

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**  
**Объединенный институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта**

**ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**В ОБЛАСТИ ГЕОФИЗИКИ**

*К 75-летию Объединенного института  
физики Земли им. О.Ю.Шмидта*

Москва  
**ОИФЗ РАН**  
2004

УДК 550.3

**Исследования в области геофизики: К 75-летию Объединенного института физики Земли им. О.Ю.Шмидта.** – М.: ОИФЗ РАН, 2004. – 398 с.

ISBN 5-20111984-0

В данный сборник, посвященный 75-летию Объединенного института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, включены результаты исследований по конкретным проблемам геофизики, что дает возможность читателям составить представление о широте интересов большого коллектива ученых, стоящих перед ними задачах и нерешенных вопросах. В каждом из разделов читатель сможет найти, в соответствии со своими интересами, много нового и полезного для своей научной работы или прикладной деятельности.

Ответственный редактор  
член-корреспондент РАН **А.О.Глико**

Редакционная коллегия:  
член-корреспондент РАН *Ю.Н.Авсюк* (председатель), *Ю.С.Геншафт*, *Ю.А.Морозов*, *Е.А.Рогожин*, *Г.И.Рейснер*, *А.Я.Сидорин*, *О.Б.Хаврошкин*, *С.Л.Юнга*

Рецензенты:  
член-корреспондент РАН *А.А.Соловьев*, доктор физико-математических наук *А.В.Каракин*, доктор геолого-минералогических наук *Ю.К.Щукин*

# ПОВЕДЕНИЕ ПАЛЕОНАПРЯЖЕННОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В БАРРЕМЕ–СЕНОМАНЕ (МЕЛ)

© 2004 А.Ю.Куражковский, Н.А.Куражковская, Б.И.Клайн, А.Ю.Гужиков

Обобщены сведения о палеонапряженности геомагнитного поля в барреме–сеномане. В поведении палеонапряженности выделено три вида периодических изменений, (десятки тысяч, сотни тысяч и более миллиона лет). Предпринята попытка сопоставления изменений палеонапряженности с эпохами рифтогенеза и с эпохами складчатости. Показано, что средние значения палеонапряженности спокойных режимов генерации геомагнитного поля составляли  $(0.5–0.8)H_0$ . Максимальные значения палеонапряженности во время всплесков в три раза и более превышали  $H_0$ . Проведено сопоставление результатов определения напряженности геомагнитного поля, полученных по осадкам и термонамагниченным породам.

## Введение

Выявление периодичности в динамике напряженности геомагнитного поля делает возможным ее сопоставление с геодинамическими процессами. Такое сопоставление является важнейшим элементом в изучении механизмов, управляющих эволюцией нашей планеты. Согласно последним оценкам, в четвертичном периоде интенсивность некоторых геотектонических процессов и палеонапряженность имеют близкую по продолжительности цикличность изменений. Так, согласно [Кожмяка, 2001; Чернышев и др., 2002], вулканогенная активность в четвертичном периоде не была постоянной, а проявлялась в виде всплесков, длительность которых обычно не превышала 100 тыс. лет. В работе [Петрова и др., 2002] (кривые Sint 800, Vadm 21) показано, что длительность циклов изменения палеонапряженности также составляла от нескольких десятков до первых сотен тысяч лет. По-видимому, динамика этих явлений определяется рядом общих причин – процессами внутри Земли и космогенными факторами, а результаты их совместного анализа могут быть существенным элементом в обосновании тех или иных геотектонических концепций.

В то же время непрерывные во времени сведения о динамике напряженности геомагнитного поля крайне малочисленны. Подробно поведение палеонапряженности исследовано только на протяжении последних 4 млн. лет [Valet, Meynadier, 1993]. В приведенной работе определено поведение палеонапряженности на протяжении трех последних магнитополярных интервалов. Из ее результатов можно сделать заключение, что палеонапряженность соседних магнитополярных интервалов различается. Однако поведение палеонапряженности внутри магнитополярных интервалов сильно осложнено эпизодами, связанными со сменой ее полярности, и выделить периодичность, превышающую 100–200 тыс. лет, по этим материалам не представляется возможным.

Настоящая работа посвящена обобщению фрагментарных сведений о палеонапряженности длительного временного интервала в меловом периоде (порядка 20–30 млн. лет – баррема–сеномана), поиску цикличности в ее динамике и попытке сопоставить ее с геотектоническими процессами.

## Анализируемый материал

Временной интервал (баррем–сеноман) был выбран для исследования по следующим причинам.

