

ПАЛЕОВЕКОВЫЕ ВАРИАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ВЕРХНЕМ ПЛИОЦЕНЕ

© 2006 г. Дж. О. Минасян*, А. А. Варданян*, В. М. Трубихин**

*Институт Геофизики и Инженерной Сейсмологии НАН РА
377515, г. Гюмри, В. Саркисяна 5, Республика Армения

**Геологический институт РАН
109017, г. Москва, Пыжевский пер. 7, Российская Федерация
Поступила в редакцию 28.07.2005 г.

Изучен разрез акчагыльских морских осадков (мощностью около 180 м) в районе горы Исса (Туркмения). По результатам комплексных лабораторных исследований доказана ориентационная природа естественной остаточной намагниченности изученных пород.

Палеомагнитные ряды D и J подвергнуты гармоническому анализу, в результате чего были выделены различные периоды вековых вариаций ГМП, которые коррелируются с периодами, выявленными в осадочных породах разреза Зау (Туркмения) (Минасян и др., 2003).

Интерес к изучению тонкой структуры геомагнитного поля (инверсии, вековые вариации, экскурсы, эпизоды) связан с тем, что геофизические и геологические явления имеют циклический и периодический характер, и часто периодичность, наблюдаемая в разных явлениях, бывает вызвана одной и той же причиной. С этой точки зрения обоснованы исследования вековых вариаций ГМП в геологическом прошлом в разных регионах, если иметь в виду, что многие исследователи, в частности, отмечают связь SV вариаций с климатическими изменениями (Петрова и др., 1992; Петрова, 2002).

В работе Минасян Дж.О. и др. (2003) были приведены результаты палеомагнитных исследований позднеплиоценовых морских отложений разреза Зау (Зап. Туркмения), которые дали возможность выявить вариации геомагнитного поля в эпохе Матуяма, с периодами порядка 46 и 25-30 тыс. лет. Напрашивался вывод о необходимости продолжить изучение SV на коллекции образцов из обратномагнитных толщ акчагыла (хрон Матуяма). Была использована коллекция из разреза Исса, сложенного морскими осадками и расположенного в области западного погружения Копетдага (~39° с.ш. и 55° в.д). Здесь на позднемеловых породах с глубоким угловым несогласием, разрывом и конгломератами в основании залегает толща позднеплиоценовых морских отложений (акчагыл-апшерон), которые содержат фауну моллюсков и хорошо стратифицированы. Изученная акчагыльская часть разреза, мощностью ~186 м, литологически хорошо расчленяется на слои, пачки и толщи (рис. 1). Первая толща (пачки 1-4) соответствует первой акчагыльской трансгрессии. Вторая толща (пачки 5-8) отвечает регрессивному этапу. Вторая акчагыльская трансгрессия отражена в 3-ей толще (пачки 9-13), а заключительная регрессия этого века отражена в 4-ой толще (пачки 14-15). Выше, с разрывом, залегают апшеронские отложения (Трубихин, 1977). Всего, более или менее равномерно, было отобрано 120 образцов. Интервал отбора составил 0,5 м. На рис. 1 приведены стратиграфические колонки разрезов Исса и Зау с привязкой к палеомагнитной шкале, а также со-

отношение детально изученных интервалов в обоих разрезах.

Результаты лабораторных исследований палеомагнитных параметров показали, что самые низы разреза Исса (первая толща) намагничены обратно, что, по всей вероятности, соответствует обратной зоне Гильберта в прямонамагнитной хроне Гаусса. Вышележащие отложения, в объеме пачек 2-4 – первая толща, низы пачки 5 – вторая толща, намагничены прямо. Выше, вплоть до подошвы апшерона (до кровли 4-ой толщи), породы характеризуются только обратной намагниченностью и отвечают, соответственно, хроне Матуяма.

