

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ И МАГНЕТИЗМ ГОРНЫХ ПОРОД

Тезисы семинара

Борок

22 – 25 октября 2009 г.

**Палеомагнетизм
и магнетизм
горных пород**

теория, практика, эксперимент

тезисы семинара

Борок
22 – 25 октября 2009 г.

Борок 2009

Ответственный редактор:
д.ф.-м.н., профессор Щербаков В.П.

Семинар и издание тезисов семинара
осуществлено при финансовой поддержке
Российского Фонда Фундаментальных
Исследований (грант № 09-05-06057Г)
и Президиума РАН

© Геофизическая обсерватория «Борок» - филиал
Учреждения Российской академии наук
Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, 2009 г.

ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ В РЕЛИКТАХ ДРЕВНИХ ШЛАКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ДАНИИ КАК НОСИТЕЛИ ИНФОРМАЦИИ О ГЕОМАГНИТНОМ ПОЛЕ И ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА Fe

^aАнтонов А., ^бГендлер Т.С., ^вАбрахамсен Н., ^аНовакова А.А.

(^aФизический факультет МГУ; ^бИнститут Физики Земли РАН; ^вDepartment of Earth Sciences, Aarhus University, Denmark)

В последние десятилетия для обнаружения реликтов некоторых древних археологических объектов, находящихся под поверхностью земли и имеющих в своем составе магнитные железосодержащие минералы, широко применяется метод магнитной разведки. С его помощью, например, на территории Дании было обнаружено множество древних археологических объектов разного назначения расположенных под землей: шлаки, оставшиеся в результате выплавки железа из болотной руды в плавильных печах железного века (II-VII вв), остатки средневековых печей для обжига керамики и строительных кирпичей и др. Векторные и скалярные магнитные характеристики и состав образцов, определяются направлением геомагнитного поля в данное время, исходным материалом в исследуемом регионе Земного шара и особенностями применяемой техники плавления и обжига. Их изучение современными методами физики твердого тела могут дать уникальные сведения для датировки и сравнительных оценок типов производства на различных территориях в пределах одной страны и в масштабе развития мировой цивилизации. В данной работе сообщаются первые результаты комплексного исследования образцов ненарушенных древних шлаковых тел из плавильных печей, вскрытых в районе Snogur (юго-западная часть Дании). Для определения железосодержащих минералов, которые дают вклад в суммарную намагниченность объектов, исследование образцов было проведено с помощью термомагнитного анализа (ТМА), мессбауэровской спектроскопии и рентгеновской дифракции. Совместный анализ данных показал существенную негомогенность шлаков, в состав которых входят диа-, пара, ферри- и ферромагнитные соединения в различных соотношениях: кварц, фаялит, вестит, низкотитанистый титаномagnetит-носитель TRM, суперпарамагнитный гематит, металлическое железо. Анализ изменения состава и магнитных характеристик шлаковых образцов, отобранных из различных точек одного объекта, дает возможность смоделировать последовательность кристаллизации различных минералов, построить схему процесса выплавки железа и оценить летучесть кислорода.

ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРОД ВЕРХНЕЛЕНСКОЙ СВИТЫ СРЕДНЕГО-ПОЗДНЕГО КЕМБРИЯ (ВЕРХНЕЕ ТЕЧЕНИЕ Р. ЛЕНА)

^aАпарин В.П., ^аХузин М.З., ^{а,б}Константинов К.М., ^{а,в}Константинов И.К.

(^a Институт земной коры СО РАН, Иркутск, palmag@crust.irk.ru; ^бЯкутское научно-исследовательское геологоразведочное предприятие ЦНИГРИ АК «АЛРОСА», Мирный, konstantinov@cniгри.alrosa-mir.ru; ^вИркутский государственный университет, Иркутск)

Палеомагнитные и магнито-минералогические исследования красноцветных алевропесчаников верхоленской свиты среднего-позднего кембрия в верхнем течении р. Лена проведены с целью уточнения палеогеографического положения Сибирской платформы. Изученные образования претерпели слабые эпигенетические изменения.

Носителем векторов ЕОН является гематит. Получены две антиподальные группировки векторов ЕОН: 1) $N=84$; $D_{cp}=161$; $J_{cp}=-6$, $k=16,4$; $\alpha_{95}=3,9$ и 2) $N=87$; $D_{cp}=340$; $J_{cp}=13$; $k=13,4$; $\alpha_{95}=4,3$. По 171 образцам рассчитан виртуальный палеомагнитный полюс: $\Phi = -38$; $\Lambda = 130$; $dp/dm = 1,5/2,9$; $\varphi = -5^\circ$, который совпадает с ТКМП Сибири в точке 515 ± 5 млн лет.

О ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАЛЕОНАПРЯЖЕНИЙ

Афремов Л.Л., Кириенко Ю.В.

(Дальневосточный государственный университет)

Измерения зависимости начальной восприимчивости c , остаточной намагниченности насыщения J_{rs} и коэрцитивной силы H_c от упругих напряжений S предварительно пластически деформированных сталей, показывают, что кривые $c = c(S)$, $J_{rs} = J_{rs}(S)$ достигают максимума, а $H_c = H_c(S)$ – минимума при $S = S_{остат}$, где $S_{остат}$ – остаточные напряжения в стали. Можно ожидать, что поведение приведенных выше магнитных характеристик материалов магнитные свойства, которых представлены однодоменными частицами, аналогично. Это связано с немонотонной зависимостью эффективной константы анизотропии и эффективной оси от упругих напряжений.

Описанные свойства начальной восприимчивости c , остаточной намагниченности насыщения J_{rs} и коэрцитивной силы H_c можно использовать для измерения палеонапряжений.

НОВЫЕ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО БЕРРИАСУ ГОРНОГО КРЫМА

^aБагаева М.И., ^aГужиков А.Ю., ^aЯмпольская О.Б., ^bАркадьев В.В.

(^aГеологический факультет Саратовского госуниверситета; ^bГеологический факультет Санкт-Петербургского госуниверситета)

В июле 2009 года проведены палео- и петромагнитные исследования зоны *boissieri* (верхний берриас) разреза Заводская балка (восточный Крым, г. Феодосия). Разрез представлен однородными серыми глинами. Отбор палеомагнитных образцов проводился параллельно с биостратиграфическим изучением разреза. По находкам аммонитов, найденных в нижней половине разреза, установлено наличие в разрезе подзоны *euthymi* зоны *boissieri*, которая сопоставляется биостратиграфами с подзоной *paramitounum* в стратотипическом разрезе берриаса (Франция). Изучен интервал разреза мощностью 50 м, из которого взяты образцы с 36 стратиграфических уровней. Образцы отбирались с шагом 0,9 м, по условиям обнаженности неопробованными остались три крупных участка (мощностью от 4,5 до 9 м).

Проведены магнитные чистки образцов переменным магнитным полем в диапазоне от 0 до 50 мТл (с шагом 5 мТл). В большинстве образцов благополучно выделены характеристические компоненты, на основе которых построена палеомагнитная колонка, имеющая отчетливое двучленное строение: нижняя часть разреза характеризуется обратной полярностью, верхняя – преобладанием прямой. Полученные данные хорошо согласуются с магнитостратиграфическим разрезом берриаса во Франции (*Galbrun, 1985*), в котором смена магнитозон обратной и прямой

полярности, отождествляемых с хронами M16r и M16n, соответственно, приходится на подзону *paramitounium*.

Петромагнитные исследования включали в себя замеры магнитной восприимчивости, ее анизотропии, расчет FD-фактора, изучение остаточной намагниченности насыщения и остаточной коэрцитивной силы, измерение прироста магнитной восприимчивости после нагрева в воздушной среде до 500°C, а также данные дифференциального терромагнитного анализа. Породы обладают высокой магнитной восприимчивостью (от 30 до 105 · 10⁻⁵ ед. СИ), что согласуется с аналогичными данными по одновозрастным отложениям юго-западного и центрального Крыма (разрезы Бельбек и Балки-Межгорье, соответственно). Возрастание магнитности пород связывается нами с интенсивным поступлением в палеобассейн сильномагнитного материала вследствие активизации денудационных процессов в Горном Крыму во время позднеберриасской орогении. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 08-05-00385).

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ВЕРХНЕВЕНДСКОЙ БАСИНСКОЙ СВИТЫ БАШКИРСКОГО МЕГААНТИКЛИНОРИЯ, ЮЖНЫЙ УРАЛ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

^аБаженов М.Л., ^бГолованова И.В., ^вДанукалов К.Н., ^гКозлов В.И., ^дЛевашова Н.М., ^еПавлов В.Э., ^жПучков В.Н., ^зСирота Г.С., ^иХайруллин Р.Р.

^аГеологический Институт РАН, Москва, namile2007@rambler.ru, mibazh@mail.ru;

^бИнститут геологии УНЦ РАН, Уфа, golovanova@anrb.ru, puchkv@anrb.ru; ^вИнститут Физики Земли РАН, pavlov-home@rambler.ru)

Для понимания истории формирования композитного Евразийского континента в течение фанерозоя нужно знать расположение его основных тектонических элементов в венде, так как этот интервал (600-550 млн. лет) отвечает основному времени мощных орогенических движений и укрупнения континентальных масс. Вендские отложения есть во многих местах, они изучались палеомагнитным методом, но полученные по ним в 60-70х годах результаты (Н.Ф. Данукалов, Р.А. Комисарова, П.Н. Михайлов, А.Н. Храмов и др.) сейчас не считаются надежными. Мы представим предварительные результаты палеомагнитного переизучения одного из членов докембрийского разреза Южного Урала – басинской свиты верхнего венда. Эта свита мощностью до 900 м состоит из зеленовато-сери-бурых полимиктовых песчаников и алевролитов, а ее вендский возраст основан в основном на косвенных данных и корреляциях. Изученные разрезы расположены на крыльях складок в западной части Башкирского мегантиклинория, где вендские породы не метаморфизованы, а основная складчатость имеет пермский возраст. Всего было изучено около 300 ориентированных образцов песчаников. При ступенчатом терморазмагничивании было найдено, что примерно в половине коллекции четко выделяется биполярная высокотемпературная компонента (НТ: D=59,4°; I=-42,3°; k=24, α₉₅=9,5; N=11), связанная с гематитом. Тесты складки и обращения для НТ положительны.

Однако полюс басинской свиты ложится близко к сегменту с возрастом 440 ± 20 млн. лет (конец ордовика – начало силура) кривой миграции полюса Балтики. В нашем докладе будут рассмотрены три варианта интерпретации: 1) Породы и их намагниченность вендского возраста, а согласие - случайность; 2) Породы вендского возраста, а их намагниченность возникла в конце ордовика - начале силура; 3) И породы, и их намагниченность имеют возраст 440-420 млн. лет.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ МОЩНЫХ ЛАВОВЫХ СЕРИЙ: ЧТО ТАКИЕ ДАННЫЕ МОГУТ СКАЗАТЬ О ДРЕВНЕМ ГЕОМАГНИТНОМ ПОЛЕ?

Баженов М.Л.

(Геологический Институт РАН, Москва, mibazh@mail.ru)

Наши знания о характеристиках геомагнитного поля очень быстро убывают вглубь времен, что очень генерализованно можно сформулировать так: 1) Для последних двух веков известны разложение поля на гармонические составляющие высоких порядков и его вариации (SV) с периодами менее года; 2) Для последних двух тысячелетий известны разложение поля на гармоники с порядком выше трех и SV с периодами в первые сотни лет; 3) Для последних 5 млн. лет доказано преобладание центрального осевого диполя при вкладе квадрупольной и октупольной составляющих заведомо менее 10%. Строго говоря, о SV известно только, что они были; недавний обзор показал, что даже казавшаяся надежно установленной зависимость амплитуды SV от географической широты не подтверждается новыми данными; 4) Для большей части «оставшихся» 4.5 млрд. лет твердо известно, что поле существовало и могло менять полярность; скорее всего, вклад недипольных составляющих никогда не превышал 30%; SV существовали, но об их характеристиках почти ничего неизвестно. В известной степени такая ситуация сложилась потому, что непропорционально большое внимание уделялось изучению «выкрутасов» поля (экскурсов, зон перехода), а не его стационарному состоянию. Когда же стало ясно, что остро не хватает именно стационарных данных, нашлось немного желающих заняться этой скучной работой.

Наиболее надежную информацию о древнем поле дают данные по мощным лавовым сериям (paleo-secular variation for lava, PSVL). В этом анализе использованы только те результаты, где: 1) Все образцы прошли полное ступенчатое размагничивание с последующим компонентным анализом; 2) Средние направления (или полюса, VGP) по потокам подсчитаны не менее чем по трем независимо отобраным образцам; 3) Все потоки и дайки отобраны в небольшом районе, в пределах которого тектонические движения исключены или маловероятны. Всего было использовано около 50 PSVL результатов: около 50% из них с возрастом менее 5 млн. лет, а остальные – от 5 до 250 млн лет. PSVL данных по палеозою нет вообще.

Результаты анализа могут быть суммированы следующим образом:

- Средние направления и полюса становятся статистически устойчивыми только при количестве изученных потоков $N \geq 15$, тогда как параметры (кучность, стандартное угловое отклонение), используемые для оценки магнитуды SV, статистически устойчивы при $N \geq 50$. Эти оценки верны, если среди анализируемых данных отсутствуют группированные направления (directional groups); в противном случае «минимальные» статистики еще больше;

- Ряд палеомагнитных данных указывает на то, что магнитуда SV может изменяться в несколько раз на интервале в первые (?) миллионы лет;

- Предполагавшиеся ранее зависимости амплитуды SV от времени на интервалах в 10-9 лет или от частоты инверсий статистически недостоверны;

- Опубликованные модели SV предсказывают, что распределения единичных векторов должны иметь удлинение (elongation) в направлении север-юг, что выполняется примерно в 50% случаев, а в остальных направлениях удлинения резко отличаются. Согласно этим же моделям, VGP должны иметь распределение Фишера,

тогда как наблюдаемые совокупности VGP имеют заметное удлинение примерно в половине случаев;

- Вопреки предсказаниям моделей SV, величина удлинения не показывает никакой систематической зависимости от широты, скорее всего потому, что этот параметр не является статистически устойчивыми даже при $N \sim 100$;

- Даже после детальных чисток и компонентного анализа в коллекциях могут присутствовать вторичные компоненты намагниченности, о чем свидетельствует отрицательный тест обращения;

- Существуют коллекции, в которых распределение единичных векторов совершенно несовместимо с любыми моделями поля и является, вероятнее всего, следствием влияния каких-то искажающих факторов, о природе которых, однако, можно только гадать.

СУЩЕСТВУЕТ ЛИ СВЯЗЬ МЕЖДУ ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА И ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ? ДИНАМИКА ВЕКОВЫХ ГЕОМАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ И АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ В XX СТОЛЕТИИ

^аБахмутов В.Г., ^бИванова Е.К., ^бМартазинова В.Ф., ^аМельник Г.В., ^бЧайка Д.Ю.

(^аИнститут геофизики им. С.И.Субботина НАН Украины; ^бУкраинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт НАН Украины и Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы)

Вопрос о связи климатических изменений с солнечной и геомагнитной активностью достаточно спорный. Есть много данных, свидетельствующих как в пользу доказательств такой связи, так и ее опровержения. В последнее время ученые снова вернулись к этой проблеме (*Le Mouel et al., 2005; Courtillot et al., 2007*), вызвав бурную дискуссию (*Bard and Delaygue, 2007; Courtillot et al., 2007*). Рассматривались связи как долговременных климатических изменений с длиннопериодными вариациями геомагнитного поля (по архео- и палеомагнитным данным), за последние несколько тысяч лет, так и изменения климата в XX столетии в сопоставлении с данными по геомагнитной активности по обсерваторским измерениям. В данной работе мы приводим некоторые предварительные результаты сравнения пространственно-временной структуры барического и геомагнитного полей в XX веке, по нашему мнению указывающих на существование непосредственной связи этих полей.

В результате меридионального осреднения январского поля давления воздуха для каждого десятилетия получена его интегральная характеристика для северного полушария. Это позволило провести анализ крупномасштабной циркуляции атмосферы, формировавшей погодные условия в каждом десятилетии. Выделенные максимальные значения этой характеристики соответствуют основным центрам действия атмосферы высокого давления в зимний период – Канадскому и Сибирскому антициклонам, а также зимнему Северо-Атлантическому гребню ($\sim 10^\circ$ в.д.); минимальные – центрам низкого давления – Исландской и Алеутской депрессиям и Европейской ложбине ($\sim 30^\circ$ в.д.). Построена временная диаграмма изменения крупномасштабной циркуляции атмосферы от десятилетия к десятилетию для XX века. По аналогии была получена интегральная характеристика для компонент и модуля полного вектора геомагнитного поля по коэффициентам IGRF для каждого

десятилетия XX века для $40 - 70^\circ$ с.ш. При сопоставлении кривых интегральных характеристик поля давления и полного вектора геомагнитного поля получено, что их минимумы и максимумы достаточно хорошо совпадают. Анализ временных диаграмм барического и геомагнитного полей в XX веке также показывает подобие их пространственно-временной структуры. Очевидно, что геомагнитное поле может влиять на барическое поле, но не наоборот. Рассматриваются возможные механизмы такой связи.

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ КОНЕЧНОГО ЧИСЛА СПИНОВ ИЗИНГА

Белоконов В.И., Нефедев К.В.

(Дальневосточный государственный университет, Институт физики и информационных технологий)

Магнитные свойства микроструктурированных материалов, к которым можно отнести и ферромагнитные зерна горных пород, могут определяться магнитными свойствами отдельных частиц и их взаимодействием. Нижний предел линейных размеров таких частиц, обусловленный квантовыми эффектами, имеет порядок 1 нм, в качестве верхнего предела, по-видимому, следует взять 10 нм, что соответствует количеству атомов $\sim 10^6$ и не превышает пределы однодоменности.

В данной работе рассматриваются процессы в системе конечного числа спинов Изинга в замкнутой цепочке и на плоской решетке и сравниваются с результатами, полученными в рамках развитого нами подхода, основанного на расчете функции распределения случайных полей обменного взаимодействия. Также проведены численные эксперименты по определению времени релаксации в системе конечного числа спинов Изинга.

Для одномерной и двумерной решеточных систем, состоящих из конечного числа частиц с прямым короткодействующим обменным взаимодействием между ближайшими соседями при достаточно низкой, но отличной от нуля температуре, энергетически более выгодными являются упорядоченные магнитные состояния. Равенство нулю средней намагниченности при отличном от нуля значении среднеквадратичной намагниченности означает смену знака спинового избытка с течением времени.

Подход, основанный на вычислении случайных полей взаимодействия, позволяет достаточно точно оценить критическую температуру, при которой система будет находиться в упорядоченном состоянии, однако переход в такое состояние происходит скачком.

ГЕОКИНЕМАТИКА ТЕРРЕЙНОВ АМУРСКОЙ ПЛИТЫ В ФАНЕРОЗОЕ

Бретштейн Ю.С.

(Институт тектоники и геофизики ДВО РАН, Хабаровск, yurybr2007@yandex.ru)

При сравнении позиций кембрийского полюса для Амурской (АП) и Северо-Китайской (СКП) плит на-блюдается их отчетливый разброс по склонению вдоль дуг малого круга с центрами вращения, приблизительно совпадающими с районами исследований. Аналогичные разнонаправленные развороты отдельных внутриплитных геблоков протерозойских, каменноугольных и юрских пород

подтверждаются результатами палеомагнитных исследований, проведенных на многих объектах дальневосточного региона. Рассматриваемые геоблоки, будучи расположенными на стыке Сибирской и Северо-Китайской плит и находясь в зоне «влияния» (взаимодействия) последних, имели сложный характер движений между этими смежными плитами, которые также подвергались разнонаправленным дифференцированным вращениям в процессе замыкания в направлении с запада на восток реликтового Палеоазиатского океана.

Траектории кажущегося движения палеополюса для АП и СКП близки, при этом позиции палеомагнитного полюса для юрских наложенных депрессий Амурской плиты располагаются ближе к мезозойскому участку ТКДП для Северо-Китайской плиты и в большей степени отличаются от немногих часто проблематичных юрских полюсов, имеющих для Сибири.

На примере палеомагнитного изучения мезозойских терригенных комплексов выполнена оценка смещений и вращений отдельных геоблоков друг относительно друга, которая показала отсутствие статистически значимого широтного дрейфа большинства геологических объектов Амурской плиты, сложенных позднеюрскими осадками, относительно Северо-Китайской плиты и фиксирует значимые их смещения по отношению к Сибирской плите.

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ ВЫВЕТРИВАНИЯ МАГНЕТИТА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ДРЕВНЕГО ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Бураков К.С., Начасова И.Е.

(Институт физики Земли РАН, burakov@mail.ru)

Одним из факторов, усложняющим определение напряженности древнего геомагнитного поля по остаточной намагниченности древней керамики, является химическое выветривание магнетита. Гидроокислы железа в ферромагнитной фракции керамики изначально отсутствуют, поскольку неустойчивы к нагревам. Но если керамика перестает использоваться и не подвергается последующим нагревам, содержащиеся в керамике частицы магнетита в присутствии воды и кислорода начинают подвергаться химическому выветриванию, в результате чего в ней появляются лимонит и гетит, при этом магнитная восприимчивость керамики несколько уменьшается. Наибольшему выветриванию подвержены фрагменты керамики, значительное время находившиеся вблизи поверхности на глубинах до 20 см.

Рассмотрены диагностические признаки выветривания магнетита. Присутствие лимонита определяется по росту магнитной восприимчивости после нагрева до температур порядка 100-200°C, при этом увеличивается и остаточная намагниченность, рост этой намагниченности можно воспринять как чистку вторичной, направленной обратно основной намагниченности, однако при чистке J_n переменным магнитным полем такой рост не наблюдается.

Гетит более устойчив к нагревам – он теряет воду в достаточно узком температурном интервале 275-300°C и превращается либо в гематит с аномально высокими магнитными свойствами либо в магнетит. У таких образцов наблюдается рост остаточной намагниченности при нагреве в интервале 270-315°C, и как и в случае с лимонитом, при этом резко увеличивается магнитная восприимчивость и анизотропия магнитной восприимчивости.

Наряду с гидроокислами железа в некоторых образцах присутствует маггемит, являющийся продуктом низкотемпературного окисления магнетитовых частиц. На диаграмме Арай-Нагаты для маггемит-содержащих образцов характерно резкое уменьшение величины J_n до температуры порядка 350°C, связанное с разрушением маггемита, и лишь незначительный рост величины $J_{гг}$ с увеличением температуры нагрева.

Степень выветривания магнетита можно оценить по величине некоторого коэффициента W , который показывает процентное соотношение выветрелой части магнетита к первоначальному содержанию магнетита в керамике.

