

УДК 550.384. 3; 551.763.12(470.6)

БИО- И МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ АЛЬБА В РАЗРЕЗЕ АКУША (ДАГЕСТАН)



Статья 2. Магнитостратиграфия

Е.Ю. Барабошкин, А.Ю. Гужиков, В.Н. Еремин

Дается развернутая характеристика магнитостратиграфических и петромагнитных исследований одного из наиболее полных разрезов альба на Северном Кавказе — Акушинского. Установлено, что палеомагнитная колонка разреза состоит из чередования семи субзон — трех прямой (N_{1al} , N_{2al} , N_{3al}), двух обратной (R_{1al} , R_{2al}) и двух переменной (Nr_{al} , Rn_{al}) полярности. Субзона Nr_{al} представляет верхнюю часть ортозоны $RNbr_1 - al_1$, начинающейся в барреме; субзона N_{2al} эквивалентна по своему объему ортозоне Na_2 среднего альба, остальные субзоны образуют ортозону $NRal_3$. Полученные петромагнитные характеристики позволяют индивидуализировать выделенные стратиграфические интервалы и использовать их в региональных исследованиях. Изменения магнитной восприимчивости по разрезу наряду с другими данными интерпретируются как действие тектонических движений и/или как следствие глобальных колебаний уровня Мирового океана.

В предыдущей статье [2] были проведены палеонтологическое обоснование и биостратиграфическое расчленение акушинского разреза альба — одного из наиболее полных на Северном Кавказе. Настоящая статья посвящена рассмотрению магнитных характеристик этого разреза и анализу его магнитостратиграфической колонки.

Напомним, что разрез располагается на р. Дарги, примерно в километре выше по течению от с. Акуша. Азимут падения пластов варьирует от 222 до 245° при углах падения $15 - 17^\circ$. Стратиграфическое описание и палеонтологическое опробование велись послойно. Отбор образцов для палеомагнитных определений производился одновременно со стратиграфическим изучением и учетом всех его особенностей (литология, стратиграфические перерывы и т. д.). Частота отбора ориентированных образцов определялась мощностью возрастных подразделений и варьировала от $0,2$ до 1 м. Каждая аммонитовая зона альба (за исключением маломощной ($0,64$ м) зоны *Pseudosopneratia eodentata*) при этом оказалась охарактеризована палеомагнитными образцами не менее чем с трех (а в большинстве случаев с $7 - 10$ и более) стратиграфических уровней (рис. 1). Всего в разрезе было опробовано 118 стратиграфических уровней, с каждого из которых брался один штуф, который распиливался затем на $3 - 4$ кубика с размерами ребер 20 мм. Для палеомагнитных определений использовалось не менее двух кубиков из каждого штуфа.

Лабораторные исследования

Лабораторные палео- и петромагнитные исследования включали измерения магнитной восприимчивости (χ) и естественной остаточной намагниченности (ЕОН, J_n); магнитные чистки температурой; снятие кривых нормального намагничивания, с последующими замерами остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}) и определениями полей насыщения (H_s) и разрушающих полей насыщения (H'_{cs}). Широко практиковались терромагнитный и дифференциальный терромагнитный анализы (ТМА и ДТМА), термокаппаметрия (измерения прироста магнитной восприимчивости $\Delta\chi$ после нагрева). Последняя основана на переходе пирита и марказита при нагреве до 500°C в окислительной среде в магнетит, что влечет увеличение магнитной восприимчивости [3]. Приrost $\Delta\chi = \chi_1 - \chi_2$ отражает содержание новообразованного магнетита и, следовательно, концентрацию первичных немагнитных сульфидов.

В процессе температурных магнитных чисток образцы подвергались последовательному нагреву от 100 до $400 - 500^\circ\text{C}$ с интервалом $t = 50^\circ$ в течение $1 - 3$ ч. Для учета возможного подмагничивания пород от некомпенсированного магнитного поля из каждого штуфа в печь ставилось по два кубика с взаимно противоположной ориентировкой по всем трем составляющим вектора намагниченности.

