

УДК 550.384

РЕЖИМЫ ГЕНЕРАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В МЕЛОВОМ ПЕРИОДЕ

© 2003 г. А. Ю. Куражковский, Н. А. Куражковская, Б. И. Клайн, А. Ю. Гужиков

Представлено академиком В.Н. Страховым 27.11.2002 г.

Поступило 08.01.2003 г.

Эволюционные изменения режима генерации геомагнитного поля обычно отождествляются с динамикой палеонапряженности. Однако в настоящее время о поведении палеонапряженности имеются два явно противоречащих друг другу представления.

Так, в результате исследований, проведенных по термонамагнитным (вулканогенным) породам, напряженность геомагнитного поля фанерозоя представлена в виде нескольких интервалов, характеризующихся одинаковыми средними значениями (уровнями) палеонапряженности [1].

В то же время исследования осадочных толщ, регулярно образующихся лавовых потоков и археомагнитных объектов показали, что в позднем кайнозое палеонапряженность изменялась с периодичностью от нескольких десятков до первых сотен тысяч лет [2, 3]. Таким образом, согласно этим данным, поведение напряженности геомагнитного поля позднего кайнозоя принципиально отличается от его поведения в остальной части фанерозоя.

По-видимому, причина столь различных представлений о поведении геомагнитного поля заключается в том, что палеонапряженность последнего магнитополярного интервала исследована по осадочным толщам с подробностью, позволяющей обнаружить ее вариации длительностью десятки и сотни тысяч лет. Представление о палеонапряженности более удаленного геологического времени базируется на результатах точечных определений, проведенных по вулканогенным породам. Эти исследования, как правило, не позволяют судить о длительности, а во многих случаях даже и о последовательности изучаемых палеомагнитных событий. Кроме того, вулканогенная и геотектоническая активность имеют

собственную периодичность. В связи с этим появляются основания для предположения о том, что картина “длиннопериодического” изменения палеонапряженности фанерозоя может быть отражением несовпадения периодичности изменений модуля геомагнитного поля и вулканогенной активности.

Для определения истинного различия (если таковое имеется) поведения палеонапряженности позднего кайнозоя и остальной части фанерозоя требуется проведение новых определений динамики модуля геомагнитного поля на длительных и достаточно удаленных в прошлое временных интервалах.

Первые результаты подобных исследований, полученные в ходе изучения динамики палеонапряженности меловых магнитополярных интервалов, представлены в настоящей работе.

В этом сообщении проанализированы данные палеомагнитных исследований готеривских, баремских, альбских и сеноманских отложений востока Русской плиты. Ориентированные образцы отбирались из разрезов, вскрытых геокартировочными скважинами в Саратовском Заволжье, а также из карьера (пос. Дубки, Саратовский район). Все исследуемые отложения – морские сероцветы глинисто-алевритового состава. Из каждого горизонта отложений исследовалось по 3–4 образца. Стратиграфический возраст отложений с точностью до яруса определен по макрофауне и подтвержден палеомагнитными данными [4–6]. В магнитостратиграфическом отношении исследованные породы характеризуются как прямой, так и обратной полярностью. Продолжительность накопления каждой осадочной толщи предположительно составляла от нескольких сот тысяч до 1–2 млн. лет.

Значения напряженности геомагнитного поля H/H_0 рассчитывались следующим образом [7]: $H/H_0 = R_{ns\ 200}/A_{cp\ 200}$, где H – напряженность древнего магнитного поля, H_0 – напряженность современного магнитного поля, параметр $R_{ns\ 200}$ равен отношению $I_n\ 200/I_{rs\ 200}$ (I_n – естественная остаточная намагниченность, I_{rs} – остаточная намагни-

Геофизическая обсерватория “Борок”
ОИФЗ им. О.Ю. Шмидта
Российской Академии наук,
Борок Ярославской обл.
Саратовский государственный университет

