

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ПАЛЕОВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭПОХЕ МАТУЯМА

© 2003 г. А. А. Варданян*, Д. О. Минасян*, Т.Б. Нечаева**

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии ИАН РА
377515, Гюмри, ул. В. Сарджяна, 5, Республика Армения
E-mail: iges@shirak.am

**Институт Физики Земли РАН
г. Москва, Б. Грузинская, 10, Российская Федерация
Поступила в редакцию 02.04.2003 г.

В статье рассмотрена возможность выделения SV вариаций геомагнитного поля с периодами $10^2 - 10^4$ лет в эпохе Матуяма на основе палеомагнитных исследований осадочных пород разреза Зау (Республика Туркменистан). Полученные результаты сопоставимы с SV вариациями этих же периодов, выделенными в осадочных породах Армении (Арабийский разрез).

В изучении эволюции Земного ядра особое место занимают исследования основного спектра вариаций геомагнитного поля, которые являются характеристикой процесса генерации геомагнитного поля. Изменение спектра основных вариаций в прошлом может быть свидетельством изменения процесса генерации геомагнитного поля, следовательно, и следствием изменений в жидком ядре [4,5]. Поэтому палеомагнитное изучение вариаций временных интервалов, не схваченных ни археомагнитными, ни, тем более, прямыми (обсерваторскими) наблюдениями, представляет вполне понятный интерес как с точки зрения развития теории возникновения ГМП, так и изучения эволюции ядра.

При изучении процесса генерации геомагнитного поля наиболее интересны изменения вариаций с характерными временами $10^2 - 10^4$ лет, т.е. те, которые присущи самому процессу генерации.

Изучение истории геомагнитного поля, его изменений с разными характерными временами, подразделяется на несколько этапов.

Первый этап – выбор непрерывного разреза осадочных пород, определение возраста пород данного разреза и временного интервала, за который накапливалась та часть разреза, которая будет использована для палеомагнитных исследований. Решение этих вопросов не входит в комплекс палеомагнитных исследований. Используются результаты геологических исследований (абсолютная датировка, палеонтология и др.)

Второй этап – лабораторное изучение отобранной коллекции. Определение ферромагнитной фракции пород, компонентного состава естественной остаточной намагниченности, выяснение "первичности" выделенных компонент I_p изученных пород, выбор метода "чистки", в результате применения которой получаем ряды значений величины и направления первичной намагниченности для данного разреза.

Третий этап – выделение периодов вариаций по тому или другому методу гармонического анализа.

Существенную часть исследований палеомагнитных вариаций занимает второй этап – получение экспериментальных данных.

Настоящая статья посвящена выявлению

длиннопериодных вековых вариаций ГМП (более 10 тыс. лет) для эпохи Матуяма. Была использована одна из ранее отобранных коллекций (разрез Зау) совместно с сотрудниками лаборатории палеомагнитологии ГИН РАН в Москве.

Разрез Зау расположен в Туркменистане, в 40 км на ЮВ от горы Кизил-Арват. Здесь рекой вскрывается антиклинальная складка, выполненная в ядре глинами палеогена, на которых с угловым несогласием и размывом залегают песчано-глинистые отложения акчагыла [6]. Нижняя часть разреза сложена морскими глинами, алевролитами, карбонатными глинами и песками с фауной моллюсков, которые и определили акчагыльский возраст этих отложений. Верхняя часть разреза представлена субареальными и континентальными образованиями – суглинками, песками, конгломератами. Основная коллекция была отобрана на северном крыле складки (~100 штучков на 500 м).

Измерения палеомагнитных параметров показали, что нижняя часть разреза (пачки 1-18) сложена в основном прямо-намагниченными породами (зона Гаусса). Лишь в кровле пачки 7 выделяется горизонт обратно- и аномально-намагниченных пород мощностью ~12 м, отвечающий горизонтам Маммот и Каена. Верхняя часть разреза (пачки 20-25) сложена в основном обратно-намагниченными породами (зона Матуяма).