Для измерений естественной остаточной намагниченности использовался спин-магнитометр

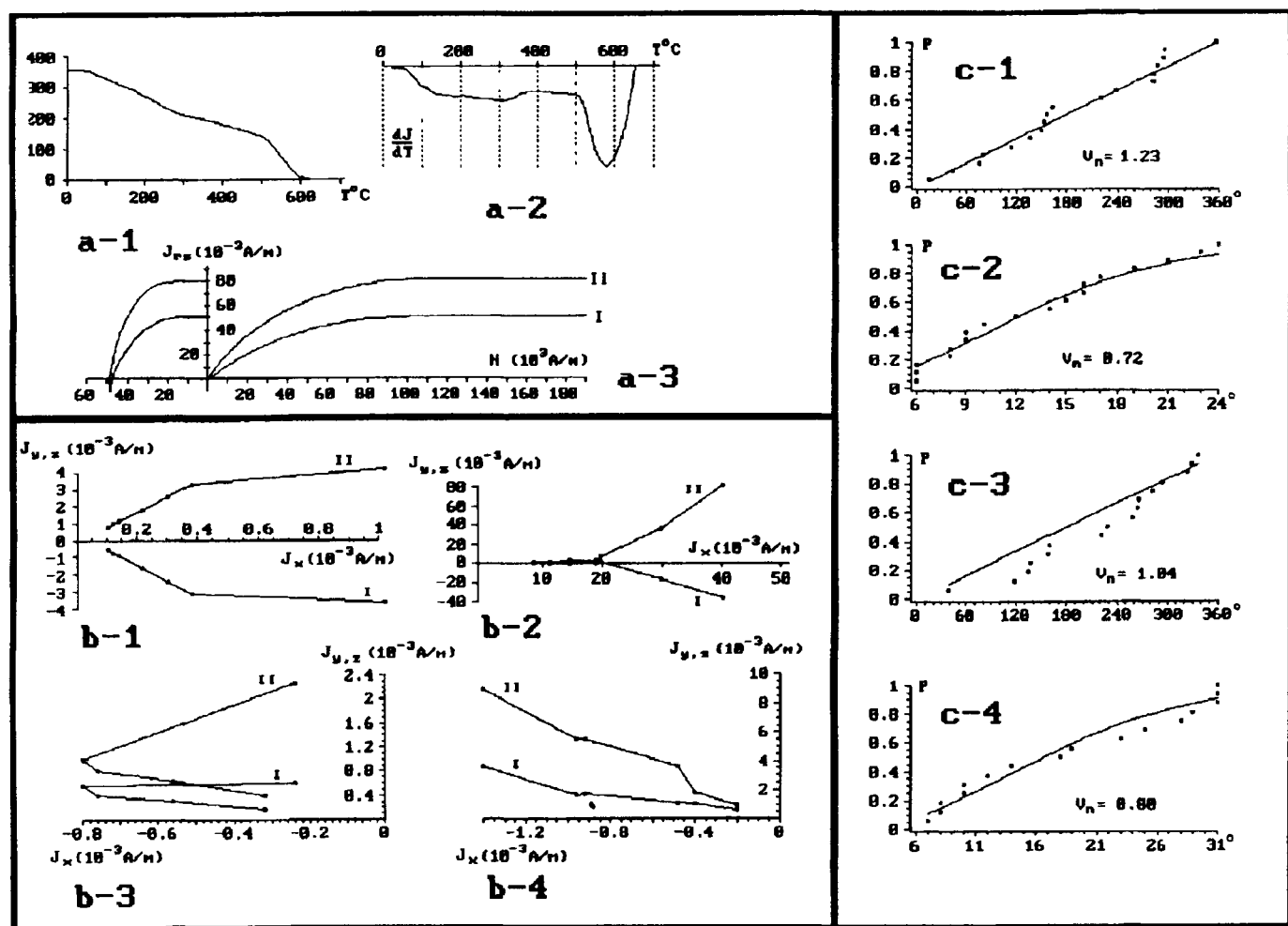


Рис. 2. Результаты магнито-минералогического анализа: а - 1 - зависимость остаточной намагниченности насыщения от температуры (обр. 2054/10А), а - 2 - кривая ДТМА (обр. 2054/33), а - 3 - кривые магнитного насыщения и размагничивания образцов 2054/75 (I) и 2054/76 (II). Диаграммы Зийдервельда: образцы: 2054/18а (b - 1), 2054/43Б (b - 2), 2054/46Б (b - 3), 2054/53А (b - 4). Проекция конца вектора ЕОН в горизонтальной (I) и вертикальной (II) плоскостях в системе координат образца. Анализ оответствия распределения векторов ЕОН распределению Фишера: с - 1,2 - для выборки с $H'cs < H'cs_{cp}$, с - 3,4 - для выборки с $H'cs \gg H'cs_{cp}$; с - 1,3 - азимутальная проверка, с - 2,4 - радиальная проверка. $V_n = [(p_n - p)_{\max} + (p - p_n)_{\min}] n^{1/2}$, где n - количество образцов [1]

вило, около направления перемангничивания пород современным полем ("креста перемангничивания") (рис. 3, а). После серий последовательных термочисток проекции J_n на стереограммах закономерно группировались в первом квадранте нижней полусферы или в третьем квадранте верхней (рис. 3, а).