При изучении тонкой структуры ГМП (палеовариации, экскурсы, эпизоды) сложным этапом является оценка не только возраста изученных пород, но и отрезка времени, за который накапливалась данная часть разреза. Палеомагнитные и литологические характеристики разреза Исса позволили оценить скорость осадконакопления детально отобранного интервала разреза. Известно, что возраст границы Гаусс-Матуяма 2,58 млн. лет (Гурарий и др., 2000; Steven et al. 1992). Граница позднеакчагыльской трансгрессии и позднеапшеронской регрессии (граница 3-ей и 4-ой толщ) проходит близ эпизода Реюньен и имеет возраст 2,15 млн. лет. Таким образом, примерно 125-метровая мощность накапливалась за интервал времени 430 тыс. лет, что дает среднюю скорость осадконакопления около 3,5 тыс. лет. Отсюда следует, что интервал между точками детального отбора равен приблизительно 1,7-1,8 тыс. лет. Однако, если иметь в виду, что отложения глубокого шельфа (пачки 12-13), по всей вероятности, накапливались медленнее, чем прибрежные отложения начала трансгрессии (пачка 9) и тем более регрессивные фации (пачки 6-8), то нам кажется, что это позволяет округлять скорость осадконакопления до 1,5 тыс. лет на точку для интервала детального отбора образцов.

Для выделения первичной компоненты In изученных пород был применен метод Зийдервельда (Буров и др., 1979; Ziderveid, 1967). Современная техника проведения компонентного анализа по методу Зийдервельда позволяет просле-

дить изменение естественной остаточной намагниченности I_p с ростом температуры (до 700°C). Температурный интервал (шаг нагрева) был уменьшен до 20°C и фиксирован с высокой точностью. Если для образцов разреза Зау была использована температурная чистка до 200° как массовый метод обработки, то для каждого слоя разреза Иссу был проделан полный анализ Зийдервельда в температурном интервале от 20 до 700°C .

Для тех образцов, у которых не удавалось выявить стабильную компоненту I_p , склонения

(D^0) и наклоны (J^0) осреднялись по каждому уровню отбора образцов по методу Фишера.

Полученные таким образом графики D и J приведены на рис.2. К сожалению, пришлось исключить из дальнейших расчетов значительную часть результатов, относящихся к нижней части разреза, поскольку достоверное выделение стабильной первичной компоненты I_p для этих уровней отбора оказалось невозможным. Оставшиеся значения D и J составили ряды из 97 точек, которые и были исследованы на предмет выявления в них периодических составляющих

