

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени  
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского

На правах рукописи

Гужиков Андрей Юрьевич

ПАЛЕО- И ПЕТРОМАГНЕТИЗМ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
СЕВЕРНОГО КАВКАЗА И СОПРЯЖЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
(ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ)

Специальность 04.00.12 - геофизические  
методы поисков и разведки  
полевых ископаемых

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
геолого-минералогических наук

Саратов - 1994

Работа выполнена на кафедре геофизических методов поисков и разведки полезных ископаемых Саратовского Ордена Трудового Красного Знамени государственного университета им. Н.Г.Чернышевского, в НИИ геологии при СГУ.

Научные руководители: доктор геолого-минералогических наук Э.А.Молостовский  
кандидат геолого-минералогических наук В.Н.Еремин

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук Ю.П.Конценебин  
доктор геолого-минералогических наук Б.В.Бурев

Ведущая организация: Институт Физики Земли РАН (ИФЗ РАН), г. Москва

Защита состоится "15" декабря 1994г.

в 15<sup>00</sup> часов на заседании Специализированного Совета при Саратовском Государственном университете им. Н.Г.Чернышевского по адресу: 410601, г.Саратов, ул.Московская, 155, I корпус, аудитория 53. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке СГУ.

Автореферат разослан " " 1994г.

Ученый секретарь

Специализированного Совета

кандидат геолого-минералогических наук

В.А.Гудак

### Общие характеристики работы

Актуальность проблемы. Палео- и петромагнитные исследования имеют важное значение для решения как фундаментальных, так и прикладных задач геологии и геофизики. К первым относятся построение магнитостратиграфической шкалы, палеогеодинамические реконструкции, ко вторым - интерпретация магниторазведочных данных, расчленение и корреляция разрезов, выяснение условий осадконакопления и т.д..

В существующем варианте палеомагнитной шкалы нижнего мела отсутствуют надежные привязки магнитозон к дробным стратиграфическим подразделениям (за исключением берриас-валанжинской части), а главное, весьма противоречивы сведения о режиме геомагнитного поля в апт-альбское время. Согласно традиционным представлениям этот период характеризуется доминирующей прямой полярностью, однако ряд исследователей фиксирует сложную магнитную зональность апта и альба. Подобные разногласия не позволяют однозначно судить об особенностях эволюции раннемелового геомагнитного поля и структуре этой части палеомагнитной шкалы. В связи с изложенным, особый интерес представляют исследования опорных разрезов Северного Кавказа, с их надежным палеонтологическим обеспечением.

Существующая магнитостратиграфическая шкала, как и в начальный период своего развития (50°-60° годы), базируется на единственном параметре - полярности древнего геомагнитного поля. В связи с этим, при выделении дробных магнитостратиграфических подразделений, возникают проблемы, связанные с идентификацией магнитозон и дополнительным расчленением монополярных интервалов. Названные ограничения существенно снижают эффективность палеомагнитного метода в решении конкретных задач прикладной геологии, но в региональном масштабе они, в значительной мере, могут быть преодолены за счет привлечения петромагнитных характеристик. Последние функционально связаны с вещественным составом осадка, палеогеостратиграфической и геохимической обстановкой седиментогенеза, эпигенетическими изменениями, т.е. всей сложной совокупностью факторов, определяющих условия формирования крупных осадочных комплексов в конкретных палеобассейнах [Э.А.Молоствовский, 1969, 1986, Н.А.Тузеева, 1989, Snowball, 1992 и др.].

Большинство численных магнитных характеристик отличается экспрессностью определения, что позволяет при минимальных затратах времени и средств, определять их в экспедиционных условиях и быстро получать полезную геологическую информацию. Отсюда следует актуальность проблемы широкого внедрения петромагнитного метода в практику геологоразведочных работ.

Цель работы. Построение магнитостратиграфической схемы нижнего мела Северного Кавказа и решение задач прикладной геологии на основе результатов выполненных палео- и петромагнитных исследований.

Основные задачи исследований: 1. Построить сводный магнитостратиграфический разрез нижнего мела Северного Кавказа с учетом данных по сопряженным территориям (Мангышлак, Колетдаг, Поволжье) и сопоставить его с имеющимися магнитостратиграфическими данными по другим регионам. 2. Использовать палеомагнитные данные для стратиграфической корреляции нижнемеловых отложений Восточной и Тетической областей. 3. Сформулировать основные принципы геологической интерпретации петромагнитных данных, типизировать и классифицировать возможные вариации магнитных свойств осадочных толщ в стратиграфическом разрезе с помощью литолого-магнитных моделей. 4. В пределах исследуемых регионов использовать палео- и петромагнитные данные для детального расчленения и корреляции разнофациальных разрезов; определения точного стратиграфического возраста отложений; установления перерывов в осадконакоплении и оценки их длительности; реконструкций физико-географических условий седиментации.

#### Защищаемые положения.

1. Установлено существование переменной полярности в апте и наличие нескольких субзон обратной полярности в альбе, в связи с чем традиционные представления о монополярном режиме геомагнитного поля в апт-альбское время нуждаются в корректировке.

2. Уровни существенных изменений в магнетизме осадочных толщ являются естественными плоскостями раздела реальных пластующихся тел, а сами петромагнитные свойства слоев могут классифицироваться как стратиграфические подразделения местного или регионального значения.