Анализ диаграмм Зийдервельда (рис. 2) свидетельствует о стабильности результирующих направлений намагниченности: на всем интервале температур после разрушения вязкой компоненты (которое происходило в большинстве случаев при 150 - 250°C) изменение вектора происходит по прямой, направленной к центру координат.

Для определения знака полярности палеомагнитного поля использовались лишь те результирующие направления J_n , которые повторно выде-

лялись не менее чем после 2 - 3 последовательных нагревов.

Если в процессе t^* -чисток траектории изменения векторов J_n у кубиков-дублей из одного штупа существенно различались, то эти образцы браковались, равно как и те, проекции направлений в которых перемещались по стереограмме хаотичным образом. (Были забракованы палеомагнитные определения по 12 стратиграфическим уровням, что составляет 11 % от общего объема коллекции.) Рассматривались те данные, где поведение кубиков в чистках было идентичным либо наблюдаемые различия могли быть истолкованы естественными причинами. Например, когда в одном кубике не удавалось разрушить вязкую компоненту, в то время как в его дублях благополучно выделялась стабильная составляющая J_n .

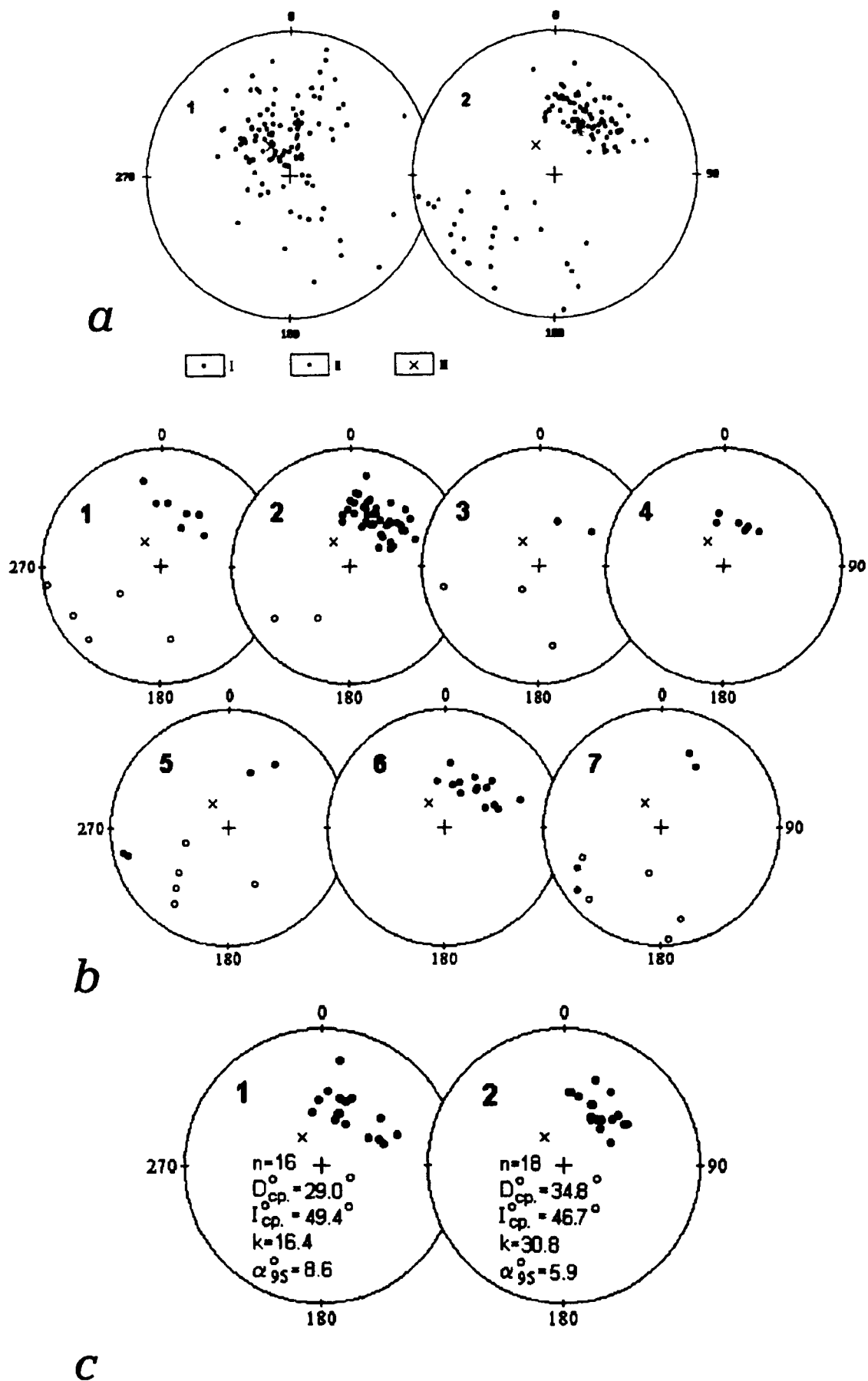


Рис. 3. а – распределения направлений ЕОН после воздействия $T^* = 100^{\circ}\text{C}$ (1) и направлений стабильных компонент ЕОН после воздействия $T^* = 350 - 500^{\circ}\text{C}$ (2). I – проекции векторов ЕОН на нижнюю полусферу, II – проекции векторов ЕОН на верхнюю полусферу, III – проекция направлений перемещения на нижнюю полусферу; б – распределения результирующих направлений ЕОН по субзонам: N_{1al} (1), N_{1al} (2), R_{1al} (3), N_{2al} (4), R_{1al} (5), N_{3al} (6), R_{al2} (7). Условные обозначения см. на рис. 1; в – распределения результирующих направлений ЕОН в отложениях с $H'cs < H'cs_{cp}$ (1) и с $H'cs > H'cs_{cp}$ (2). Условные обозначения см. на рис. 1

В дальнейшем совокупности направлений стабильных компонент намагниченности, закономерно группирующиеся в первом нижнем и третьем верхнем квадрантах стереопроекций (рис. 3, б), интерпретировались как интервалы прямой и обратной полярности соответственно.

О природе палеомагнитных зон

Для обоснования первичности J_n привлекались разнообразные критерии и тесты, сформулированные ниже.

Одним из важных показателей связи знака J_n с полярностью древнего поля является независимость ориентации векторов намагниченности от литологии, скалярных магнитных характеристик и пр. В исследуемом разрезе индифферентность магнитозон к названным факторам очевидна (рис. 1). Результаты произведенного теста складки [19] не дали определенного ответа о до- или после складчатом возрасте стабильной компоненты ЕОН, что, вероятно, связано с недостаточно большими вариациями элементов залегания пластов. Однако даже при получении положительного результата подобное тестирование было бы малоинформативно для оценки синхронности намагниченности альбскому геомагнитному полю, поскольку складчатость в данном случае имеет неоген-четвертичный возраст.