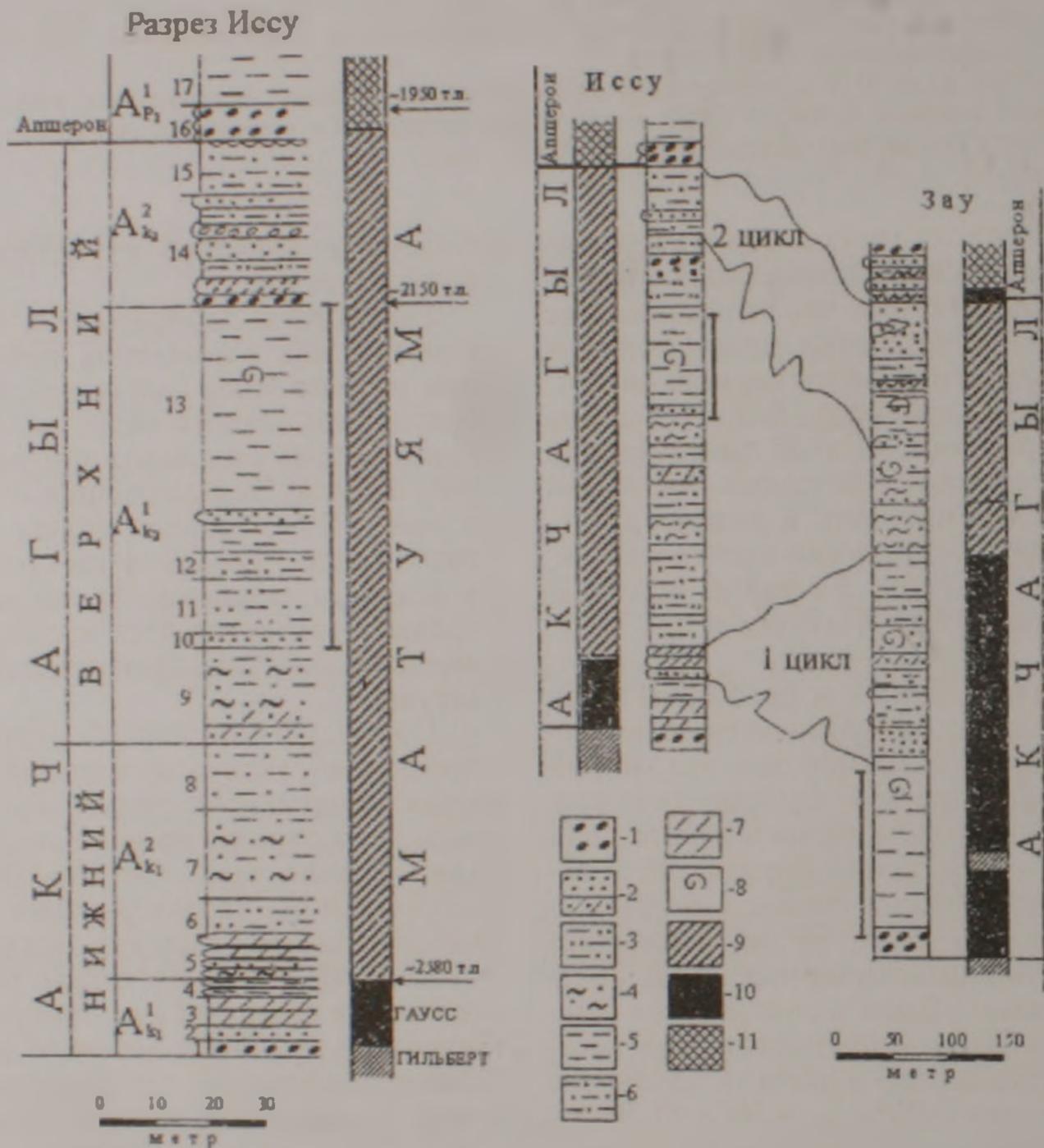


Рис.1. Стратиграфическая колеска разреза Иссу с привязкой к палеомагнитной шкале и соотношение детально изученных интервалов из разрезов Зау и Иссу. 1 – конгломераты, 2 – пески и песчаники, 3 – песчаные алевролиты, 4 – алевролиты, 5 – глины, 6 – известковистые алевролиты, 7 – мергели, 8 – фауна, 9 – обратная полярность, 10 – прямая полярность, 11 – промежуточная полярность.

вековых вариаций ГМП.

Существенной особенностью временных последовательностей в гео- и астрофизике является нестационарность в спектральном смысле этого слова. В некоторые моменты времени те или иные колебания могут появляться, просуществовать и затем затухать. Для изучения таких процессов подходящим методом считается вейвлет-анализ. Вейвлеты – это семейство осциллирующих самоподобных функций различных масштабов, которые локализованы как в физическом, так и в Фурье пространствах. Этот метод позволяет изучать нестационарные в спектральном отношении процессы, каковыми явля-

ются вековые вариации ГМП, а также следить за поведением фазы того или иного квазипериодического колебания, оценивать его энергетические характеристики (Галягин и др., 2000). Характерные вейвлет-диаграммы и МЕМ спектры D и J для разреза Иссу представлены на рис.3. Здесь по оси абсцисс отложено время в условных единицах, соответствующих точкам ряда. Каждая точка, как говорилось выше, соответствует $\sim 3,5$ тыс. лет. Более интенсивный темный цвет на вейвлет-диаграммах соответствует более высоким значениям амплитуд соответствующих периодов, отложенных по оси ординат. Анализ вейвлет-диаграмм показывает, что четко выраженная перио-

дичность гармоник в исследуемых рядах отсутствует (не наблюдаются чёткие тёмные полосы, параллельные оси времени). Однако можно выделить области, где преобладает цикличность того или иного масштаба. Для склонения D вдоль всей длины ряда прослеживаются интенсивные максимумы в области периодов 5-7 $y.e.$ (соответственно в нижней и средней частях разреза). Можно отметить возрастание интенсивности колебаний примерно в 10 $y.e.$ (середина разреза). В нижней и верхней частях разреза (исключая небольшой интервал в середине) наблюдаются колебания с периодом $T > 20 y.e.$, что находится на грани разрешающей способности метода, что и исключает возможность более точного определения периодов. Приблизительно такая же картина получается при оценке периодичности наклонения J : 5-7 $y.e.$ в средней и верхней частях разреза и 10-12 $y.e.$ – в нижней части. Для полного вектора были выделены периоды 5-7 $y.e.$ по всему разрезу и 17 $y.e.$ – по нижней части. В целом можно отметить, что наиболее интенсивны колебания в нижней части разреза (область высоких частот и малых периодов). На рис.3 не приведены вейвлеты для полного вектора.

