетитовые зерна ($> 0,03$ мкм), безусловно, присутствуют и в этих отложениях, потому что образцы обладают остаточной J_n , коэрцитивной силой, т. е. свойствами ферромагнетиков. Нормальное намагничивание выявило во всех образцах магнитомягкую фазу: насыщение пород достигается в полях 50-150 мТл, коэрцитивная сила варьирует от 30

до 50 мТл, что типично для тонкодисперсных разностей Fe_3O_4 . Если классифицировать исследованные отложения с точки зрения вида главного носителя ЕОН, то все они могут рассматриваться как единая литолого-магнитная группа, состоящая преимущественно из глин, ферромагнитная фракция в которых представлена, в основном, тонкодисперсным магнетитом.

В пользу первичности намагниченности свидетельствуют следующие наблюдения: **1.** Во всех изученных разрезах фиксируется индифферентность знака магнитной полярности к особенностям вещественного состава пород. **2.** В батских-келловейских отложениях разреза Просек при наблюдениях шлиховой фракции под биноклем установлено наличие обломочного магнетита. Косвенно в пользу терригенного происхождения Fe_3O_4 свидетельствуют и низкие значения фактора Q (0,01-0,1) во всех изученных разрезах, более типичные для ориентационного вида ЕОН. В совокупности, эти данные позволяют предположить аллотигенный генезис (обоснование которого было бы тождественно доказательству первичности J_n) и более тонкодисперсных зерен магнетита. **3.** Во всех изученных разрезах, после исключения аномальных направлений, направления средних палеомагнитных векторов совокупностей, соответствующих N- и R-полярности, близки к антипараллельным. **4.** Координаты ВГМП, рассчитанные по зонам устойчивой прямой полярности, близки к положениям стандартных средне-позднеюрских полюсов Северо-Евразийской плиты [Молостовский, Храмов, 1997] и Европы [Besse, Courtillot, 2002]. **5.** Наиболее сильным аргументом при обосновании геофизической природы магнитозон является сходимость палеомагнитной структуры одновозрастных отложений в удаленных разнофациальных разрезах. Выделенные в сводном разрезе юры РП магнитозоны удовлетворяют этому критерию и прослеживаются в определенных стратиграфических интервалах удаленных разрезов на разных континентах.

Каждый из перечисленных критериев не является доказательством первичности, но все вместе они производят убедительное впечатление о древней природе ЕОН.

Глава 3. Результаты комплексных исследований разрезов.

Разрез «Сокурский тракт» (Саратов) нижнего бата сложен преимущественно глинами, сменяющихся в верхней части разреза алевритами. Возраст отложений обоснован находками аммонитами. Палеомагнитная колонка характеризуется преобладающей R-полярностью, на фоне которой выделяется три интервала противоположного знака. **Разрез байоса–бата Малого Каменного оврага (г. Жирновск, Волгоградская обл.)** является опорным разрезом жирновской и каменновражной свит. Несмотря на высокий процент отбраковки палеомагнитных определений в верхнем байосе фиксируется магнитозона N-полярности, а в среднем-верхнем бате знакопеременная полярность. **Разрез верхнего бата – нижнего келловей с. Просек (Нижегородская обл.)** является кандидатом на роль ТГСГ келловей. Верхний бат представлен песками глинистыми, нижний келловей - глинами алевритистыми. Палеомагнитная колонка фиксирует преобладание N-полярности, на фоне которой выделяются несколько интервалов обратного знака и аномальной полярности. **Разрез нижнего–среднего келловей п. Фокино (Брянская обл.)** представлен глинами, возраст которых обоснован фауной аммонитов. Палеомагнитная колонка, несмотря на крупные перерывы, характеризуется преимущественно N-полярностью, на фоне которой выделяются интервалы обратного знака и аномальной полярности. **Разрез верхнего келловей – нижнего оксфорда п. Дубки (г. Саратов)** характеризуется исключительной стратиграфической и седиментационной полнотой, насыщен как макро-, так и микрофаунистическими остатками, претендует на роль ТГСГ оксфорда. В келловейской части выявлены две