Анализ кучностей палеомагнитных направлений и скалярных магнитных характеристик позволяет выделить несколько закономерностей, типичных для детритного вида намагниченности,

обоснование которой тождественно доказательству первичности ЕОН:

1. Исследуемые отложения характеризуются относительно небольшими межштучными кучностями (от 3,2 до 39,5), нетипичными для химической природы J_n (табл. 1).

2. Породам данного разреза присущи невысокие значения отношения Кенигсбергера (фактор Q , табл. 2), что характерно для ориентационной или посториентационной намагниченности. В 94 образцах (что составляет 80 % от общего объема коллекции) фактор Q меньше 0,01, и лишь в трех образцах (2054/43Б, 62 и 73) он превышает 1 (6,6, 6,8 и 10,6 соответственно).

3. Анализ зависимости кучностей палеомагнитных направлений от величин разрушающего поля насыщения (H'_{cs}) заслуживает более детального рассмотрения.

Распределение величин H'_{cs} (от 29,1 до $56 \cdot 10^3$ А/м) по разрезу не обнаруживает каких-либо закономерностей (рис. 1). Однако породы, обладающие низкими значениями разрушающего поля насыщения ($H'_{cs} < H'_{cs_{cp}} = 48,3 \cdot 10^3$ А/м) (табл. 2), характеризуются кучностью $k = 16,4$, а породы, в которых $H'_{cs} > H'_{cs_{cp}}$, имеют $k = 30,8$ (рис. 3, с).

Прежде чем проверить гипотезу о значимом отличии кучностей по этим двум выборкам, оба распределения были проанализированы на соответствие распределению Фишера по методике, предложенной М.Л. Баженовым и П.К. Рябушкиным [1]. Результаты проверки (рис. 2, с) показали, что совокупности палеомагнитных направле-

Таблица 1

Характеристики магнитостратиграфических интервалов

		n	D_{cp}°	I_{cp}°	k	α_{95}°			n	D_{cp}°	I_{cp}°	k	α_{95}°
Субзона N_{al}	N	7	16,9	45,3	16,1	13,2	Субзона R_{al}	N	2	29,2	38,2		
	R	5	229,0	- 25,7	5,3	27,1		R	7	229,4	- 27,2	4,6	24,8
Субзона N_{1al}	N	43	28,5	47,0	21,0	4,7	Субзона N_{3al}	N	14	39,1	51,3	19,4	8,5
	R	2	224,5	- 32,1				R					
Субзона R_{al}	N	2	41,5	48,8			Субзона R_{al2}	N	2	24,8	33,6		
	R	3	216,2	- 44,1	3,2	45,1		R	7	214,0	- 14,0	4,3	25,5
Субзона N_{2al}	N	6	18,4	56,2	38,3	9,2	Весь разрез	N	78	28,9	48,3	21,1	5,5
	R							R	27	224,1	- 26,7	3 4	11,5

Примечание n — количество образцов, N — направления J_n , соответствующие прямой полярности, R — направления J_n , соответствующие обратной полярности.