Был проведён также спектральный анализ по методу Бурга (Филиппов, 1981; Влекман, Тукей, 1959). Эти результаты представлены в виде MEM спектров для рядов D и J при раз-

личных значениях числового фильтра. Были применены фильтры от 30 до 70 точек. На рис.3 приведены типичные фильтры для 60 и 70 точек. Сравнение спектров при различных значениях фильтра позволило выделить наиболее мощные и устойчивые пики спектра, которые и соответствуют реально присутствующим в исходном ряду гармоникам. На графиках видно, что пики при разных значениях фильтра совпадают, что говорит о высокой точности выделения этих пиков. Кроме того, для определения значимости каждого из выделенных пиков был использован метод градиентного спуска, позволяющий смоделировать исходный временной ряд путем сложения выделенных 3-4 гармоник. При этом для каждой выделенной гармоник определялся некий статистический параметр STAT-A. Если величина этого параметра > 2 , то гармоника считается значимой. Такие расчеты были сделаны для каждой из выделенных на MEM спектрах гармоник. Были исключены пики, для которых $STAT-A < 2$. Получены следующие значимые гармоник (в условных временных единицах): для D^0 – 5, 7, 10, 15 ($y.e.$); для J^0 – 12, 15, 30 ($y.e.$).

Если сопоставить эти результаты с данными по вейвлет-анализу, то можно заметить, что они достаточно хорошо согласуются между собой, хотя по вейвлет-диаграммам исходный ряд не равномерен по времени. Самые короткопериодные