магнитозоны - аномальной и N-полярности. Оксфорд характеризуется преимущественно R-полярностью. **Разрез среднего келловея – оксфорда «Михайловцемент» (Рязанская обл.)** представлен трансгрессивной серией отложений от песчано-алевритистых до глин. Почти все слои надежно датированы аммонитами. Келловей характеризуется, в основном, прямой полярностью, оксфорд - преимущественно обратной. **Разрез оксфорда на р. Иоде (Ярославская обл.)** сложен глинами. В нем представлены все подъярусы, надежно датированные по аммонитам. Палеомагнитная колонка имеет знакопеременную структуру, осложненную рядом интервалов аномальной полярности. **Разрез верхнего кимериджа – средней волги с. Городищи (Ульяновская обл.)** является стратотипом волжского региояруса. Построенная палеомагнитная колонка ранжируется на пять субзон – обратной и преобладающей обратной (в кимериджской части), прямой, обратной и прямой полярности (в волжском интервале).

Глава 4. Сводный магнитостратиграфический разрез средней – верхней юры Русской плиты и решение на его основе геологических и геофизических задач.

Сводный магнитостратиграфический разрез средней – верхней юры РП построен для интервала от верхнего байоса до средневолжского подъяруса и базируется на данных по 14 опорным разрезам (8 из них изучены автором, среди которых стратотип волжского региояруса и кандидаты на роль ТГСГ келловея и оксфорда). Изученные разрезы расположены в разных геоструктурных элементах РП. При построении сводного разреза приоритет отдавался данным, полученным на современном палеомагнитном оборудовании по естественным обнажениям. **Верхнебайосскому-батскому интервалу** соответствуют четыре ортозоны: прямой (N_b), преимущественно обратной ($R_{n_{b-bt}}$), прямой (N_{bt}) и переменной полярности (NR_{bt-k}). Нижняя ортозона N_b соответствует верхнебайосскому подъярусу (зона Michalskii). Она выделена А.Н.Гришановым в разрезе скважины 42 (Камышинский район Волгоградской обл.) [Гужиков и др., 2002; Молостовский, 2005] и в разрезе г. Жирновск [Пименов и др., 2002]. Ортозона $R_{n_{b-bt}}$ характеризует верхи байоса и нижнебатский подъярус. Она выделена в Саратовском Правобережье и Заволжье [Пименов и др., 2006; Молостовский, 2005; Молостовский и др., 2003; Гужиков, 2004]), Волгоградском и Татарском Правобережье [Молостовский, 2005; Пименов и др., 2002; Балабанов, 2004; Зорина, 2005], Самарском Левобережье [Молостовский, Храмов, 2007]. Ортозона N_{bt} соответствует среднебатскому подъярусу, зафиксирована в Саратовском Левобережье [Молостовский и др., 2003; Гужиков, 2004]. В Саратовском Правобережье, аналоги этой ортозоны, вероятно, отсутствуют. Ортозона NR_{bt-k} соответствует верхнебатскому подъярусу и келловею, выделена в Саратовском Заволжье и разрезе Просек, однако позднебатский возраст отложений надежно обоснован только в последнем. Знакопеременная зональность верхов бата подтверждается данными по Татарскому Правобережью [Балабанов, 2004; Зорина, 2005]. **Келловейский ярус** в целом, характеризуется знакопеременной полярностью, которая является продолжением ортозоны NR_{bt-k} . Сведения о магнитной зональности келловея РП базируются на авторских материалах по разрезам Просек, Фокино, Дубки и «Михайловцемент», а также на данных В.Н.Еремина [1998] по опорному разрезу овр. Малиновский (Саратовский район). Учтены материалы по скважинам в Саратовском Заволжье. На границе бата и келловея отмечена N-субзона в разрезе Просек. Еще одна N-субзона выделена в верхах келловея разреза Дубки. Для келловея очень характерно наличие многочисленных интервалов аномальной полярности. **В оксфордском интервале** магнитостратиграфического разреза выделено 2 ортозоны: преобладающей обратной (R_{n_o}) и преобладающей прямой полярности (Nr_o). R_{n_o} соответствует нижнему