НОВЫЕ ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ И ИЗОТОПНЫЕ ДАННЫЕ ПО РИФЕЙСКОМУ МАГМАТИЧЕСКОМУ КОМПЛЕКСУ СЕВЕРА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

^аВеселовский Р.В., ^бПавлов В.Э., ^вМайк Гамильтон, ^гШаццлло А.В., ^дПаверман В.И.

(^аИнститут физики Земли РАН; ^бГеологический факультет университета Торонто, Канада)

Начиная с 2000 года в пределах северо-западного склона Анабарского поднятия Сибирской платформы нами выполнялись палеомагнитные исследования рифейских осадочных пород и прорывающих их интрузий предположительно позднепротерозойского возраста. В 2007 году мы провели дополнительные полевые исследования как уже изученных, так и новых докембрийских объектов, расположенных в долинах рек Илья, Джогджо, Котуйкан и Котуй. Представленные в настоящей работе новые палеомагнитные и изотопные данные позволяют получить новый ключевой палеомагнитный полюс Сибирского кратона и существенно продвинуться в понимании его тектонической эволюции в связи с реконструкциями докембрийских суперконтинентов.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ЮГА СИБИРСКОГО КРАТОНА И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ

^аВодовозов В.Ю., ^бДиденко А.Н., ^вГладкочуб Д.П., ^гДонская Т.В., ^дМазукабзов А.М.

(^аГеологический факультет МГУ; ^бИнститут тектоники и геофизики ДВО РАН, Хабаровск; ^вИнститут земной коры СО РАН, Иркутск)

Представлены законченные результаты многолетних исследований раннепротерозойских постколлизийных образований юга Сибирского кратона, а именно гранитоидов шумихинского и саянского комплексов Шарыжалгайского и пород акитканской серии и дайкового чайского комплекса Байкальского выступов фундамента кратона. Палеомагнитное изучение дополнялось геологическими и изотопно-геохронологическими исследованиями и большей частью носило пионерский характер. Получено 7 новых палеомагнитных определений, что позволило втрое нарастить палеомагнитную базу данных по раннему протерозою Сибири. Четыре определения отвечают понятию «ключевого», это гранитоиды Шарыжалгай (1860 млн. лет), осадочные породы малокосинской свиты Байкальского хребта (1877 млн. лет) и чайской свиты Акитканского хребта (1863 млн. лет) и базитовые дайки обоих хребтов (1752 млн. лет). Другие определения менее обоснованы, но позволяют использовать их

для детализации раннепротерозойского тренда Сибирского кратона. Наши данные свидетельствуют о согласованном передвижении трех блоков, слагающих юг кратона – Шарыжалгай, Байкальского и Аkitканского хребтов, по крайней мере, начиная с 1860 млн. лет. Интерпретация новых палеомагнитных данных позволяет проследить перемещение Сибирского кратона в интервале времени от 1877 до 1752 млн. лет в южном направлении - из северных приэкваториальных (3-6°) широт в южные приэкваториальные (8-10°) широты. Эти определения позволяют тестировать гипотезы раннепротерозойских суперконтинентов, наши данные не противоречат вхождению Сибири в конце раннего протерозоя в состав суперконтинента Колумбия, при этом сочленение ее с Лаврентией проходило по южному краю Сибири и северной окраине Лаврентии. Кроме того, в палеомагнитной записи раннепротерозойских пород Байкальского хребта выделены следы регионального перемагничивания, которое связывается нами с внедрением неопротерозойского дайкового комплекса 740-780 млн. лет и является, таким образом, отражением единого импульса растяжения - распада суперконтинента Родиния.

ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА НА КИНЕТИКУ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЛЕПИДОКРОКИТОВ

Гапеев А.К., Грибов С.К., Долотов А.В.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН)

Изучена динамика изменения намагниченности насыщения J_S (в постоянном магнитном поле $H = 0,65$ Тл) в ходе изотермического ($T = 150-450$ °С, $t = 312$ часов) разложения в атмосфере воздуха природного порошкообразного лепидокрокита (γ -FeOOH). Данная фракция в отличие от ранее нами исследованной, в исходном состоянии характеризуется меньшим содержанием замещающих Fe ионов Mn (1% против 2%), а также отсутствием примеси гетита. Для индукционного периода начала термического разложения искомого лепидокрокита энергия активации E , рассчитанная по наклону кривых $J_S(T, t)$, составила $\sim 29,9$ кДж/моль (в интервале температур 175–450°С), для периода фазового перехода γ -FeOOH \rightarrow γ -Fe₂O₃ значение $E \sim 141,0$ кДж/моль (175–275°С), а для превращения γ -Fe₂O₃ \rightarrow α -Fe₂O₃ $E \sim 143,3$ кДж/моль (при $T \geq 250$ °С), что несколько отличается от соответствующих значений ($\sim 30,4; 146,0$ и $135,2$ кДж/моль), полученных в сопоставимых условиях в предыдущем исследовании. Эти различия в параметрах E приписываются влиянию Mn на реакционную способность: изоморфное вхождение последнего в кристаллическую решетку лепидокрокита стабилизирует его в отношении реакции дегидроксилирования, а также сужает область термической устойчивости образующейся в ходе дегидратации маггемитовой фазы.

Согласно расчетным оценкам увеличение концентрации марганца в кристаллической решетке лепидокрокита с 1 до 2% сокращает время термического перехода γ -FeOOH \rightarrow α -Fe₂O₃ в ~ 6 раз в условиях земной поверхности.

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ γ -FeOОН

Гапеев А.К., Грибов С.К., Долотов А.В.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН)

При исследовании кинетики реакции дегидратации лепидокрокита (γ -FeOОН) по изменению намагниченности насыщения в изотермических условиях обнаружено существенное (примерно на два порядка) уменьшение скорости процесса на стадии перехода γ -FeOОН \rightarrow γ -Fe₂O₃ при близких значениях энергии активации диффузии катионов. Данный факт объясняется 1) возможностью легкого удаления структурных гидроксил-ионов с реакционной границы, обусловленного развитием ориентированной открытой субмикropористости и фрагментацией исходных частиц на начальном этапе данного фазового перехода, 2) последующим торможением в удалении ОН-групп, связанным со снижением общей открытой пористости вследствие наложенных процессов коалесценции и залечивания пор. В итоге реакция дегидроксилирования лепидокрокита на стадии перехода γ -FeOОН \rightarrow γ -Fe₂O₃ развивается во времени крайне неоднородно по объему частиц. А именно характеризуется быстрым и, возможно, полным превращением в приповерхностных частях зерна, в результате чего, вероятно, образуется сплошная граница раздела, с последующим замедленным фазовым переходом вглубь объема частицы исходного реагента.

Данная интерпретация позволяет объяснить выявленную в ходе эксперимента особенность термического разложения лепидокрокита до маггемита – факт сосуществования маггемитовых фаз с существенно различными температурами Кюри, отражающими, вероятно, повышенное содержание остаточных гидроксил-ионов в кристаллической решетке шпинельной фазы внутренней части зерна.

ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА НА ПРОЦЕССЫ ХИМИЧЕСКОГО НАМАГНИЧИВАНИЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ ПРИРОДНЫХ ЛЕПИДОКРОКИТОВ

Гапеев А.К., Грибов С.К.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН)

Как показали наши кинетические исследования, изоморфные включения Mn в кристаллическую решетку лепидокрокита (γ -FeOОН) оказывают влияние на поля устойчивости как самого оксигидроокисла, так и продуктов его дегидратации. Поэтому правомерно ожидать влияния данного элемента-примеси и на динамику формирования составляющих химической остаточной намагниченности (CRM), обусловленной новообразованиями маггемита (γ -Fe₂O₃) и гематита (α -Fe₂O₃) в ходе дегидратации γ -FeOОН.

В данной работе лабораторное моделирование образования CRM во внешнем магнитном поле ($H=0,1$ мТл) выполнено в процессе изотермической дегидратации ($T=150-500$ °С, в течение $t = 312$ час) порошкообразных образцов природных лепидокрокитов, содержащих в структуре ~1 и 2 вес % Mn. Показано, что различие во временном поведении CRM действительно находится в полном соответствии с результатами изучения кинетики реакции дегидратации γ -FeOОН. Установлено, что увеличение содержания Mn в исходном соединении приводит к увеличению времени начала закрепления CRM образующейся маггемитовой фазы, уменьшению величины химического намагничивания и повышению ее устойчивости к воздействию

переменного магнитного поля на всех этапах разложения исследованных лепидокрокитов.

ОСОБЕННОСТИ СТАБИЛЬНОСТИ CRM, ПРИОБРЕТАЕМОЙ ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕГИДРАТАЦИИ ГИДРООКИСЛОВ Fe

^aГендлер Т.С., ^бГапеев А.К., ^бГрибов С.К., ^бЩербаков В.П., ^вДеккерс М.

(^aИнститут физики Земли РАН, Москва; ^бГО «Борок» ИФЗ РАН, ^вУниверситет (Утрехт))

Детальные и долговременные (до 450 часов) эксперименты по созданию химической намагниченности (CRM) при дегидратации двух различных модификаций гидроокислов железа гетита (α -FeOOH) и лепидокрокита (γ -FeOOH) показали как общие черты поведения приобретаемой CRM, так и некоторые различия. Основной общей особенностью CRM, закрепляющейся при относительно низких температурах (225-300°C), является ее значительная устойчивость на длительном временном интервале после достижения максимального значения. Эта стабильность CRM проявляется несмотря на разницу в исходных структурах, изначальном магнитном состоянии (гетит является слабым ферромагнетиком до 120°C, а лепидокрокит парамагнитен при комнатной температуре), цепочке реакции дегидратации (для гетита—это одностадийный процесс перехода в гематит, для лепидокрокита – двухстадийный - через образование маггемита). Такое поведение CRM противоречит классическим представлениям о росте химической намагниченности по мере увеличения вновь возникающих частиц ферри(о)магнетика от суперпарамагнитного до однодоменного состояния и последующем падении при образовании многодоменного состояния. Детальные структурные исследования с применением рентгеновской дифракции и ядерного γ -резонанса в интервале температур 4-300°K, а также комплекс терромагнитных измерений показали, что сценарий приобретения и закрепления CRM развивается на микроуровне и контролируется в первую очередь общим, характерным для обоих превращений, топотаксисом, при котором сохраняется основной кислородный каркас. Таким образом, CRM при медленном последном превращении может, очевидно, приобретаться не отдельными частицами с определенными границами, а небольшими областями, связанными магнитным взаимодействием в рамках одной кислородной сетки. Маггемит, возникающий при низкотемпературной дегидратации лепидокрокита, является устойчивым с $T_c \sim 450$ -500°C, а гематит, появляющийся уже на ранних стадиях процесса, не уменьшает величины CRM. При более высокотемпературной дегидратации лепидокрокита, процесс развивается достаточно быстро по всему объему и CRM не является стабильной: ее временная зависимость представляет собой характерный пик.

ГЕОМАГНИТНАЯ ИНВЕРСИЯ МАТУЯМА-БРЮНЕС: ЗАПИСЬ В ОТЛОЖЕНИЯХ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

Гнибиденко З.Н., Семаков Н.Н.

(Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН)

На основании комплексных литолого-минералогических, геолого-стратиграфических и палеомагнитных исследований начато изучение структуры записи геомагнитного поля верхней части хрона Матуяма, инверсии Матуяма-Брюнес

и хрона Брюнес. Для этого были исследованы три расчистки плейстоценовых отложений мощностью 14,7 и 1,4 м, представленных лессовидными суглинками, ископаемыми почвами, плотными суглинками и алевритами, в разрезе Мраморный в Новосибирском Приобье на юге Западной Сибири ($\varphi=54^{\circ}36'$ с.ш., $\lambda=83^{\circ}20'$ в.д.). Всего было отобрано и изучено из трех расчисток разреза Мраморный около 480 ориентированных образцов, представляющих 140 временных стратиграфических уровней. Часть из этих образцов отобрана сплошную, часть – через 10 и 20 см. Полевые исследования, анализ магнитных и палеомагнитных параметров исследуемых пород в трех расчистках позволили составить разрез переходной инверсионной зоны, а также до и после инверсионных интервалов всего разреза. Предыдущие рекогносцировочные исследования установили, что в палеомагнитном разрезе плейстоценовых отложений Мраморный выделены магнитозона Брюнес, переходный инверсионный интервал и верхняя часть магнитозоны Матуяма. Достоверность полученных палеомагнитных данных подтверждается определениями магнитных минералов-носителей намагниченности, природой этой намагниченности и компонентным анализом естественной остаточной намагниченности. Наблюдается дифференция отложений по типам пород (ископаемые почвы, лессы) для магнитной восприимчивости. Ступенчатое терморазмагничивание образцов пород хрона Брюнес и верхней части хрона Матуяма до 680°C позволило выявить двухкомпонентный состав естественной остаточной намагниченности. Первая низкотемпературная компонента разрушается в интервале температур $180\text{--}300^{\circ}\text{C}$ и имеет магнитовязкую природу. Вторая компонента, которая выделяется при температуре 350°C и выше является характеристической, ее главные носители – магнетит и гематит. Ряды склонения и наклонения, построенные по характеристической компоненте NRM, зафиксировали сложную последовательность обратных, промежуточных и прямых направлений в трех исследуемых расчистках разреза Мраморный. Эта последовательность отражает геомagnetную инверсию Матуяма–Брюнес с участками поля до инверсии и после нее.

Работа выполняется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 07-05-00582).

ТРАНСРЕГИОНАЛЬНАЯ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ НЕОГЕНОВЫХ ФОРМАЦИЙ

Гребенюк Л.В.

(Саратовский государственный университет)

Построена региональная магнитостратиграфическая схема неогеновых отложений юга Европейской России и Закавказья, базирующаяся на основе созданных местных схем Кавказской области, Северного Прикаспия и Нижнего Поволжья. Привязка магнитозон Кавказско-Каспийской схемы к хронам Общей магнитохронологической шкалы и магнитозонам Средиземноморской схемы затруднена из-за сложной структуры магнитной зональности всех модификаций палеомагнитной шкалы неогена. Для проведения дальних корреляций, выделенные в региональной магнитостратиграфической схеме неогена 92 магнитозоны прямой (N) и обратной (R) полярности сгруппированы в 16 ортозон.

Ситуацию осложняет биогеографическая изоляция Средиземноморского и Паратетического бассейнов в неогене, которая во многом ограничивает контрольные функции палеонтологии. Принципиальное значение в этом плане приобретают находки

океанского нанопланктона в разрезах Черноморской области, которые позволяют использовать при корреляции 13 нанопланктонных реперных уровней, указанных в работе Л.А.Невесской с соавторами (2003).

Согласно корреляционной схеме, кавказий и нижняя половина сакараула сопоставляются с аквитанским ярусом. Верхний сакараул по доминирующей N намагниченности коррелирует с нижним бурдигалом. Верхней половине бурдигальского яруса с его преобладающей R полярностью соответствуют суммарно коцахур и тархан. Эта корреляция подтверждается находкой нанопланктона зон NN4 и NN5 в тарханских отложениях. Чокракский региоярус последовательно магнитозон (N-R-N) аналогичен лангию и низам сerratavia, что корреспондирует с находкой в чокраке нанопланктона зоны NN5. Крупная Rn зона в объеме карагана, конки и нижнего сармата структурно близка сочетанию хронов C5AB-C5g, эквивалентных верхней половине сerratavia. В обеих схемах этому интервалу отвечают планктонные зоны NN6-NN8. Средний сармат по реперной N зоне и находкам нанопланктона зон NN8-9 сопоставляется с низами тортона (хрон C5n). Верхний сармат со сложным чередованием магнитозон соответствует верхней половиной тортона, что подтверждается сопоставлением нанопланктонных зон NN9-10 в региональной шкале и схеме Средиземноморья. Мэотический региоярус соответствует верхам тортона и нижней половине мессиния, чему не противоречат находки в верхнем мэотисе нанопланктона зоны NN 11.

Понтический ярус с доминирующей R намагниченностью соответствует верхам мессиния-низам занкляя. Этот вывод согласуется с микропалеонтологической характеристикой. Данные по обратной намагниченности киммерия и находки в нем нанопланктона зон NN11 – NN13 позволяют сопоставлять последний с занклием Средиземноморья. Ортозоны N-Гаусс и R-Матуяма, зафиксированные в акчагыле, коррелируют с хронами C2An и C2r общей магнитохронологической шкалы соответственно. Найденный нанопланктон зон NN17 и NN 18 свидетельствует о соответствии акчагыльского яруса пьянценцию и гелазию Средиземноморья. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 07-05-00353.

МАГНИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ В ПАЛЕОМАГНИТНОМ ОТНОШЕНИИ РАЗРЕЗАМ ЮРЫ РУССКОЙ ПЛИТЫ

Гужиков А.Ю., Пименов М.В., Маникин А.Г.

(Геологический факультет Саратовского госуниверситета)

Многие опорные разрезы юры Русской плиты представляют собой крайне неблагоприятные в палеомагнитном отношении объекты, ввиду ряда факторов (слабой естественной магнитности пород, переработки отложений гипергенными процессами, наличия конденсированных толщ и др), в то время как магнитополярные данные по ним могли бы иметь ключевое значение для решения целого ряда актуальных проблем инфразональной стратиграфии и детальных бореально-тетических корреляций. В последние годы авторами проведено магнитостратиграфическое изучение ряда подобных разрезов юры Русской плиты и показана возможность получения по ним магнитополярных определений.

Разрез бата – келловея с. Просек (Нижегородская обл.) представлен породами с явными признаками гипергенного окисления. В результате магнитных чисток избавиться от влияния жесткой компоненты, связанной с гидроокислами железа, в

большинстве образцов не удалось. Характеристическая компонента намагниченности выделена методом пересечения больших кругов, а рассчитанный по ней ВГМП близок к полюсу соответствующего возраста для стабильной Европы. Мы полагаем, что перемагничивание пород произошло во время одного из геомагнитных экскурсов, возможно Гетеборг, который был сопряжен с окончанием последней эпохи оледенения. Потепление климата сопровождалось максимальным увлажнением разреза. Окисление пород, вероятно, шло в разных пластах с разной скоростью, и за время переработки пластов процессами окисления конфигурация геомагнитного поля могла измениться несколько раз, за счет быстрого смещения полюса в эпохи экскурсов. В результате в разных слоях могли оказаться стабилизированными различные направления намагниченности.

Разрезы пограничного интервала юры и мела у с. Городищи (Ульяновская обл.) и п. Кашпир (Самарская обл.) представляют собой конденсированные слои песчаников с фосфоритами, но, вместе с тем, являются самой полной последовательностью средневожжских – берриасских зон на Русской плите. Палеомагнитные исследования разрезов обнаружили, что в них закономерно чередуются магнитозоны прямой и обратной полярности. В разрезе Кашпир наблюдаются магнитные текстуры, фиксирующие, по мнению авторов, косослоистые текстуры осадков. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 08-05-00385).

ПОЛОЖЕНИЕ И КИНЕМАТИКА ДЗАБХАНСКОГО ТЕРРЕЙНА В ПОЗДНЕМ РИФЕЕ ПО ПАЛЕОМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

^aДворова А.В., ^bКозаков И.К., ^{b,a}Диденко А.Н.

^aМосква, Геологический институт, a_dvorova@mail.ru; ^bСанкт-Петербург, Институт геологии и геохронологии докембрия РАН; ^bХабаровск, Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН

По последним представлениям (*Ярмолюк и др., 2008*) Дзобханский микроконтинент в раннем рифее существовал как фрагмент краевого участка суперконтинента Родиния, затем в процессе рифтогенеза на рубеже, примерно, 755 млн. лет он вышел из состава Родинии. Нами была предпринята попытка определить возможное положение Дзобханского микроконтинента в позднем рифее. На западе Дзобханского террейна (46.9°N, 96.5°E) были отобраны, а затем изучены трахириолиты, принадлежащие рифейскому вулканическому комплексу дзобханской серии (*Тектоника МНР, 1974*). В районе г. Яман-ула в поле трахириолитов имеется крупный (7,5×4,5 км) массив щелочных гранитов, возраст которых составляет 752 ± 3 Ма (*Ярмолюк и др., 2008*).

В изученных трахириолитах выделяются две интерпретируемые компоненты намагниченности. Первая компонента намагниченности (A_1) выделяется в гранитах и лавах из экзоконтактовых зон с гранитами в интервале от от 200°-610°C (23 обр., $Dec_g = 68,6^\circ$; $Inc_g = -56,0^\circ$; $K = 23,4$; $\alpha_{05} = 6,4^\circ$). Вторая (A_2) – выделяется в непрогретых гранитами лавах в интервале от 200 до 600°C (19 обр., $Dec_g = 70,0^\circ$, $Inc_g = 20,1^\circ$; $K = 16,0$; $\alpha_{05} = 8,7^\circ$). В гранитах (30 образцов) выделяется также компонента с очень высокими наклонениями: $Dec_g = 210^\circ$; $Inc_g = -85^\circ$; $K = 26,5$; $\alpha_{05} = 5,2^\circ$. В основном, эта компонента выделяется в среднетемпературном интервале от 350° до 500°C, ее природа, вероятно, вторична.

Таким образом, в гранитах и лавах экзоконтактовой зоны выделяется высокотемпературная компонента NRM (A_1), возраст которой можно связать по времени с внедрением гранитов Яманульского массива в лавы дзабханской серии. Дзабханский микроконтинент ~750 Ма назад мог располагаться между 30-44°N, если принять полярность этой компоненты как обратную. Время образования высокотемпературной компоненты NRM в лавах (A_2) на удалении от интрузии от 777 ± 6 Ма (*Zhao et al., 2006*) до 752 ± 3 Ма (*Ярмолюк и др., 2008*). Осложняет интерпретацию этого направления отсутствие четких элементов залегания в лавах; по нашим данным угол наклона лав составляет от 5 до 50° на ЗСЗ. Если мы не ошиблись с оценкой залегания лав, то Дзабханский микроконтинент в это время мог располагаться в приэкваториальных широтах южного полушария. Работа выполнена в рамках интеграционной программы ОНЗ РАН «Строение и формирование основных геологических структур подвижных поясов и платформ» (проект № 09-I-ОНЗ-10) и при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-05-00223а).

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРИОДА ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ, ПРИЧИНЫ, СВЯЗЬ С VDM

Земцов В.А.

(Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, zemtsov@krc.karelia.ru)

Продолжительность современных звездных суток на Земле, т.е. период $e\Delta$ вращения, $T \approx 86164$ с. Однако исследования количества годовых колец роста разновозрастных окаменелостей показывают, что 550 млн лет тому назад T был короче на 3 ± 1 час. Историческое замедление вращения Земли связано с эволюцией лунной орбиты. Известно, что теперь $e\Delta$ радиус увеличивается на $3,82 \pm 0,07$ см/год. Кроме того, космические исследования дали величину $d\Omega/dt$, которая численно подтверждает увеличение T в фанерозое, имевшее примерно линейный характер. Более детальное рассмотрение кривой изменения T для интервала от 350 до 200 млн лет (начала юры) позволяет сделать вывод о том, что в это время замедление вращения Земли происходило значительно быстрее, чем в начале и особенно в конце фанерозоя. Этот факт не совсем согласуется с известными данными о величинах диссипации приливной энергии меридиональной волны M_2 в геологическом времени. Примерно в это же время (350-150 млн. лет) скорость роста радиуса лунной орбиты, напротив, должна была быть не пониженной, а повышенной. Следовательно, существовали и другие факторы, в той или иной степени затормаживавшие вращение Земли: глобальные оледенения, временно сокращавшие массу мирового океана, движения литосферных плит и т.д. Однако согласно расчетам энергии диссипации за $s\Delta t$ медленных вращений континентов составляет примерно 1×10^7 Вт. Такими малыми величинами в сравнении с энергией океанских приливов можно пренебречь. Сопоставление кривой T с известными результатами исследований по палеонапряженности геомагнитного поля показывает, что вероятное постепенное уменьшение VDM во время от 350 до 250 млн лет пропорционально увеличению T , т.е. уменьшению угловой скорости вращения мантии. Этот процесс должен был сопровождаться временным увеличением $\Delta\Omega$ между мантией и внутренним ядром, которое как бы “запоминает” угловую скорость вращения мантии предшествующих эпох. Ещё одно подобное уменьшение Ω земной мантии просматривается в интервале 1,0 – 0,6 млрд. лет, когда продолжалось

наращивание континентальной литосферы и формировалась Гондвана. Известные значения VDM были тогда также значительно меньше чем на современном уровне и в предшествующем времени. Для докембрия сделать количественные оценки не только VDM, но и T становится много сложнее – мы находимся в самом начале решения этой проблемы.

ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ В НАЗЕМНЫХ ОСАДКАХ. ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ВЛИЯНИЮ СМАЧИВАНИЯ И МОДЕЛЬ ЖЁСТКОЙ МАТРИЦЫ

Зубов А.Г.

(Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН)

В результате проведения эксперимента по смачиванию осадков в геомагнитном поле выделена в полном формате вызываемая этим процессом постседиментационная остаточная намагниченность (PDRM). Выяснилось, что она обладает свойством обратимости, то есть в значительной степени распадается при высушивании без поля. Это свойство предлагается применить для специальной магнитной чистки естественных и техногенных вторичных PDRM в образцах осадков. Обнаружилось также, что при смачивании частично разрушилась вязкая компонента в образцах, где она была до опыта. Для объяснения выявленных свойств PDRM предлагается модель жёсткой матрицы, которая позволяет понять причины обратимости PDRM и её неполноты. Эта модель также позволяет представить при каких условиях может возникать анизотропия PDRM, которая пока считается невозможной. Рассмотрение разных механизмов воздействия позволяет объяснить сходство и различие воздействий увлажнения и обезвоживания, понять причины известного свойства аддитивности PDRM при высушивании осадков. Анализ привёл к идее о возможности существования ещё одного типа PDRM во влагонасыщенных осадках, сходного по свойствам с вязкой намагниченностью.

КОМПОНЕНТЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ КРАСНОЦВЕТОВ ДОНБАССА: К ВОПРОСУ ЗАНИЖЕНИЯ НАКЛОНЕНИЯ

^aИосифиди А.Г., ^aХрамов А.Н., ^aПопов В.В., ^bМас Ниокаил К., ^bДеккерс М.

(^aВсероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт;

^bОксфордский университет, г. Оксфорд, Великобритания; ^bУтрехтский университет, г. Утрехт, Нидерланды)

Красноцветные осадочные породы, из-за сравнительно высоких значений естественной остаточной намагниченности (ЕОН) являются одним из основных объектов палеомагнитного изучения. Однако, время образования ЕОН этих пород часто трудно определяемо из-за того, что носителями их ЕОН, как правило, являются две разновидности гематита: крупные зерна гематита (спекулярит) и тонкозернистый красный пигмент. Обе разновидности часто являются продуктами процессов диагенеза, растянутым во времени и могут фиксировать направление более молодого геомагнитного поля, чем возраст самой породы. Кроме того, крупные частицы гематита подвержены механическому вращению и уплощению в процессе консолидации осадка. Нами были изучены позднекаменноугольные и раннепермские горные породы Донбасса, в разрезах представленных переслаивающимися

сероцветными и красноцветными осадочными породами. По образцам пород, в которых среди магнитных минералов преобладают магнетит и пигментный гематит получены направления характерной компоненты ЕОН, хорошо согласующиеся между собой и с референсным направлением геомагнитного поля для данного возраста. В тоже время в образцах, содержащих значительное количество обломочного гематита, характерная компонента ЕОН имеет наклонение в среднем на 10-15 градусов меньше, чем референсное. Это указывает на то, что образование пигментного гематита произошло на раннем этапе формирования породы и несомая им характерная компонента ЕОН может рассматриваться как первичная. В тоже время компонента записанная частицами детритового гематита, является искаженной влиянием их уплощенной формы на их ориентацию в геомагнитном поле. Разделение этих двух компонент в ряде случаев возможно при условии проведения детального терморазмагничивания в высокотемпературных интервалах, близких к деблокирующим температурам детритового гематита. Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ 07-05-00377а.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ НЕКОТОРЫХ НЕОАРХЕЙСКИХ И ПРОТЕРОЗОЙСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД УКРАИНСКОГО ШИТА

^а**Иосифиди А.Г.**, ^б**Бахмутов В.Г.**, ^в**Арестова Н.А.**

^аВсероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт;

^бИнститут геофизики им. С.И. Субботина Национальной академии наук Украины;

^вИнститут Геологии и Геохронологии Докембрия Российской Академии Наук)

Палеомагнитная изученность раннедокембрийских изотопно датированных объектов Украинского щита явно недостаточная. К настоящему времени проведено палеомагнитное изучение монцитов и песчаников с возрастом 2,0-1,8 млрд лет в Северо-западном и Ингульцком блоках, анортозотов Коростеньского массива в Северо-западном блоке а также не датированных базитовых даек предположительно палеопротерозойского возраста (*Elming et al., 2001*). Кроме того, изучены раннепротерозойские диориты Микашевичского батолита и итрузивного пояса сарматского сегмента, севернее Украинского щита (*Iosifidi et al., 1998*).

Нами проведено палеомагнитное изучение коллекции изотопно датированных раннедокембрийских интрузивных пород различных блоков Украинского кристаллического щита. В Средне-Приднепровском блоке изучены калиевые граниты Мокромосковского массива. Образцы для палеомагнитных исследований отбирались в Янцевском Карьере из серых мелкозернистых двуслюдяных гранитов. U-Pb изотопный возраст гранитов по циркону составляет 2827 ± 7 млрд лет (*Щербак и др., 2005*). В Приазовском блоке изучены гранодиориты Осипенковского массива. U-Pb изотопный возраст гранодиоритов по циркону 2800 ± 30 млн лет (*Артеменко и др., 1985*). В Днестровского-Бугском блоке исследования проводились в карьере “Казачий яр”. Породы карьера представлены эндебритами, которые метаморфизованы в условиях гранулитовой фации. Возраст эндебритов определён U-Pb методом по циркону 3600 млн. Эндебриты прорваны серией базитовых даек мощностью от 1,5 до 3 метров. Возраст долеритовых даек 1950 ± 4 млн. лет (*Степанюк, 2000, автореферат*) близок к возрасту наложенного гранулитового метаморфизма. Наиболее значимые результаты получены по породам, отобраным в карьере “Казачий яр”. В большинстве случаев естественная остаточная намагниченность (ЕОН) изученных образцов горных пород

имеет двухкомпонентный состав. Кроме компоненты ЕОН, связанной с вязким перемагничиванием современным геомагнитным полем, наиболее статистически значимое направление характерной компоненты ЕОН, полученное по образцам вмещающих пород и части образцов дайки, хорошо согласуется с девонским участком траектории миграции палеомагнитного полюса для Русской платформы (*Smethurst et al., 1998*). Это перемагничивание пород может быть связано с процессами, происходившими при образовании Днепровско-Донецкого авлакогена (девонская эпоха). По части образцов дайки выделяется компонента ЕОН близкая к направлениям возраста 2000 млн. лет для восточно-европейского кратона (*Elming et al., 1993*). По более древним породам на данном этапе работ статистически значимых палеомагнитных направлений ЕОН (кроме современной компоненты) выделить не удалось. Работа выполнена при финансовой поддержке проекта 08-05-90416 Украина.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ВУЛКАН СВЕРРЕФЬЕЛЛЕТ (О. ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН): ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ДАННЫЕ

^aИосифиди А.Г., ^bГуревич Е.Л., ^bТюкова О.С.

(^aВсероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт;

^bСанкт-Петербургский государственный университет, Геологический факультет)

Вулкан Сверрефьеллет самый крупный и молодой на арх. Шпицберген ($\varphi = 79,45^\circ$; $\lambda = 13,37^\circ$). Вулкан очень похож на современный классический вулкан с правильной конической формой постройки. Абсолютная отметка его вершины — 506 м над уровнем моря. Вулкан Сверрефьеллет сформировался за два этапа: 11000-10000 и 9000-6000 лет назад и сложен в основном мелкозернистыми туфами, рыхлыми пирокластами шлакового облика и отдельными лавовыми потоками. Проведено палеомагнитное исследование образцов отобранных из лавовых потоков и перидотитов. По изменениям магнитной восприимчивости при нагреве и последующем охлаждении и деблокирующим температурам выделения характерной компоненты естественной остаточной намагниченности (ЕОН) проведена оценка магнитных минералов – носителей ЕОН. Основными магнитными минералами в изученных горных породах являются катион-дефицитные титаномагнетиты. Температуры Кюри лежат в интервалах от 80°C до 115°C и от 300°C до 340°C . По результатам ступенчатого размагничивания переменным магнитным полем и температурой выделяется одна компонента ЕОН. Однокомпонентность ЕОН и высокие значения фактора Q (от 2 до 100) указывают на то, что естественная остаточная намагниченность имеет термоостаточную природу. Направление выделенной компоненты ЕОН следующее: $M/N/n = 5/23/48$, $D = 55^\circ$, $I = 83^\circ$, $K = 524$, $\alpha_{95} = 3^\circ$, $\Phi = 79^\circ$, $\Lambda = 91^\circ$, $dp = 6^\circ$, $dm = 6^\circ$, $\varphi_m = 76^\circ$.

ДАнные ПАЛЕОМАГНИТНОГО ИЗУЧЕНИЯ РАЗРЕЗА ПАЛЕОЗОЯ (D3-C1) Р.
ТАЛОТА, ТИМАНО-ПЕЧОРСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

^аИосифиди А.Г., ^аХрамов А.Н., ^аПопов В.В., ^аПавлова К.Г., ^аКомиссарова Р.А.,
^аТомша В.А., ^аЖуравлев А.В., ^аЕременко Н.М., ^аВевель Я.А., ^аНиколаев А.И.,
^аДанилова А.В., ^бСальная Н.В.
(^аВНИГРИ, С.-Петербург; ^бСПбГУ, С.-Петербург)

В 2008 г. в рамках работ по созданию геолого-геофизической модели строения северной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции были проведены полевые исследования с отбором образцов на стратиграфические, литологические, палеомагнитные, и палинологические исследования в районе нижнего течения р. Талота. Разрез сложен осадочными породами позднедевонского-раннекаменноугольного возраста. Палеомагнитное изучение коллекции проводилось по общепринятой методике. Детальная термочистка (начиная с $T = 100^{\circ}\text{C}$ шаг нагрева составлял 35°C) образцов позволила выделить 2 компонента J_n . Первая компонента А прямой полярности, послескладчатая, имеет направление, близкое современному направлению геомагнитного поля и отражает процесс магнитовязкого перемагничивания пород. Вторая компонента В имеет направление $D = 227^{\circ}$, $I = -69^{\circ}$, $n = 129$, $\alpha_{95} = 2$, которому соответствует палеомагнитный полюс $\Phi = 63^{\circ}\text{N}$, $\Lambda = 161^{\circ}\text{E}$, $d_p/d_m = 3^{\circ}/3^{\circ}$. Монополярная компонента В (тест складки неопределенный), видимо, имеет C_2 - P_2 возраст, т.е. относится к гиперзоне Киама (316-260 млн. лет). Ожидаемое направление В-компоненты в районе отбора должно быть следующим: $D_0 = 240^{\circ}$, $I_0 = -54^{\circ}$ (для обратной полярности), что не соответствует полученному. Это расхождение можно объяснить, предположив, что перемагничивались в перми уже наклоненные слои. Сейчас слои падают на северо-восток под углами 10° - 30° . Элементы залегания пород во время этого перемагничивания определяются путем совмещения ожидаемого направления с наблюдаемым направлением В-компоненты. Эта задача является обратной переводу направлений из географической системы координат в стратиграфическую. Выполнение такой операции позволяет вычислить элементы залегания пород в момент перемагничивания: азимут падения 257° , угол падения 16° . Послепермская перестройка структуры, вероятно, связана с формированием надвигов и общим поднятием блока.

Выполненные исследования показали существенно более сложное геологическое строение района, чем предполагалось ранее. Выявленная надвиговая структура, вероятно, является частью Вашуткино-Талотинской зоны надвигов северо-западного простирания.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ УЛЬТРАБАЗИТОВ МАССИВА КОНДЕР И ОЦЕНКА ЕГО
ВОЗРАСТА

Каретников А.С.

(Институт тектоники и геофизики им. Ю.А.Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск)

Проведено палеомагнитное исследование ультраосновных пород (дунитов, клинопироксенитов, косьвитов) массива Кондер. Приведены аргументы в пользу первичности и термоостаточной природы выделенных для них некоторых характеристических компонент намагниченности. Координаты вычисленных по ним палеомагнитных полюсов составляют для: а) дунитов – $P_{lat} = -2^{\circ}$; $P_{long} = 178^{\circ}$; $d_p = 5^{\circ}$; $d_m =$

8°; в) клинопироксенов – $P_{lat} = -2^\circ$; $P_{long} = 181^\circ$; $d_p = 6^\circ$; $d_m = 10^\circ$; в) косьвитов – $P_{lat} = -71^\circ$; $P_{long} = 206^\circ$; $d_p = 5^\circ$; $d_m = 6^\circ$. В результате сопоставления полученных палеомагнитных полюсов с известными моделями траектории кажущейся миграции полюса Сибирской платформы возраст дунитов и клинопироксенов предполагается как раннепротерозойский, косьвитов — раннемеловой. Возраст массива в целом определяется в настоящей работе как раннепротерозойский (1000-950 млн. лет).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ ПОЛЯРНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

Клайн Б.И., Куражковский А.Ю., Куражковская Н.А.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН, klain@borok.yar.ru)

Исследована статистика распределения длин полярных интервалов. Показано, что распределение с высоким уровнем достоверности описывается степенной функцией с показателем $\alpha = -1.5$. Это демонстрирует возможность того, что инверсии магнитного поля происходят хаотическим, и даже более того, “катастрофическим” образом. Известно, что глобальные тектонические процессы тесно связаны с геомагнитными, можно предположить, что и они не имеют строгой периодичности и следуют статистике “катастроф”.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МАГНИТОСТРАТИГРАФИИ ТИТОНА ГОРНОГО КРЫМА

^аКожен В.С., ^аГужиков А.Ю., ^аЯмпольская О.Б., ^аБагаева М.И., ^бАркадьев В.В.

(^аГеологический факультет Саратовского государственного университета; ^бГеологический факультет Санкт-Петербургского государственного университета)

Проблема детальной бореально-тетической корреляции пограничного интервала юры и мела остается актуальнейшей задачей современной стратиграфии. В настоящее время стало очевидным, что она не может быть решена только на палеонтологической основе без привлечения независимых методов, в первую очередь, палеомагнитного. Магнитостратиграфические данные по титонскому ярусу крайне малочисленны, поэтому актуальность новых материалов по титону Крыма не вызывает сомнений.

Проведено палеомагнитное опробование двух разрезов титонского яруса Восточного Крыма (Феодосийский район): п. Орджоникидзе и Двужкорная бухта. Оба разреза имеют флишеидный тип, сложены преимущественно глинами и известняками. В разрезе Орджоникидзе (мощность > 60 м) представлена кровля кимериджа и нижнетитонский подъярус. Граница кимериджа-титона обоснована находками аммонитов. Разрез Двужкорная бухта наращивает предыдущий (с перерывом в опробовании неустановленной мощности) и начинается с палеонтологически «немых» пачек (мощностью ~ 70 м). Вышележащая часть разреза (мощностью более 130 м) относится к верхнетитонскому подъярусу, что также установлено по находкам аммонитов. В разрезе Орджоникидзе ориентированные образцы взяты с 54, а в разрезе Двужкорная бухта – с 95 стратиграфических уровней.

Проведены магнитные чистки образцов переменным магнитным полем. По результатам компонентного анализа построена предварительная палеомагнитная колонка, ориентируясь на которую можно сделать следующие выводы: 1) палеомагнитная структура пограничного интервала кимериджа-титона Крыма согласуется с магнитополярной характеристикой одновозрастных отложений в разрезе Contrada Fornazzo (Сицилия) (*Pavia et. al., 2004*), который является претендентом на

роль GSSP титонского яруса; 2) низы разреза Двужорная бухта («немые» пачки) характеризуются, в основном, прямой полярностью и, судя по сопоставлению с магнитохронологической шкалой, относятся к верхнему титону, поскольку нижнему титону свойственна преимущественно обратная полярность.

Проведены петромагнитные исследования собранной коллекции образцов: измерения магнитной восприимчивости, ее анизотропии, FD фактора, гистерезисных характеристик и термокаппы. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 08-05-00385).

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ АНИЗОТРОПИИ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ В ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ

^{а,б}Константинов К.М., ^{б,в}Константинов И.К.

(^аЯкутское научно-исследовательское геологоразведочное предприятие ЦНИГРИ АК «АЛРОСА»,

г. Мирный; konstantinov@cnigri.alrosa-mir.ru; ^бИнститут земной коры СО РАН, г. Иркутск,

palmag@crust.irk.ru; ^вИркутский государственный университет, г. Иркутск)

При поисках коренных месторождений алмазов (кимберлитовые трубки, жилы) изучение анизотропии магнитной восприимчивости (AMS) горных пород (кимберлиты, траппы, вмещающие и перекрывающие терригенно-осадочные образования) практически не проводилось. Исследования AMS горных пород Западной Якутии последних лет показали, что эти данные могут быть использованы при решении таких вопросов как:

1. Поиски коренных месторождений алмазов по направлению сноса терригенно-осадочных образований позднего палеозоя-мезозоя;

2. Поиски кимберлитовых тел по окружающим их ореолам эпигенеза вмещающих раннепалеозойских образований;

3. Определение глубины эрозионного среза кимберлитовых трубок;

4. Изучение условий (скорость движения кимберлитовой магмы) сохранности алмазов;

5. Анализ тектонофизической обстановки алмазоперспективных территорий;

6. Палеомагнитный анализ природы векторов ЕОН;

7. Петромагнитное картирование палеовулканических структур (ПВС) траппов пермо-триаса восточного борта Тунгусской синеклизы.

При дальнейшем изучении AMS горных пород спектр решения прикладных задач поисков коренных месторождений алмазов будет расширяться.

ПАЛЕОНАПРЯЖЁННОСТЬ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ ПЛЕЙСТОЦЕНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗ. БАЙКАЛ

Крайнов М.А.

(Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, susel_usel@mail.ru)

Было проведено изучение палеонапряжённости донных осадочных отложений оз. Байкал верхних 70 м скважины ВДР-99, пробуренной в рамках проекта «Бурение на Байкале и Хубсугуле». При средней скорости осадконакопления 16,15 см/тыс. лет,

самый древний возраст исследуемых образцов составил 430 тыс. лет. Для измерений образцы ступенчато размагничивали в переменном магнитном поле (величина поля составляла 10, 20 и 40 мТл), изолировав от внешнего поля Земли, после чего на спин-магнитометре JR-4 измерялся вектор намагниченности. После каждого цикла размагничивания образцы ориентированно намагничивали в поле Земли при тех же величинах переменного магнитного поля. При этом намагниченность образцов не достигала насыщения. Относительная величина палеонапряжённости рассчитывалась как отношение модуля вектора J_n к модулю вектора J_r .

Данное исследование ставило целью решение следующих задач: установление корреляции между мировой шкалой палеонапряжённости и экспериментальными данными, позволившей получить независимую датировку керна; подтверждение достоверности экскурсов, выделенных по наклонению магнитного поля в осадках скважины; определение наличия связи между изменениями напряжённости магнитного поля и палеоклиматом. Результатом работы явилось нахождение соответствия между мировой шкалой палеонапряжённости и данными, полученными с байкальского керна. Полученная датировка хорошо совпала с возрастной моделью, полученной иными методами.

ИЗМЕНЕНИЕ ПАЛЕОНАПРЯЖЁННОСТИ В ПОСЛЕДНИЕ 350 МЛН. ЛЕТ

Куражковский А.Ю., Куражковская Н.А., Клайн Б.И.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН)

Обобщены авторские и литературные данные, полученные по осадочным породам, о поведении палеонапряжённости в последние 350 млн. лет. Проведено их сопоставление с результатами определения палеонапряжённости по термонамагнитным породам (PINT08). Обсуждаются причины различия общих тенденций изменения палеонапряжённости, полученной по осадочным и термонамагнитным породам.

ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКИЙ КРАТОН В МЕЗОПРОТЕРОЗОЕ: НОВЫЕ ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ДАННЫЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Лубнина Н.В.

(МГУ)

Существование палеопротерозойского суперконтинента обсуждается около 20 лет. Основываясь на геологических корреляциях между современной северной окраиной Восточно-Европейского кратона с Лаврентией и Гренландией, Ч. Говер с соавторами (Gower *et al.*, 1990) предположили их взаимосвязь в среднем протерозое в составе мегаконтинента Нена (NENA = North Europe-North America). По межконтинентальным корреляциям для палео-мезопротерозоя Лаврентия и Сибирь также включены в суперконтинент Колумбия (Gower *et al.*, 1990; Rogers, 1996; Hoffman, 1997; Condie, 2002; Meert, 2002; Rogers and Santosh, 2002; Condie, Rosen, 2004; Позен, 2003; Позен и др., 2007; Pisarevsky *et al.*, 2008, Zhao *et al.*, 2004 и др.). Большинство моделей предполагает формирование этого суперконтинента ~1.8 млрд. лет назад, а частичный или полный его распад в интервале 1.65-1.20 млрд. лет (Buchan *et al.*, 2000; Rogers and Santosh, 2002; Condie, 2002; Zhao *et al.*, 2004 и др.).

Позиция Восточно-Европейского кратона (ВЕК) в составе суперконтинента Колумбия, особенно в начале мезопротерозоя, до настоящего времени остается дискуссионной.