Таблица 2

Основные статистические характеристики петромагнитных свойств альбских пород

	\mathcal{X} , 10^{-5} ед. СИ	J_n , 10^{-3} А/м	Q	$\Delta\mathcal{X}$, 10^{-5} ед. СИ	H'_{cs} , 10^{-3} А/м
n (количество образцов)	110	111	110	110	46
Среднее арифметическое	2,6	0,21	0,31	40,7	48,3
Медиана	1	0,05	0,05	31	48,3
Мода	1	0,02	0,03	9	45,3
Минимум	1	0,01	0,008	5	29,1
Максимум	9	5,3	10,6	185	56,0

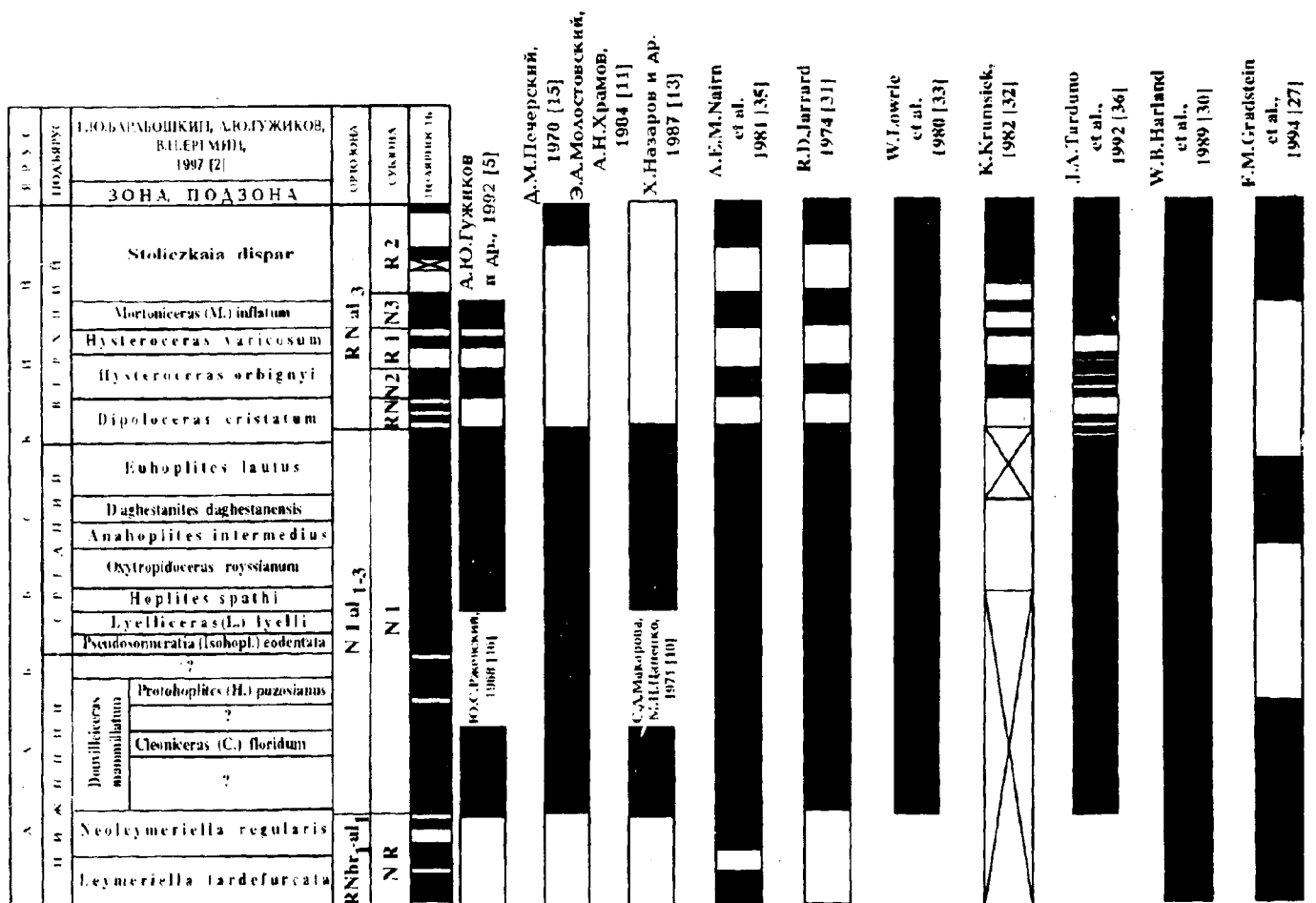


Рис. 4. Сопоставление региональных и мировых магнитостратиграфических данных по альбскому ярусу. Условные обозначения см. на рис. 1