оксфорду, установлена в разрезах Дубки и «Михайловцемент». N_{r_0} охватывает средний оксфорд, прослежена в разрезах «Михайловцемент» и р. Йода. Для оксфордского яруса, так же как и для келловея, характерно наличие интервалов аномальной полярности. **Кимериджский ярус.** Палеомагнитная информация по нижнекимериджскому подъярису РП, пока, отсутствует. Верхнекимериджские отложения впервые получили магнитополярную характеристику в разрезе Городищи. Верхнему кимериджу (верхи зоны Eudoxus и зона Autissiodorensis) соответствует ортозона преимущественно обратной полярности ($R_{n_{km}}$). Внутри нее выделены субзоны R_{km} и $R_{n_{km}}$. Для верхнего кимериджа также характерны интервалы аномальной полярности. R_{km} приурочена к верхам зоны Eudoxus и низам зоны Autissiodorensis. Не исключено, что ниже R_{km} следует выделять субзону прямой полярности, на основании данных по Саратовскому Левобережью [Молостовский и др., 2003]. $R_{n_{km}}$ характеризует отложения зоны Autissiodorensis, за исключением ее кровли. Представления о доминировании обратной полярности в верхнекимериджском подъяресе подтверждаются данными по Татарскому Правобережью [Балабанов, 2004; Зорина, 2005]. **Нижне-средневожский интервал** магнитостратиграфического разреза базируется на данных по стратотипу вожского региояруса и Саратовскому Заволжью. Нижне- и средневожским отложениям, в целом, соответствует ортозона прямой полярности (N_v). Внутри нее выделяются две R-субзоны, которые позволяют ранжировать палеомагнитную колонку в этом интервале на 4 субзоны. Нижняя субзона N_{v1} охватывает кровлю зоны Autissiodorensis верхнего кимериджа, зону Klimovi и большую часть зоны Sokolovi нижневожского подъяруса. Субзона R_{v1} приурочена к верхам зоны Sokolovi и низам зоны Pseudoscythica нижневожского подъяруса. Субзона N_{v1-2} соответствует верхам нижневожской зоны Pseudoscythica и средневожской зоне Panderi. Субзона N_{v1} установлена в стратотипе. R_{v1} и N_{v1-2} установлены как в стратотипе, так и в разрезах заволжских скважин. Субзона R_{v2} , характеризующая средневожскую зону Virgatus, выявлена только в разрезе скважины 120 [Молостовский и др., 2003] (в стратотипе зона Virgatus представлена конденсированными песчаниками, из которых палеомагнитные образцы не отбирались).

Массовые определения широкого спектра петромагнитных параметров подтвердили существование двух петромагнитных корреляционных уровней, устойчивых в региональном масштабе: **1.** В батском интервале - петромагнитный интервал с аномально высокими значениями k [Гужиков и др., 2002; Гришанов и др., 2003, Гужиков, 2004] **2.** В средневожском интервале (верхняя часть зоны Panderi) – интервал с аномально высокими значениями dk [Гужиков и др., 1999; Гужиков, 2004]. При анализе новых петромагнитных данных других латерально устойчивых в региональном масштабе реперных уровней не обнаружено. Но вариации скалярных магнитных характеристик создают предпосылки для дополнительного расчленения и корреляции разрезов в пределах отдельных структурно-фациальных зон.

По сравнению с предыдущими вариантами сводных палеомагнитных разрезов средней-верхней юры РП [Гужиков, 2004; Молостовский, 2004], новый макет характеризуется большей полнотой: в нем впервые получили магнитополярную характеристику оксфорд, верхний кимеридж, пограничные интервалы бата-келловея и келловея-оксфорда. Большинство магнитозон привязаны к детальным биостратиграфическим подразделениям (зонам, подзонам, биогоризонтам).