В подошве пачки 24 выделяется горизонт прямо-намагниченных пород мощностью 4-5 м (горизонт Олдувей). Пачка 23 не охарактеризована в палеомагнитном отношении, т.к. сложена рыхлыми и грубозернистыми песками, конгломератами, и отобрать штучки было невозможно.

С точки зрения изучения вариаций SV наибольший интерес представляет однородная толща нормально намагниченных морских глин первой акчагыльской трансгрессии, развитой в низах разреза. Это связано как с однородностью материала, слагающего толщу, так и с тем, что именно этот интервал мог быть отобран также и на южном крыле антиклинали, что позволяло дублировать разрез практически в тех же фациях, но существенно иными элементами залегания. Это обстоятельство принципиально важно при оценке геофизической природы полученных вариаций.

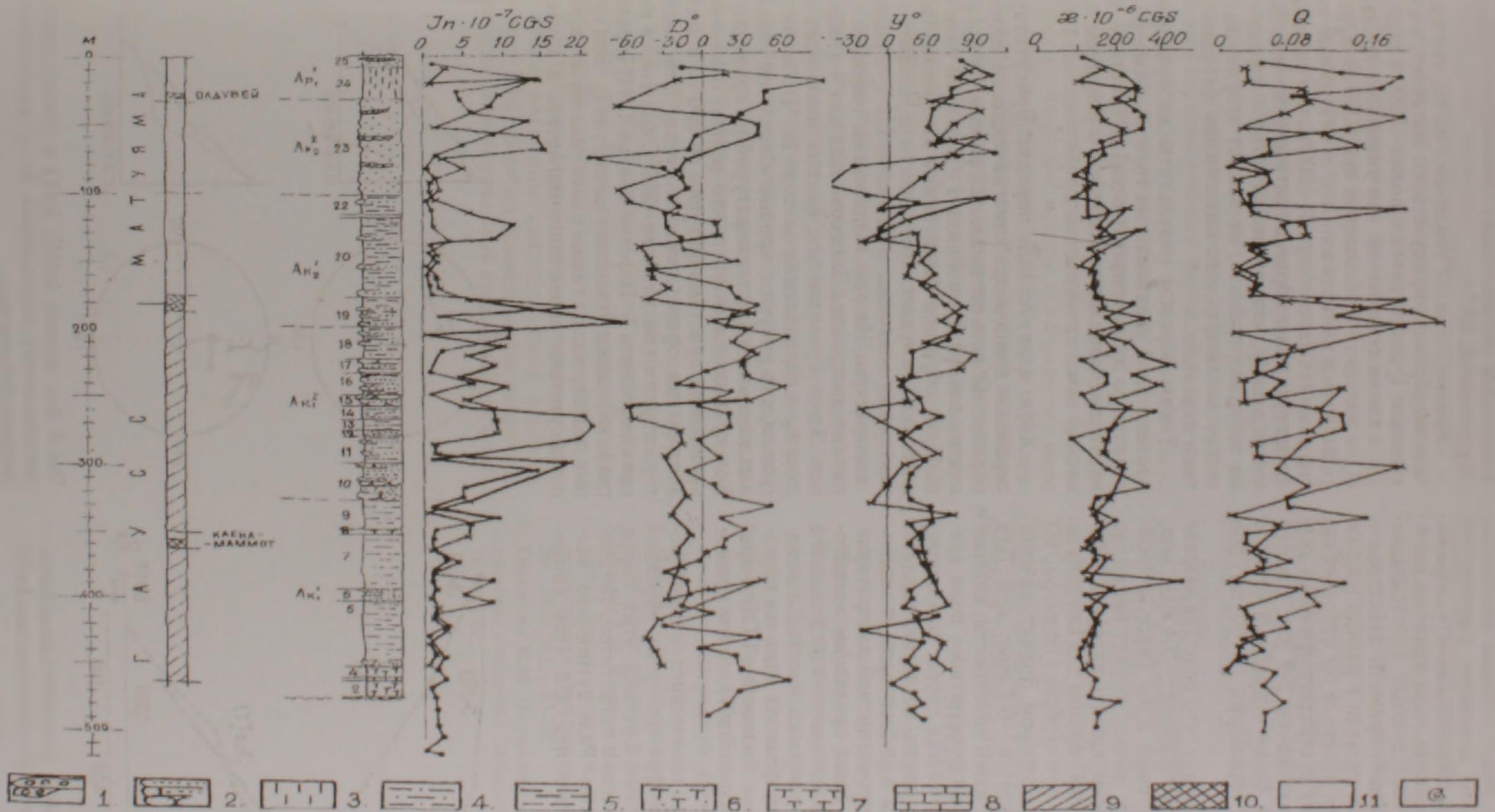


Рис 1 Палеомагнитно- литологические характеристики разреза 3ау

1-конгломераты, 2-пески и песчаники,3-суглинки; 4-алевролиты;5-глины,6-карбонат алевролиты,7- карбонат глины; 8-известняки, 9- прямая полярность, 10- промеж. полярность, 11- обрат полярность; 12- фауна моллюсков.

Если картина изменения геомагнитного поля в северном и южном крыле складки получается идентичной, мы имеем основание считать, что вышли на первичную намагниченность, отражающую реальное изменение поля времени осадочной породы, т.к. последующие (постскладчатые) перематничивающие приметы действовали бы на разных крыльях складки в разных направлениях и существенно исказили бы направление первичной I_n . Поэтому в стратиграфически совпадающих интервалах (пачки 5-9 для южного крыла) был проведен более подробный отбор с интервалом 2-2,5 м (примерно по 60 штучков на каждый разрез).