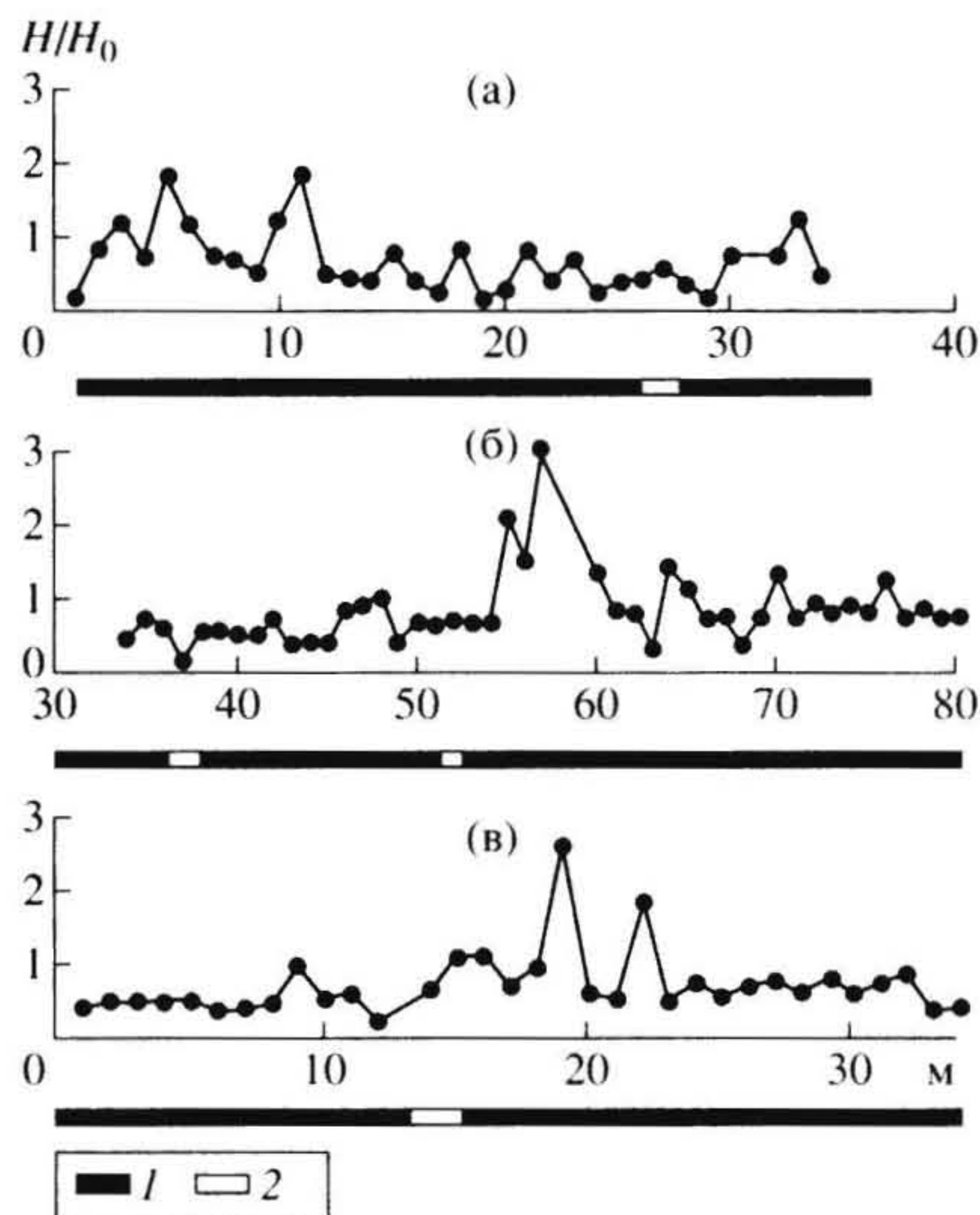


Рис. 1. Палеонапряженность магнитоплярных интервалов прямой полярности: а – сеноманского, б – альбского и в – барремского ярусов. 1 – прямая и 2 – обратная полярность.