Значение полученных магнитополярных данных для общей палеомагнитной шкалы и выяснения особенностей режима юрского геомагнитного поля. Большое количество аномальных направлений ЕОН, при вполне приемлемом качестве магнитных чисток, выделено во всех изученных разрезах келловея, оксфорда и кимериджа. Это обстоятельство уже обязывает отнести к наличию аномальных направлений, как

к отражению особенностей древнего геомагнитного поля. Окончательно убеждает в обоснованности этого предположения анализ магнитополярных данных по юрским отложениям других регионов. В разных частях света (Европа, Северная Америка) палеомагнитные определения разных авторов в удаленных разрезах фиксируют многочисленные интервалы аномальной полярности: в Польше [Ogg et al., 1991], Англии [Ogg et al., 1994], Северной Америке [Steiner, 2003]. Даже без учета данных по РП, свидетельств аномального режима геомагнитного поля оказалось достаточным для введения в келловейский интервал магнитохронологической шкалы магнитозоны аномальной полярности [Ogg et al., 2004]. Таким образом, данные по РП подтверждают мнение Огга с соавторами об аномальном режиме келловейского поля, распространяя их вывод также на оксфорд и кимеридж.

Обсуждая возможные причины аномального поведения поля в келловее-кимеридже, в первую очередь, следует указать на возможность существования низкой напряженности поля в конце юры. Во-первых, потому что известные палеомагнитные аномалии (экскурсы) происходят на фоне пониженной напряженности, то есть дипольный характер геомагнитного поля нарушается при уменьшении его интенсивности. Во-вторых, гипотеза о низкой палеонапряженности, базирующаяся на анализе магнитополярных материалов, согласуется с результатами пионерских исследований А.Ю.Куражковского [2003]. Согласно его данным, полученных как при лабораторном изучении юрских отложений, так и путем обобщения имеющихся сведений о палеонапряженности, минимальная интенсивность юрского-мелового геомагнитного поля фиксируется именно в позднеюрскую эпоху.

Сопоставление верхнего кимериджа и волжского яруса РП с кимериджем-титоном Тетического пояса. Титонский интервал в магнитохронологических шкалах базируется на результатах изучения титонских и портландских отложений. В 2007 г. была установлена последовательность магнитозон в верхах бореальной юры в разрезе Нордвик (Таймыр) и проведена их корреляция с последовательностью магнитных хронов M20n - M17r [Хоша и др., 2007]. Правильность идентификации магнитозон с хронами, могла бы вызвать большие сомнения, если бы не выявленные интервалы R-полярности – аналоги субзон «Кысуца» и «Бродно», которые являются яркими индивидуализирующими признаками хронов M20n и M19n. Палеомагнитная корреляция показала, что тетическая граница юры-мела в отложениях бореального типа попадает в зону *S. taimyrgensis* верхневолжского подъяруса.

В последнее время появились качественные палеомагнитные данные по пограничным отложениям кимериджа-титона Сицилии [Pavia et al., 2004], но проведение палеомагнитной калибровки низов волжского яруса с возрастными аналогами в Средиземноморье сдерживалось отсутствием магнитополярных данных по нижневолжскому подъярису и низам средней волги.

В настоящей работе этот пробел ликвидирован, благодаря результатам палеомагнитного изучения стратотипа волжского региона яруса. Поскольку предыдущими исследованиями [Хоша и др., 2007] было установлено, что верхам средней волги (зоны *R. exoticus* и *E. variabilis*) соответствует магнитный хрон M20n, то, очевидно, что более древним отложениям могут соответствовать хроны, начиная с M20r, и более древние (рис.). Вероятный аналог хрона M20r обнаружен в Саратовском Заволжье [Молоствовский и др., 2003], где в отложениях зоны *Virgatus* установлена R-субзона. Хрону M21n соответствует N-субзона, охватывающая зону *Panderi* и верхи зоны *Pseudoscythica*. Нижележащая R-субзона, приуроченная в стратотипе к низам *Pseudoscythica* и кровле *Sokolovi*, сопоставляется с M21r. В мощной N-субзоне, характеризующей в стратотипе низы нижневолжского подъяруса и верхи верхнекимериджской зоны *Autissiodorensis*,