Принимая во внимание, что подошва разреза (подошва акчагыла) имеет возраст ~3,4 млн. лет, что соответствует подошве зоны Гаусс, а горизонты Каен и Маммот имеют возраст примерно 3 млн. лет, то мы можем оценить интервал отбора ~400 тыс. лет. Таким образом для каждого из разрезов на 400 тыс. лет отобрано примерно 60 образцов равномерным отбором. Значит, на один уровень отбора приходится ~6-7 тыс. лет. Для выделения первичной намагниченности, которая отражает направление геомагнитного поля времени образования изученных пород, был применен комплекс лабораторных исследований. Исследования проведены в лаборатории геомагнетизма г. Гюмри и в палеомагнитной лаборатории ГИН РАН в Москве. Были проведены магнитоминералогические исследования определенного количества образцов, микроскопические и химические анализы рудной фракции этих же образцов. Были сняты кривые насыщения $I_r(H)$ и кривые терморазмагничивания $I_{rs}(T)$, сняты кривые Зийдервильда (рис. 2 и 3).

Результаты микроскопического и химического анализов рудной фракции этих образцов показали, что магнитная фракция этих пород представлена аллотигенным магнетитом, титаномагнетитом и гематитом. Роль аутигенных магнитных минералов невелика. Об этом свиде-

тельствуют также результаты лабораторных исследований акчагыльских отложений Западной Туркмении [1,6].

Кривые на рис. 2 указывают на то, что в изученных образцах присутствуют магнетит, т.к. насыщение I_n достигается в полях ~5000 э (кривая 1), а также гематит, на что указывает кривая 2 (I_n не выходит на насыщение при 6000 э). Кривые терморазмагничивания (3 и 4-ое) имеют повторяющийся перегиб при $T \sim 200^\circ\text{C}$, что указывает на присутствие в образцах титаномагнетита. Если иметь в виду, что титаномагнетит в породе сам по себе, как правило, не бывает вторичным, то можно заключить, что выделенные ферромагнетики первичны.

Таким образом результаты лабораторных исследований указывают на то, что, несмотря на различную литологическую характеристику, все изученные комплексы обладают в основном первичной намагниченностью ориентационной природы.