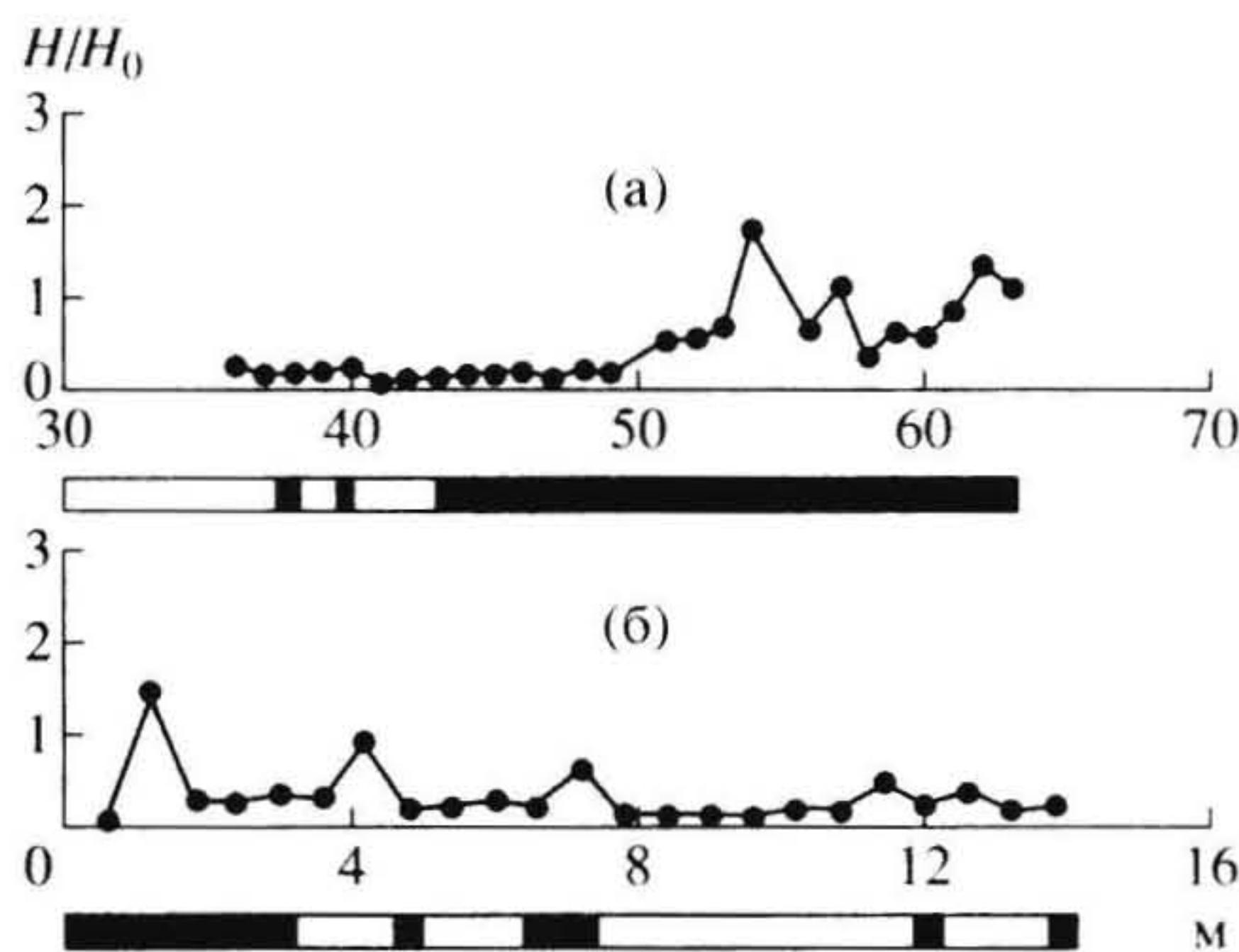


Рис. 2. Палеонапряженность магнитоплярного интервала обратной полярности готерива–баррема, определенная по осадкам: а – скважины и б – открытого обнажения.

ченность насыщения, индекс 200 – температура магнитной чистки), A_{200} – коэффициент, равный $I_{rd\ 200}/I_{rs\ 200}$ (I_{rd} – средняя лабораторная ориентационная намагниченность одного образца, полученная в результате нескольких переосаждений). Среднее значение этого коэффициента $A_{cp\ 200}$ вычислялось отдельно для каждой магнитопляр-

ной зоны. Для его определения использовались результаты переосаждения образцов из всех горизонтов одного исследуемого полярного интервала. При таком способе оценки H/H_0 с проведением разбраковки, предложенной в [7], случайная ошибка не превышает 13%.

На рис. 1 показано изменение палеонапряженности, полученное в ходе исследования осадков, образовавшихся в магнитном поле прямой полярности. На рис. 2 изображена динамика поведения модуля геомагнитного поля в интервале преимущественно обратной полярности. На рисунках по оси абсцисс показано место положения исследуемых горизонтов по мощности отложений, по оси ординат – величина палеонапряженности, определенная в относительных единицах.

По ранее проведенным оценкам [4–6] время образования осадков разреза Дубки (рис. 2б) совпадает со временем образования отложений скважины, результаты исследования которых изображены в левой части (рис. 2а).

Анализ динамики напряженности позднемезозойского геомагнитного поля внутри полярных интервалов позволил выявить общие черты его изменения. Во всех зонах прямой полярности (рис. 1) можно выделить относительно устойчивый (стабильный) и всплесковый режимы генерации геомагнитного поля.

Всплесковый и устойчивый характер генерации геомагнитного поля наиболее ярко выражен в альбе и барреме, а в сеномане эти режимы обозначились менее четко (рис. 1). Поведение геомагнитного поля сеномана среди исследованных полярных интервалов наиболее близко к его поведению в последнем полярном интервале (от 0 до 800 тыс. лет) [2, 3] и имеет квазициклический или квазипериодический характер. Надо отметить, что в мезозое наблюдается большее разнообразие режимов генерации геомагнитного поля, чем к настоящему времени обнаружено в позднем кайнозое [2, 3].