3. Петромагнитная дифференциация осадков по шкале времени носит закономерный характер и отражает специфические особенности седиментации в конкретных геологических условиях. Скачкообразные петромагнитные изменения, зачастую, обусловлены резкой сменой седиментационных обстановок, в связи с размывами и перерывами в осадконакоплении.

4. В порядке постановки проблемы выдвинут тезис о возможности существования длиннопериодной вариации геомагнитного поля длительностью около  $10^6$  лет с амплитудой  $0^\circ-40^\circ$  и  $1^\circ-10^\circ$ . Таким образом, изменения координат виртуальных палеогеографических полюсов, в ряде случаев, могут быть связаны не с движением литосферных блоков, а с миграцией самого полюса.

К защите представлены:

1. Региональная магнитостратиграфическая схема нижнего мела Северного Кавказа. на основе которой выполнены корреляции равнофациальных толщ на подъярусном и усальном уровнях.

2. Система комплексной интерпретации палео- и петромагнитных данных с целью детального расчленения и корреляции равнофациальных разрезов, определения точного стратиграфического возраста отложений, установления перерывов в осадконакоплении и оценки их длительности, реконструкции физико-географических условий седиментации.

Научная новизна работы: 1. Разработана региональная магнитостратиграфическая схема нижнего мела Северного Кавказа. 2. Сформулированы основные принципы стратиграфической и палеогеографической интерпретации петромагнитных данных. 3. Вариации магнитных свойств осадочных толщ типизированы с помощью литолого-магнитных моделей. 4. Осуществлена детальная корреляция нижнемеловых отложений Северного Кавказа, выявлено клиноформное строение ряда толщ. 5. С помощью петромагнитных данных уточнены некоторые особенности физико-географических обстановок раннемеловой седиментации на территориях, где в настоящее время расположен Северный Кавказ. 6. Выполнены дальние корреляции берриас-валанжинских отложений Мангышлага, Кавказа и Западной Европы. 7. Полученные данные позволяют предположить существование вариации геомагнитного поля, длительностью порядка  $10^6$  лет.

Практическая ценность. Результаты выполненных исследований могут быть использованы для детального расчленения и корреляции нижнемеловых толщ, в т.ч. лишенных органических остатков, и выяснения условий осадконакопления на территории Кавказа, запада Средней Азии и Поволжья. Принципы комплексной интерпретации палео- и петромагнитных данных имеют важное значение при проведении крупномасштабного геокартирования. В разведочной геофизике сведения о  $J_n$  и  $J_p$  нижнемеловых отложений Поволжья и Кавказа необходимы для корректной интерпретации материалов магнитных съемок.

Реализация результатов. Результаты исследований использовались при геологосъемочных работах в Волгоградской, Оренбургской, Пермской, Самарской областях. Они вошли в геологические отчеты Волгоградской ГРЭ, Самарской ГРЭ, ЦНИГРИ. Результаты палео- и петромагнитных исследований нижнемеловых отложений Кавказа использовались на кафедре Исторической и региональной геологии МГУ при работе по международной программе "Перитетис".

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на региональной научно-технической конференции (Пермь, 1990).



IV-ом Всесоюзном Геомагнитном съезде (Суздаль, 1991), палеомагнитном коллоквиуме в ИФЗ РАН и на семинаре кафедры Исторической и региональной геологии МГУ (оба Москва, 1992), а также на научных конференциях НИИ геологии при СГУ (Саратов, 1990, 1992, 1993).

Фактический материал. Изученная нижнемеловая коллекция насчитывает 3000 ориентированных штучек (12000 образцов), взятых из 15 опорных разрезов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10, принято к печати 1 и сланы в печать 4 работы.

Объем работы. Диссертация состоит из 4 глав, введения и заключения. Она содержит 153 страницы машинописного текста, 1 таблицу, 20 рисунков и 41 приложение. Список литературы включает 130 наименований (в т.ч. 95 на русском и 35 на иностранных языках).

Автор признателен Э.А.Молостовскому и В.Н.Еремину за научное руководство диссертацией. Автор благодарен Е.Ю.Барабошкину, Х.Наварову, Ю.П.Смирнову, В.В.Щербаковой и В.П.Щербакову, за помощь в работе. В полевых исследованиях и обработке материалов принимали участие О.В.Абакин, А.Б.Богачкин, А.Н.Гришанов, В.А.Томин, И.Ю.Фролов, Л.В.Костина, Н.Г.Маклакова. Результаты исследований обсуждались с Г.Н.Петровой, Г.А.Поспеловой, Л.М.Печерским, А.И.Храмовым, М.Л.Баженовым, А.Ю.Кураиковским, В.Э.Павловым и С.В.Шипуновым. Всем им автор выражает искреннюю благодарность за полезные советы и консультации.

#### Содержание работы.

Первая глава "История работ" состоит из двух разделов: "1.1. Палеомагнитные исследования" и "1.2. Петромагнитные методы в решении прикладных геологических задач".

В разделе 1.1 изложена методика полевых и лабораторных исследований. Рассмотрены принципы подбора и группирования разрезов. Приведены краткие геологические и биостратиграфические описания пятнадцати морских разрезов нижнего мела. Северный Кавказ - 7 разрезов, Поволжье - 5, Азербайджан - 1, Горный Мангышлак - 1 и Центральный Копетдаг - 1.