Палеомагнитные исследования мезопротерозойских магматических комплексов Северного Приладожья, провинции Даларна (Центральная Швеция), о. Борнхольм (Дания) и Башкирского антиклинория (Южный Урал) позволили восстановить тренд перемещения ВЕК в интервале 1.5-1.3 млрд. лет. Полученные данные свидетельствуют о перемещении кратона в низкие южные широты с одновременным разворотом против часовой стрелки в течение мезопротерозоя. Смена знака вращения и широтное смещение на $\sim 15^\circ$ в южном направлении отмечается в интервале 1.45-1.38 млрд. лет. Геологические данные свидетельствуют о возможном начале частичного распада суперконтинента Колумбия в интервале 1.45-1.40 млрд. лет (*Bogdanova, Lubnina, 2009*). В интервале 1.27-1.10 млрд. лет происходит резкая смена знака вращения ВЕК и дальнейшее перемещение в южном направлении.

На основании сопоставления угловых расстояний между парами разновозрастных полюсов ВЕК, Лаврентии и Сибири показано, что максимальная сборка суперконтинента Колумбия произошла ~ 1.8 млрд. лет назад. В интервале 1.8-1.1 млрд. лет Восточно-Европейский кратон, Лаврентия, Сибирь и Северный Китай имели сходный характер движения в составе единого суперконтинента Колумбия, окончательный распад которого произошел в конце мезопротерозоя.

ЗАПИСЬ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ НАПРЯЖЁННОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОХОТСКОГО МОРЯ (ПОЗДНИЙ ПЛЕЙСТОЦЕН)

^aМалахов М.И., ^bГорбаренко С.А., ^aМалахова Г.Ю., ^bХарада Н.

(^aСеверо-Восточный КНИИ ДВО РАН, Магадан, malakhov@neisri.ru, ^bТихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, gorbarenko@poi.dvo.ru, ^cInstitute of Observational Research for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka, haradan@jamstec.go.jp)

Благоприятными объектами изучения вариаций палеонапряжённости являются колонки донных осадков океанов, морей и озер. Палеомагнитные записи на таких объектах, в основном, обеспечены уверенной привязкой к шкале времени. Накопление отложений происходит более равномерно, с меньшей вероятностью перерывов, чем в континентальных осадочных толщах, а временная шкала достаточно надежно обеспечивается биостратиграфическими данными, определениями абсолютного возраста отдельных горизонтов, изотопно-кислородными кривыми, кривыми цветности, кривыми изменения геохимических параметров по разрезу.

Цель работы – выделить сигнал от напряжённости магнитного поля Земли, записанный в естественной остаточной намагниченности в период формирования 18-метрового керна осадков колонки MR0604-PC06R, поднятой в центральной части Охотского моря. Авторами использовалась общепринятая методика исключения из характеристической палеомагнитно-информативной компоненты $ChRM$ климатического сигнала: $ChRM/J_{TS}$, $ChRM/J_s$, $ChRM/J_{fi}$ и $ChRM/KB$. Здесь обозначены: J_{TS} – изотермическая остаточная намагниченность насыщения, J_s – намагниченность насыщения (за вычетом парамагнитной компоненты), J_{fi} – безгистерезисная (идеальная) остаточная намагниченность, K – магнитная восприимчивость, KB – индуцированная намагниченность в геомагнитном поле B на широте Магадана. Выбор

знаменателей в представленных выше отношениях диктовался подобием хода кривых $J_{rs}(h)$, $J_s(h)$, $J_{ri}(h)$ и $KB(h)$ по всей длине керна h , т.е. каждая из этих кривых представляла собой запись климатического сигнала определенной магнитной фракцией осадка. Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 07-05-00655-а, 09-05-01128-а), Программы фундаментальных исследований №7 ОНЗ РАН и ДВО РАН (грант 09-П-СО-07-003).

МАГНИТНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В ТЕРРИГЕННЫХ ЗЕРНАХ КРУПНОЙ ФРАКЦИИ ЛЕДОВОГО РАЗНОСА КОЛОНКИ LV 28-40-5, ОХОТСКОЕ МОРЕ

^аМалахов М.И., ^бНекрасов А.Н., ^вМалахова Г.Ю., ^гГорбаренко С.А., ^дВасиленко Ю.П.

(^аСеверо-Восточный КНИИ ДВО РАН, Магадан, malakhov@neisri.ru, ^бИнститут экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка, ^вТихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток)

Процессы формирования морского льда, его распространение и последующая разгрузка оказывают существенное влияние на продуктивность и седиментацию Охотского моря. Терригенные зерна крупной фракции (> 0.15 мм) могут переноситься в море только морскими льдами, поэтому, скорости накопления ледового разноса в донных осадках используются как индикатор ледовой активности на море и климатических изменений в регионе в прошлом (*Лисицын, 1994; Kent et al., 1971*). Авторами изучена магнитная фракция ледового материала, отобранного из керна колонки LV 28-40-5 круиза 28 НИС «Академик Лаврентьев» по Российско-Германскому проекту «КОМЕХ» ($51^{\circ}20.045'$ с.ш., $147^{\circ}10.613'$ в.д.; глубина моря 1312 м, длина керна 801 см).

Проведен термомагнитный анализ, изучены параметры магнитного гистерезиса. Предварительные исследования методами растровой электронной микроскопии и рентгеноспектрального локального микроанализа показали, что отобранная традиционными методами «магнитная» фракция представляет собой кусочки горных пород, имеющих размеры от нескольких десятков микрон до 1 мм. В этих кусочках горных пород содержатся включения ферримагнитных минералов, имеющие размеры от 1 до 200 мкм. Основными ферримагнитными минералами являются титаномагнетит, пикроильменит с высоким содержанием железа, хромшпинели, магнетит. По соотношению железа и титана химические составы исследованных зерен титаномагнетита очень похож на химический состав титаномагнетитов известных образцов горы Харуна, вулкана Nevado del Ruiz и др. объектов, на которых наблюдался эффект полного самообращения естественной остаточной намагниченности горных пород. Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 07-05-00655-а, 09-05-01128-а), Программы фундаментальных исследований №7 ОНЗ РАН и ДВО РАН (грант 09-П-СО-07-003).

ПЕТРОМАГНИТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ОСЦИЛЛЯЦИЙ КЛИМАТА И СРЕДЫ ОХОТСКОГО МОРЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

^aМалахова Г.Ю., ^aМалахов М.И., ^bГорбаренко С.А., ^bХарада Н.

(^aСеверо-Восточный КНИИ ДВО РАН, Магадан, malakhov@neisri.ru; ^bТихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток; ^bInstitute of Observational Research for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka)

Изучение донных осадков Охотского моря представляет огромный интерес с точки зрения реконструкции палеоклимата, как в региональном, так и глобальном планах. Магнитные минералы донных грунтов, как участники геологических и экологических процессов, несут объективную информацию об изменениях в окружающей среде.

Опыт работы с керном колонки MR 06-04 PC-07R позволил определить набор магнитных параметров и их соотношений, которые отражают изменения среды и климата района исследований (Малахов и др. 2007).

Колонка MR 06-04 PC-06R была отобрана поршневым пробоотборником из центральной части Охотского моря (53°16,86' с.ш., 150°04,67' в.д.; глубина моря 1142 м, длина керна 1825 см). Конструирование временного масштаба колонок выполнено на основе тефрохронологии, сравнения изменения литофизических характеристик (весового содержания крупной фракции ледового разноса, влагосодержания и хлорина, цветности (color «b») и плотности осадка) с морскими изотопно-кислородными стадиями (MIS). Сходимость результатов определения возраста отдельных горизонтов по вариациям литофизических параметров и палеомагнитным данным очень высокая, что позволяет авторам сделать объективный вывод – формирование осадков нижней части колонки MR 06-04 PC-6R началось на границе изотопных стадий MIS 8 и MIS 9.

В данной работе приведена схема корреляции кривых хода двух нормализованных магнито-климатических параметров (условное название «magnetic hysteresis» и «magnetization») колонки MR 06-04 PC-6R со стандартной изотопно-кислородной кривой (Bassinot et al., 1994) и изотопно-кислородной кривой колонки MD-95-2039 (Thouveny et al., 2004). Параметр «magnetization» по длине колонки строился из нормированных сигналов от намагниченностей J_{rs} , J_s , J_{fi} и KB , а параметр «magnetic hysteresis» - соответственно из нормированных сигналов B_{cr} , B_c , B_{da} и B_{db} магнитного гистерезиса. Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 07-05-00655-а, 09-05-01128-а), Программы фундаментальных исследований №7 ОНЗ РАН и ДВО РАН (грант 09-II-CO-07-003).

ЗНАЧЕНИЕ ПЕТРОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КЕРНА И ШЛАМА РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Маникин А.Г., Гужиков А.Ю., Ямпольская О.Б., Пименов М.В.

(Геологический факультет Саратовского госуниверситета)

При изучении терригенно-карбонатного разреза девонских-каменноугольных отложений, вскрытых разведочной скважиной в Саратовском Правобережье, измерена магнитная восприимчивость (K) и прирост магнитной восприимчивости (dK) у 259 образцов шлама. Вариации K по разрезу до и после нагрева создают предпосылки для

дополнительного расчленения разреза, выявления корреляционных реперов и определения интервалов с повышенными концентрациями тонкодисперсных сульфидов железа, связанных, как правило, с обогащением первичного осадка органическим веществом. Таким образом, результаты петромагнитного изучения шлама являются полезным дополнением к стандартной процедуре геолого-технологических исследований (ГТИ).

Изучены магнитные свойства керна сильвинитовых руд Гремячинского месторождения, вскрытых рядом разведочных скважин. Несмотря на исключительно слабую естественную магнитность солей (от $(-2) \times 10^{-5}$ ед.СИ до 4×10^{-5} ед.СИ), графики **K** обнаруживают значимые вариации по разрезам и могут быть использованы для дополнительного расчленения калиеносного пласта и выявления ритмичности седиментации. Большое практическое значение данного исследования заключается в возможности экспрессной оценки качества солей путем определения концентраций нерастворимого остатка по петромагнитным данным. Нерастворимый остаток состоит, в основном, из терригенных примесей и ангидрита. Отрицательные значения **K** связаны с сильвинитом и ангидритом, а положительные величины **K**, напротив, отражают наличие терригенных примесей, поскольку соли являются природными диамагнетиками, а терригенные частицы – пара- или ферромагнетиками. Формирование ангидрита функционально связано с интенсивностью терригенного привноса, поэтому существует прямая зависимость между величиной **K** и концентрацией нерастворимого остатка. Справедливость этого утверждения подтверждается данными о концентрациях нерастворимого остатка в образцах, у которых предварительно была измерена магнитная восприимчивость, а также результатами изучения состава пород в шлифах. Главным преимуществом нового способа оценки качества солей по петромагнитным данным является его экспрессность: не требуется изготовление шлифов для просмотра под микроскопом, отпадает необходимость в длительной процедуре растворения солей с целью выделения сухого остатка.

НАМАГНИЧЕННОСТЬ ТИПОМОРФНЫХ ПОЧВ УКРАИНЫ И ЕЕ ИНФОРМАТИВНОСТЬ

Меньшов А.И., Сухорада А.В.

(Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко)

Магнетизм почв изучался на территориях основных почвенно-климатических зон Украины – Полесья, Лесостепи, Степи, Сухой Степи. Изучены зональные типы почв: дерново-подзолистые, черноземы выщелоченные, типичные, обычные, южные, серые лесные, каштановые. Азональные: луговые, болотные, дерновые. Величина педомагнетизма характеризуется по комплексным магнитным параметрам – суммарной и эффективной намагниченностям, а также магнитной восприимчивости и некоторым другим. Приводятся вертикальные распределения в почвенных генетических горизонтах и по латерали – при пересечениях основных форм рельефа вдоль почвенно-ландшафтных катен. Наиболее магнитные почвы Украины – черноземы, серые лесные. Фактически слабомагнитными являются дерново-подзолистые и луговые типы почв. Подстилающие почвообразующие породы чаще всего слабомагнитные. Исключением являются территории выхода на поверхность кристаллического фундамента УЩ.

По результатам изучения намагниченностей и магнитометрических исследований представлена связь между педомагнетизмом и локальным аномальным магнитным полем. Почвы при условии своего залегания на слабомангнитных горных породах в ряде случаев могут выступать в роли основного магнитовозмущающего геологического объекта. Кроме того, наиболее изученной областью применения педомагнитной информации в мире является экологическая сфера. При этом важны экомагнитные работы на территориях промышленно развитых урбанизированных регионов. Магнитная восприимчивость почв чаще всего повышается при их загрязнении тяжелыми металлами. Результаты изучений почв на территориях, перспективных относительно нефти и газа, для учета влияния почв при детальном магнитометрических работах показывают, что, магнитный эффект от залежей углеводородов может составлять несколько нТл. В связи с этим необходимо проводить разбраковку почвенных и нефтегазовых магнитных аномалий. Агрогеофизические педомагнитные исследования посвящены изучению почв для решения задач сельского хозяйства и почвоведения. По величине магнитных параметров с успехом можно проводить картирование почв, изучение почвенных генетических горизонтов. Почвенный магнетизм коррелируется с агрономическими показателями.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ α -ПАМЯТИ МАГНЕТИТСОДЕРЖАЩИХ ГОРНЫХ ПОРОД ИЗ ЗОНЫ ГИПЕРГЕНЕЗА

Муратова И.Е., Петров И.Н., Сергиенко Е.С., Смирнова Р.В.

(Физический Факультет ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский Государственный Университет»)

Задача: изучение зависимостей термоостаточной намагниченности и её α -памяти от величины магнитного поля H образования $J_{\text{т}}$, а также релаксационных свойств магнетитовых образцов из зоны гипергенеза, находящихся в разных магнитных состояниях.

Экспериментальные результаты:

1. α -память термоостаточной намагниченности $\alpha(J_{\text{т}})$, выражаемая в процентах, с уменьшением магнитного поля образования $J_{\text{т}}$ увеличивается. При полях, близких к величине магнитного поля Земли, $\alpha J_{\text{т}}$ может достигать значений, сопоставимых со значением самой термоостаточной намагниченности.

2. Наличие минимума на кривой зависимости $\alpha(J_{\text{т}})$ от намагничивающего поля H можно объяснить, как результат “взаимодействия” двух противоположных тенденций: неодинаковым «участием» разных носителей $\alpha J_{\text{т}}$ в процессе формирования α -памяти. Основная роль в области малых полей принадлежит контактным частицам, а при больших полях – магнитомягкой матрице.

3. Анализ зависимостей $J_{\text{т}}(H)$ из намагниченных состояний показывает, что плотность функции распределения контактных частиц $f(H_0)$ имеют нижнюю границу критических полей $H_{0\text{min}}$, величина которой тем больше, чем жёстче (в магнитном отношении) образец.

4. Значения коэффициентов магнитной вязкости для мягкого образца (№113) до и после нагревов не совпадают: величина S_{max} после нагревов уменьшается более, чем в полтора раза при неизменном, в пределах погрешности определения, значении H_{max} .

Совпадение полей, при которых наблюдается максимальная скорость образования вязкой намагниченности, возможно, происходит потому, что после ВО уменьшается

относительный объём магнитомягкой матрицы, а значит и количество «носителей» вязкой намагниченности, связанных, именно, с матрицей.

5. Значения коэффициентов магнитной вязкости, измеренные на жёстком образце (№Ш-62) до и после нагревов не совпадают: величина S_{\max} после нагревов не уменьшается, как для «мягкого» образца, а возрастает также более чем в полтора раза. Значение же H_{\max} увеличивается после нескольких циклов ВО.

Можно допустить, что в результате ВО и, соответственно, образования контактных частиц происходит перераспределение соотношения носителей вязкой остаточной намагниченности. Количество «вязкостных» барьеров, связанных с магнитомягкой матрицей, уменьшается, и появляются новые носители $J_{\text{гв}}$ – контактные частицы. Эта гипотеза, по-видимому, требует дальнейшего экспериментального подтверждения.

НАПРЯЖЕННОСТЬ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В I ТЫСЯЧЕЛЕТИИ ДО Н.Э. НА ПИРЕНЕЙСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Начасова И.Е., Бураков К.С.

(Институт физики Земли РАН, k.s.burakov@mail.ru)

В результате исследования остаточной намагниченности керамического материала из 21 археологического памятника Португалии (провинции Эвора), датированных археологически в пределах от конца эпохи бронзы до конца железного века, получены данные о напряженности геомагнитного поля в этом временном интервале. Построен средне-70-летний ряд данных о напряженности поля с XII в. до н.э. по рубеж эр. Напряженность геомагнитного поля изменяется в пределах 60 – 90 мкТл. Максимальных значений напряженность поля достигает в интервале VIII – V веков до нашей эры. На этом временном интервале выделяются два максимума: во временных интервалах IX - VIII и во второй половине V – начале IV веков до нашей эры. Вид изменения напряженности геомагнитного поля на временном интервале I тысячелетия до нашей эры в Португалии практически идентичен картине изменения напряженности поля в районах долготного сектора от Испании до Средней Азии. На плавное изменение напряженности поля накладываются вариации меньшего периода. Особенностью напряженности геомагнитного поля на Пиренейском полуострове в I тысячелетии до нашей эры является более высокий уровень максимальных значений напряженности поля по сравнению с другими регионами.

Исследование намагниченности керамического материала урн мегалитического комплекса Monte de Tera провинции Эвора позволило уточнить датировку этих объектов путем сравнения данных о напряженности геомагнитного поля с данными об изменении напряженности геомагнитного поля, полученными в результате исследования намагниченности керамического материала других археологических памятников провинции Эвора.

СТРУКТУРА ВАРИАЦИЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОСЛЕДНИЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Начасова И.Е., Бураков К.С.

(Институт физики Земли, k.s.burakov@mail.ru)

Рассмотрение результатов как анализа Фурье, так и вейвлет-анализа данных об изменении напряженности геомагнитного поля в последние тысячелетия, проведенных авторами, привел к выводу о том, что уверенно выделяющиеся вариации (имеющие большую интенсивность или выделяющиеся на протяжении большого временного интервала) имеют характерные времена, укладывающиеся в пределы некоторых полос около средних значений примерно от 300 до 1600 лет. На временных интервалах между уверенно выделяемыми вариациями происходит переход от одной вариации к другой. Трудно судить, результат ли это наложения вариаций разных периодов или действительное изменение характера колебания. Результаты вейвлет-анализа рядов мировых данных о напряженности геомагнитного поля в последние семь тысячелетий, проведенного Г.З. Гурарием и М.А. Алексютиным, привели их к весьма спорным, на наш взгляд, выводам о случайном характере вариаций геомагнитного поля. Рассмотрение полученных результатов вейвлет-анализа приводит к обнаружению общих черт вариаций напряженности геомагнитного поля в разных регионах, что свидетельствует о системе изменения геомагнитного поля, имеющей общие закономерности. Весьма интересный результат дало рассмотрение изменчивости квазипериодов вариаций на протяжении последних тысячелетий. Такое изменение хорошо прослеживается по данным для Кавказа. На временном интервале последних 7600 лет есть временные интервалы длительного выделения вариации с периодом около 600 лет, выделения в основном колебания с периодом около 300 лет и три периода переходных. Изменение периодов вариаций имеет характер цикла, между экстремумами которого примерно 3,5 тысячи лет, т.е. весь цикл – семь тысяч лет. Возможно, что это и есть оценка периода “основного” колебания геомагнитного поля. Близость полученной оценки к оценке, полученной в результате Фурье-анализа, свидетельствует о реальности оценок и о наличии крупномасштабной цикличности процесса генерации геомагнитного поля. Таким образом, имеется ряд указаний на связь вариаций напряженности геомагнитного поля разных периодов и наличии общих закономерностей протекания вариаций во времени и пространстве. Достоверность получения этих закономерностей нужно повышать, для чего необходимо увеличивать объем и подробность построения временных рядов данных о древнем геомагнитном поле.

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ОСАДКОВ ИЗ ГРАНИЦЫ МЕЛ/ПАЛЕОГЕН (ГАМС, АВСТРИЙСКИЕ АЛЬПЫ)

^аНурғалиев Д.К., ^аЯсонов П.Г., ^бПечерский Д.М., ^бГрачев А.Ф., ^аГильманова Д.М.
(^аКГУ, Казань; ^бИнститут физики Земли РАН)

Граница мезозоя и кайнозоя (К/Т) известна как время одной из самых драматичных «перезагрузок» биосферы Земли. Нами исследованы породы пограничного слоя из разреза Гамс (Австрийские Альпы). Магнитные исследования включали измерения множества магнитных параметров, в том числе – получение терромагнитных кривых и коэрцитивных спектров. Оценена концентрация в образцах

магнетита, титаномагнетита, металлического железа, гемойльменита и гетита, для чего по кривой $M_i(T)$ определялся вклад в величину M_i данного магнитного минерала, и эта величина делилась на удельную намагниченность насыщения этого минерала. В результате анализа кривых $M_i(T)$ и их производных выделяются 9 магнитных фаз. Распределение металлического железа в разрезе довольно однородно. Основные результаты проведенных исследований заключаются в следующем: на границе К/Т происходит резкое накопление гидроокислов железа, основание пограничного слоя обогащено зернами титаномагнетита вулканического происхождения; возможно, совместное накопление титаномагнетита и гидроокислов железа говорит об общем источнике их накопления, а именно, титаномагнетит – продукт разноса по воздуху и выпадения в виде осадка продуктов извержения вулканов, тогда как гидроокислы железа – продукт гидротермальной деятельности, подобной формированию металлоносных осадков и возможно связанной с тем же вулканизмом; при этом процесс эруптивной деятельности короткий и локальный, что видно по тому, что накопление титаномагнетита в пределах пограничного слоя шло по-разному; накопление гидроокислов железа более растянуто во времени, оно достигает максимума в нижней трети пограничного слоя и резко уменьшается при переходе в выше и нижележащие отложения дания и маастрихта; ни в одном из изученных разрезов не отмечается обогащения на границе К/Т частицами метеоритного металлического железа, наоборот – в пределах пограничного слоя они встречаются преимущественно вверху (Гамс-1) или внизу (Гамс-2) пограничного слоя. Следовательно, граница К/Т не отмечается прямыми признаками импактного события. Полученные данные являются еще одним свидетельством в пользу вулканической природы массового вымирания на границе мезозоя и кайнозоя.

ДИАГНОСТИКА ОСТАТКОВ МАГНИТОТАКТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ В ОСАДКАХ СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕР

Нурғалиев Д.К., Ясонов П.Г., Утемов Э.В.