ний в породах как с $H'cs < H'cs_{cp}$, так и с $H'cs > H'cs_{cp}$ хорошо согласуются с предположением о фишеровском распределении.

Отношение $k_{max}/k_{min} = 1,88$ больше $F[2(n_1 - 1), 2(n_2 - 1), p] = 1,82$, где n_1 и n_2 — количество образцов в выборках, p — уровень значимости (0,05). Следовательно, кучности исследуемых совокупностей отличаются друг от друга на уровне значимости $p = 0,05$ [19].

Как известно, разрушающее поле насыщения в первом приближении обратно пропорционально размерам ферромагнитных частиц [12]. Если это так, то высокая кучность ($k = 30,8$) характеризует образцы, в которых носители намагниченности (магнетитовые зерна) имеют меньшую размерность, чем в тех, где $k = 16,4$. Тогда факт значимого отличия кучностей хорошо согласуется с гипотезой о детритной природе ЕОН, так как взаимосвязь размерностей ферромагнитных зерен с ориентацией палеомагнитных векторов можно объяснить воздействием гидродинамических условий на пространственное распределение магнетитовых частиц.

Необходимо отметить, что величина $H'cs$ в значительной степени зависит не только от размерности, но и от степени окисленности магнетитовых зерен. Однако, если допустить преобладающее влияние последнего фактора на вариации $H'cs$, то различие в кучностях становится труднообъяснимым. Кроме того, более интенсивное окисление магнетита привело бы к формированию вторичной компоненты J_n , что неизбежно исказило бы фишеровское распределение и результирующее направление в выборке с $H'cs < H'cs_{cp}$. Между тем средние векторы в обеих совокупностях близки между собой (рис. 3, с). Применение статистических критериев для оценки равенства средних в данном случае некорректно, так как кучности по выборкам значимо различаются [19]. Но оба круга доверия (α_{95} , рис. 3, с) перекрывают расстояние между их центрами ($5,8^\circ$), что позволяет качественно считать средние направления по двум выборкам равными.

Результаты каждого из рассмотренных выше тестов не противоречат, но и не обеспечивают доказательств первичности J_n . Однако совокупность независимых наблюдений, хорошо согласующихся с предположением о древней природе ЕОН, является весомым свидетельством в пользу этой гипотезы.

Главным аргументом при обосновании геофизической природы магнитозон, безусловно, является сходимость палеомагнитной структуры разновозрастных отложений в удаленных разнофациальных разрезах. Аналоги почти всех магнитозон, выделенных в Акуше, выделяются и в удаленном примерно на 40 км разрезе альба у с. Гергебиль

[5, 7] (рис. 4). Этот признак (т. н. “критерий внешней сходимости”) становится особо существенным, когда схожая магнитополярная зональность обнаруживается в разновозрастных стратиграфических интервалах регионов, имеющих совершенно различную геологическую историю. Сопоставление Акушинской палеомагнитной колонки с магнитостратиграфическими разрезами альба Средней Азии, Западной Европы, Северной Африки и других областей обнаружили вполне удовлетворительную сходимость палеомагнитных данных (рис. 4).

Палеомагнитные характеристики разреза

Терминология магнитостратиграфических подразделений, охарактеризованных ниже, дана в соответствии со Стратиграфическим кодексом [17]: субзона по стратиграфическому объему сопоставима с зоной, ортозона — с ярусом (несколькими ярусами) — подъярусом.

Палеомагнитная колонка разреза Акуши состоит из чередования семи субзон — трех прямой (N_{1al} , N_{2al} , N_{3al}), двух обратной (R_{1al} , R_{2al}) и двух переменной (Nr_{al} , Rn_{al}) полярности (рис. 1). Субзона Nr_{al} представляет верхнюю часть ортозоны $RNbr_1 - al_1$, субзона N_{2al} эквивалентна по своему объему ортозоне Nal_2 , остальные субзоны образуют ортозону $NRal_3$ [29].