Измерения остаточной намагниченности производились на приборах ИОН-1, JR-3, магнитной восприимчивости - на ИМВ-2 и КТ-5. Некоторые слабомагнитные коллекции были промерены на магнитометрах JR-4 в ГИН РАН и ИФЗ РАН. Температурные магнитные чистки осуществлялись в печах конструкции В.П.Апарина с четырех- и пятислойными пермаллоевыми экранами. Нагревы производились последовательно в диапазоне от 100° до 550°C, с шагом t° в 50°-100°C, в течении 1-4 часов. Для части коллекций проведены контрольные чистки в лабора-

ториях ГИН РАН и ИФЗ РАН. Результаты сравнительных измерений образцов на приборах ИОН-1 и JR-4 показали вполне удовлетворительную сходимость данных.

Чистки в переменном магнитном поле велись на установке РУВ-2, в диапазонах от 4 до  $28 \cdot 10^3$  А/м.

Производились определения остаточной намагниченности насыщения ( $J_{rs}$ ), полей насыщения ( $H_c$ ), разрушающих полей насыщения ( $H'_{cs}$ ). Широко практиковалась термокаппметрия (измерения прироста магнитной восприимчивости после воздействия на нее температурой  $500^\circ\text{C}$  в воздушной среде); термомагнитный и дифференциальный термомагнитный анализы (ТМА и ДТМА). Ряд образцов из каждого разреза изучались методами оптической минералогии.

Основными носителями намагниченности пород является аллотригенный магнетит, редко аутигенные магнетит и гематит.

О первичности выделенных стабильных компонент  $J_p$  свидетельствуют их независимость от литологии, от скалярных магнитных характеристик, от вида минералов-носителей намагниченности и, напротив, взаимосвязь между кучностями распределения векторов ЕОН и гранулометрией пород. Производились проверки соответствия рассеяния векторов ЕОН Фишеровскому распределению, для определения доли послескладчатого возраста  $J_p$  использовался тест складки. Главным аргументом в пользу геофизической природы выделенных магнитозон является сходимость палеомагнитных колонок разновозрастных отложений в удаленных разнофациальных разрезах.

В разделе 1.2 сформулированы основные принципы стратиграфической и палеогеографической интерпретации петромагнитных данных, произведена типизация вариаций магнитных свойств осадочных толщ с помощью литолого-магнитных моделей, приведены примеры детального расчленения и корреляции разрезов, индивидуализации магнитополярных зон, палеогеографических реконструкций на основе исследований скалярных магнитных характеристик верхнепермоких отложений Приуралья, верхнемеловых отложений Нижнего Поволжья, плейстоценовых отложений Среднего Поволжья и Прикаспия.

Вторая глава "Результаты палеомагнитных исследований" содержит палеомагнитные характеристики опорных разрезов, описание региональной схемы магнитной зonalности нижнего мела Северного Кавказа и результаты сопоставления региональных и мировых данных по магнитостратиграфии нижнего мела.

В третьей главе "Использование палео- и петромагнитных характеристик для решения прикладных геологических задач" изложены основные стратиграфические и палеогеографические результаты выполненных исследований.

Четвертая глава "Длиннопериодные вариации геомагнитного поля" посвящена анализу тонкой структуры поля в баррем-аптское время. На основании палеомагнитных исследований северокавказских разрезов выдвинута гипотеза о существовании в раннем меду вариации геомагнитного поля длительностью порядка  $10^6$  лет.

#### **Региональная магнитостратиграфическая схема нижнего мела Северного Кавказа.**

По материалам выполненных исследований составлен сводный палеомагнитный разрез нижнего мела Северного Кавказа. Пробел в валанжинской части магнитостратиграфической шкалы (отложения валанжинского яруса на Северном Кавказе не опробовались) ликвидирован за счет палеомагнитной изученности разрезов Азербайджана и Закавказья. В общей сложности нижнемеловому отделу соответствуют шесть относительно крупных магнитозон переменной, прямой и преимущественно обратной полярности (рис.1). По своим стратиграфическим объемам (ярус, подъярус) они отвечают ортозонам общей палеомагнитной шкалы (Стратиграфический кодекс, 1992). Каждая из ортозон характеризуется достаточно сложной структурой за счет подчиненных суб- и микрозон противоположной полярности.

Начинает палеомагнитную шкалу нижнего мела ортозона переменной полярности  $R_{Np-v1}$ , охватывающая берриасский ярус и низы нижневаланжинского подъяруса. В ней выделяется шесть субзон - три обратной, две прямой и одна переменной полярности, причем все берриасские субзоны (три R- и две N-полярности) надежно привязаны к зональным подразделениям аммонитовой шкалы.

Ортозона прямой полярности  $N_{v2}$  характеризует верхи нижнего валанжина и верхневаланжинский подъярус. Она осложнена пятью микрозонами обратной полярности.

Ортозона преимущественно обратной полярности  $R_{Np-br1}$  объединяет готеривский ярус и основание баррема. Внутри нее зафиксирована субзона прямой полярности, приуроченная к границе нижне- и верхнеготеривского подъярусов, и не менее восьми п-микрозон. Исследования опорных разрезов готерива Северного Кавказа позволили впервые установить соответствие выделенных магнитозон аммонитовым зонам общей стратиграфической шкалы.

Ортозона переменной полярности  $R_{Nbr1-all}$ , самая значительная по объему в шкале нижнего мела, стратиграфически эквивалентна верхам нижнего баррема, верхнему баррему, апту и почти всему нижнему альбу. Она представляет собой группу знакопеременных субзон, которые в верхнебарремской, аптской и нижнеальбской частях шкалы надежно привязаны к зональным аммонитовым подразделениям.