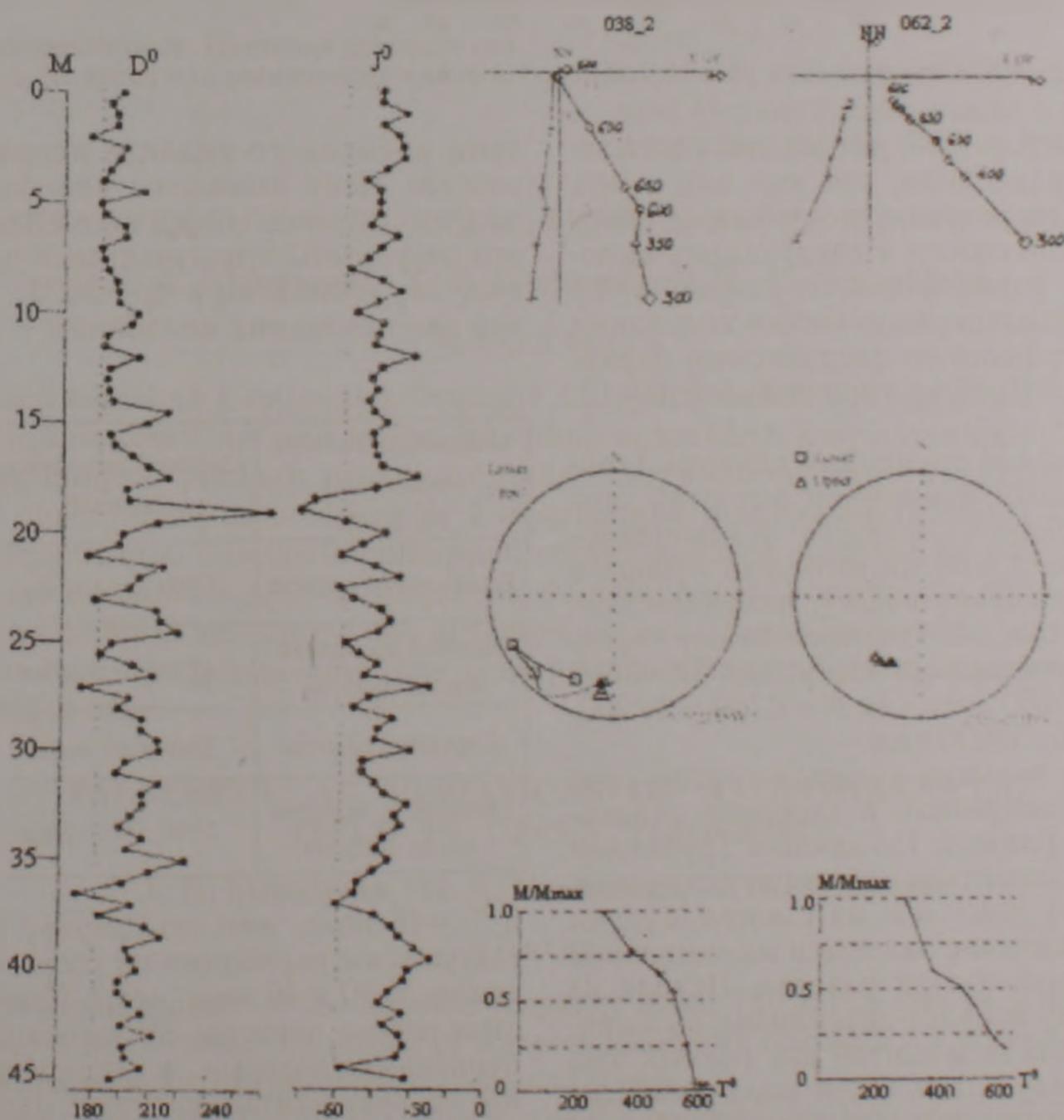


Рис.2. Усредненные ряды D^0 и J^0 для разреза Иссу и результаты анализа Зийдervельда (изменение направления и величины I_d в процессе ступенчатого терморазмагничивания).