Хотя в изученных породах присутствует первичная компонента намагниченности, целесообразно выбрать оптимальный режим чистки для снятия вязкой компоненты I_n . Для этой цели на выборке образцов были сняты диаграммы Зийдервильда, что дает возможность проследить ход изменения величины и направления I_n с ростом температуры. На рис. 3 приведены наиболее типичные диаграммы Зийдервильда для 4-х образцов. Здесь приведен ход кривых изменения величины и направления вектора I_n . Чтобы не загромождать рисунок, кривые изменения отдельных компонент I_n с температурой не приводятся. Ход кривых показывает, что резкие изменения происходят при температурах до 200°C , а затем векторы на сфере ложатся кучно. Это свидетельствует о том, что при $\sim 200^\circ\text{C}$ снимается вязкая компонента I_n . Перегиб кривых $I_n(H)$ (правые графики) также указывает на снятие I_n . Эти кривые подтверждают также ранее сделанный вывод о присутствии первичного магнетита в изучен-

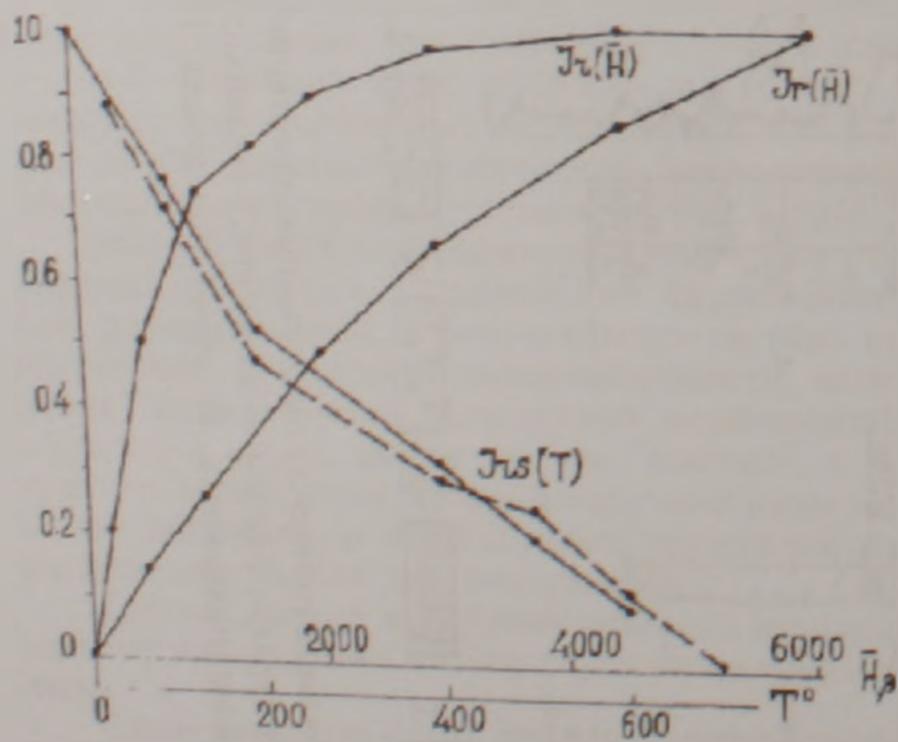


Рис. 2. Характерные кривые насыщения намагниченности $I_r(H)$ и кривые терморазмагничивания $I_{rs}(T)$.