[illegible]

Подзоны: 1 - *Tirnovella oceanica* s. str.;  
2 - *Dalmaniceras dalmani*;  
3 - *Tirnovella berrisensis*;  
4 - *Euthaliceras euthymi* s. str.;  
5 - *Riasanites riasanensis* s. str.;  
6 - *Fauriella faurieri*;  
7 - *Pseudosonneratia steinmanni*;  
8 - *Lyolliceras lyoli*;  
9 - *Rhopilex swathi*.

Рис. 1. Магнитостратиграфическая схема нижнего мела Северного Кавказа.

Ортовона прямой полярности  $M_{a12}$  охватывает верхи нижнего альба (зона Douvilleiceras mamillatum) и среднеальбский подъярус. Это единственная ортовона в нижнемеловой части шкалы, характеризующаяся монополярным (N) режимом геомагнитного поля.

Ортовона переменной полярности  $NR_{a13}$  приурочена к верхнеальбскому подъярусу. Она состоит из пяти субзон (двух прямой, двух обратной и одной переменной полярности), каждая из которых привязана к аммонитовым зонам верхнего альба.

В целом, предлагаемый макет магнитостратиграфической шкалы имеет отчетливо выраженное двучленное строение: нижняя часть, соответствующая неокому, апту и нижнему альбу, характеризуется частыми сменами полярности EON при некотором преобладании обратной; в верхней части, охватывающей средне- и верхнеальбский подъярусы, явно доминирует нормальная намагниченность.

В известных ныне макетах общей магнитостратиграфической шкалы фанерозоя, равно как и в Ламонтской шкале, нижний мел резко дифференцирован на две части. Неоком относится, как правило, к интервалу переменной полярности. Аптский и альбский ярусы соотносят с эпохой стабильного поля прямой полярности. Соответственно, в основании апта устанавливается граница двух крупных магнитоэпох - гиперзон NR - Гиссар и N - Джалал (Палеомагнитология, 1982, Э.А.Молоствовский, А.Н.Храмов, 1984).

Полученные результаты дают основания для корректировки традиционных представлений о палеомагнитной структуре апта и альба. Сведения о палеомагнетизме апт-альбских отложений Северного Кавказа, Туркмении и Поволжья, в сочетании с материалами других авторов (Т.А.Исмаил-Заде, 1981, Д.М.Печерский, 1969, 1970, Г.А.Поспелова, 1976, К.Е.Green, A.Brecher, 1974, A.E.M.Nairn et al., 1981 и др.) позволяют утверждать, что аптский ярус характеризуется сложной магнитной зональностью, а режим прямой полярности в альбе осложнен рядом геомагнитных инверсий в начале и конце века. В связи с этим, встает вопрос о переносе границы гиперзон NR-Гиссар и N-Джалал из низов аптского - в низы альбского яруса. При этом длительность гиперзоны Гиссар возрастает от 65 до 77 млн.лет, а продолжительность гиперзоны Джалал сокращается от 40 до 28 млн.лет. Сделанный вывод согласуется с заключением Г.А.Поспеловой, основанным на палеомагнитных данных по нижнемеловым отложениям Северного Приобья: "Спокойная магнитная зона остается только в альбском веке, остальной возрастной интервал нижнего мела оказывается знакопеременным." (Поспелова, 1976).

## Система комплексной интерпретации палео- и петромагнитных данных.

Система комплексной интерпретации геологических, палео- и петромагнитных данных базируется на нескольких основных положениях, суть которых в тезисной форме сводится к следующему: 1. Магнитная дифференциация пород в стратиграфическом разрезе обусловлена изменениями условий формирования осадков. В породах с седиментационной или постседиментационной намагнитченностью, носителями которых служат аллотигенные ферромагнетики, определяющими являются палеогеографические и тектонические факторы, контролирующие размыв, снос и осаждение магнитного материала. В породах с ЕОН химического происхождения, возникновение которой обусловлено аутигенными минералами, магнитные свойства определяются геохимическими условиями среды, в которых происходило формирование аутигенных магнитных фаз. 2. Уровни существенных изменений в магнетизме осадочных толщ являются естественными плоскостями раздела реальных пластующихся тел, а сами петромагнитные совокупности слоев могут классифицироваться как стратиграфические подразделения местного или регионального значения. 3. Петромагнитная дифференциация осадков по шкале времени носит закономерный характер и отражает специфические особенности седиментации в конкретных геологических условиях. Скачкообразные петромагнитные изменения, зачастую, обусловлены резкой сменой седиментационных обстановок, в связи с размывами и перерывами в осадконакоплении. 4. Петромагнитная ритмика в разрезах адекватно отражает седиментационную ритмичность. При детритной природе  $J_n$  начальные (регрессивные) стадии седиментационных циклов характеризуются, обычно, накоплением осадков с повышенной магнитностью, в конечные (трансгрессивные) стадии происходят заметные спады намагнитченности. 5. Если магнитная ритмика обусловлена изменениями геохимических обстановок в палеобассейнах, то заметные повышения  $J_{nc}$  и  $\alpha$  сопряжены с глубоководными трансгрессивными стадиями, когда в условиях восстановительной среды идет активное формирование аутигенных магнитных фаз: пирротина и грейгита в ассоциации с тонкодисперсным магнетитом. 6. Петромагнитная дифференциация разрезов по параметрам, связанным с температурным воздействием на породы ( $\Delta\chi = \chi_t - \chi$ ,  $\Delta J_n = J_{nt} - J_n$  и др.), объективно отражает вариаций в концентрациях изначально немагнитных или слабомагнитных железосодержащих минералов (пирит, марказит, сидерит, гидроксиды железа), которые отчетливо фиксируются магнитометрически за счет своего превращения в ферромагнитные соединения при искусственных нагревах в окислительной или восстановительной средах. Например,  $FeS_2$  при нагреве до  $500^\circ C$  в окислительной среде превращаются в магнетит, что вле-