(КГУ, Казань)

Осадки современных озер являются великолепными палеогеофизическими архивами – в них, как правило, с хорошим разрешением записаны изменения климата, геомагнитного поля, других событий и в целом эволюции окружающей среды за последние тысячелетия. Огромную роль в этих записях играют широко распространенные в осадках и осадочных породах биогенные магнитные минералы. Установлено несколько типов биогенных магнитных минералов, среди которых выделяется две группы: ВМ и ВСМ. Остатки последних (магнитотактических бактерий – МВ) обладают целым рядом уникальных свойств, позволяющих их идентифицировать. Абсолютная идентификация остатков магнитотактических бактерий возможна только с использованием электронного микроскопа, но также имеется возможность эффективного использования методов магнетизма. Это повышает шансы использования этих новых палеонтологических объектов для палеоэкологических и палеоклиматических реконструкций. В последнее время развиваются методики детектирования остатков МВ с использованием техники ферромагнитного резонанса. В данной работе мы рассматриваем использование коэрцитивных спектров нормального остаточного намагничивания для выявления остатков магнитотактических бактерий. Используются спектры, полученные с

помощью коэрцитивного спектрометра. Приведены результаты анализа по более чем 2000 образцов из осадков 8 современных озер. Новым является также и то, что для разложения коэрцитивных спектров используется техника вэйвлет-разложения по естественному базису. Обнаружено, по крайней мере, 2 магнитные компоненты с высокой вероятностью представляющие собой остатки МВ. Отмечается небольшие изменения свойств этих компонент в осадках различных озер, что, вероятно, связано с изменением формы зерен. Получены предварительные данные о возможности использования данных о МВ для реконструкции изменений окружающей среды.

ОСТАТКИ МАГНИТОТАКТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ В ОСАДКАХ – НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИЙ ИЗМЕНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОШЛОМ

Нургалиев Д.К., Гильманова Д.Р., Крылов П.
(КГУ, Казань)

В работе показана возможность обнаружения образцов содержащих остатки магнитотактических бактерий с использованием коэрцитивных спектров нормального остаточного намагничивания. При исследовании коллекции позднепермских осадков из разреза Шереметьевка обнаружена группа образцов, содержащих ансамбль невзаимодействующих магнитных зерен очень близкого размера и формы. Характер магнитостатического взаимодействия установлен по сопоставлению спектров нормального остаточного намагничивания и перемагничивания. По модальному значению разрушающего поля ансамбль сходен с остатками магнитотактических бактерий, обнаруженных в современных осадках. Обнаружение таких зерен имеет важное диагностическое значение для выявления особенностей окружающей среды в эпоху формирования осадков. Например, можно говорить о высоком парциальном давлении кислорода в атмосфере в пермское время.

МАГНИТНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ В ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ: МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПОЗНАНИЯ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Нургалиев Д.К., Гильманова Д.М., Ясонов П.Г. Утемов Э.В., Нургалиева Н.Г., Халымбаджа И.В., Чернова И.Ю.
(КГУ, Казань)

Ежегодно на поверхность Земли выпадают десятки тысяч тонн космической пыли. Состав этого вещества достаточно разнообразный – там преобладают хондриты и другие силикаты, стекла с вкраплениями металлов и сульфидов, и гораздо реже – частицы металлического железа и никеля. Наиболее легко распознать наличие в образцах космической пыли можно по наличию металлического железа, никеля и их сплавов, а также по характерной сферической или чешуйчатой форме этих частиц. Способов определить металлическое железо, никель или их сплавы не так уж много и среди них наиболее надежный и простой способ – термомагнитный. Чистое железо имеет температуры Кюри от 740 до 780°C, температура Кюри чистого никеля составляет около 360°C, сплавы этих металлов имеют достаточно широкий спектр температур Кюри. Т.е., железо должно легко идентифицироваться по данным термомагнитного анализа, так как в этой области температур никакие другие природные соединения не претерпевают магнитных превращений. Таким образом,

использование термомагнитного анализа для выявления и оценки количества металлического железа в осадках является перспективным и позволит получить принципиально новые результаты в области эволюции Солнечной системы и представляет собой новый инструмент для исследования процессов седиментации.

Дифференциальный термомагнитный анализ (ДТМА) образцов был проведен на экспрессных весах Кюри. Для всех образцов были получены кривые $M_i(T)$ первого и повторного нагрева до 800°C . Оценена концентрация в образцах различных минералов, в том числе и металлического железа. Для упрощения процедуры оценки количества тех или иных минералов нами использовался метод разложения термомагнитных кривых на компоненты. В данной работе мы использовали способ разложения коэрцитивного спектра с использованием аппарата вэйвлет-разложения. Описанные методики были использованы для исследования образцов пермских отложений из разрезов Шереметьевка, Кызыл Байрак, Танайка – всего более 600 образцов. Обычные дифференциальные кривые $dM_i/dT(T)$ представляются существенно более информативными. На этих кривых отчетливо видны термомагнитные эффекты, вызванные удалением связанной воды, присутствием гидроокислов, маггемита, магнетита и даже – железа. Кривые второго нагрева существенно более гладкие, все эффекты, вызванные наличием магнетита и маггемита, сильно ослаблены.

Это первые результаты наблюдения металлического железа в пермских отложениях, и они свидетельствуют о широких возможностях термомагнитного анализа для выявления железа и оценки его количества в этих отложениях. Можно уверенно полагать, что в глинистых, а в некоторых случаях также и в алевритистых породах позднепермского возраста металлическое железо сохранилось и уверенно диагностируется, а также возможно определение его содержания. Возникают перспективы использования информации о распределении металлического железа в пермских отложениях для оценок скоростей накопления осадков при выполнении постулата о более-менее постоянной величине потока космической пыли. Обнаружение некоторых аномалий может быть использовано как инструмент событийной стратиграфии. Кроме того, в некоторых образцах обнаружено достаточно большое количество железа, и оно может быть сепарировано и изучено под микроскопом для определения состава (в том числе изотопного) и морфологии зерен. Зерна могут быть выделены для исследования изотопного состава.

О ВОЗМОЖНОСТИ ТЕСТИРОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ ПО ДАННЫМ ДЕТАЛЬНЫХ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Павлов В.Э.

(Институт физики Земли РАН, pavlov-home@rambler.ru)

Для описания вековых вариаций геомагнитного поля в геологическом прошлом широко используются статистические модели (*Constable and Parker, 1988; Quidelleur and Courtillot, 1994; Constable and Johnson, 1999; Tauxe and Kent, 2004*). Как было показано недавно в работах (*Tauxe and Kent, 2004; Tauxe and Kodama, 2008*) статистическая модель, развитая Токс и Кентом (*Tauxe and Kent, 2004*) на основе обобщения современных данных, полученных по вулканическим потокам для последних 5 млн лет (ТК03), может быть использована для описания вековых вариаций в миоцене и, даже, возможно, в конце мезопротерозоя. Если так, то валидность данных,

получаемых, например, для конца мезопротерозоя может быть протестирована с помощью этой модели. И наоборот, данные, надежность которых достаточно хорошо обоснована, могут быть использованы, при соблюдении ряда условий, для проверки соответствия наблюдаемых вековых вариаций модели ТК03, и, следовательно, для оценки возможности применения данной модели для рассматриваемого интервала геологического времени. В предлагаемом докладе рассматривается возможность использования данных детальных магнитостратиграфических исследований двух позднепротерозойских осадочных разрезов (катавская свита, Южный Урал; малгинская свита, Учуро-Майский район) для тестирования статистической модели вековых вариаций ТК03. Грант РФФИ 05-07-00880.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ УЛКАНСКОГО ПРОГИБА (ЮГО-ВОСТОК АЛДАНО-СТАНОВОЙ ПРОВИНЦИИ)

^аПесков А.Ю., ^{а,б}Диденко А.Н., ^аГурьянов В.А., ^аПересторонин А.Н.

(^аХабаровск, Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН; ^бМосква, Геологический институт РАН)

Восстановление эволюции любой крупной геологической структуры – задача не всегда однозначно решаемая, так как за период своего существования крупные фрагменты земной коры обычно претерпевают неоднократную переработку, что создает трудности при реконструкции последовательности геологических процессов. Особое значение приобретают комплексы, изучение которых позволяет на основании особенностей состава восстановить геодинамическую обстановку их формирования, а возраст – дать оценку времени. Для юго-восточной части кратона одной из таких структур является Улканский прогиб, выполненный осадочно-вулканогенной толщей верхнего карелия, являющейся стратотипом для Алдано-Становой провинции.

Получены первые палеомагнитные данные по гранитам улканского комплекса и трахидацитам элгэтэйской свиты. Направление высокотемпературной компоненты намагниченности гранитов в современной системе координат (полагаем, что вращений вокруг горизонтальной оси после внедрения гранитоидов Улканский массив вместе с Сибирским кратоном не испытывал) составляет $Dec = 60,8^\circ$; $Inc = 48,4^\circ$ ($K = 5,6$; $\alpha_{95} = 10,3$). Это соответствует палеомагнитному полюсу с координатами $P_{lat} = -47,4^\circ$; $P_{long} = 64,4$ ($d_p = 8,8^\circ$; $d_m = 13,5^\circ$), который близок (при учете поправки за разворот Алдано-Становой провинции относительно Ангаро-Анабарской в среднем палеозое) палеомагнитному полюсу на ~ 1730 Ма, полученному по кузеевитам Ангаро-Канского выступа.

Более надежный в методическом отношении палеомагнитный полюс получен для высокотемпературной компоненты намагниченности трахидацитов элгэтэйской свиты: положительный тест обращения и большая сходимость единичных векторов в древней системе координат. Палеомагнитное направление данной компоненты составляет $Dec = 293,6^\circ$, $Inc = -42,9^\circ$ ($K = 48,1$; $\alpha_{95} = 4,4$), что соответствует палеомагнитному полюсу с координатами $P_{lat} = -8,6^\circ$, $P_{long} = 11,9$ ($d_p = 3,4^\circ$ и $d_m = 5,4^\circ$). Положение этого полюса (с учетом поправки за разворот Алдано-Становой провинции) существенно отличается от координат палеомагнитных полюсов Ангаро-Анабарской провинции Сибирского кратона в интервале 1675-1860 Ма. Работа выполнена в рамках интеграционной программы ОНЗ РАН «Строение и формирование основных геологических структур подвижных поясов и платформ» (проект № 09-1-ОНЗ-10) и при финансовой поддержке

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В СВЕТЕ ТЕОРИИ ДИНАМО

^аПечерский Д.М., ^бСоколов Д.Д.

(^аИнститут физики Земли РАН; ^бФизический факультет МГУ, Москва)

Общепринято представление о том, что происхождение геомагнитного поля связано с движениями проводящей среды во внешнем ядре Земли, т.е. с процессом геодинамо. Предполагается, что аналогичное происхождение имеют магнитные поля других небесных тел, в частности, Солнца. Для каждого объекта динамо имеет некоторое естественное характерное время, которое определяется физическими параметрами системы. Для Земли это характерное время считается равным приблизительно 100 тыс. лет, для Солнца оно составляет 22 года. Можно было бы надеяться, что эволюция магнитного поля на Земле и Солнце определяется соответственно этими характерными временами. На самом деле это совершенно не так и в обеих физических системах обнаруживаются процессы с характерными временами, сопоставимыми со всем доступным наблюдению временным интервалом. В палеомагнетизме это выражается в сложном строении шкалы геомагнитной полярности, на которой встречаются разнообразные эпохи, длина которых заведомо превышает 100 тыс. лет. Более того, график кумулятивной полярности геомагнитного поля показывает, что оно проводит в состоянии одной из полярностей существенно иное время, чем в другой. Этот факт представляет собой очевидный вызов для теории динамо. В докладе рассказывается о том, какие в данный момент существуют подходы для понимания отмеченных долгопериодических явлений в рамках теории динамо.

ЧТО ОТРАЖЕНО НА ПАЛЕОМАГНИТНОЙ ЗАПИСИ ПОРОД РАЗРЕЗА КАРАДЖА

^аПилипенко О.В., ^бТрубин В.М.

(^аУчреждение Российской академии наук Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН; ^бУчреждение Российской академии наук Геологический институт РАН)

Палеомагнитные записи естественной остаточной намагниченности (NRM) могут отражать как вариации магнитного поля Земли, так и изменения окружающей среды и климата. В осадках имеется несколько причин, разрушающих геомагнитный сигнал – это уплотнение, биотурбация и задержка времени фиксации остаточной намагниченности. Магнитные зерна претерпевают химические изменения в процессе накопления осадка, в результате чего одни зерна исчезают и появляются новые. В течение времени породы не ведут себя как закрытые системы, и новые компоненты намагниченности могут быть добавлены к уже существующей NRM, частично или полностью её затирая. До сих пор природа экскурсов геомагнитного поля до конца не выяснена. На палеомагнитных записях угловых компонент NRM экскурсы представлены короткими интервалами больших вариаций на фоне аномально низкой напряженности геомагнитного поля. Работа посвящена интерпретации горизонтов аномального поведения NRM, записанной в четвертичных морских отложениях разреза Караджа (Азербайджан), отвечающих “великой” хвальнской трансгрессии Палеокаспия. Проведены комплексные палеомагнитные и петромагнитные

исследования, направленные на изучение магнитных свойств пород, вызванных изменениями окружающей среды. Выявлено закономерное изменение петромагнитных характеристик по разрезу: в базальной части разреза и в интервалах, соответствующих мелким осцилляциям уровня Каспийского палеобассейна, закономерно повышается как общее количество рудного минерала (параметры K и $SIRM$), так и параметр жесткости – V_{cr} . Исследования влияния анизотропии магнитной восприимчивости на направления NRM показали, что только три из четырёх выделенных интервалов могут действительно отражать изменение геомагнитного поля. Четвертый интервал аномального поведения NRM записан в образцах, демонстрирующих наличие выделенного направления AMS , что характеризует деформацию слоёв, которая могла вызвать разворот вектора NRM в направлении действующего фактора. Исходя из возраста исследуемой террасы, другие три аномальных горизонта могли бы соответствовать сильно редуцированным записям экскурсов геомагнитного поля Моно и Лашамп. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ N08-05-00627.

МАГНИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗРЕЗОВ ЮРЫ РУССКОЙ ПЛИТЫ – ВОЗМОЖНЫХ КАНДИДАТОВ В GSSP КЕЛЛОВЕЯ, ОКСФОРДА И ТИТОНА

^a**Пименов М.В.**, ^a**Гужиков А.Ю.**, ^b**Рогов М.А.**

(^aГеологический факультет Саратовского университета; ^bГеологический институт РАН, Москва)

Получены магнитополярные определения по разрезам юры Русской плиты: Просек (Нижегородская обл.), Дубки (Саратовская обл.) и Городищи (Ульяновская обл.), претендующими на роль GSSP келловея, оксфорда и титона, соответственно.

Предложенный вариант магнитостратиграфической колонки Просека хорошо согласуется с независимыми палеомагнитными материалами по еще одному кандидату на роль GSSP келловея – разрезу Албштадт-Пфедфинген в Германии и с результатами биостратиграфической инфразональной корреляции бата–келловея Русской плиты и Западной Европы, что существенно повышает достоверность выполненных магнитополярных реконструкций.

Палеомагнитная колонка разреза Дубки характеризуется прямой полярностью. Это вступает в известное противоречие с международной палеомагнитной шкалой (*Ogg, Ogg, 2008*), которая в верхах келловея и низах оксфорда фиксирует знакопеременную зональность. Однако следует отметить, что граница келловейского и оксфордского ярусов относится к числу наименее изученных в палеомагнитном отношении стратиграфических интервалов, в связи с чем закономерно встает вопрос об уточнении структуры магнитохронологической шкалы с учетом данных по разрезу Дубки.

Сопоставление магнитополярных данных по разрезу Городищи с магнитохронологической шкалой резко противоречит биостратиграфическим данным. Объяснением этому может служить тот факт, что в биостратиграфическом отношении разрез Городищи является наиболее полной последовательностью отложений терминального кимериджа, охарактеризованной магнитостратиграфическими данными. Все тетические разрезы, по которым имеются данные о магнитной полярности, имеют конденсированный характер. В то же время базальная часть волжского яруса в Городищах несет явные признаки перерывов неясной (хотя явно небольшой) продолжительности, и поэтому возможен вариант корреляции,

согласующийся с биостратиграфическими данными, при котором в разрезе Городищи имеется перерыв в осадконакоплении. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 08-05-00385).

ПАРАМЕТРЫ МАГНИТНОГО СОСТОЯНИЯ

Писакин Б.Н., Федотова М.А.

(СПбГУ, геологический факультет)

Для геофизических и палеомагнитных построений представляется полезной оценка вариации главных геологических факторов, определяющих магнитные свойства выбранной для исследования коллекции горных пород (концентрации, состава, структуры и магнитного состояния). С этой целью предложено использовать три магнитные характеристики (магнитную восприимчивость, естественную остаточную намагниченность, остаточную намагниченность насыщения) и плотность (см. *Физика Земли, №8, 1987*). Знание этих магнитных характеристик дает возможность посчитать два параметра магнитного состояния $Q = J_n/J_i$ и $L = (J_n/J_{rs}) \times 100\%$, что и было выполнено для 10 000 образцов. Широко известен также параметр магнитного состояния $R = J_n/J_{rs}$. В рамках представленной работы сравниваются эти три параметра, определенные на более чем 1000 образцов 10 коллекций.

У представленных пород базит-ультрабазитового состава $\frac{2}{3}$ образцов имеют $J_{rs} > 1A/m$ («магнитные»). Эти разности содержат либо пирротин в виде монофазы (350 образцов), либо минерал группы магнетита, зачастую с продуктами его выветривания. Для 6 образцов надежно определено значительное содержание гематита в виде монофазы. Слабо магнитные образцы (исследованы в 5 коллекциях) заметно отличны по положению на диаграммах $Q-L$ и $R-L$ от магнитных. На диаграмме $Q-L$ это различие легко объяснимо: за величину магнитной восприимчивости, используемой при расчете фактора Кёнигсбергера слабо магнитных разностей, ответственны темноцветные породообразующие минералы, а не природные ферриты. Но и магнитные разности на диаграмме $Q-L$, учитывая данные по всем 10 000 образцов, группируются в две области. Одна из них соответствует магнетитсодержащим породам. Так линейный тренд для 820 образцов Бушвельдской интрузии при довольно равномерной вариации L в пределах четырех, а Q – пяти порядков у пород имеет следующие параметры: $\lg Q = 1,00 \lg L + 0,01$, $R^2 = 0,71$. У пирротинсодержащих и гематитсодержащих образцов свободный член в уравнении близок к единице. При сравнении параметров L и R никакой зависимости от состава природного феррита не отмечено, а взаимосвязь этих параметров близка к $\lg R = \lg L$. Отдельный вопрос – присутствие в большинстве коллекций образцов с высокими значениями всех трех параметров ($L > 10\%$). Для этой области у авторов есть обширная коллекция образцов, намагниченных молнией. Но в случае, например, Бушвельда (кern глубоких скважин), необходимо искать другие причины.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАРСКОЙ АСТРОБЛЕМЫ

^аПопов В.В., ^бХрамов А.Н., ^вЗархидзе Д.В., ^гЦибульская А.Е.

(^аВсероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт ВНИГРИ; ^бЗАО “Поляргео”)

Одним из уникальных объектов исследования в рамках полевых работ по созданию ГДП-200, осуществляемых ЗАО «Поляргео» в 2008-2009 годах, являлась Карская астроблема – импактный кратер, возникший на границе мел-палеоген (65-67 млн. лет назад) в результате падения метеоритного тела. В 6 обнажениях коптогенного комплекса (импактные породы) было отобрано 120 ориентированных образцов. В этих обнажениях, удаленных друг от друга на расстояние до 20 км, образцы отбирались из расплавленных при падении метеорита вмещающих пород, зювитов, тагамитов, и из брекчий и мегабрекчий, различных по размеру и составу.

В 2008 году небольшая коллекция этих пород (20 ориентированных штуфов, из которых было выпилено более 120 образцов) была исследована в палеомагнитной лаборатории ВНИГРИ. Терморазмагничивание и размагничивание переменным магнитным полем установили практически однокомпонентный состав естественной остаточной намагниченности пород. Направление этой компоненты: $N=20$ $D=287^\circ$, $I=82^\circ$, $K=43$, $\alpha_{95}=5.2^\circ$. Первичные измерения естественной остаточной намагниченности коллекции 2009 года позволили получить направление $N=115$ $D=358^\circ$, $I=82^\circ$, $K=57$, $\alpha_{95}=1.8^\circ$. Палеомагнитный полюс, соответствующий этому направлению: $\Phi=84.7^\circ$, $\Lambda=57.2^\circ$, $dp=3.5^\circ$, $dm=3.4^\circ$. Так как намагниченность изученных пород имеет однокомпонентный состав, магнитные чистки, видимо, не сильно изменяют это направление. Тем не менее, планируется в ближайшее время провести полный цикл лабораторных палеомагнитных исследований отобранной коллекции. Кроме этого будет сделана попытка доказать термоостаточную природу намагниченности импактных пород, и, в случае успеха, определить абсолютную величину геомагнитного поля для возрастной границы мел-палеоген.

Полученное палеомагнитное направление может быть использовано как критерий степени перемагничивания более древних вмещающих астроблему пород, а это, в свою очередь, дает возможность оценить влияние падения метеорита на палеозойские разрезы района работ – влияние самого удара, прогресса, химических преобразований и т.д.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ РИФЕЯ И ВЕНДА ТУРУХАНСКОГО ПОДНЯТИЯ

Попов В.В., Комиссарова Р.А., Храмов А.Н.

(Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт ВНИГРИ)

Опорные разрезы рифея и венда Туруханского поднятия были изучены во время полевых работ 2006-2007 гг. в бассейне р. Енисей и его притоков – рек Б. Шориха, Каменная и Нижняя Тунгуска и Сухая Тунгуска. Всего за время полевых работ отобрано 950 ориентированных образца для палеомагнитных исследований. Изучены следующие свиты рифея и венда Туруханского поднятия: платоновская, туруханская, мироедихинская, шорихинская, буровой, деревнинская, сухотунгусинская, линокская и стрельногорская.

Поздневендские горные породы (платоновская свита) имеют преимущественно одну полярность – направления группируются в стратиграфической системе координат в четвертой четверти стереограммы (северо-запад) с невысокими положительными наклонениями. Направления, лежащие во второй четверти (юго-восток), распределены по разрезу случайным образом и не имеют статистического подтверждения. Таким

образом, всю изученную часть разреза можно отнести к одной зоне магнитной полярности. Среднее направление намагниченности этой зоны близко направлению раннекембрийской намагниченности обратной полярности, выделенной на Сибирской платформе. Поэтому полученное поздневендское направление также следует считать направлением обратной полярности.

Направления, выделенные в образцах из верхней части разреза позднего рифея группируются в первой (северо-восток) четверти стереограммы в стратиграфической системе координат с низкими, преимущественно положительными, наклонениями. Все эти части разреза должны быть отнесены к одной зоне магнитной полярности. Согласно принципу минимизации движений, полярность этой зоны, также как и в позднем венде, обратная.