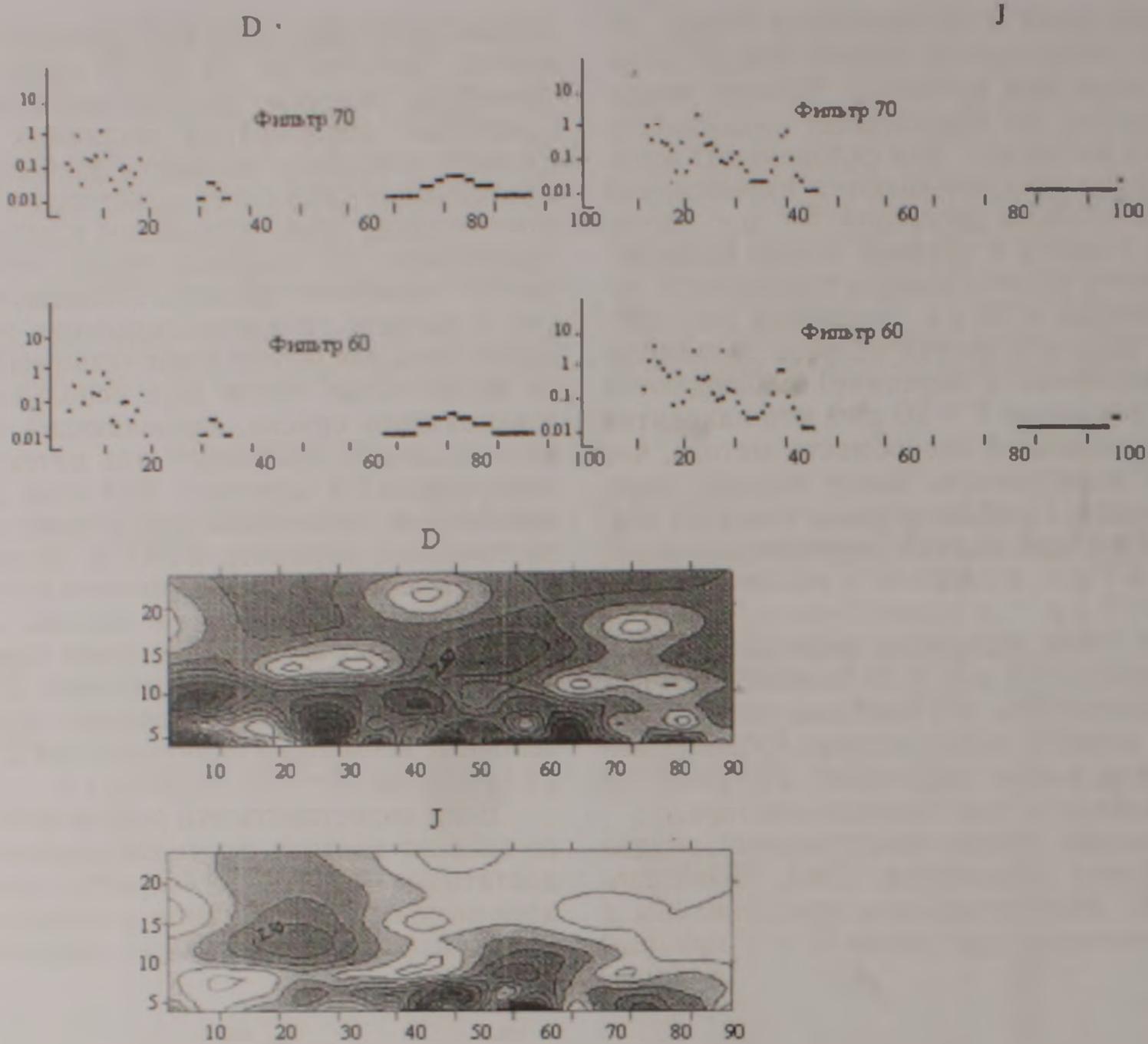


Рис 3. MEM спектры (при разных фильтрах) и вейвлет-диаграммы для рядов D^0 и J^0 .

компоненты $T=5$ у.е. и $T=7$ у.е. можно рассматривать как одно колебание, так как они очень близки. В итоге, результаты, полученные обоими методами, можно свести к следующему выводу: во временных рядах D и J по разрезу Исса можно выделить квазипериодические колебания склонения и наклонения со следующими периодами: для D^0 – 5- 7, 10, 15 (у.е.); для J^0 – 5-7, 10- 12, 15, 30 (у.е.).

Переводя условные временные единицы (точки ряда) в истинный временной масштаб, вычислив его по средней скорости осадконакопления (1,7- 1,8 тыс. лет на интервал отбора в 0,5 м, как было показано выше), получили следующие оценки периодов (точнее оценки характерных времен) для разреза Исса: для D^0 – 8750 – 12250, 17500, 26250 лет; для J^0 – 8750 – 12250, 17500- 2100, 26250, 52500 лет.

Была сделана попытка учесть в грубом приближении неравномерность в скорости осадконакопления вдоль разреза. По данным Трубикина (1977), величина, характеризующая эту скорость, меняется от 3 до 4 тыс. лет на 1 метр, будучи максимальной в середине разреза и минимальной в нижней и верхней частях разреза. Исходя из этого и имея в виду вейвлет-диаграммы, был принят разный временной масштаб для разных частей разреза. В результате были получены следующие периоды вековых вариаций ГМП для разреза Исса (табл.1).

Таким образом, двумя независимыми мето-

дами временного анализа направления I_p вдоль разреза Исса выявлены колебания в характерных вышеприведенных временах. Если сравнить эти результаты с полученными периодами по разрезу Зау (Минасян и др., 2003), то оказывается, что два последних колебания – $T = 30$ тыс.лет

Таблица 1

Максимальная обл. проявления SV ГМП	Средний временной масштаб	Время в тыс. лет
Вдоль всего разреза	1750 лет / точек	8750 - 12250
Нижняя и средняя части разреза	1750 лет / точек	17500 - 2100
Середина разреза	2000 лет / точек	30000
Нижняя и верхняя части разреза	1500 лет / точек	45000

и $T = 45$ тыс. лет по разрезу Исса хорошо согласуются с периодами по разрезу Зау (соответственно 25-30 и 46 тыс. лет). Можно отметить, что выделенные периоды SV вариаций сопоставимы с периодами, которые неоднократно были выделены по результатам архео- и палеомагнитных исследований (Минасян и др., 2003; Бурлацкая 1987; Гурарий и др., 2000; Галягин и др., 2000).

Таким образом, три из четырех полученных

периодов, скорее всего, имеют геофизическую природу и являются отражением реальных колебаний ГМП. Таким образом, обработка временных рядов с использованием МЕМ анализа и интегрального вейвлет-анализа позволила выявить спектр вариаций направления I_n , который коррелируется со спектрами, выделенными при исследованиях разреза Зау (Минасян и др., 2003).

В заключение можно сделать предварительный вывод о том, что периоды вариаций основного спектра (с характерными временами $10^2 - 10^4$ лет) оставались неизменными в верхний плиоцен-четвертичное время, если иметь в виду также результаты, полученные на озерно-речных осадках Армении (Петрова и др., 1992). Это дает основание полагать, что в спектре SV вариаций геомагнитного поля могут быть выделены гармоника, пригодные и для межрегиональных хроностратиграфических сопоставлений.