Снизу разрез начинается субзоной переменной полярности Nr_{al} (мощность 6 м), которая соответствует аммонитовой зоне *Leymeriella tardifurcata* и практически всей зоне *regularis*. Магнитозона образована сочетанием семи разнополярных микрозон, среди которых нормальная полярность ЕОН явно преобладает.

Выше следует субзона прямой полярности N_{1al} (34,8 м), стратиграфически эквивалентная части нижнего альба (кровля зоны *regularis* и зона *Douvilleiceras mamillatum*), среднему и подошве верхнего (основание зоны *Dipoloceras cristatum*) альба. В низах магнитозоны по единичным образцам зафиксированы два r -интервала, которые приурочены к подзоне *puzosianum* зоны *mamillatum*. Поскольку эти аномалии не находят подтверждения ни в ниже- ни в вышележащих слоях, их природа остается под сомнением. В любом случае они вряд ли имеют реальное стратиграфическое значение.

Далее разрез наращивается субзоной преимущественно обратной полярности Rn_{1al} (мощность 6,1 м), которая приурочена к верхам верхнеальбской зоны *D. cristatum* и состоит из трех r - и подчиненных двух n -интервалов.

Непосредственно выше располагается субзона прямой полярности N_{2al} (6,9 м), охватывающая кровлю зоны *cristatum* и большую часть зоны *Hysterocheras orbigny*. Верхи последней, а также зона

Hysterocheras varicosum и низы *Mortoniceras inflatum* образованы субзоной обратной полярности R_{1al} (8 м), осложненной в верхней части (подошва *inflatum*) *n*-интервалом.

Разрез продолжается сравнительно крупной субзоной прямой полярности N_{3al} (мощность 13,9 м), стратиграфически отвечающей зоне *Mortoniceras inflatum* и самому основанию зоны *Stoliczkaia dispar*.

Венчает разрез альба субзона обратной полярности R_{2al} (12,2 м), осложненная в кровле *n*-интервалом, которая отвечает практически всей зоне *dispar*.

Петромагнитные характеристики разреза

Неоднократное возрастание и спад магнитной восприимчивости позволяют выделить в разрезе четыре двучленных ритма, проиндексированных снизу как \mathcal{X}_1 , \mathcal{X}_2 , \mathcal{X}_3 и \mathcal{X}_4 . Каждый ритм состоит из сильномагнитного (верхнего) и слабомагнитного (нижнего) интервалов (рис. 1) \mathcal{X}_1 соответствует нижнему и среднему альбу, \mathcal{X}_2 — зонам *Dipoloceras cristatum* — *Hysterocheras varicosum*, \mathcal{X}_3 — зоне *Mortoniceras inflatum* и \mathcal{X}_4 — зоне *Stoliczkaia dispar*, причем основания петромагнитных комплексов приурочены к границам основных биостратиграфических подразделений. В пределах нижнего ритма \mathcal{X}_1 граница сильно- и слабомагнитного интервалов совпадает с рубежом *Oxytropidoceras roysianum* — *Anahoplites intermedius*.

Особый интерес представляет распределение по разрезу значений прироста магнитной восприимчивости. Сглаженная кривая $\Delta \mathcal{X}$ (рис. 1), полученная путем вычисления скользящего среднего арифметического по пяти образцам с шагом в один образец, обнаруживает отчетливую ритмичность, причем три крупных участка на ней, где $\Delta \mathcal{X} > \Delta \mathcal{X}_{cp}$, стратиграфически эквивалентны зонам *Pseudosonneratia eodentata* — *Oxytropidoceras roysianum*, *Hysterocheras orbigny* — *H. varicosum* и *Mortoniceras inflatum* *Stoliczkaia dispar* соответственно.

Геологические результаты палео- и петромагнитных исследований

Благодаря комплексному изучению биостратиграфии, палео- и петромагнитных свойств альбских отложений представляется возможным сделать некоторые выводы о детальной стратификации Акушинского разреза [2, 21, 29] и условиях седиментации в альбском веке на территории Дагестана.

1. Ряд аммонитовых зон в разрезе дополнительно расчленены на основе палеомагнитной зо-

нальности (рис. 1). Например, зона *Dipoloceras cristatum* подразделяется на две части: нижнюю, прямой полярности, и верхнюю, характеризующуюся субзоной R_{n1al} .

2. Многие зоны получили индивидуальную магнитостратиграфическую и петромагнитную характеристику, что имеет первостепенное значение при корреляции опорного разреза с палеонтологически “немыми” толщами. В региональном масштабе особую ценность приобретает то обстоятельство, что практически все субзоны индивидуализированы с помощью скалярных магнитных характеристик. Выявление аналогов Акушинских палео- и петромагнитных подразделений в разрезе альба у с. Гергебиль (удаленном на 40 км), который чрезвычайно беден органическими остатками, позволило выделить в последнем слое, эквивалентные ряду зон эталонного разреза [5, 6].