В нижележащих свитах рифея распределение высокотемпературных (высококоэрцитивных) компонент намагниченности более сложное. В этой части разреза направления группируются на стереограмме либо на юге с положительными наклонениями, либо на севере (северо-востоке) с отрицательными наклонениями. У части образцов выделяются промежуточные направления. Изменение направлений в разрезах происходит закономерно – наблюдаются довольно продолжительные зоны стабильной, как прямой, так и обратной полярности, иногда осложненные короткими и нестабильными зонами противоположной полярности, а также переходными зонами.

Обобщение описанных выше результатов со стратиграфическими данными позволило создать шкалу магнитной зональности рифея-венда Туруханского поднятия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМО ПАРКЕРА КВАЗИКЛАССИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

^аПопова Е.П., ^бАртюшкова М.Е.

(^аМГУ, ^бИФЗ РАН)

Считается, что генерация магнитного поля в звездах и планетах осуществляется механизмом динамо. Схема работы динамо была предложена Паркером. Предполагается, что полоидальное магнитное поле – это поле магнитного диполя, находящегося в центре звезды (или планеты). Тороидальное магнитное поле получается из полоидального под действием дифференциального вращения, находящегося внутри зоны, где происходит конвекция. Обратный процесс превращения тороидального магнитного поля в полоидальное осуществляется в результате нарушения зеркальной симметрии конвекции во вращающемся теле. В работе изучены одномерные уравнения динамо при учете меридионального течения вещества в зоне, где происходит конвекция. Решение системы уравнений найдено в форме бегущей волны для тороидальной компоненты магнитного поля (динамо-волна). Показано, что учет меридионального течения оказывает существенное влияние на скорость распространения и конфигурацию динамо-волн. Кроме этого рассмотрены уравнения для динамо в двухслойной среде. Показано, что и для этого случая возможно построение решения в виде волн.

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУР ОБРАЗОВАНИЯ ФЕРРИМАГНИТНЫХ МИНЕРАЛОВ В ХОДЕ МЕТАМОРФИЗАЦИИ МАНТИЙНЫХ ШПИНЕЛЕВЫХ ПЕРИДОТИТОВ (МЕТОДОЛОГИЯ ТЕРМОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ)

^аПопов К.В., ^бЩербаков В.П., ^вБазылев Б.А.

(^аИнститут Океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва, Нахимовский пр., 36;

^бГО «Борок» ИФЗ РАН; ^вИнститут геохимии и аналитической химии им.

В.И.Вернадского РАН, 117975 Москва, ул.Косыгина, 19, Россия;

bazylev@geokhi.ru)

Изначально мантийные перидотиты являются немагнитными породами, и их намагниченность возникает в ходе метаморфизма при их воздымании к поверхности и взаимодействии с циркулирующими гидротермальными флюидами. Метаморфизм, который претерпевают океанические перидотиты, является регрессивным и полистадийным, то есть в ходе остывания перидотиты претерпевают дискретные эпизоды метаморфической перекристаллизации. Эти эпизоды фиксируются по особенностям составов метаморфических минералов в перидотитах, и в ряде случаев удается установить температуру метаморфизма. В магнетизме горных пород существует ряд методов определения температуры возникновения намагниченности в исследуемых образцах. В исследуемой нами коллекции естественная остаточная намагниченность (NRM) океанических перидотитов, возникающая при остывании образовавшихся в ходе регрессивного метаморфизма ферримагнитных зерен, представлена суммой парциальной термоостаточной намагниченности $J_{грт}$ и химической остаточной намагниченности $J_{гс}$. Тогда для определения температуры образования химической остаточной намагниченности (ферримагнетиков) можно воспользоваться законом независимости парциальных термоостаточных намагниченностей (pTRM). Как известно, суть этого закона состоит в том, что pTRM, приобретенная породой во время охлаждения, в процессе нагревания исчезает при достижении породой верхней температуры её образования T_1 (Thellier, Thellier, 1957). Мы провели эксперимент по моделированию приобретения породой парциальной термоостаточной намагниченности $J_{грт}$ и химической остаточной намагниченности $J_{гс}$ в лабораторных условиях. В настоящей работе делается попытка определить температуру образования различных генераций магнетита, образовавшихся в ходе среднетемпературного метаморфизма и последующей серпентинизации океанических перидотитов.

УВЕЛИЧЕНИЕ МАГНИТНОЙ ЖЕСТКОСТИ, КАК ОБЩЕЕ СВОЙСТВО ПОРОД ЗОН РУДОГЕНЕЗА УКРАИНСКОГО ЩИТА

Попов С.А.

(Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко)

Авторы рассматривают зоны рудогенеза как аномальное в вещественном и физическом плане, участки земной коры. Это выражается в контрастном наборе горных пород, резких контактах, развитии процессов замещения и т. д. По сравнению с вмещающими или материнскими породами это породы формирующиеся в неравновесных условиях. Известно, что в равновесных условиях (для Украинского щита это породы рамы - гранитоиды) образуется магнетит с близкой к

стехиометрической решеткой – наиболее магнитомягкий минерал. Соответственно, все остальные магнитные минералы, образующиеся при сдвиге равновесия в процессе рудообразования будут обладать большей магнитной жесткостью. Проверка этого предположения – явилась основной целью данной работы.

Нами использован керновый материал из картировочных скважин Побужской и Приазовской частей Украинского щита и разведочных скважин 4-х месторождений: Майского и Сурожского – золоторудных, Капитанского – хром никелевого, Азовского – редкометалльно-редкоземельного. Для анализа были получены следующие параметры: магнитная восприимчивость (χ), природная остаточная намагниченность (J_n), фактор Кенигсбергера (Q), отношение остаточной намагниченности после насыщения к индуктивной $J_{rs}/J_i = Q\tau_s$, отношение намагниченности насыщения к индуктивной $J_s/J_i = \beta$, термомагнитные кривые J_{rs} , J_s , χ .

По нашим данным породы рудного и около рудного пространства характеризуются повышенным фактором Q , который положительно коррелирует с параметром магнитной жесткости ($K = 0.25$). В качестве последнего мы использовали Q_{rs} . Вообще параметр Q может выявиться даже более информативным чем параметры магнитной жесткости, поскольку он может быть вызван химической намагниченностью. На такую природу, остаточной намагниченности отчасти указывают неколлинеарность вектора современному полю, часто встречаемая в породах с высоким Q . При этом направления I_n нередко характеризуются очень большим разбросом.

На золоторудных месторождениях наблюдается замещение магнетита пирротином и затем пиритом. При этом золотосодержащие образцы обладают наибольшими Q_{rs} и Q , а на кривой χ/t выделяется гексагональный пирротин λ типа. На всех месторождениях присутствуют сингенетичные рудному процессу маггемит и гематит; многофазные выделения магнетита. Такое многообразие магнитных минералов и их форм выделений приводит в целом к увеличению магнитной жесткости.

МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЕЁ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Решетников М.В.

(ГОУ ВПО «Саратовский Государственный Университет им. Н.Г. Чернышевского)

Возрастающее внимание общества к современным экологическим проблемам усиливает интерес к разработке новых подходов и методов анализа для оценки состояния окружающей среды. Выход из создавшейся ситуации может быть найден в использовании экспрессных методов исследования и оптимизации отбора образцов почв для последующих анализов. В качестве одного из экспериментальных методов при предварительном обследовании территории в последние годы, разными исследователями используются магнитные измерения, а в качестве теоретической основы использованы представления о генезисе и свойствах магнитных соединений железа в почвах. В частности методику петромагнитных исследований почвенного покрова относят к одной из перспективных методик определения загрязнения почв соединениями тяжёлых металлов.

В развитие теоретической основы применения методики петромагнитного картирования почвенного покрова урбанизированных территорий, сотрудниками лаборатории геоэкологии СГУ было проведено детальное опробование ряда городов

Среднего Поволжья (Саратов, Самара, Ульяновск, Вольск и Балаково). На исследуемых территориях проводилось измерение магнитной восприимчивости, а также определялась концентрация тяжелых металлов, в отобранных почвенных образцах. Полученные аналитические данные стали основой для выявления корреляционных связей между двумя исследуемыми параметрами почвенного покрова.

В данной работе приводятся краткое описание результатов изучения особенностей взаимосвязи между магнитными и химическими свойствами почвенного покрова урбанизированных территорий. Результаты исследований показали, что дешевизна и экспрессность петромагнитной съёмки позволяют оптимизировать сеть литогеохимического опробования, существенно сократить объёмы сложных аналитических работ, а также проводить исследования в мониторинговом режиме. Можно полагать, что метод в очередной раз прошёл достаточно серьёзную апробацию и может быть рекомендован к широкому внедрению в геоэкологические исследования на урбанизированных территориях.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОДИНАМО

Решетняк М.Ю.

(Институт Физики Земли РАН, m.reshetnyak@gmail.com)

Одним из перспективных направлений в теории турбулентности является изучение структуры взаимодействия волн. В уравнениях геодинамо существует достаточное число членов, приводящее к умножению частот: конвективные члены, сила Лоренца. При таком взаимодействии энергия от двух гармоник передается третьей. Волны образуют треугольник в волновом пространстве. Изучение структуры этого треугольника позволяет описывать систему на простом языке, и в тоже время, дает четкое понятие о физике процесса. Так, для однородной и изотропной турбулентности модель Колмогорова предсказывает, что все три волны (вихря) имеют близкие масштабы (локальное взаимодействие в волновом пространстве), а энергия передается от вихрей с большим масштабом к вихрям с чуть меньшими масштабами (локальный перенос энергии по спектру при прямом каскаде). Оказывается, что для геофизической турбулентности, анизотропной в силу быстрого вращения и гравитационных сил, треугольник из равностороннего превращается в равнобедренный и даже в разносторонний. Более того, форма треугольника может существенно меняться на протяжении спектра. В рамках численного моделирования удалось наглядно показать возможность нелокального взаимодействия, а также промоделировать процесс нелокального переноса кинетической энергии. Было показано, что существование различных форм взаимодействия тесно связано с появлением обратного каскада энергии (от малых масштабов к большим). Очевидно, что если модель динамо претендует на адекватное описание процессов в ядре Земли, то базовые представления о структуре взаимодействия гармоник и направлении передачи энергии должны быть в ней отражены.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ

Ржевский Ю.С.

(Санкт-Петербургский университет, Санкт-Петербург, Россия)

Рассматривается альтернативная модель интерпретации палеомагнитных данных, которая состоит в отыскании плоскостей планарного расположения палеомагнитных векторов и в сопоставлении выделенных плоскостей с плоскостями тектонических трещин. На фактическом материале показаны примеры успешного применения этой модели интерпретации. Основной вывод состоит в том, что палеомагнитные векторы своим появлением и своими направлениями обязаны наличию тектонических трещин в исследуемых горных породах и их ориентировке в пространстве.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ И ПАМИРА

Ржевский Ю.С.

(Санкт-Петербургский университет, Санкт-Петербург, Россия)

Геологические комплексы рассматриваемых территорий на протяжении многих лет являлись объектами интенсивного палеомагнитного изучения многих лабораторий России и стран ближнего и дальнего зарубежья. В результате проведенных исследований был получен столь обширный материал, что появилась возможность не только разработать новые модели интерпретации палеомагнитных данных, но и провести переаттестацию критериев оценки достоверности палеомагнитных данных. В частности, было показано, что более высокая кучность той или иной компоненты NRM в стратиграфической системе координат по сравнению с кучностью этих же компонент в географической системе координат, в общем случае, не является показателем возраста компоненты, а может быть обусловлена тем, что рассматриваемая компонента NRM является синскладчатой. Для выявления таких случаев был предложен новый метод (см. например: *“Метод синтетической складки в палеомагнетизме”*, Ржевский, 2000). Были решены также многие другие частные вопросы. Однако главный вывод состоит в том, что традиционная модель интерпретации палеомагнитных данных оказалась непригодной для палеомагнитных данных из рассматриваемых территорий и результаты, получаемые с ее помощью, оказываются внутренне противоречивыми. В тоже время альтернативная модель интерпретации оказалась пригодной для нашего случая, и с её помощью получают результаты, вполне удовлетворительно согласующиеся друг с другом.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ (ТРАДИЦИОННОЙ И АЛЬТЕРНАТИВНОЙ) МОДЕЛИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ КАМЧАТКИ И ЮГА КОРЯКИИ

Ржевский Ю.С.

(Санкт-Петербургский университет, Санкт-Петербург, Россия)

Рассматриваются результаты сравнительного анализа различных (традиционной и альтернативной) моделей интерпретации палеомагнитных данных. Для такого анализа были использованы палеомагнитные данные по Камчатке и юге Корякии, опубликованные в печати. Приводятся результаты интерпретации этих данных в рамках обеих моделей и делается вывод, что наиболее обоснованными являются

результаты, полученные в рамках альтернативной модели. Эти результаты свидетельствуют о том, что районы Камчатки и юг Каряки, начиная с позднего мела, развивались как крупный единый тектонический блок, претерпевший в основном вертикальные движения.

ПАЛЕОМАГНИТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ХАРАКТЕРЕ ДЕФОРМАЦИЙ ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ТОЛЩ В ЯДРАХ АЛЬПИЙСКИХ СТРУКТУР В ЮГО- ЗАПАДНЫХ ОТРОГАХ ГИССАРСКОГО ХРЕБТА

Ржевский Ю.С.

(Санкт-Петербургский университет, Санкт-Петербург, Россия)

В Юго-Западных отрогах Гиссарского хребта верхнепалеозойские толщи обнажаются в ядрах альпийских структур, имеющих здесь северо-восточное простирание. Крылья этих структур образуют осадочные толщи мезозоя и кайнозоя, слои которых на контакте с палеозойскими толщами стоят на головах, а далее постепенно выполаживаются и приобретают синклинальное строение. Верхнепалеозойские толщи были сильно деформированы перед накоплением осадочного чехла и при формировании альпийских структур подверглись дополнительной тектонической переработке. Результаты палеомагнитных исследований верхнепалеозойских толщ этого региона (*Ржевский, Карпенко, 1991*) позволили разделить общую деформированность верхнепалеозойских толщ на палеозойскую и новейшую. Иначе говоря, результаты этих работ позволили изучить характер альпийских деформаций верхнепалеозойских толщ в ядрах альпийских структур. Как было показано ранее (*Ржевский, Карпенко, 1991*), верхнепалеозойские толщи (верхний карбон) имеют в составе NRM только две постскладчатые компоненты: раннепермскую и современную. Доскладчатая компонента NRM этих пород исчезающе мала и не была выделена. Однако, постскладчатая компонента NRM раннепермского возраста этих пород обнаруживает очень малый разброс от своего среднего направления вне зависимости от того, где было проведено палеомагнитное исследование: в центре складки или на контакте со стоящими на головах слоями известняков ранней юры. Этот факт свидетельствует о том, что исследуемые складки являются складками “штампа” и что палеозойские толщи в ядрах этих складок на альпийском этапе складкообразования испытывали только субвертикальные перемещения без заметных дополнительных наклонов блоков горных пород (“клавишный” тип деформаций).

КОМПОНЕНТЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ НИЖНЕОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Родионов В.П., Гуревич Е.Л.

(Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ), Санкт-Петербург)

Проведены детальные палеомагнитные исследования опорного разреза угорского и кимайского горизонтов нижнего ордовика. Ориентированные штуфы отбирались по правому берегу р. Кулюмбе из ильтыкской свиты представленной в основном карбонатными породами. Общая мощность изученного разреза составила 286 м.

Палеомагнитные исследования проводились по общепринятой методике. На основе детального терморазмагничивания выделены три доскладчатые компоненты естественной остаточной намагниченности (ЕОН): А ($T_{ub} = 200-300^{\circ}\text{C}$, $D_s = 94,7^{\circ}$; $I_s = 72,1^{\circ}$; $k_s = 92,3$; $\alpha_{95} = 2,5^{\circ}$), В ($T_{ub} = 400-510^{\circ}\text{C}$; $D_s = 298,5^{\circ}$; $I_s = -65,2^{\circ}$; $k_s = 127,8$; $\alpha_{95} = 1,4^{\circ}$), С ($T_{ub} = 500-660^{\circ}\text{C}$; $D_s = 339,2^{\circ}$; $I_s = 22,6^{\circ}$; $k_s = 22,2$, $\alpha_{95} = 6,9^{\circ}$). Соответственно положение палеополуса –А ($\Phi_s = 49,7^{\circ}$; $\Lambda_s = 145,7^{\circ}$; $d_p = 3,9^{\circ}$; $d_m = 4,4$; $\phi_m = 57^{\circ}$), В ($\Phi_s = -34^{\circ}$; $\Lambda_s = 315^{\circ}$; $d_p = 1,8^{\circ}$; $d_m = 2,3^{\circ}$; $\phi_m = 47^{\circ}$), С ($\Phi_s = 32^{\circ}$; $\Lambda_s = 293^{\circ}$; $d_p = 3,9^{\circ}$; $d_m = 7,3^{\circ}$; $\phi_m = -12^{\circ}$). Выводы: 1. Все три компоненты А, В и С возникли до образования моноклинали. 2. Среднее направление и положение палеополуса компоненты А совпадают, в пределах погрешности определений, с таковыми для траппов прямой полярности, а компонента В - для траппов обратной полярности этого региона. 3. Угорский и кимайский горизонты нижнего ордовика р. Кулюмбе представлены монополярной R зоной и очевидно соответствуют верхней части Хадарской суперзоны R полярности, установленной в нижнем ордовике юга Сибирской платформы.

РАЗЛИЧИЕ В МАГНИТНЫХ СВОЙСТВАХ НАНОЧАСТИЦ ГЕТИТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА

^аСавилов А., ^бГендлер Т.С., ^аНовакова А.А., ^бПузык И.И., ^бКонюхов Ю.В., ^бЛевина В.В.

(^аМосковский государственный Университет, Физический факультет, Москва,

^бИнститут Физики Земли РАН, Москва, ^аМосковский институт стали и сплавов)

Для лабораторного исследования специфических магнитных свойств наночастиц окислов и гидроокислов железа необходимо в первую очередь найти способ получения частиц заданной дисперсности. Гетит, как самостоятельная фаза и возможный прекурсор магнетита, получается, как правило, соосаждением растворов солей железа и щелочи при постоянном рН. Основной проблемой при таком способе синтеза является протекание процессов агрегации осажденных наночастиц гидроксида, поскольку они характеризуются избыточной энергией, связанной с высокоразвитой межфазной поверхностью раздела. Необходимо вовремя остановить их рост, что достигается ингибированием поверхности частиц дисперсной фазы за счет образования на ней защитного слоя из поверхностно-активных веществ (ПАВ). Это аналогично разбавлению порошковых Fe-содержащих соединений с помощью немагнитной матрицы для предотвращения магнитного взаимодействия в экспериментах по лабораторному созданию CRM. В данной работе была поставлена задача изучения магнитных характеристик, распределения размеров и фазовых соотношений наночастиц гидроксидов железа в зависимости от типа использованного ПАВ при идентичности всех остальных условий синтеза (реагирующие компоненты, рН, T , способ сушки преципитата). В качестве ПАВ, стабилизирующих частицы гидроокиси, были выбраны: додецилсульфат натрия, цетилпиридиний хлорид и динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, обладающие анионной, катионной или комплексообразующей активностью соответственно. Уровень дисперсности, фазовый состав, структурное состояние и степень магнитного взаимодействия в полученных наночастицах определяли методами электронной микроскопии, мессбауэровской спектроскопии, рентгеновской дифракции и термомагнитного анализа. Оказалось, что при практически идентичных рентгенограммах, показывающих полную систему линий гетита, мессбауэровские спектры и термомагнитные кривые $J_s(T)$ в интервале $20-700^{\circ}\text{C}$

демонстрируют существенные различия при варьировании ПАВ при синтезе. Различен относительный вклад взаимодействующих и не взаимодействующих наночастиц частиц гетита, проявляется существенная неоднородность фазового состава (возникают дополнительные метастабильные фазы).

АППАРАТУРА И ТЕХНОЛОГИЯ СОВРЕМЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ И МОРСКОЙ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

Семевский Р.Б., Цирель В.С.
(ФГУНПП «Геологоразведка»)

1. Аэромагниторазведка – старейший из современных методов аэрогеофизических исследований, впервые успешно опробованный в 1936 г. в СССР, продолжает всесторонне развиваться. По мере роста интереса к освоению Мирового океана широкое распространение получил еще один метод геомагнитных измерений в движении – гидромагнитная съемка.

2. Улучшение метрологических характеристик первичных преобразователей (датчиков) достигнуто, в частности, за счет наиболее полного использования возможностей динамической поляризации (эффекта Оверхаузера) – в ядерных датчиках, за счет применения калия в качестве рабочего вещества – в квантово-оптических датчиках и, наконец, создания нового типа приборов, основу которых составляют сверхпроводящие квантовые интерферометрические датчики (СКВИД).

3. Существенные изменения претерпела технология воздушных и морских измерений. С использованием двух – и трехосных буксируемых платформ произошел переход от измерений поля к измерению градиентов – вертикального, горизонтального – поперечного и горизонтального – продольного. В повестке дня применение новых аэроносителей: беспилотных летательных аппаратов, управляемых по радио, дирижаблей для детальных съемок и др. Использование систем спутниковой навигации, а также современных гидроакустических средств на море позволяет снизить погрешность пространственной и временной привязки магнитных измерений более, чем на порядок.

4. Технология измерений магнитного поля и обработки получаемых данных существенно изменилась на основе использования пакетов программ, обеспечивающих оптимальное проведение процесса собственно измерений, первичную обработку и оценку данных, их визуализацию, контроль качества всей совокупности получаемых материалов. Дальнейшими этапами компьютерной обработки является создание баз данных, цифровых матриц, цифровых карт магнитного поля, а также карт трансформаций.

5. В самое последнее время за рубежом начаты работы по реализации тензорных геомагнитных измерений. Идея такого вида измерений была выдвинута в СССР в 1986 г. А.Я. Ротштейном, ее осуществление может явиться принципиально новым направлением в геомагнитометрии.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ VDM И VADM ДЛЯ ЭПОХ НОРМАЛЬНОЙ И ОБРАТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

^aСергиенко Е.С., ^aСмирнова Р.В., ^bСычева Н.К., ^bЩербаков В.П., ^aПетров И.Н.,

^aАбасалиева Л.К.