1. Согласно классическим представлениям [Хаин, Ломидзе, 1995], в барреме и апте в планетарном масштабе преобладали процессы растяжения (эпохи рифтогенеза), а в альбе–сеномане произошла активизация складчатых процессов (австрийская эпоха альпийского геотектонического цикла). По нашему мнению, длительность этого временного интервала позволит провести сравнение поведения палеонапряженности во время эпох преимущественного растяжения и преимущественного сжатия земной коры.

2. В барреме–сеномане отмечено временное преобладание длительных магнитопольярных интервалов прямой полярности над интервалами обратной полярности [Дополнения..., 2000]. Исключение из рассмотрения интервалов обратной полярности позволило получить относительно простую (не осложненную сменой полярности) и, на наш взгляд, достаточно полную картину поведения палеонапряженности.

3. В исследованной нами части мелового периода до последнего времени практически не проводились определения палеонапряженности. Имеющиеся в мировой литературе сведения о палеонапряженности нижнего мела базируются на результатах изучения валанжина и готерива [Солодовников, 1995; Tanaka, Kono, 2002]. Правомерность интерполяции этих результатов на эпохи баррем–альб не обоснована. Частично восполнить этот пробел в сведениях о напряженности геомагнитного поля предполагается результатами этой работы.

Данные о палеонапряженности сеномана, альба и верхнего баррема взяты из работы [Куражковский и др., 2002]. Эти результаты получены в ходе исследования морских, сероцветных, магнетитсодержащих алеврито-глинистых отложений восточной части Русской плиты. Палеонапряженность нижнего баррема определена по морским магнетитсодержащим сероцветам Северного Кавказа [Гужиков и др., 2002]. Сведения о палеонапряженности апта публикуются впервые. Они получены в ходе исследования морских, алеврито-глинистых магнетит- и гематитсодержащих сероцветов, отобранных в Крыму (г. Симферополь, дер. Марьино). Так же как и в предыдущих работах [Гужиков и др., 2002; Куражковский и др., 2002], динамика палеонапряженности идентифицировалась с поведением параметра  $R_{ns} = I_{n350}/I_{rs350}$ , где  $I_n$  – естественная остаточная намагниченность,  $I_{rs}$  – остаточная намагниченность насыщения, индекс 350 – температура прогрева образцов в пермалловом экране. Абсолютные значения палеонапряженности определялись переосаждением. Компонентный состав естественной намагниченности определялся серией ступенчатых прогревов образцов в пермалловых экранах. Для определения палеонапряженности использовались отложения, у которых первичная намагниченность выделялась при температурах не выше 350 °С.

## Результаты

Как показано на рисунке, в каждом исследованном магнитопольярном интервале отмечаются всплесковые и относительно спокойные режимы генерации геомагнитного поля.