чет увеличение магнитной восприимчивости. Прирост  $\Delta\chi = \chi_t - \chi_0$  отражает содержание новообразованного магнетита и, следовательно, концентрацию первичных сульфидов и карбонатов железа.

Вариации магнитных свойств осадочных толщ в стратиграфических разрезах могут быть типизированы с помощью литолого-магнитных моделей, основанных на специфических сочетаниях скалярных магнитных характеристик. При стратиграфических и палеогеографических операциях с данными магнитометрии наиболее приемлемые типы моделей подбираются эмпирически, при безусловном знании минералогии магнитных фаз и парамагнитных компонентов, способных к переходу в ферромагнитное состояние в процессе температурных воздействий.

В диссертации охарактеризованы наиболее распространенные типы литолого-магнитных моделей, которые апробированы на реальных геологических объектах (верхнепермские разрезы Южного и Среднего Приуралья, верхнемеловые отложения Поволжья, плейстоценовые толщи Прикаспия и др.).

Стратиграфическая и палеогеографическая информативность численных магнитных характеристик существенно повышается при комплексной интерпретации последних с геохимическими, палеонтологическими, минералогическими и др. данными. Первые опыты дали вполне обнадеживающие результаты и дальнейшее развитие этого направления исследований будет иметь немаловажное значение для прикладной стратиграфии и крупномасштабных геологосъемочных работ.

**Использование палео- и петромагнитных характеристик нижнемеловых отложений для решения задач конкретных геологических задач.**

По сопоставлениям палеомагнитных колонок, в сочетании со скалярными магнитными характеристиками, решен ряд геологических задач, перечень которых приведен ниже.

**Верриасский ярус.** 1. Параллелизованы между собой аммонитовые зоны берриаса Кавказа и стратотипической области. 2. Низы разреза р. Урух, условно относимые к зоне T. *occitanica*, датированы зоной P. *ponticus*. 3. Осуществлено более детальное, чем по палеонтологическим данным, расчленение и корреляция берриасских толщ Северного Кавказа. **Валанжинский ярус.** 1. Установлено, что валанжинские отложения Северного Средиземноморья соответствуют только нижнему подъярису общей стратиграфической шкалы. 2. Определен верхневаланжинский возраст верхов бабадагской свиты (Северный Азербайджан). **Готеривский ярус.** 1. Нижняя часть разреза у с. Гергебиль, условно относимая к валанжинскому ярусу, должна быть датирована ранним готеривом. В этом же разрезе отсутствуют отложения зоны P. *angulicostata*. 2. Нижняя часть ханагинской свиты (Сев. Азербайджан).

жан) имеет раннеготеривский возраст, а ее верхи относятся к верхнему готериву. 3. Опорный разрез яруса на р. Баксан характеризуется большей геологической полнотой, по сравнению, с разрезом на р. Урух, где отсутствуют низы зон *A. radiatus*, *C. nolani* и верхи *P. angulicostata*. Барремский ярус. 1. Установлено, что в Урухском разрезе отсутствуют низы нижнебарремского подъяруса, наблюдаемые в Гергебиле. 2. Определено точное местоположение подъярусной границы в Гергебилском и Акушинском разрезах. 3. В разрезе р. Сегиз-яб (Копетдаг) отсутствуют верхи нижнебарремского подъяруса, что обусловлено скрытым раннебарремским размывом. Аптский ярус. 1. В нижнем апте от Кавказа до Копетдага прослежена изохронная граница по кровле субзоны *R<sub>1ap</sub>*, приуроченной к средней части зоны *D. deshayesi*. В Поволжье она отвечает, видимо,  $\gamma$ -интервалу в основании апта. 2. В разрезах Поволжья аптски. толщи детально расчленены по микрizonaм прямой и обратной полярности. Сделан вывод об изохронности местного литологического репера - известнякового пласта ("аптской плиты"). 3. Осуществлено наиболее детальное расчленение и корреляция аптских толщ Северного Кавказа. 4. В разрезе аптского яруса на р. Урух по палеомагнитным характеристикам установлены аналоги зоны *E. subnodosocostatum*, отсутствующие в других разрезах Северного Кавказа, что означает наличие клиноформной структуры в аптской толще Центрального Предкавказья. 5. Верхи среднего апта на р. Урух, условно относимые к зоне *E. subnodosocostatum*, датированы зоной *P. melchioris*. Альбский ярус. 1. Произведено более детальное, чем по палеонтологическим данным, расчленение и корреляция альбских отложений Дагестана. 2. Установлено отсутствие в разрезе Гергебиля нижнеальбских отложений. 3. В разрезе Гергебиля установлено наличие отложений зоны *M. inflatum* и отсутствие, по крайней мере в значительном объеме, отложений зоны *S. dispar*. 4. Уточнено положение подъярусной границы среднего-верхнего альба в разрезе Акуши.