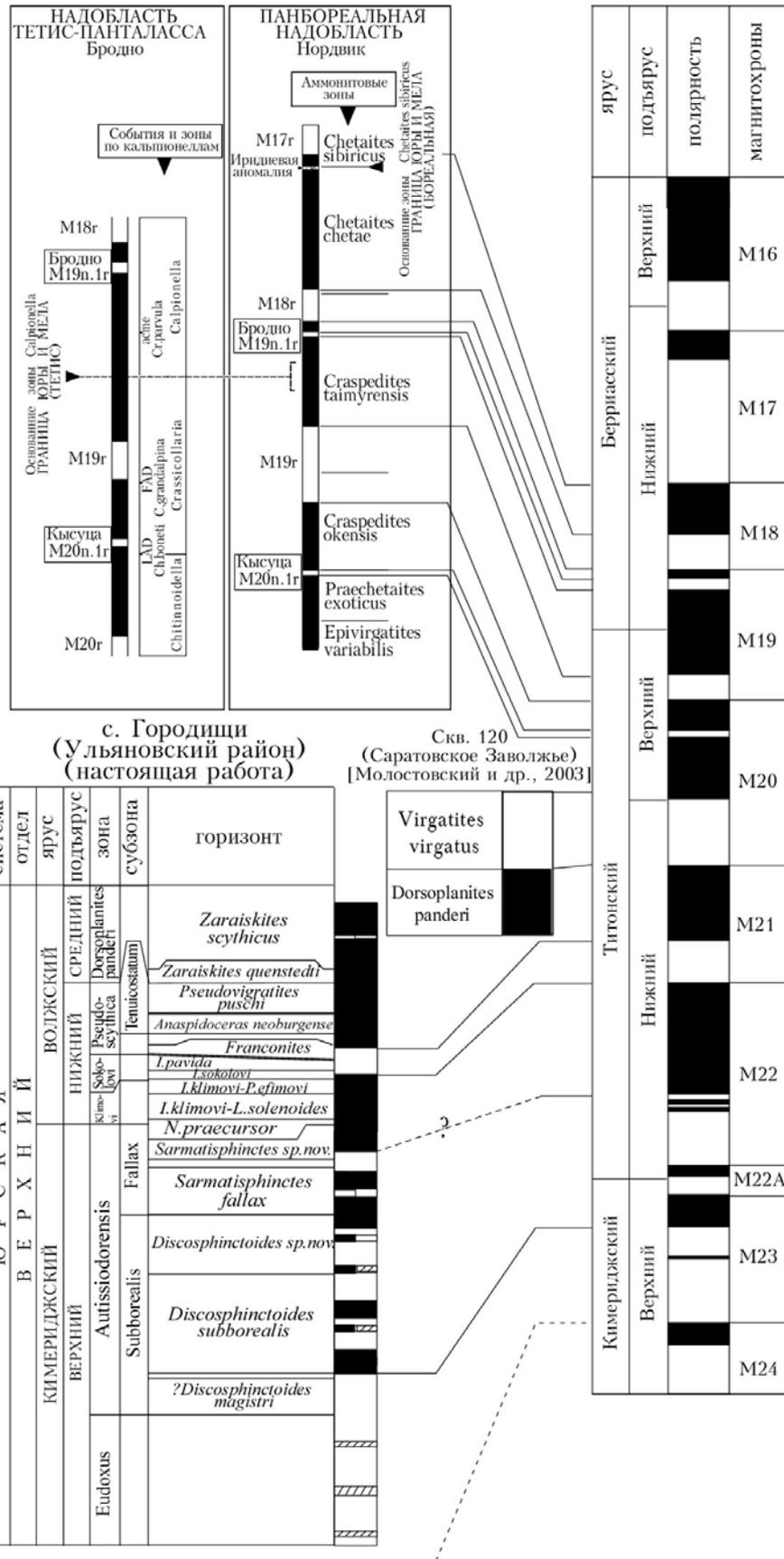


Рис. Магнитохронологическая калибровка бореального кимериджа и волжского регионаруса с тетическим кимериджем - титоном.