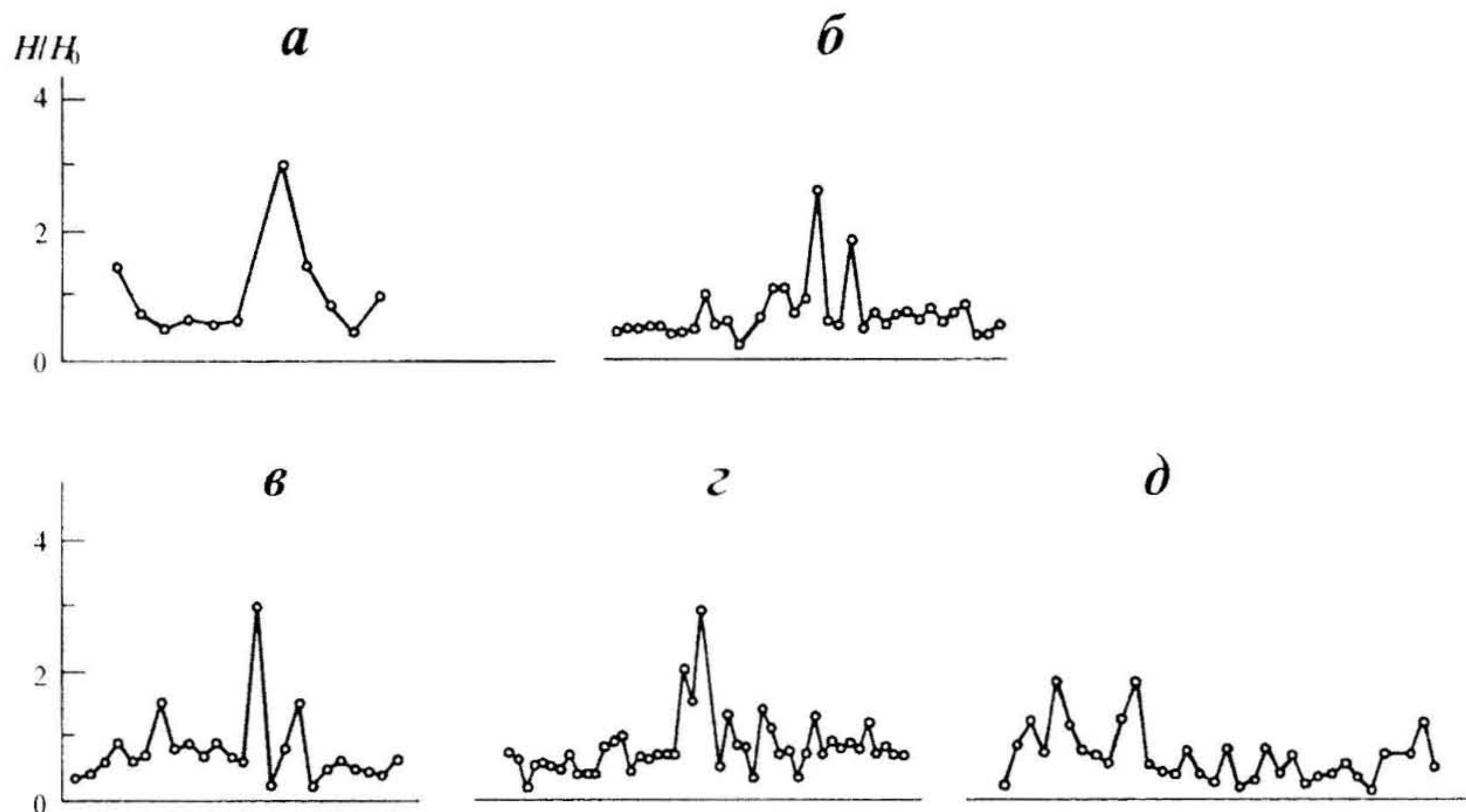
В зависимости от характера изменений палеонапряженности можно выделить несколько видов периодичности в его поведении.

1. При спокойных режимах генерации геомагнитного поля длительность циклов ее изменения составляла от нескольких десятков до первых сотен тысяч лет. Размах вариаций палеонапряженности обычно не превышал  $0.5H_0$ .

2. Имеется периодичность, связанная со сменой режимов генерации геомагнитного поля. В большинстве случаев всплесковый режим генерации геомагнитного поля наблюдался в средних частях полярных интервалов. Продолжительность существования этих режимов составляет от половины до четверти длительности магнитопольярной эпохи, следовательно, периодичность смены режимов генерации геомагнитного поля – от нескольких сотен до нескольких миллионов лет.

3. Наиболее длительная цикличность в поведении палеонапряженности определяется временными промежутками между ее всплесками. Во время всплесков значения палеонапряженности достигали  $3H_0$ . Поскольку в каждом полярном интервале наблюдается не более одного всплеска напряженности земного магнитного поля, можно предположить, что продолжительность этих циклов порядка миллионов лет.

Средние значения напряженности геомагнитного поля при спокойных режимах его генерации различаются в зависимости от исследуемого магнитопольярного интервала и даже частей одного и того же интервала. Максимальные средние значения палеонапряженности ( $0.8H_0$ ) отмечены в нижнем альбе и верхнем апте. Минимальные значения



Поведение палеонапряженности в барреме–сеномане  
*a, б* – нижний (*a*) и верхний (*б*) баррем; *в* – апт; *г* – альб; *д* – сеноман

средней палеонапряженности ( $0.5H_0$ ) получены для нижнего сеномана, нижнего апта и верхней части верхнего баррема.

Среднее значение палеонапряженности по всему исследованному нами временному промежутку составляет  $0.8H_0$ , что совпадает с напряженностью геомагнитного поля современной магнитополярной эпохи [Петрова и др., 2002].

### Обсуждение

Полнота и подробность полученной в настоящей работе картины поведения палеонапряженности позволила обозначить сложности, которые возникают при интерпретации результатов ее определения.

Сеноман и альб можно отнести к одному и тому же магнитополярному интервалу, разделенному серией непродолжительных эпизодов смены геомагнитной полярности. При таком подходе оказывается, что внутри одного магнитополярного интервала наблюдается больше одного всплеска палеонапряженности. Это не меняет оценку длительности циклов изменений палеонапряженности, связанной с ее всплесками, но имеет значение для формирования представлений о структуре геомагнитного поля магнитополярных интервалов.