(^aФизический Факультет ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский Государственный Университет», ^bГО «Борок» ИФЗ РАН)

Выполнен анализ данных о палеонапряженности для эпох Брюнес, Матуйма, Гаусс и Гильберт. Рассчитаны средние значения VDM (по данным мировой базы данных по палеонапряженности <http://www.brk.adm.yar.ru/palmag/index.html>, а также VADM для каждой эпохи и отдельно для отобранных данных по периодам прямой, обратной и переходной полярности за последние 5 млн. лет. При определении средних значений использовался метод Bootstrap, позволяющий сгладить эффект существенной неравномерности данных по оси времени. Данные отбирались таким образом, чтобы максимально исключить недостоверные или ненадежные определения (ошибка определения палеонапряженности не более 20%, методика определения – только соответствующая современным критериям надежности). Получено, что для всех временных интервалов наблюдается превышение усредненного значения VDM над VADM. Для эпох нормальной полярности оно составляет 1-2 %, обратной – до 5 %, и достигает максимума в 10 % для данных по переходным зонам. Причиной существования этой разницы является различный вклад недипольных компонент в VDM и VADM. Согласно многочисленным опубликованным данным, для этого интервала времени квадрупольный коэффициент $G_2 = g_2^0 / g_1^0$ составляет от 2,6 до 5%. Октупольный коэффициент $G_3 = g_3^0 / g_1^0 < 3\%$. Для проверки этой гипотезы рассчитаны значения VDM для нескольких значений коэффициентов G_2 и G_3 . Согласно этим расчетам, вклад октупольной составляющей может оказаться наиболее значимым. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-05-00878.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ПАЛЕОНАПРЯЖЕННОСТИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 100 МЛН. ЛЕТ

^aСергиенко Е.С., ^aСмирнова Р.В., ^bЩербаков В.П., ^aПетров И.Н., ^aКалугин О.Ю.

(^aФизический Факультет ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский Государственный Университет», ^bГО «Борок» ИФЗ РАН)

Основной целью анализа является выявление наличия/отсутствия корреляции изменений VDM с частотой геомагнитных инверсий. В качестве характеристического показателя для магнитостратиграфической шкалы была выбрана частота инверсий $N(t)$ за 1 млн.лет. Данные об изменении момента рассматривались в двух вариантах: 1) $VDM(t)$ – отбор проводился по всем значениям МБД по палеонапряженности <http://www.brk.adm.yar.ru/palmag/index.html>, относящимся к выбранному промежутку времени; 2) $VDM+(t)$ – была сформирована выборка значений VDM, определения которого соответствовали современным критериям надежности палеомагнитных данных.

На первом этапе был проведен фрактальный анализ кривых $VDM(t)$ и $VDM+(t)$. Полученное высокое значение показателя Гельдера (0,998) показывает о несомненном наличии гармонических компонент в «сигнале» и, следовательно, правомерности и значимости применения спектрального анализа для исследуемых рядов. Фрактальный

характер магнитостратиграфической шкалы изучался ранее, и не вызывает сомнений. Кривые $VDM(t)$ и $VDM+(t)$ были проанализированы с использованием нескольких методик анализа временных рядов. Кроме классического Фурье-преобразования, были применены: Wavelet-анализ (с использованием вейвлета Морле), EMD (Empirical Mode Decomposition), а также метод многофакторного анализа (метод Гусеницы). Все примененные методы выявили наличие восьми гармоник, причем первая гармоника с периодом 7-9 млн. лет по амплитуде превышает остальные на четыре порядка и по данным Wavelet-преобразования прослеживается на протяжении всего временного интервала. Для решения основной задачи данной работы применялся метод Cross-Wavelet корреляции. Было показано, что на некоторых временных интервалах прослеживаются корреляции между изменениями дипольного момента и кривой $N(t)$. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-05-00878.

УСТОЙЧИВЫЕ КОНВЕКТИВНЫЕ И МАГНИТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ЖИДКИХ ЯДЕР ПЛАНЕТ

Старченко С.В.
(ИЗМИРАН)

Выведены, упрощены и проанализированы законы сохранения-эволюции массы, импульса, энтропии и всех основных энергий для жидких ядер планет Солнечной системы. В результате проведенного анализа для Земли, Юпитера и Сатурна аргументируется, что их движимые трехмерной конвекцией сильно нелинейные магнитные динамо устойчиво находятся в МАК состоянии Брагинского, когда Магнитная сила Лоренца уравновешена силами Архимеда и Кориолиса. В этом состоянии магнитная энергия ядра значительно превосходит инерционную (кинетическую) энергию, а магнитное поле преимущественно симметрично относительно оси вращения. Динамо Меркурия, Урана, Нептуна и возможно Марса генерирующее ассиметричное поле должно быть ближе к практически немагнитному балансу между вращением, инерцией и плавучестью ИАК (Инерция-Архимед-Кориолис). При этом магнитная сила Лоренца не может существенно превысить Архимедову силу плавучести, являющуюся единственным источником практически двумерной конвекции. ИАК состояние приводит к более высоким скоростям конвекции по сравнению с МАК, но ИАК магнитное динамо значительно менее эффективно из-за гироскопических эффектов. Это может быть основной причиной отсутствия собственного магнетизма Венеры и возможно Марса. Впервые получены глобальные оценки типичных масштабов, скоростей, магнитных полей и сверхадиабатической энтропии в МАК и ИАК состояниях без учета практически неизвестных коэффициентов переноса в глубинных недрах планет, исходя исключительно из физических закономерностей и наиболее достоверных наблюдательных астрономических и спутниковых данных. Из-за сильных магнитных нелинейностей в МАК состоянии возможно несколько устойчивых уровней магнитного поля.

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ДОКЕМБРИЙСКОГО ФУНДАМЕНТА НА ПРИМЕРЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Сухорада А.В., Решетник М.М.

(Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко)

Большую часть докембрийского фундамента представляют нестратифицируемые комплексы пород. Высокая дифференциация магнитных свойств нестратифицируемых комплексов позволяет использовать для их картирования магниторазведку. Обычные методы съемки магнитного поля, выполненной над такими объектами, не позволяют определить реальные формы и особенности внутренней структуры аномалий магнитного поля. Кроме того, каждой петрографической группе пород докембрийского фундамента присущ широкий спектр физических свойств. В такой ситуации «втискивание» в рамки морфологически различных участков магнитного поля каких-то определенных петротипов пород становится не объективным. Поэтому, для картирования нестратифицируемых комплексов докембрийского фундамента необходимо, в первую очередь, изучить источник магнитного поля «изнутри». Естественным объектом для такого изучения являются обнажения докембрийского фундамента.

Проблематика работы:

Исторически сложилось, что обнажения часто оставались вне зоны внимания магниторазведки, это привело к «белым пятнам» на карте магнитного поля. В связи с этим выполнены авторские магнитометрические исследования обнажений горных пород амфиболитового и гранулитового комплекса докембрийского фундамента в пределах Украинского щита.

Для этого была разработана методика так называемого «магнитного сканирования». Ее суть заключается в комплексной ультрадетальной съемке магнитного поля и съемке магнитной восприимчивости по обнажениям вместе с соответствующим отбором ориентированных образцов для лабораторного исследования.

В работе произведено картирование реальной структуры распределения магнитных составляющих пород; типизированы источники высокоградиентных аномалий магнитного поля.

Выявленная структурно-геологическая информативность магнитных свойств горных пород была использована для корректировки некоторых участков геологической карты Украинского щита.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ В ОБЛАСТИ ПАЛЕОМАГНЕТИЗМА И МАГНЕТИЗМА ГОРНЫХ ПОРОД

Сычева Н.К., Сычев А.Н., Виноградов Ю.К.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН)

Уникальный комплекс оборудования для проведения разнообразных магнитных измерений, изучения состава и структуры ферромагнитных минералов объединен в единый автоматизированный информационно-измерительный комплекс для исследований в области палеомагнетизма и магнетизма горных пород. Описано используемое программное обеспечение, характеристики информационной системы,

состоящей из сервера и комплекса приборов с управляющими компьютерами, объединенных в единую локальную сеть. Проблемно-ориентированная база данных реализована в широко распространенной клиент-серверной СУБД с открытым исходным кодом MySQL 5.0. Режим «клиент-сервер» построен с помощью SQL-запросов. Интерфейс АРМ и пакет прикладных программ созданы в лицензионной версии мощной современной среды программирования Delphi 2007 for Win32 Enterprise, ориентированной на разработку приложений баз данных. В качестве технологии доступа к данным выбрана технология dbExpress. Программы, управляющие приборами, и пакет прикладных программ по обработке результатов экспериментов являются уникальными разработками участников проекта. На данный момент проводится комплексное тестирование автоматизированного информационно-измерительного комплекса и его доработка. Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ 07-07-00209.

ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ДАННЫЕ ЛЕССОВО-ПОЧВЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАСЕЙНА РЕКИ ЧИРЧИК НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА АРКУТСАЙ

Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г.

(Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент)

На территории бассейна реки Чирчик лессово-почвенные отложения довольно широко распространены и представлены различными литолого-генетическими разновидностями. Литологически – это преимущественно лессовидные суглинки, галечники, пески и супеси, генетически – аллювиальные, пролювиальные, делювиальные и озерные отложения. Разрез Аркутсай располагается в бассейне первого притока р. Угам на южном склоне Каржантаутского хребта и наиболее полно отражает палеомагнетизм отложений эоплейстоцена, плейстоцена и голоцена. Отложения разреза вскрыты оползнем на правом борту Аркутсая и представлены лёссовидными и погребёнными почвенными горизонтами общей мощностью 70 м, которые на участке исследования со стратиграфическими несогласием залегают на неогеновых отложениях. В изучаемом разрезе нами выделено 19 палеопочв.

Для палеомагнитных и магнитных исследований был получен материал из 3360 ориентированных образцов, которые до глубины 50 м разреза отбирались сплошную, с 50 до 70 м с интервалом 0,1 м. Лабораторными палеомагнитными исследованиями установлено, что естественная остаточная намагниченность (ЕОН) прямо намагниченных суглинков изменяется в пределах $(8,0 \div 16,0) \times 10^{-6}$ СГС, а обратно намагниченных $(1,0 \div 8,0) \times 10^{-6}$ СГС. Вверх по разрезу величина ЕОН суглинков незначительно увеличивается. Магнитная восприимчивость (МВ) прямо намагниченных суглинков изменяется в пределах $(18,0 \div 38,0) \times 10^{-6}$ СГС при среднем значении МВ равном $30,2 \times 10^{-6}$ СГС, а обратно намагниченных в пределах $(16,0 \div 42,0) \times 10^{-6}$ СГС при среднем значении МВ равном $19,8 \times 10^{-6}$ СГС. В палеопочвах ЕОН изменяется в широких пределах $(12,6 \div 49,0) \times 10^{-6}$ СГС при среднем значении ЕОН равном $24,2 \times 10^{-6}$ СГС, а МВ в пределах $(37,0 \div 224,0) \times 10^{-6}$ СГС при среднем значении МВ равном $73,5 \times 10^{-6}$ СГС. В палеопочвах прямо намагниченной зоны ЕОН и МВ коррелируют между собой: чем выше значения МВ, тем выше ЕОН. В почвообразующих породах такая корреляция встречается в отдельных случаях. В палеопочвах обратно намагниченной зоны корреляция между ЕОН и МВ не отмечается

и их величины значительно ниже, чем в прямо намагниченных палеопочвах. Высокие значения ЕОН и МВ отмечаются в I, III, V, VII, VIII, IX и XI палеопочвах.

Палеомагнитное изучение разреза позволило определить, что лессово-почвенные отложения сверху до глубины 52 м намагничены по направлению современного геомагнитного поля и до глубины 7 м имеются три обратных кратковременных эпизода. В нижней части разреза на глубине от 50 до 70 м в обратно намагниченных отложениях установлены три прямо намагниченных горизонта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ПОРОД ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКОЙ СТРУКТУРЫ ХРЕБТА СЕРПОВИДНЫЙ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Тюремнов В.А., Балаганский В.В., Матюшкин А.В.
(Геологический институт Кольского научного центра РАН)

В данной работе предпринята попытка выделения палеокомпонент намагниченности для пород слагающих раннепротерозойскую структуру хребта Серповидный. Особенностью данной структуры является ее положение в составе Кейвской структуры - архейского блока земной коры. Геолого – геофизические данные, а также модельные построения, на основе этих данных дают основание считать, что нормальный стратиграфический разрез нарушен, и структура хребта Серповидный представляет «коллаж» тектонических пластин или же сильно деформированную складку. Выяснение условий деформации может дать информацию о геодинамике и условиях формирования структуры. Структура хребта Серповидный состоит из нескольких толщ сложенных сильно контрастными, по величине магнитными породами, от практически немагнитных сланцев и кварцитоподобных пород до амфиболитов, метамандельштейнов, имеющих магнитную восприимчивость до сотых единиц СИ. Из толщ структуры, имеющих наибольшую магнитную восприимчивость было отобрано несколько ориентированных образцов, которые в дальнейшем подвергались процедуре магнитной чистки. По полученным результатам была произведена оценка положения палеополуса.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МАГНИТОСТРАТИГРАФИИ КОГОТОКСКОЙ СВИТЫ СИБИРСКИХ ТРАППОВ

^аФетисова А.М., ^аЛатышев А.В., ^бВеселовский Р.В., ^бПавлов В.Э.

(^аГеологический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова; ^бИнститут физики Земли РАН им. О.Ю.Шмидта)

Продолжительность и, особенно, интенсивность формирования мощной толщи базальтовых покровов Сибирских траппов до сих пор остается предметом дискуссий. Решение этого вопроса имеет особую ценность для выяснения связи между великим пермо-триасовым вымиранием и сибирским трапповым магматизмом. Отсутствие четкой корреляции трапповых разрезов Норильского и Маймеча-Котуйского районов не позволяет оценить объем вулканических извержений, от которого напрямую зависит степень воздействия этих извержений на экосистему. В 2008-2009 гг. нами было проведено детальное палеомагнитное опробование опорных разрезов траппов Маймеча-Котуйского района севера Сибирской платформы. В настоящей работе представлены результаты, полученные по нижней части разреза, обнажающейся в

долине р.Котуй и включающей в себя хардахскую, арыджангскую и коготовокскую свиты.

МАГНИОСТРАТИГРАФИЯ СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. НАЙБЫ (ЮЖНЫЙ САХАЛИН)

Фомин В.А., Пименов М.В.

(Геологический факультет Саратовского университета)

Изучен разрез верхнемеловых сеноманских (найбинская и быковская свиты) отложений р.Найба (Южный Сахалин). Проведен комплекс стандартных палеомагнитных лабораторных экспериментов и тестов. В результирующей палеомагнитной колонке на фоне доминирующей прямой полярности выделяется субзона обратной полярности в верхах найбинской и в низах быковской свит. Согласно предложенной схеме Е.А.Языковой и др (*Yazykova et al., 2004*) выделенная магнитозона охватывают биостратиграфические зоны *A.rhotomagense* и *Calycoceras* sp. среднего сеномана.

Впервые субзона обратной полярности - QM в среднем сеномане была выделена в Венецианских Альпах (*Vandenberg, Wonders, 1980*). Затем, она была подтверждена автором в среднесеноманских отложениях Западного Копетдага и Туаркыра (2001, 2003). Данная R-субзона прослеживается по всей планете в сеноманских отложениях в различных палеобиогеографических областях (Мексика, Западная Европа, Кавказ, Крым, Центральная Азия, в колонках глубоководного бурения), что доказывает ее геофизическую природу и позволяет ее использование в качестве реперного уровня для синхронизации среднесеноманских отложений.

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ В КРАСНОЦВЕТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ТАТАРСКОГО ЯРУСА В РАЙОНЕ ГОРОДА КСТОВО (НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Хачко О.И., Шаццло А.В., Орлов С.Ю.

(Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН)

С целью изучения проблемы занижения наклонения были отобраны образцы из красноцветных пород верхней части татарского яруса вблизи города Кстово, Нижегородская обл. Три сайта на правом высоком берегу р. Волги (44°15'с.ш., 56°09'в.д.) и одно обнажение в районе деревни Ветчак (44°18'с.ш., 56°06'в.д.).

Образцы представляют собой слаболитифицированные глинистые породы. Обычно в образцах наблюдается переслаивание или сложные соотношения «красных» и «белых» разностей глин различной степени песчанности. Цвет «красных» разностей варьирует от розовых до ярко-красных и бурых оттенков. Последовательность пород в разрезе, характер слоистости и общий набор литологических разностей достаточно типичны для татарского яруса в Среднем Поволжье. Отмечаются многочисленные деформационные явления (сбросы, смещения) мезоструктурного масштаба.

В данной работе, разбираются предварительные данные палеомагнитных исследований. Проведена лабораторная чистка ЕОН в интервале температур 100-680°С, измерена анизотропия магнитной восприимчивости. Предполагается

проведение экспериментов предложенных Джексоном (*Jackson M., Banerjee S., 1991*) для корректировки занижения наклона в осадочных породах.

ВОЗМОЖНОСТИ МИКРОЗОНДОВОГО АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ТЕСКАН-ВЕГА 2» В ГО «БОРОК» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Цельмович В.А.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН, tselm@mail.ru)

Метод электронно-зондового микроанализа (ЭЗМА) в Геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ РАН активно используется и развивается. Результаты многолетней работы (с 1976 г.) с использованием результатов ЭЗМА представлены в сотнях научных публикаций. Постоянно изучаются образцы для палеомагнитных исследований с целью диагностики первичности намагниченности магнитных зёрен, определения их состава и структуры. Накоплен большой опыт изучения как изверженных, так и осадочных пород. В изучении магнитных частиц в осадочных породах сделан прорыв после получения в 2006 г. микрозондового аналитического комплекса «Tescan Vega II». В 2009 году приобретена новая приставка для катодоллюминесценции (КЛ) фирмы Gatan. Ранее наблюдение КЛ под электронным зондом позволило обнаружить алмазы импактного происхождения. КЛ имеет место в различных минералах и возникает в связи с наличием дефектов кристаллической структуры или следов элементов. КЛ значительно расширит аналитические возможности ЭЗМА и позволит получать новую информацию при анализе алмазов, кварца, корунда, рутила, касситерита, бенитонита, виллемита, галита, флюорита, шпинели, кальцита, доломита, сфалерита, циркона, апатита, барита, диоксида, волластонита, форстерита, энстатита и др. Интенсивность КЛ излучения сильно связана с плотностью дефектов, которые зависят от температуры формирования, скорости охлаждения, деформации и радиоактивного облучения.

Интересны возможности перспективного метода дифракции обратно-рассеянных электронов (ДОРЭ). Обосновывается приобретение прибора с ДОРЭ. Появится метод, который даст возможность изучения структуры минералов с высокой локальностью (до 10 нм). Появится возможность исследования фазового состава метаморфических пород (с диагностикой кварца и коэсита), изучения деформаций метаморфических пород с выделением зерен с разной ориентацией кристаллов. Метод этот поистине революционный и позволит решать минералогические, геологические и геофизические задачи, в которых изучается структура минералов как индикатор условий их образования и последующих изменений.

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТОМИНЕЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ТОЛЩ МЕЗОЗОЯ – КАЙНОЗОЯ, ОБРАЗОВАВШИХСЯ НА ТЕРРИТОРИИ РУССКОЙ ПЛИТЫ

Цельмович В.А., Гапеев А.К., Куражковский А.Ю.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН, tselm@mail.ru)

Исследован магнитоминералогический состав осадков юры, мела, голоцена, образовавшихся в центральной части Русской плиты. Прослежена динамика изменений зерен магнитных минералов в зависимости от возраста и условий, в которых происходила аккумуляция отложений. Показано, что степень окатанности и состав

зерен магнитных минералов связан с особенностями седиментации и слабо зависит от возраста.

ХАРАКТЕР ДРЕЙФА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И БАЛТИКИ С ПОЗДНЕГО ОРДОВИКА ПО РАННИЙ ТРИАС: КОРРЕЛЯЦИЯ С ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ СОБЫТИЯМИ

^aШацилло А.В., ^bПаверман В.И., ^bФедюкин И.В.

(^aИнститут физики Земли РАН, shatsillo@gmail.com; ^bStanford University, USA;

^bГеологический факультет МГУ,)

За последние несколько лет авторскому коллективу удалось получить ряд новых палеомагнитных определений для палеозоя Сибирской платформы. Новые данные в комплексе с полученными ранее результатами позволяют уточнить конфигурацию кривой кажущейся миграции полюса (КМП) Сибирской платформы для палеозоя и оценить кинематику ее перемещений. В этом свете нам представляется интересным привлечь аналогичные палеомагнитные данные по Балтике, что позволит совместно рассмотреть перемещение этих крупнейших блоков Земной коры во времени с момента образования композитного континента Лавруссия и до формирования позднепалеозойской Пангеи.

По южной окраине Сибири (Нюйско-Березовская впадина, Байкало-Патомское нагорье) нам удалось получить четыре новых палеомагнитных полюса – для позднего ордовика (карадок-ашгил), середины силура, раннего девона и рубежа карбон-пермь. Проведен анализ характера движения рассматриваемых континентальных блоков и их возможную связь с геологическими событиями, происходившими в палеозое. Как видно из проведенного анализа, изменение характера движения рассматриваемых древних платформ тесно связано с крупными тектоническими событиями, происходившими на самих платформах и по их периферии, что указывает на единые геодинамические причины их породившие. Сибирская платформа и Балтика испытывали в целом согласованные перемещения, хотя совершенно очевидно, что в течение палеозоя они не являлись единой жесткой плитой. Это наблюдение можно рассматривать как дополнительную аргументацию геодинамической модели Шенгера-Натальина-Буртмана о формировании Центрально-Азиатского подвижного пояса как результата деятельности единой островной дуги соединяющей южные окраины этих платформ в палеозое.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты 07-05-00880, 07-05-00750 и программы ОНЗ РАН «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту)».

УСЕЧЕННАЯ ВЫБОРКА ВЕКТОРОВ: АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ОЦЕНКИ СРЕДНЕГО НАПРАВЛЕНИЯ

Шипунов С.В.

(Частная школа «Студиум», Санкт-Петербург, svshipunov@mail.ru)

Несмотря на весь арсенал методов, используемых при анализе палеомагнитных данных, результирующие распределения векторов намагниченности могут содержать “паразитные” компоненты, что может исказить результат. Об этом, в частности,

свидетельствуют результаты применения теста складки. Даже при положительных результатах его применения в выборке могут присутствовать послескладчатые компоненты. Кроме того, интерпретация важного параметра α_{95} , определяющего *точность* среднего, радиуса круга доверия (с вероятностью 95 % круг доверия включает истинное направление палеомагнитного поля) может не соответствовать действительности (Шипунов и др., 1996). Поэтому важным представляется анализ результирующего (т.е. входящего в окончательную статистику) распределения векторов с целью получения *нечувствительных* к неоднородностям в выборке. Для решения этой проблемы ранее была предложена процедура *усечения* векторов (Шипунов, Бретштейн, 1999). Также встает вопрос о возможности развить этот подход по усечению на выборку из распределения Фишера (Fisher, 1953). Анализ сводился к численному моделированию *фишеровских* выборок. Объем моделирования для каждой выборки составлял – 500. Объемы выборок: $n = 10 - 30$; кучность: $k = 20 - 100$. Затем проводилось усечение выборки (с вычислением выборочных статистик: среднее направление, k , α_{95}). При этом также контролировалось угловое расстояние от выборочного среднего направления до истинного центра распределения ϕ .