опознается аналог M22n. Переменную полярность, соответствующую в разрезе Городищи зоне Autissiodorensis (за исключением ее кровли и подошвы) логично соотнести с суперпозицией хронов M22г, M22А и M23п, потому что соответствующий интервал (длительностью около миллиона лет) в магнитохронологических шкалах выглядит, в целом, как знакопеременный. Наконец, R-субзона, характеризующая в стратотипе верхнекимериджскую зону Eudoxus, обоснованно сопоставляется с хроном M23г. Таким образом, по палеомагнитным данным установлено, что самые верхи бореального кимериджа соответствуют низам титона в Пантетической надобласти. Этот вывод не является исключительной особенностью данного стратиграфического интервала. Примеры асинхронности (10^5 - 10^6 лет) ряда стратиграфических границ меловой системы в разных регионах задокументированы ранее [Гужиков, 2004; Гужиков, Барабошкин, 2006; Burnett, 1998 и др.].

Детальная корреляция нижнебатских отложений РП и Северного Средиземноморья. Магнитостратиграфические данные, полученные по разрезу Сокурский тракт (г. Саратов) дают возможность провести палеомагнитную калибровку зон нижнего бата РП с зонами и подзонами стандартной шкалы. Сведения о палеомагнитной зональности бата Средиземноморья базируются на данных по опорным разрезам Южной Испании [Steiner et al., 1987]. Результаты палеомагнитной корреляции не противоречат сопоставлению стратиграфической схемы нижнего бата РП со стандартной шкалой, предложенной В.В.Миттой и В.Б.Сельцером [2002].

Уточнение объема батских отложений в Саратовском Правобережье. Отсутствие в батских отложениях Саратовского Правобережья ортозоны N_b и, вероятно, верхов ортозоны R_b , имеющих в возрастных аналогах Левобережья свидетельствует о редуцированном объеме каменноовражной свиты в Правобережье, по сравнению с Заволжьем. Петромагнитные данные хорошо согласуются с предложенным вариантом корреляции и, в совокупности с палеомагнитными материалами, позволяют ставить вопрос о ревизии существующих взглядов на свитное расчленение батских разрезов Заволжья. Результаты магнитостратиграфического сопоставления бата Правобережья и Заволжья имеют важное значение для реконструкции **особенностей тектонического режима батского века на территории Саратовского Поволжья.** Предыдущими исследованиями [Гужиков и др., 2002; Гришанов и др., 2003; Гужиков, 2004] установлено, что латерально устойчивый сильномагнитный интервал, зафиксированного в 12 разрезах бата Нижнего-Среднего Поволжья, обусловлен сносом терригенного материала со стороны Воронежского массива. Учитывая отсутствие сильномагнитного интервала в батских отложениях Саратовского и Волгоградского Правобережья, следует заключить, что при формировании сильномагнитной толщи морских осадков в Левобережье, за счет привноса обломочного материала с западного берега палеобассейна, территория Правобережья должна была представлять собой область денудации. Анализ петро- и палеомагнитных данных свидетельствует о том, что максимальная регрессия палеобассейна приходится на средний бат. Это следует из наличия нижнебатской ортозоны R_{bt} , как в Заволжье, так и в Правобережье. В то же время, среднебатская ортозона N_{bt} (и, вероятно, верхи R_{bt}) отмечены только в Левобережье. Тектоническое поднятие Правобережья в конце среднего бата могло привести к размыву аналогов левобережного сильномагнитного интервала, которому соответствует N_{bt} и верхи R_{bt} . В позднем бате территория Правобережья, вновь, оказалась ниже уровня моря, о чем свидетельствует наличие ортозоны NR_{bt} как на левом, так и на правом берегу Волги.