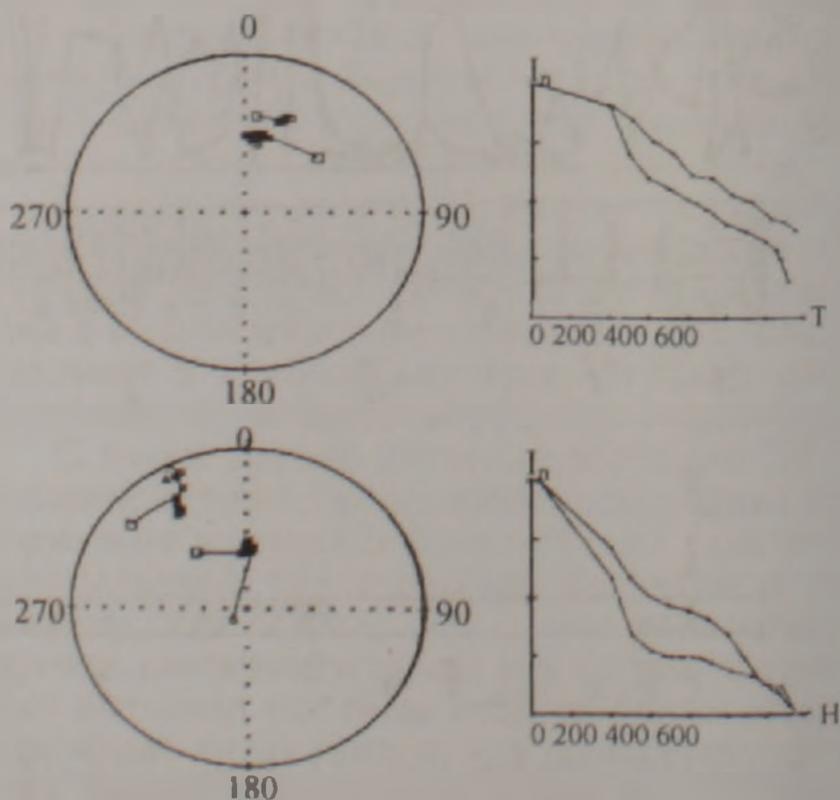


Рис. 3. Ход кривых $I_n(H)$, $I_n(T)$ и стереограммы распределения направлений I_n по результатам диаграмм Зийдервильда.

Разрез	I_n	D	j
Северное крыло	42-49 тыс. лет	42-49 тыс. лет	42-49 тыс. лет
	18-28 тыс. лет	24-28 тыс. лет	12-28 тыс. лет
Южное крыло	42-49 тыс. лет	42-49 тыс. лет	42-49 тыс. лет 24-35 тыс. лет

Как видно из таблицы, доминирующими квазипериодическими компонентами являются $T \sim 46$ тыс. лет и 25-30 тыс. лет. Второй из двух названных периодов был обнаружен также в периодах плейстоцена р Арапи (Ширакская котловина, Армения) [3].

Выводы:

1. Полученные данные говорят в пользу реальности выделения SV в изученных породах.

2. Выделенные периоды SV в разных регионах (Туркменистан, Армения) сопоставимы.

3. Установленный период SV в акчагыле в 25-30 тыс. лет может послужить еще одним доказательством того, что спектр основных вариаций является устойчивой характеристикой процесса генерации геомагнитного поля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурарий Г.З., Багин А.В., Гарбузенко М.Ю., Решетняк В.М., Трубихин В.М. Вариации геомагнитного поля до и после инверсии Матуяма-Харамильо (Западная Туркмения). *Физика Земли*, 2000, №7, с.31-42.
2. Калягин Д.К., Решетняк М.Ю., Печерский Д.М., Соколов Д.Д., Фик П.Г. Вейвлет — анализ геомагнитного поля в неогене. *Физика Земли*, 2000, №4, с.82-89.
3. Нечаева Т.Б., Петрова Г.Н., Варланиян А.А. Вековые вариации в плейстоцене на осадочных породах Армении (Ширакская котловина). *Физика Земли*, 1996, №8, с.33-34.
4. Петрова Г.Н. Циклические изменения магнитного поля Земли. *Физика Земли*, 2002, №5, с.5-15.
5. Петрова Г.Н. Взаимосвязь изменений магнитного момента Земли, экскурсов, вековых вариаций основного спектра и крутильных колебаний. *Физика Земли*, 2000, №1, с.23-32.
6. Трубихин В.М. Палеомагнетизм и стратиграфия акчагыльских отложений Западной Туркмении. М. Наука, 1977, с.1-77.

ных отложениях акчагыла.