Результаты анализа: 1. При усечении фишеровской выборки (до 30–50 % ее объема) происходит рост кучности более чем в 2 раза и уменьшение α_{95} в 1,5 раза. При этом угловое расстояние от выборочного среднего до истинного центра выборки ϕ не превышает α_{95} . Этот вывод относится к средним параметрам по 500 выборкам. 2. Однако разброс (дисперсия) всех оцененных параметров сильно возрастает при усечении выборки.

Вывод. Применение усечения для фишеровской выборки может действительно дать более точное (надежное) среднее направление. Однако это улучшение относится в *основном* только к параметрам выборки, но не к истинному (генеральному) направлению.

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ

Щербаков В.П., Сычева Н.К.

(ГО «Борок» ИФЗ РАН)

Проанализирована роль столкновений между кластерами осаждающегося материала на его намагниченность на этапе осаждения в водной среде. В лабораторных экспериментах столкновения являются важнейшим фактором, резко снижающим величину как индуктивной, так и остаточной намагниченности (DRM). Исключением из этого правила может быть случай осаждения в дистиллированной воде, когда вероятность слипания частиц при их сближении мала. Для условий глубоководных озёр и прибрежных морских бассейнов с относительно высокой скоростью осадконакопления её концентрация достаточна для развития интенсивной флокуляции, начиная с некоторой глубины. Для удалённых от континентов океанических областей количество поступающего на поверхность материала слишком мало и роль столкновений здесь может быть незначительна. Намагниченность осаждающейся суспензии в условиях интенсивной флокуляции далека от насыщения, линейна по полю и определяется, по меньшей мере, семью параметрами, характеризующими как магнитные, так и немагнитные частицы. Столь многопараметрическая зависимость величины намагниченности от условий осаждения обуславливает практическую невозможность оценки величины древнего

геомагнитного поля методом пересадения ввиду невозможности адекватно воспроизвести в лаборатории условия осаждения в естественных водоёмах. Предложена схематичная модель образования рDRM на основе «замораживания» упругой компоненты деформации осадка с высокой влажностью. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 06-05-64585.

МИРОВАЯ БАЗА ДАННЫХ (МБД) ПО ПАЛЕОНАПРЯЖЁННОСТИ: ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ИНСТРУКЦИЯ К ПОЛЬЗОВАНИЮ

Щербаков В.П., Сычёва Н.К.
(ГО «Борок» ИФЗ РАН)

Мировая база данных по палеонапряженности содержит на данный момент более 3700 определений палеонапряженности и виртуального дипольного момента (VDM) для стабильного (не инверсионного) режима геомагнитного поля в интервале времени до 3.5 млрд. лет, при этом 15% всех мировых данных по палеонапряженности (около 600 определений VDM, из них 20 определений – результат работы последних 3 лет) получены в Обсерватории «Борок». В базу данных помещаются определения палеонапряженности и VDM, полученные только на изверженных породах и обожженных контактах. База постоянно обновляется включением в нее новых определений палеонапряженности, опубликованных в мировой литературе.

База данных создана в СУБД Ms Access, организована на двух связанных таблицах: REF (данные по научной публикации, 7 реквизитов) и DATA (координаты отбора образцов, метод определения палеонапряженности, полученные результаты, ошибка определения, характеристика горной породы и т.д. – всего 28 реквизитов по таблице DATA). Мировая база данных по палеонапряженности (World Paleointensity Database) зарегистрирована ГО «Борок ИФЗ РАН в Государственном регистре баз данных, регистрационное свидетельство №12579, рег. номер 0220913428 и доступна с сайта Обсерватории <http://wwwbrk.adm.yar.ru/palmag/index.html> и с сайта информационно-измерительного комплекса ГО «Борок ИФЗ РАН <http://palmag.yar.ru>.

Работа выполнена при помощи грантов РФФИ 07-07-00209 и 09-05-00878.

ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ В СРЕДНЕМ МИОЦЕНЕ: ПАЛЕОНАПРЯЖЁННОСТЬ И ПАЛЕОНАПРАВЛЕНИЕ (ПО ВУЛКАНИТАМ ПРИМОРЬЯ)

^аЩербакова В. В., ^аЩербаков В. П., ^бБретштейн Ю.С., ^аЖидков Г.В., ^аВиноградов Ю.К.

(^аГО «Борок» ИФЗ РАН, valia@borok.yar.ru; ^бИнститут тектоники и геофизики ДВО РАН)

Выполнено комплексное исследование представительной коллекции среднемиоценовых базальтоидов возраста 12,4 -10,0 млн. лет, слагающих вулканические покровы Шуфанского и Совгаванского вулканических плато, – объекты Николо-Львовск (НЛ), Сов. Гавань (СГ) и вулкан Шишловский. Установлена близость основных петрологических и магнитных свойств эффузивов указанных ареалов. Проведена температурная чистка образцов, определены координаты палеомагнитного полюса: $\Lambda = 190,2^\circ$ в. д., $\Phi = 71,3^\circ$ с.ш. для базальтов НЛ и $180,4^\circ$ в. д., $\Phi = 71,9^\circ$ с.ш. для объекта СГ. Значения палеополюсов, полученные в данной работе, хорошо согласуются с уже имеющимися определениями палеополюсов на наиболее близких по

возрасту среднемиоценовых базальтах из смежных регионов Прибайкалья, Монголии и Северо-Восточного Китая.

По трём вышеуказанным объектам получены достоверные, статистически значимые определения палеонапряжённости $H_{др}$ методом Телье-Коэ и соответствующие им значения виртуального дипольного момента (VDM). Три из четырёх новых определений VDM по величине почти в два раза ниже его современного значения $8,12 \cdot 10^{22}$ Ам², одно близко к нему.

Анализ определений VDM в миоцене, представленных в мировой базе данных, показал, что средняя величина интенсивности геомагнитного диполя в миоцене равна $5,06 \cdot 10^{22}$ Ам² при высоком размахе вековых вариаций VDM от $1,5 \cdot 10^{22}$ Ам² до $11,84 \cdot 10^{22}$ Ам². Не прослеживается статистически значимой корреляции между полярностью поля и его величиной. Из сопоставления характеристик геомагнитного поля в период мелового суперхрона, в течение которого сохранялась одна и та же его полярность, и в миоцене, когда инверсии происходили очень часто, видно, что средние значения VDM на этих временных отрезках близки. Этот результат говорит в пользу гипотезы об отсутствии корреляции между величиной VDM и частотой инверсий. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-05-00878.

К ВОПРОСУ О КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТЕРМОКАППОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Ямпольская О.Б., Маникин А.Г., Гужиков А.Ю., Пименов М.В., Багаева М.И.

(Геологический факультет Саратовского государственного университета; Саратов, 410012

Астраханская, 83)

Термокаппометрический метод, базирующийся на эффекте фазового перехода сульфидов и карбонатов железа в магнетит при нагреве до 500°C в воздушной среде, успешно используется в практической геологии для экспрессного определения повышенных концентраций пирита в породах.

Нами начаты исследования, цель которых - выяснение возможности количественного анализа концентраций пирита в породах и определения процентного содержания FeS₂ в образцах, на основе термокаппометрических данных.

Проведены термокаппометрические эксперименты с образцами (более 300), изготовленными искусственным способом из немагнитных сульфидов железа различного генезиса. Исследовались образцы пирита массой от 1 до 3 г. Матриксом для кристаллов пирита служили заведомо не магнитные кварцевый песок и мел. В последствии образцы нагревались в муфельной печи до температуры 550 C° в течении часа, после чего у них проводилось измерение магнитной восприимчивости.

Анализ полученных результатов в ходе эксперимента привел к следующим выводам:

- 1) Установлена, значимая линейная зависимость между количеством пирита в породе и величиной термокаппы.
- 2) В диапазоне фракций от < 0,15 мм до > 1 мм величина термокаппы, слабо зависит от размерности частиц пирита.

Методика пересчета значений термокаппы в концентрации пирита апробирована на разрезе средневолжских горючих сланцев (зона *panderi*) с. Городищи (Ульяновская обл.). Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 08-05-00385).

СОДЕРЖАНИЕ

Железосодержащие соединения в реликтах древних шлаковых отложений на территории Дании как носители информации о геомагнитном поле и процессе производства Fe <i>Антонов А., Гендлер Т.С., Абрахамсен Н, Новакова А.А.</i>	3
Палеомагнитные исследования пород верхненеленской свиты среднего-позднего кембрия (верхнее течение р. Лена) <i>Апарин В.П., Хузин М.З., Константинов К.М., Константинов И.К.</i>	3
О возможности магнитного измерения палеонапряжений <i>Афремов Л.Л., Кириенко Ю.В.</i>	4
Новые магнитостратиграфические данные по берриасу горного Крыма <i>Багаева М.И., Гужиков А.Ю., Ямпольская О.Б., Аркадьев В.В.</i>	4
Палеомагнетизм верхневендской басинской свиты Башкирского мегаантиклинория, Южный Урал: предварительные результаты <i>Баженов М.Л., Голованова И.В., Данукалов К.Н., Козлов В.И., Левашова Н.М., Павлов В.Э., Пучков В.Н., Сирота Г.С., Хайруллин Р.Р.</i>	5
Палеомагнетизм мощных лавовых серий: что такие данные могут сказать о древнем геомагнитном поле? <i>Баженов М.Л.</i>	6
Существует ли связь между изменениями климата и геомагнитного поля? Динамика вековых геомагнитных вариаций и атмосферная циркуляция в XX столетии <i>Бахмутов В.Г., Иванова Е.К., Мартазинова В.Ф., Мельник Г.В., Чайка Д.Ю.</i>	7
Релаксационные явления в системах конечного числа спинов Изинга <i>Белоконь В.И., Нефедев К.В.</i>	8
Геокинематика террейнов Амурской плиты в фанерозе <i>Бретштетин Ю.С.</i>	8
Учет влияния процессов выветривания магнетита при определении напряженности древнего геомагнитного поля <i>Бураков К.С., Начасова И.Е.</i>	9
Новые палеомагнитные и изотопные данные по рифейскому магматическому комплексу севера Сибирской платформы <i>Веселовский Р.В., Павлов В.Э., Майк Гамильтон, Шаццло А.В., Паверман В.И.</i>	10
Палеомагнетизм раннепротерозойских образований юга Сибирского кратона и геодинамические следствия <i>Водовозов В.Ю., Диденко А.Н., Гладкокуб Д.П., Донская Т.В., Мазукабзов А.М.</i>	10
Влияние марганца на кинетику термического разложения природных лепидокрокитов <i>Гапеев А.К., Грибов С.К., Долотов А.В.</i>	11
К вопросу о механизме термического разложения g-FeOОН <i>Гапеев А.К., Грибов С.К., Долотов А.В.</i>	12
Влияние марганца на процессы химического намагничивания при термическом разложении природных лепидокрокитов <i>Гапеев А.К., Грибов С.К.</i>	12
Особенности стабильности CRM, приобретаемой при низкотемпературной дегидратации гидроокислов Fe <i>Гендлер Т.С., Гапеев А.К., Грибов С.К., Щербиков В.П., Деккерс М.</i>	13
Геомагнитная инверсия Матюяма-Брюнес: запись в отложениях новосибирского Приобья (предварительные результаты) <i>Гнибиденко З.Н., Семаков Н.Н.</i>	13
Трансрегиональная магнитостратиграфическая корреляция неогеновых формаций <i>Гребенюк Л.В.</i>	14
Магнитостратиграфические результаты по неблагоприятным в палеомагнитном отношении разрезам юры Русской плиты <i>Гужиков А.Ю., Пименов М.В., Маникин А.Г.</i>	15
Положение и кинематика Дзавханского террейна в позднем рифее по палеомагнитным данным <i>Дворова А.В., Козаков И.К., Диденко А.Н.</i>	16

Изменение периода вращения Земли в геологической истории, причины, связь с VDM <i>Земцов В.А.</i>	17
Постседиментационная намагниченность в наземных осадках. Эксперимент по влиянию смачивания и модель жёсткой матрицы <i>Зубов А.Г.</i>	18
Компоненты естественной остаточной намагниченности красноцветов Донбасса: к вопросу занижения наклонения <i>Иосифиди А.Г., Храмов А.Н., Попов В.В., Мас Ниокаиш К., Деккерс М.</i>	18
Палеомагнетизм некоторых неархейских и протерозойских магматических пород Украинского щита <i>Иосифиди А.Г., Бахмутов В.Г., Арестова Н.А.</i>	19
Четвертичный вулкан Сверрефельлет (о. Западный Шпицберген): палеомагнитные данные <i>Иосифиди А.Г., Гуревич Е.Л., Тюкова О.С.</i>	20
Данные палеомагнитного изучения разреза палеозоя (D3-C1) р. Талота, Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция <i>Иосифиди А.Г., Храмов А.Н., Попов В.В., Павлова К.Г., Комиссарова Р.А., Томша В.А., Журавлев А.В., Еременко Н.М., Вевель Я.А., Николаев А.И., Данилова А.В., Сальная Н.В.</i>	21
Палеомагнетизм ультрабазитов массива Кондер и оценка его возраста <i>Каретников А.С.</i>	21
Распределение длительностей полярных интервалов <i>Клайн Б.И., Куражковский А.Ю., Куражковская Н.А.</i>	22
Новые данные по магнитостратиграфии титона горного Крыма <i>Кожен В.С., Гужиков А.Ю., Ямпольская О.Б., Багаева М.И., Аркадьев В.В.</i>	22
Перспективы изучения анизотропии магнитной восприимчивости горных пород с целью поисков коренных месторождений алмазов в Западной Якутии <i>Константинов К.М., Константинов И.К.</i>	23
Палеонапряжённость второй половины плейстоцена по результатам исследования осадочных отложений оз. Байкал <i>Крайнов М.А.</i>	23
Изменение палеонапряжённости в последние 350 млн. лет <i>Куражковский А.Ю., Куражковская Н.А., Клайн Б.И.</i>	24
Восточно-Европейский кратон в мезопротерозое: новые палеомагнитные данные и геодинамическая интерпретация <i>Лубнина Н.В.</i>	24
Запись относительной напряжённости геомагнитного поля в донных отложениях Охотского моря (поздний плейстоцен) <i>Малахов М.И., Горбаренко С.А., Малахова Г.Ю., Харада Н.</i>	25
Магнитные включения в терригенных зёрнах крупной фракции ледового разноса колонки LV 28-40-5, Охотское море <i>Малахов М.И., Некрасов А.Н., Малахова Г.Ю., Горбаренко С.А., Василенко Ю.П.</i>	26
Петромагнитные индикаторы осцилляций климата и среды Охотского моря в позднем плейстоцене <i>Малахова Г.Ю., Малахов М.И., Горбаренко С.А., Харада Н.</i>	27
Значение петромагнитных данных при изучении керна и шлама разведочных скважин с целью получения дополнительной геологической информации <i>Маникин А.Г., Гужиков А.Ю., Ямпольская О.Б., Пименов М.В.</i>	27
Намагниченность типоморфных почв Украины и ее информативность <i>Меньшов А.И., Сухорада А.В.</i>	28
Некоторые особенности а-памяти магнетитсодержащих горных пород из зоны гипергенеза <i>Муратова И.Е., Петров И.Н., Сергиенко Е.С., Смирнова Р.В.</i>	29
Напряжённость геомагнитного поля в I тысячелетии до н.э. на Пиренейском полуострове <i>Начасова И.Е., Бураков К.С.</i>	30
Структура вариаций напряжённости геомагнитного поля в последние тысячелетия <i>Начасова И.Е., Бураков К.С.</i>	31
Магнитные свойства осадков из границы мел/палеоген (Гамс, Австрийские Альпы) <i>Нургалиев Д.К., Ясонов П.Г., Печерский Д.М., Грачев А.Ф., Гильманова Д.М.</i>	31

Диагностика остатков магнитотактических бактерий в осадках современных озер <i>Нургалиев Д.К., Ясонов П.Г., Утемов Э.В.</i>	32
Остатки магнитотактических бактерий в осадках – новый инструмент для реконструкций изменений окружающей среды в прошлом <i>Нургалиев Д.К., Гильманова Д.Р., Крылов П.</i>	33
Магнитные наночастицы в осадочных горных породах: методы диагностики и значение для познания истории Земли <i>Нургалиев Д.К., Гильманова Д.М., Ясонов П.Г. Утемов Э.В., Нургалиева Н.Г., Халымбаджа И.В., Чернова И.Ю.</i>	33
О возможности тестирования статистических моделей вековых вариаций по данным детальных магнитостратиграфических исследований <i>Павлов В.Э.</i>	34
Палеомагнетизм палеопротерозойских образований Улканского прогиба (юго-восток Алдано-Становой провинции) <i>Песков А.Ю., Диденко А.Н., Гурьянов В.А., Пересторонин А.Н.</i>	35
Долговременная эволюция геомагнитного поля в свете теории динамо <i>Печерский Д.М., Соколов Д.Д.</i>	36
Что отражено на палеомагнитной записи пород разреза Караджа <i>Пилипенко О.В., Трубихин В.М.</i>	36
Магнитостратиграфические характеристики разрезов юры Русской плиты – возможных кандидатов в GSSP келловея, оксфорда и титона <i>Пименов М.В., Гужиков А.Ю., Рогов М.А.</i>	37
Параметры магнитного состояния <i>Писакин Б.Н., Федотова М.А.</i>	38
Предварительные результаты палеомагнитных исследований Карской астроблемы <i>Попов В.В., Храмов А.Н., Зархидзе Д.В., Цибульская А.Е.</i>	38
Палеомагнетизм опорных разрезов рифея и венда Туруханского поднятия <i>Попов В.В., Комиссарова Р.А., Храмов А.Н.</i>	39
Исследование динамо Паркера квазиклассическим методом <i>Попова Е.П., Артюшкова М.Е.</i>	40
Оценка температур образования ферримангнитных минералов в ходе метаморфизации мантийных шпинелевых перидотитов (методология термомагнитных исследований: предварительный анализ возможностей) <i>Попов К.В., Щербаков В.П., Базылев Б.А.</i>	41
Увеличение магнитной жесткости, как общее свойство пород зон рудогенеза Украинского Щита <i>Попов С.А.</i>	41
Магнитная восприимчивость почв урбанизированных территорий и её прикладное значение в геоэкологических исследованиях <i>Решетников М.В.</i>	42
Современные вопросы геодинамо <i>Решетняк М.Ю.</i>	43
Альтернативная модель интерпретации палеомагнитных данных <i>Ржевский Ю.С.</i>	44
Палеомагнетизм южного Тянь-Шаня и Памира <i>Ржевский Ю.С.</i>	44
Сравнительный анализ различных (традиционной и альтернативной) модели интерпретации палеомагнитных данных на примере Камчатки и юга Корякии <i>Ржевский Ю.С.</i>	44
Палеомагнитная информация о характере деформаций верхнепалеозойских толщ в ядрах альпийских структур в юго-западных отрогах Гиссарского хребта <i>Ржевский Ю.С.</i>	45
Компоненты естественной остаточной намагниченности нижнеордовикских отложений северо-запада Сибирской платформы <i>Родионов В.П., Гуревич Е.Л.</i>	45
Различие в магнитных свойствах наночастиц гетита в зависимости от условий синтеза <i>Савилов А., Гендлер Т.С., Новакова А.А., Пузик И.И., Конохов Ю.В., Левина В.В.</i>	46

Аппаратура и технология современной воздушной и морской магнитной съемки <i>Семевский Р.Б., Цирель В.С.</i>	47
Сравнительный анализ VDM и VADM для эпох нормальной и обратной полярности (предварительные результаты) <i>Сергиенко Е.С., Смирнова Р.В., Сычева Н.К., Щербаков В.П., Петров И.Н., Абасалиева Л.К.</i>	48
Статистический анализ изменений палеонапряженности за последние 100 млн. лет <i>Сергиенко Е.С., Смирнова Р.В., Щербаков В.П., Петров И.Н., Калугин О.Ю.</i>	48
Устойчивые конвективные и магнитные состояния жидких ядер планет <i>Старченко С.В.</i>	49
Структурно-геологическая информативность магнитных свойств горных пород докембрийского фундамента на примере Украинского щита <i>Сухорада А.В., Решетник М.М.</i>	50
Информационные технологии в исследованиях в области палеомагнетизма и магнетизма горных пород <i>Сычева Н.К., Сычев А.Н., Виноградов Ю.К.</i>	50
Палеомагнитные данные лессово-почвенных отложений бассейна реки Чирчик на примере разреза Аркутсай <i>Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г.</i>	51
Результаты палеомагнитных измерений для пород палеопротерозойской структуры хребта Серповидный (Кольский полуостров) <i>Тюремнов В.А., Балаганский В.В., Матюшкин А.В.</i>	52
Новые данные по магнитостратиграфии коготокской свиты сибирских траппов <i>Фетисова А.М., Латышев А.В., Веселовский Р.В., Павлов В.Э.</i>	52
Магнитостратиграфия сеноманских отложений р. Найбы (Южный Сахалин) <i>Фомин В.А., Пименов М.В.</i>	53
Особенности магнитной записи в красноцветных отложениях верхней части татарского яруса в районе города Кстово (Нижегородская область) <i>Хачко О.И., Шацилло А.В., Орлов С.Ю.</i>	53
Возможности микророндового аналитического комплекса «Тескан-Вега 2» в ГО «Борок» для решения геофизических задач <i>Цельмович В.А.</i>	54
Особенности магнитоминералогического состава осадочных пород толщ мезозоя – кайнозоя, образовавшихся на территории Русской плиты <i>Цельмович В.А., Гапеев А.К., Куражковский А.Ю.</i>	54
Характер дрейфа Сибирской платформы и Балтики с позднего ордовика по ранний триас: корреляция с геологическими событиями <i>Шацилло А.В., Паверман В.И., Федюкин И.В.</i>	55
Усеченная выборка векторов: анализ надежности оценки среднего направления <i>Шипунов С.В.</i>	55
Анализ механизма формирования остаточной намагниченности <i>Щербаков В.П., Сычева Н.К.</i>	56
Мировая база данных (МБД) по палеонапряженности: история создания и инструкция к пользованию <i>Щербаков В.П., Сычёва Н.К.</i>	57
Геомагнитное поле в среднем миоцене: палеонапряженность и палеонаправление (по вулканитам Приморья) <i>Щербакова В. В., Щербаков В. П., Бретштейн Ю.С., Жидков Г.В., Виноградов Ю.К.</i>	57
К вопросу о количественной интерпретации термокаппометрических данных <i>Ямольская О.Б., Маникин А.Г., Гужиков А.Ю., Пименов М.В., Багаева М.И.</i>	58