В результате детальных петромагнитных исследований пограничных отложений келловей-оксфорда разреза п. Дубки (г. Саратов) и палеоэкологических исследований (Е.М.Тесакова, МГУ) установлена **связь петромагнитных вариаций с изменениями**

численности бентосных остракод. Коэффициент корреляции между значениями параметра **dk**, фиксирующим повышенные концентрации пирита в породах, и количеством остракод равен 0,87, при $n = 21$ ($r_{кр.} = 0,55$, на уровне значимости 0,01). Факт значимой связи между вариациями петромагнитного (термокаппаметрического) параметра и изменениями количества остракод представляет большой интерес для изучения проблемы отражения в магнетизме пород палеоэкологических особенностей.

Модификация методики термокаппаметрических исследований с целью изучения возможностей количественной интерпретации данных и ее апробация на отложениях зоны Panderi (средневожский подъярус) в разрезе д. Городищи. Термокаппаметрический метод, базирующийся на эффекте фазового перехода сульфидов и карбонатов железа в магнетит при нагреве до 500°C в воздушной среде, успешно используется для экспрессного определения повышенных концентраций пирита в породах, но результаты этого метода имеют качественный характер. Для выяснения количественных возможностей метода были проведены лабораторные эксперименты, примерно, с 300 образцами. В результате выяснено, что величина **dk** сильно зависит от степени уплотнения искусственных проб. Чтобы исключить этот фактор при анализе данных по реальным объектам, предложено модифицировать традиционную методику термокаппаметрических исследований путем предварительного измельчения всех образцов до единой фракции алевритовой размерности. С целью апробации новой методики было проведено детальное опробование отложений зоны Panderi стратотипа вожского региояруса, представленных чередованием глин и горючих сланцев. Ранее, в этом интервале разреза было зафиксировано, что скачкообразное повышение **dk** совпадает с резким увеличением валовой концентрации серы ($S_{вал}$) [Гужиков и др., 1999]. Внутри аномального интервала корреляция между петромагнитными и геохимическими параметрами отсутствовала. Поскольку разрез представлен разными литотипами (глины и горючие сланцы), то нельзя исключить влияния различной степени уплотнения на величину **dk**. Анализ термокаппаметрических данных, полученных по новой методике, обнаружил значимую корреляцию между **dk** и $S_{вал}$, подтвердив тем самым влияние фактора уплотнения и эффективность модифицированной методики.

Заключение

Итогом выполненных исследований стало создание сводного магнито-стратиграфического разреза средней юры-мела РП, в котором впервые получили магнитополярную характеристику оксфордский и, кимериджский ярусы. Впервые получены магнито-стратиграфические данные по ключевым разрезам средней-верхней юры РП: стратотипу вожского региояруса и двум претендентам на роль GSSP келловей и оксфорда (Просек и Дубки, соответственно), что является необходимым требованием Международной стратиграфической комиссии для сохранения или придания им стратотипического статуса [Remane et. al., 1996].

Полученные результаты оказались достаточными для проведения ряда как местных, так и межрегиональных детальных корреляций. Сведения о палеомагнитной зональности вожского региояруса в стратотипическом разрезе, в совокупности с имеющимися магнито-стратиграфическими сведениями по титону, позволили предложить обоснованный вариант сопоставления верхов юрской системы Бореального пояса и Тетической надобласти.

Анализ и обобщение материалов о палеомагнитной зональности средне-верхнеюрских отложений свидетельствует об аномальном характере келловейско-кимериджского геомагнитного поля, подтверждая тем самым точку зрения о пониженной напряженности поля в позднеюрскую эпоху [Куражковский, 2003].

Очевидно, что дальнейшее совершенствование палеомагнитной шкалы средней-верхней юры связано с палеомагнитным изучением новых опорных разрезов в разных регионах.