Анализ магнитной восприимчивости по разрезу нижнего мела Северного Кавказа позволяет выделить три петромагнитных комплекса, фиксирующих три основные стадии раннемеловой седиментации - готерив-барремскую, аптскую и альбскую. В рассматриваемых отложениях основным носителем намагниченности является аллотигенный магнетит. Поэтому вариации на кривых  $\chi$  интерпретируются как индикаторы неравномерного поступления ферромагнитного материала в палеобассейн. В данном случае, увеличение концентрации обломочных магнетитовых частиц обусловлено близостью питающей области. Ослабление привноса сильномагнитного материала, напротив, связано с удалени-



ем района осадконакопления от береговой линии. Готерив-барремское время характеризуется частыми тектоническими колебаниями и связанными с ними неоднократными понижениями и повышениями базиса эрозии, что документируется чередованием сильно ( $\chi_{\text{ср.}} = 40 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ) и слабомангнитных слоев ( $\chi_{\text{ср.}} = 8 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ). В аптский век на фоне регионального погружения произошло расширение акватории палеобассейна. Стабилизация тектонической обстановки в питающей области предопределило резкое снижение сноса ферромагнитной фракции на территорию Предкавказья, что сказалось на существенном снижении магнитной восприимчивости донных осадков ( $\chi_{\text{ср.}} = 8 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ). На альбское время приходится максимальное развитие раннемеловой трансгрессии, что привело к формированию комплекса слабомангнитных ( $\chi_{\text{ср.}} = 3 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ) напластований.

Детальный анализ графиков  $\chi$ , соответствующих альбским толщам Дагестана, позволяет судить о более тонких особенностях палеотектонического режима бассейна в конце раннемеловой эпохи. Локальные пики на вертикальных кривых магнитной восприимчивости интерпретируются как отражение тектонических движений, активизировавших снос магнитного терригенного материала с местных структур. Многие ведущие стратиграфы и геологи (В.П. Жижченко, 1969, В.А. Зубаков, 1990 и др.) разделяют мнение о фациальном характере биозон и считают, что палеонтологические рубежи сопряжены с наиболее значимыми событиями в седиментации. С этих позиций легко объяснима приуроченность максимумов  $\chi$ , являющихся индикаторами активизаций тектонического режима региона, к границам наиболее крупных биостратиграфических подразделений (подъярусов, надзон).

Магнитная восприимчивость апт-альбских пород Северного Кавказа резко возрастает после их нагрева до  $500^{\circ}\text{C}$  и обнаруживает значимые вариации по разрезам, анализ которых позволяет судить о концентрациях  $\text{FeS}_2$  в отложениях и, косвенно, о некоторых особенностях геохимии седиментогенеза в раннемеловое время.

Повсеместно, породы нижнеаптского подъяруса и зоны E. subnodosocostatum не обнаруживают существенного прироста  $\chi$ , что свидетельствует об отсутствии (или о незначительных примесях) в них пирита и, следовательно, о достаточной аэрации палеобассейна в соответствующее время. К границе среднеаптских зон E. subnodosocostatum и P. Melchioris во всех разрезах приурочен аномальный всплеск величин  $\Delta\chi$  (до  $450 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ). Этот уровень является показателем регионального снижения окислительно-восстановительного потенциала среды осадконакопления в середине апта, вплоть до сероводородного заражения придонных слоев. Графики прироста магнит-

ной восприимчивости, соответствующие верхнеаптским-альбским отложениям на р.Урух, у сс.Гергебиль и Акуша, обнаруживают отчетливую ритмику, которая в точности совпадает с границами ярусов, подъярусов, зон и подзон. Такое совпадение петромагнитных и биостратиграфических подразделений объясняется тем, что изменения окислительно-восстановительной обстановки и проявления сероводородное заражение, контролируются особенностями палеоклимата и эвстатическими колебаниями. Эти же факторы определяют соотношение планктонных и бентосных организмов в палеобассейне. Следовательно, изменения величин терромагнитных параметров косвенно отражают условия седиментации и события в эволюции биоты. Таким образом, вертикальные распределения  $\Delta\chi$  документируют смену фаунистических последовательностей в данных разрезах.

### **Длиннопериодные вариации геомагнитного поля.**

В баррем-аптских толщах четырех опорных разрезов (у г.Кисловодска, на р.Урух (Сев.Осетия), у сс.Гергебиль и Акуша (оба Дагестан)) были обнаружены записи длиннопериодных колебаний палеомагнитных направлений, которые могут быть обусловлены вариацией раннемелового геомагнитного полюса длительностью порядка  $10^6$  лет.

Основным критерием проверки первичности выделенных направлений, помимо стандартных тестов, является идентичность вариаций в пределах одновозрастных интервалов удаленных разрезов.