Характер поведения геомагнитного поля нижнего баррема отличается от его поведения в другие магнитополярные интервалы отсутствием кратковременных (десять тысяч лет) изменений. Видимо, это связано с особенностями осадконакопления и более редким отбором образцов для исследования.

Различия в поведении средней палеонапряженности отдельных частей магнитополярных интервалов могут быть вызваны двумя причинами: поведением палеонапряженности, а также полнотой изучаемых разрезов и детальностью исследований. Кроме того, надо отметить, что напряженность геомагнитного поля имеет сложную и пока малоизученную структуру. В связи с этим совершенно не решенный в практике палеомагнетизма вопрос о достаточности сведений для обоснованной интерпретации поведения палеонапряженности приобретает особую актуальность.

Скорость аккумуляции отложений, подобных используемым в настоящей работе, обычно оценивается в десятые доли миллиметра в год. При такой оценке в одном образце усреднена информация о геомагнитном поле по крайней мере за 200 лет. Вероятно, имевшие место постседиментационные процессы и уплотнение отложений в процессе захоронения значительно увеличивают длительность этого усреднения. Следова-

но, полученная нами картина поведения палеонапряженности должна иметь сглаженный (усредненный) характер, а ее истинные амплитудные значения должны превышать полученные в настоящей работе.

Вопрос о палеонапряженности раннего мела достаточно сложен и, по-видимому, не может быть решен в рамках имеющихся на сегодняшний день палеомагнитных материалов. Как было отмечено выше, средняя палеонапряженность, проанализированного нами временного отрезка, составляет  $0.8H_0$ . Это превышает средние значения палеонапряженности раннего мела, полученные в работе [Солодовников, 1995]. В то же время фрагментарность изученности нижнемеловой палеонапряженности не внушает больших надежд на окончательность этих оценок.

### Заключение

Проанализированные материалы позволяют отметить, что в исследованном временном промежутке можно выделить три вида цикличности в поведении палеонапряженности, различающиеся по размаху и длительности.

1. Вариации палеонапряженности во время спокойных режимов генерации геомагнитного поля имеют размах до  $0.5H_0$  и периодичность порядка десятков тысяч лет.

2. Режимы генерации геомагнитного поля сменяются с периодичностью порядка нескольких сотен тысяч лет.

3. Периодичность изменения палеонапряженности, определяемая временными промежутками между ее всплесками, составляет несколько миллионов лет. Во время всплесков палеонапряженность может повышаться до  $3H_0$  и более.

В исследованном временном интервале не обнаружено отличий поведения палеонапряженности в эпоху преимущественного растяжения от эпохи преимущественного сжатия земной коры.

Авторы благодарны ФГУП "Саратовская ГГЭ" за предоставленные образцы из альб-сеноманских отложений для исследований.

### Литература

- Гужиков А.Ю., Куражковский А.Ю., Куражковская Н.А. Определение палеонапряженности геомагнитного поля в барреме по северокавказским сероцветным осадкам // *Физика Земли*. 2002. № 4. С.78-82.
- Дополнение к стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 112 с.
- Кожмяка Н.Н. Четвертичные полигенные вулканы Камчатки: масштабы вулканизма, баланс вещества динамика интенсивности и продуктивности в отдельных типах построек, вулканических зонах и по региону в целом // *Вулканология и сейсмология*. 2001. №5. С.3-21.
- Куражковский А.Ю., Куражковская Н.А., Клайн Б.И., Гужиков А.Ю. Режимы генерации геомагнитного поля в меловом периоде // *Палеомагнетизм и магнетизм горных пород*. М.: ГЕОС, 2002. С.52-54.
- Петрова Г.Н., Шаронова З.В., Линькова Т.И. и др. Привязка керн к шкале времени по кривой палеонапряженности // *Физика Земли*. 2002. № 3. С. 55-64.
- Солодовников Г.М. Данные о палеонапряженности магнитного поля Земли в интервале 80-320 млн. лет и их интерпретация // *Физика Земли* 1995. № 5. С.38-42.
- Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: Изд-во МГУ, 1995. 480 с.
- Чернышев И.В., Лебедев В.А., Аркелянц М.М. и др. Четвертичная геохронология Арагацкого вулканического центра (Армения) по данным К-Аг-датирования // *Докл. РАН*. 2002. Т. 384, № 1. С.95-102.
- Tanaka H., Kono M. Paleointensities from a Cretaceous basalt platform in Inner Mongolia northeastern China // *Phys. Earth Planet. Inter.* 2002. Vol. 133. P.147-157.
- Valet J.-P., Meynadier L. Geomagnetic field intensity and reversal during the past four million years // *Nature*. 1993. Vol. 366. P.234-238.