Отдельный интерес представляют установленные в пограничных отложениях келловей-оксфорда разреза Дубки взаимосвязи между термокаппаметрическими показателями и количеством бентосных остракод. Дальнейшие исследования в этом направлении могут быть интересны с точки зрения палеоэкологической информативности петромагнитного метода.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации:

1. **Пименов М.В.**, Гужиков А.Ю., Ямпольская О.Б. Магнитостратиграфия батских отложений Саратовского и Волгоградского Правобережья // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: теория, практика, эксперимент. Материалы семинара. Борок. 19-22 октября 2002 г. – М.: ГЕОС, 2002. С. 68-70.
2. **Пименов М.В.**, Гужиков А.Ю., Сельцер В.Б., Иванов А.В. Палеомагнитная характеристика нижнебатских отложений разреза «Сокурский тракт» (Саратов) // Недра Поволжья и Прикаспия – Саратов, 2006, вып. 47. С. 46-55.
3. **Пименов М.В.**, Маникин А.Г., Ямпольская О.Б., Гужикова А.А., Жуков А.Н. Предварительные результаты исследований по оценке возможности количественной интерпретации термокаппаметрических данных // Известия Саратовского государственного университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. – Саратов: Издательство Саратовского госуниверситета, 2007, Т. 7, вып. 1. С. 39-44.
4. **Пименов М.В.**, Гужиков А.Ю., Рогов М.А. Предварительные результаты магнитостратиграфического изучения разреза верхнекемериджского подъяруса – волжского яруса (с. Городищи, Ульяновская обл) // Сб. «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии» – М.: ГИН РАН, 2005. С. 191-192.
5. **Пименов М.В.**, Гужиков А.Ю., Рогов М.А. Сводный магнитостратиграфический разрез батского -оксфордского ярусов Русской плиты // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Второе Всероссийское совещание [текст]: научные материалы / В.А. Захаров (отв. ред.), О.С. Дзюба, Д.Н. Киселев, М.А. Рогов (редколлегия) – Ярославль: Изд – во ЯГПУ, 2007. С. 187-188.
6. Ямпольская О.Б., Барабошкин Е.Ю., Гужиков А.Ю., **Пименов М.В.**, Никульшин А.С. Палеомагнитный разрез нижнего мела Юго-Западного Крыма // Вестник Московского Университета (Серия Геология). №1. 2006. С.3-15.
7. **Пименов М.В.** Результаты магнитостратиграфических исследований средне – верхнеюрских отложений Русской плиты // Геологические науки - 2007: Материалы науч. межвед. конф. – Саратов: Изд – во Сарат. ун-та, 2007. С. 39-41.
8. Маникин А.Г., **Пименов М.В.**, Гончаренко О.П., Маленкина С.Ю., Гужиков А.Ю., Астаркин С.В. Предварительные результаты терригенно – минералогических и петромагнитных исследований верхнебатских – нижнекемловейских отложений разреза Просек (Нижегородская область) // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Второе Всероссийское совещание [текст]: научные материалы / В.А. Захаров (отв. ред.), О.С. Дзюба, Д.Н. Киселев, М.А. Рогов (редколлегия) – Ярославль: Изд – во ЯГПУ, 2007. С. 150-154.
9. Kiselev D., Rogov M., Guzhikov A., **Pimenov M.**, Tesakova E., Dzuba O. Dubki (Saratov region, Russia), the reference section for the Callovian/Oxfordian boundary // Volumina Jurassica, Volumen IV, 7th International Congress on the Jurassic System, Abstract volum - Institute of Geology Warsaw University, Warsaw, 2006 P. 177-179.

Пименов Максим Викторович

**ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ И ПЕТРОМАГНЕТИЗМ
СРЕДНЕ-ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РУССКОЙ ПЛИТЫ
(БОРЕАЛЬНО-ТЕТИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯЦИИ И
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРАКТИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ).**

Специальность 25.00.01 общая и региональная геология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Подписано в печать 21.05.2008
Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Формат 60x84 1/16. Усл.-печ. л. 1. Уч.-изд. л. 1.
Тираж 100 экз. Заказ № .

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография Саратовского государственного университета
имени Н.Г. Чернышевского
410012 г. Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112 а
Тел.: (8452) 27-33-85