Вариации палеомагнитных направлений были обнаружены после того как результирующие векторы EOH нормировали к положительному направлению, т. е. те из них, которые соответствовали R-интервалам развернули на  $180^\circ$ . Во всех разрезах, кроме Гергебильского, кривые  $I$  были исключены из рассмотрения, потому что в ряде образцов наклонение оказалось явно заниженным (в зонах обратной полярности, в грубоверных породах). Вследствие этого по ним, не анализировались и координаты ВМП. По барремским отложениям разреза Гергебиль был получен и проанализирован полный спектр палеомагнитных характеристик. Графики  $D$ ,  $I$ ,  $\Lambda$ ,  $\Phi$ , полученные на противоположных крыльях синклинали, обнаружили большое сходство между собой: для  $D$  коэффициент линейной корреляции между двумя обнажениями составил  $(+0.65)$ , для  $I$  -  $(+0.59)$ , при  $n=40$ . Сопоставление вариаций  $D$  по всем остальным разрезам, по крайней мере, не обнаружило противоречий с имеющимися стратиграфическими реконструкциями. Таким образом, не имеется оснований предполагать иную природу палеомагнитных вариаций, кроме геофизической.

Для оценки периода вариации, по результатам стратиграфических

сопоставлений была построена сводная кривая  $D$ , которая совмещалась с временной шкалой (Harland et al., 1987). Каждый период  $D$  охватывает при этом интервал времени от 1.5 до 6 млн лет. Оцененная таким способом длительность периода, скорее всего, сильно завышена, потому что в сводном разрезе присутствуют четыре явных размыва и неизвестно сколько скрытых перерывов в осадконакоплении не фиксируемых традиционными методами.

При сопоставлении кривых  $D$  по различным разрезам, обнаруживается общая закономерность: колебания, соответствующие верхнеаптскому подъярису имеют минимальные амплитуды. В допущении, что полная запись анализируемых колебаний должна иметь плавный характер, отдельные участки кривой были размещены по вертикали таким образом, чтобы затухание амплитуды было постепенным. При совмещении полученного рисунка с временной шкалой длительность периода получается в среднем 0.9 млн лет. Различные варианты моделирования (использование геохронологических шкал других авторов, изменение длительности размывов и т. д.) показали, что во всех случаях длительность периода колебаний  $D$  сохраняет порядок  $10^6$  лет.

Максимальная продолжительность вариации геомагнитного поля, достоверно установленной к настоящему времени, составляет  $10^5$  лет (Бурлацкая С.П., 1991). Обнаруженные колебания не могут иметь подобную длительность, т.к. в противном случае все исследуемые отложения должны были накопиться менее чем за 200 тыс. лет, что составляет всего 4% от баррем-аптского времени. Кроме того, обращения полярности поля, в этом случае, должны бы были происходить через каждые 10-15 тыс. лет, что противоречит имеющимся сведениям о механизме инверсий. Таким образом, величина порядка  $10^6$  лет признана наиболее подходящей оценкой длительности вариации.

Признав геофизическую природу периодических изменений палеомагнитных направлений, их существование можно интерпретировать как истинное перемещение ВМП относительно литосферы, либо как движение плит. Последнее объяснение вряд ли приемлемо с точки зрения здравого смысла, ибо в этом случае движение литосферных блоков должно было бы иметь вращательно-возвратный характер.

Имеется достаточно много независимых исследований, подтверждающих наличие существенных смещений ВМП в меловое время (А.В. Долицкий, 1985, В.В. Кузнецов и др., 1989, P. Mart n. 1986 и др.). Косвенными свидетельствами в пользу гипотезы о существовании длиннопериодных (порядка  $10^6$  лет) вариаций магнитного поля служат существенные расхождения в определениях координат ВМП по разновозрастным отложениям одних и тех же регионов [K.M. Storetvedt, 1987,

W.A.Gose и R.C.Finch, 1992] а также противоречия некоторых палин-  
гастических реконструкций тектоническим моделям, основанным на  
независимых данных [Л.П.Зоненшайн, М.И.Кузьмин, 1992 и др.].

\*\*\*

Итогом выполненных исследований стало создание региональной  
магнитостратиграфической схемы нижнего мела, имеющей важное зна-  
чение для проведения геологосъемочных и поисковых работ на терри-  
тории Северного Кавказа и сопредельных областей. Схема не имеет  
аналогов по своей детальности и надежности палеонтологического  
обеспечения. В ней впервые получили магнитополярную характери-  
стику зональные подразделения готерива, апта и альба, что имеет пер-  
востепенное значение для детальной синхронной корреляции удален-  
ных разнофациальных толщ.

Выполненные исследования внесли изменения в прежние представ-  
ления о монополярном режиме геомагнитного поля в апт-альбское  
время. Установлено существование переменной полярности в апте и  
наличие нескольких инверсий в альбе, на основании чего поставлен  
вопрос о необходимости корректировки общей магнитостратиграфичес-  
кой шкалы: местоположение границы гиперзон NR-Гиссар и N-Джалал  
должно быть перенесено из низов аптского - в низы альбского яру-  
са.

На основе магнитной зональности удалось параллелизовать между  
собой аммонитовые зоны берриаса Кавказа и стратотипической обла-  
сти; выяснить, что валанжинские отложения Северного Средиземно-  
морья соответствуют только нижневаланжинскому подъярусу общей  
стратиграфической шкалы; выполнить межрегиональные корреляции  
нижнемеловых отложений Кавказа, Поволжья, Копетдага и Мангышлака.

Исследования тонкой структуры геомагнитного поля в бар-  
рем-аптских отложениях Северного Кавказа позволили выдвинуть ги-  
потезу о существовании длиннопериодной вариации геомагнитного по-  
ля длительностью около  $10^6$  лет. В случае правомерности этого  
предположения, изменения координат виртуальных палеомагнитных по-  
люсов, в ряде случаев, могут быть связаны не с движениями литос-  
ферных блоков, а с миграцией самого полюса.