Следует отметить также, что выявленные ряды дискретны, часто отличаются для разных элементов поля и для разных временных интервалов. Последнее, возможно, отражает изменение в режиме работы геодинамо во время инверсии.

Статью просмотрел и рекомендовал к опубликованию кандидат геол.-мин. наук Р.Т. Мириджанян.

ЛИТЕРАТУРА

Бурлацкая С.П. Археоманетизм. Изучение древнего гео-

магнитного поля. М., 1987, 245 с.

Буров Б.В., Ясонов П.Г. Введение в дифференциальный термомагнитный анализ горных пород. Казанский госуниверситет, 1979, 136 с.

Гурарий Г.З., Гарбузенко А.В., Багин В.И., Решетняк М.Ю., Трубихин В.М. Вариации геомагнитного поля до и после инверсии Матуяма-Харамильо (Западная Туркмения). Физика Земли, 2000, № 7, с.31-42.

Галягия Д.К., Печерский Д.М., Решетняк М.Ю., Соколов Д.Д., Фрик П.Г. Вейвлет анализ геомагнитного поля в неогене. Физика Земли, 2000, № 4, с.82-89.

Минасян Д.О., Варданян А.А., Нечасва Т.Б. Об одной возможности выделения палеогеомагнитных вариаций в эпохе Матуяма. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2003, № 1, с.40-44.

Петрова Г.Н., Нечасва Т.Б., Поспелова Г.А. Характерные изменения геомагнитного поля в прошлом. М.: Наука, 1992, 165 с.

Петрова Г.Н. Циклические изменения магнитного поля Земли. Физика Земли, 2002, № 5, с.5-14.

Трубихин В.М. Палеомагнетизм и стратиграфия акчагыльских отложений Западной Туркмении. М.: Наука, 1977, 80 с.

Филиппов С.В. Модельное исследование свойств метода максимальной энтропии. В кн.: Проблемы космической электродинамики. М., 1981, с.155-167.

Blaekman R.B. Tukey J.W. The measurement of power spectra. New York Dover Publ. Inc. 1959, 250 p.

Steven C., Cande and Denis V. Kent. A new Geomagnetic Polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. Journ. Geophys. Research. 1992, vol.97, №10, pp.917-951.

Zijderveld J.D.A. Demagnetization of rocks analysis of results. Methods in Palaeomagnetism. Ed. Collinson D.W., Amsterdam. Elsevier 1967, pp.254-28.

ԵՐԿՐԻ ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ՊԱԼԵՈՎԱՐԻԱՑԻԱՆԵՐԸ ՎԵՐԻՆ ՊԼԻՈՑԵՆՈՒՄ

Ջ. Հ. Մինասյան, Հ. Ա. Վարդանյան, Վ. Մ. Տրուբիխին

Ա մ փ ո փ ո ս

Հողվածը նվիրված է ակչագիլի ծովային նստվածքներում (Թուրքմենիա) «դրոշմված» երկրի մագնիսական դաշտի դարուային վարիացիաների հայտնաբերմանը և դրանց երկրաֆիզիկական բնույթի ապացուցմանը: Լաբորատոր ուսումնասիրությունների կոմպլեքս մեթոդներով առանձնացվել է սկզբնական մագնիսականության ուղղությունը (D° և J°): Սկզբնական մագնիսականության ուղղությունների շարքերի հարմոնիկ անալիզի արդյունքում առանձնացվել են դարային վարիացիաներ, որոնց պարբերությունները համադրվում են նույն տարածքի մեկ այլ կտրվածքում (Ջաուի կտրվածք) հայտնաբերված վարիացիաների պարբերությունների և արխեոմագնիսական ուսումնասիրությունների արդյունքների հետ:

PALEOSECULAR VARIATIONS OF A GEOMAGNETIC FIELD IN UPPER PLIOCENE

J. H. Minasjan, H. A. Vardanyan, V. M. Trubikhin

Abstract

The akchaghil section of sea deposits (capacity about 180 m) in area of a mountain Issu (Turkmenya) is investigated. By results of complex laboratory researches is proved orientational nature of primary magnetization of the investigated breeds.

Paleomagnetic series of D and J are subjected to the harmonic analysis; the various periods of Geomagnetic Field's secular variations are correlated with the periods revealed in sedimentary breeds of Zau section (Turkmenya).