Результаты вышеуказанных лабораторных исследований позволяют принять метод температурной чистки ($T = 200^\circ\text{C}$) как пригодный к применению для всей коллекции, что дает возможность получить предварительную картину изменения направления геомагнитного поля, запечатленного вдоль разреза Зау.

На рис. 1 представлены графики I_n , χ , Q , D , j после температурной чистки $T = 200^\circ\text{C}$ для северного и южного крыльев складки. Характер изменения почти всех палеомагнитных параметров одинаков, что говорит в пользу выхода на первичную намагниченность и о реальности получения картины вековых вариаций в акчагыле. Эти данные могут послужить исходными для того, чтобы выявить наличие периодических изменений параметров геомагнитного поля.

Как известно, для выделения временных гармоник в "записях" геомагнитного поля применяются стандартные методы спектрального анализа (метод Фурье, метод МЭМ и др.). Но все эти методы, строго говоря, пригодны в основном для анализа стационарных процессов. Поскольку нет достаточных оснований считать геомагнитные изменения с характерным временем до $\sim 10^5$ лет стационарным процессом во времени, то использование традиционных методов спектрального анализа в этом случае не вполне корректно. Поэтому был применен метод вейвлет-анализа, который позволяет эффективно проследить эволюцию спектров во времени [2]. Данный метод позволяет рассматривать временные последовательности с известными пропусками в данных, что часто встречается при построении палеомагнитных рядов (перерывы в процессе осадконакопления, размывы, рыхлые породы в разрезе и т.д.). При применении этого метода полученные спектры являются более гладкими, чем спектры Фурье. В них подавлены кратные и комбинационные частоты.

В результате применения этого метода были получены величины квазипериодов вековых вариаций ГМП. В табл. 1 приведены эти величины, перечисленные на реальный временной масштаб.

ԵՐԿՐԻ ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ՊԱԼԵՈԴԱՐԱՅԻՆ ՎԱՐԻԱՑԱՆԵՐԻ
ԲԱՑԱՀԱՅՏՄԱՆ ՄԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ
ՄԱՏՈՒՅԱՄԱ ԴԱՐԱՇՐՋԱՆՈՒՄ

Հ. Ա. Վարդանյան, Ջ. Հ. Մինասյան, Տ. Բ. Նեչայևա

Ա մ փ ո փ ու մ

Մոտ 500 մ հզորություն ունեցող նստվածքային ապարների լաբորատոր ուսումնասիրությունների արդյունքում որոշվել է նրանց սկզբնական մագնիսականության ուղղությունը, կազմվել են այդ ապարների հնէամագնիսական բնութագրերը:

Ուսումնասիրված նստվածքային ապարների մագնիսականության մեծության և ուղղության (I_0 , D , j) շարքերում առանձնացվել են Երկրի մագնիսական դաշտի SV վարիացիաների հետևյալ պարբերությունները.

1. 12-28 հազ. տարի I_0 -ի և D -ի համար,

2. 24-35 հազ. տարի j -ի համար:

Այս արդյունքները համադրվում են Առափիի պլեյստոցենի հասակի նստվածքներում առանձնացված SV-ի պարբերությունների հետ:

Կատարված հետազոտությունները մեկ անգամ ևս ապացուցում են, որ վարիացիաների հիմնական սպեկտրը հանդիսանում է Երկրի մագնիսական դաշտի առաջացման պրոցեսի կայուն բնութագիր:

ON A POSSIBILITY TO IDENTIFY PALEO-SECULAR VARIATIONS
OF GEOMAGNETIC FIELD IN THE MATUYAMA EPOCH

A. A. Vardanyan, D. O. Minasyan, and T. B. Nechayeva

Abstract

The paper considers a possibility of identifying SV geomagnetic field variations with 10^2 - 10^4 years periods during the Matuyama Epoch based on paleomagnetic studies of the sedimentary rock section in Zau (the Republic of Turkmenistan). The obtained results can be correlated with SV variations of the same periods identified in sedimentary rocks of Armenia (the Arapi Section).