Значительная часть работы посвящена использованию скалярных  
магнитных характеристик в геологии. Показано, что последние могут  
привлекаться в региональной стратиграфии, как в качестве дополни-  
тельных критериев для индивидуализации зон геомагнитной полярнос-  
ти, усиливая тем самым разрешающую способность традиционного па-  
леомагнитного метода, так и самостоятельно. Кроме того петромаг-  
нитные параметры могут служить показателями условий осадконакоп-



ления. В диссертации сформулированы основные принципы стратиграфической и палеогеографической интерпретации данных о магнетизме горных пород; предложена классификация магнитных свойств осадочных толщ с помощью литолого-магнитных моделей, учитывающая условия седиментации и сведения о минералогии; созданы наиболее распространенные типы литолого-магнитных моделей. Все отправные положения, касающиеся использования петромагнитного метода в прикладной геологии, были апробированы на реальных объектах, где имелась возможность проконтролировать корректность выводов, основанных на петромагнитных материалах, палеонтологическими, геохимическими, геофизическими и др. независимыми данными.

В исследованных регионах с помощью палео- и петромагнитных характеристик решен ряд практических задач поисковой геологии: наиболее детально расчленены и скоррелированы разнофациальные разрезы нижнего мела; выявлены клиноформные структуры; определен точный стратиграфический возраст пород; установлено существование разрывов и оценена их длительность; реконструированы палеотектонические колебания и изменения окислительно-восстановительного потенциала среды осадконакопления.

Собранные сведения о магнитной восприимчивости и естественной остаточной намагниченности нижнемеловых пород могут быть использованы при проведении магниторазведочных работ на территории Северного Кавказа. Как показывает опыт, для корректной интерпретации материалов магнитометрических съемок необходимо учитывать не только  $I_s$ , но интенсивность и направление естественной остаточной намагниченности.

#### 1. Список опубликованных работ.

1. Системный подход в построении петромагнитных моделей и его значение для геологии и геофизики // Построение физико-геологической модели и системный подход при истолковании результатов геофизических исследований - Пермь, 1990. - С. 49. (соавторы С.В. Абажкин, А.В. Богачкин, К.А. Фомин).

2. Магнитостратиграфия алтских отложений Северо-Восточного Предкавказья. - Деп. в ВИНТИ, №155-11.160. (соавтор В.Н. Еремин).

3. Результаты магнитостратиграфических исследований сюрерисских отложений Кавказа. - Деп. в ВИНТИ, №154-201.110. (соавтор В.Н. Еремин).

4. Магнитостратиграфия алтского яруса Северного Кавказа. // IV-ый Всесоюзный съезд по Г-Магнетизму - Владимир-Суздаль, 1991. С. 60-61.



5. Магнитостратиграфия побережья Юго-Восточного Кавказа. // IV-ый Всесоюзный съезд по геомагнетизму - Владимир-Суздаль, 1991. С. 66-67. (соавтор В. Н. Еремин)..

6. Палео- и петромагнитные исследования албских отложений Дагестана. - Деп. в ВИНТИ, N 3204-ВРГ, 1992. 16с. (соавторы В. Н. Еремин, Е. Ю. Варабошкин, Ю. П. Смирнов).

7. Использование скалярных магнитных характеристик в стратиграфии и в палеогеографии. // Бюлл. РМСК по центру и югу Русской платформы. Выпуск 1. М., 1992. С. 62-66. (соавторы О. В. Абашидзе, А. В. Богачкин, В. А. Фомин).

8. Использование скалярных магнитных характеристик в стратиграфии на примере нижнемеловых отложений Северного Кавказа. // Вопросы стратиграфии палеоцена, мезоцена и кайноцена. Изд-во Саратовского университета, 1993. С. 127-134.

9. Расчленение и корреляция опорных разрезов верхней перми Приуралья, по комплексу петромагнитных и геолого-геофизических характеристик. (Сдано на деп. в ВИНТИ). (соавтор Э. А. Молостовский).

10. Использование палео- и петромагнитных данных при глобальных и местных стратиграфических корреляциях. (Сдано на деп. в ВИНТИ). (соавтор В. Н. Еремин).

11. К вопросу о характере палеомагнитной зональности алтского яруса. (Сдано в печать в журнал "Стратиграфия. Геологическая корреляция.") (соавтор В. Н. Еремин).

12. Стратиграфическая информативность численных магнитных характеристик осадочных пород (методические аспекты). (Принято к печати в журнал "Бюлл. МОИП"). (соавтор Э. А. Молостовский).

13. Длиннопериодные вариации палеомагнитных направлений как индикатор миграции геомагнитного полюса в раннемеловую эпоху. (Сдано в печать в журнал "Стратиграфия. Геологическая корреляция.") (соавтор Е. Ю. Варабошкин).

14. Oxid/anoxic boundaries in the Aptian and Albian of the North Caucasus. (Тез. на междунар. конф. "Gas in marine sediments". Отправлены в 1994г.). (соавтор Е. Ю. Варабошкин).

15. Sedimentary rock magnetic characteristics as indicators of geochemic and paleogeographic settings of deposition. (Тез. на междунар. конференции "Gas in marine sediments". Отправлены в 1994г.). (соавтор Э. А. Молостовский).

Заказ 148      подписано к печати 31.10.94.  
Объем 1 печ.лист.    Тираж 100 экз.  
Типография Изд-ва СГУ.