Согласно нашим оценкам, во время всплесков палеонапряженность значительно превышала ее современное значение. Средние значения палеонапряженности устойчивых состояний составляли $(0.6–0.8)H_0$, что практически совпадает со средними значениями, отмеченными в последние 800 тыс. лет [2]. Эта оценка не согласуется с представлением об относительно низкой палеонапряженности в конце мезозоя [1]. Учитывая, что нами подробно исследованы только четыре интервала полярности, а в работе [1] изучен более продолжительный временной интервал, но значительно менее подробно, расхождение в оценках палеонапряженности допустимо.

В зоне преимущественно обратной геомагнитной полярности (рис. 2) также можно выделить устойчивый и всплесковый характер поведения

палеонапряженности. В устойчивом режиме палеонапряженность этой зоны значительно ниже H_0 , а ее всплески приурочены к эпизодам смены полярности. Всплески зафиксированы в горизонтах малой (до 1 м) мощности, что может свидетельствовать об относительно малой продолжительности явления.

В зоне прямой полярности вблизи эпизодов ее перемены всплески палеонапряженности не обнаружены. Это может быть связано как с отсутствием всплесков, так и с их малой продолжительностью. При данной подробности отбора всплески могли быть просто пропущены.

Сравнение мощности отложений, в которых обнаруживаются повышенные значения палеонапряженности, позволяет выделить два вида всплесков модуля геомагнитного поля. Всплески большой длительности наблюдаются внутри полярных зон в пластах отложений мощностью десятки метров, а время их накопления, скорее всего, должно составлять сотни тысяч лет. Всплески, связанные с эпизодами перемены полярности, обнаруживаются в пластах малой мощности, до 1 м, и имеют меньшую длительность (примерно на порядок), чем происходящие внутри полярных интервалов. Известные из литературных источников [8, 9] эпизоды повышения палеонапряженности вблизи инверсий также фиксировались в горизонтах отложений относительно небольшой мощности (1–2 м). По-видимому, мы имеем дело с двумя видами всплесков, значительно (ориентировочно на порядок) различающимися по длительности.

По нашему мнению, повышение палеонапряженности внутри полярных интервалов связано с режимом генерации магнитного поля, который проявляет себя в виде всплесков продолжительностью до сотен тысяч лет и фактически может занимать до половины полярного интервала. Судя по характеру поведения палеонапряженности, можно предположить, что режим генерации магнитного поля Земли представляет собой перемежающийся процесс. Основание считать процесс перемежающимся связано с тем, что вероятность наблюдения всплесков с большими амплитудами возрастает при увеличении объема эксперимен-

тальных данных. Теоретически возможность возникновения перемежаемости при генерации магнитного поля показана в теории гидромагнитного динамо [10].

Проанализированные материалы показали, что режимы генерации геомагнитного поля могут чередоваться даже в течение одного магнитополярного интервала. В ходе изучения четырех фрагментов меловой палеонапряженности нами обнаружены три режима генерации геомагнитного поля (стабильный, всплесковый, квазипериодический) и два уровня стабильной палеонапряженности. Это дает основание для утверждения, что палеонапряженность мелового периода имеет сложную и пока совершенно неисследованную структуру.

Средние значения и характер изменений палеонапряженности последней магнитополярной эпохи (Брюнес) [2, 3] и некоторых меловых магнитополярных интервалов во многом совпадают.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербаков В.П., Солодовников Г.М., Сычёва Н.К. // Физика Земли. 2002. № 2. С. 26–33.
2. Петрова Г.Н., Шаронова З.В., Линькова Т.И. и др. // Физика Земли. 2002. № 3. С. 55–64.
3. Valet J.-P., Meynadier L. // Nature. 1993. V. 366. P. 234–238.
4. Гужиков А.Ю., Бирбина А.В., Конаевич Л.Ф. и др. // Недра Поволжья и Прикаспия. 2002. В. 31. С. 21–29.
5. Бирбина А.В. В сб.: Материалы Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. Саратов: Изд-во СО ЕАГО, 2002. С. 128–130.
6. Guzhikov A., Eremin V. // Geodiversitas. 1999. V. 21. № 3. P. 387–406.
7. Куражковский А.Ю., Куражковская Н.А. // Физика Земли. 2001. № 4. С. 31–35.
8. Сергиенко Е.С., Шашиканов В.А., Смирнов А.В. и др. В сб.: Вопросы геофизики. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 1998. В. 35. С. 277–285.
9. Гурарий Г.З. Геомагнитное поле во время инверсий в позднем кайнозое. М.: Наука, 1988. 207 с.
10. Molchanov S.A., Ruzmaikin A.A., Sokoloff D.D. // Geophys. and Astrophys. Fluid Dyn. 1984. V. 30. P. 241.