3. Детальный анализ графиков \mathcal{X} позволяет судить о более тонких особенностях палеогеографии на территории Дагестана в конце раннемеловой эпохи.

Петромагнитная неоднородность осадочных толщ обусловлена спецификой осадконакопления, что позволяет рассматривать совокупности горных пород, выделенных по общности скалярных магнитных характеристик, как разновидность лито- или ритмостратиграфических подразделений [7]. В рассматриваемых отложениях, как было указано выше, основным носителем намагниченности является аллотигенный магнетит. Поэтому вариации на кривых \mathcal{X} (рис. 1) являются индикаторами неравномерного поступления ферромагнитного материала в палеобассейн из размываемых источников сноса. Нижний ритм (\mathcal{X}_1), отмеченный снижением значений \mathcal{X} (от 9 до $1 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), соответствует нижнему альбу — зоне *roysianum*. Среднего альба и связан с погружением Северокавказского региона и сопутствующим ему увеличением площади моря. Остальные три ритма характеризуются в нижних частях возрастанием \mathcal{X} , а в верхних — снижением. Они могут быть интерпретированы как отражение тектонических движений или как эвстатические колебания уровня моря, активизировавших привнос магнитного терригенного материала, либо как совместное действие этих факторов. С этих позиций легко объяснима приуроченность максимумов \mathcal{X} , являющихся индикаторами обширных и глобальных событий, к границам наиболее крупных биостратиграфических подразделений (средний — верхний альб, зоны *varicosum* — *inflatum*, *inflatum* — *dispar*) (рис. 1).

4. Магнитная восприимчивость пород резко возрастает после их нагрева до 500°C и обнаруживает значимые вариации по разрезам, анализ которых позволяет судить о концентрациях FeS_2 , образующегося в восстановительной среде, и сле-

довательно, о геохимической обстановке в альбском палеобассейне. Исследование этого явления в других разрезах альба Северного Кавказа выявило связь максимумов $\Delta\alpha$ с максимальным развитием аноксидных явлений, накоплением C_{org} и эвстатическим повышением уровня моря [22]. Участки графика прироста магнитной восприимчивости в Акушинском разрезе, где $\Delta\alpha > \Delta\alpha_{ср}$ обнаруживают приуроченность к стратиграфическим интервалам зон *eodentata* — *royssianum* в среднем альбе, *orbigny* — *varicosum* и *inflatum* в верхнем альбе (рис. 1). Такое совпадение петромагнитных и биостратиграфических подразделений выглядит вполне логично, поскольку контролируется особенностями палеоклимата и эвстатическими колебаниями. Эти же факторы определяют соотношение планктонных и бентосных организмов в палеобассейне [22]. Следовательно, изменения величин термомагнитных параметров косвенно отражают условия седиментации и события в эволюции биоты. Таким образом, вертикальные распределения $\Delta\alpha$ в известной мере документируют смену фаунистической последовательности в данных разрезах. Это явление может помочь в уточнении границ зон, подъярусов и ярусов, а также при корреляции разрезов.

Сопоставление региональных и мировых данных по альбскому ярусу

Все известные к настоящему времени материалы о магнитной зональности альба, полученные по результатам исследований линейных магнитных аномалий, колонок глубоководного бурения и разрезов на различных континентах, однозначно свидетельствуют о преобладающем режиме прямой полярности на протяжении альбского века (рис. 4).

Разногласия по поводу магнитной зональности яруса проявляются в том, что все варианты аномалийных океанических шкал [24, 27, 30] и большинство магнитостратиграфических разрезов Северной Италии [34] фиксируют исключительно нормальную полярность в альбе, в то время как в палеомагнитных колонках донных осадков океанов [28, 31, 37], разрезах России [14, 15] и севера Африки [32, 35] документируется несколько инверсий на протяжении альбского века (рис. 4).

В сводной магнитостратиграфической шкале [11] к альбу отнесены две крупные магнитозоны обратного знака — одна в низах яруса, другая — в верхней его части. Обе выделены Д.М. Печерским [15] на северо-востоке России и подтверждены А.Н. Гусейновым [8] в Закавказье, Х. Назаровым [13] в Туркмении, Ю.С. Ржевским в Таджикистане [16], С.Д. Макаровой и М.Н. Цапенко в Фергане [10] и т. д. (рис. 4). Очевидно, первая

R-зона (“Гатань”) соответствует альбской магнитозоне RN_{1al} из сводного разреза Северного Кавказа, вторая — либо какой-то из магнитозон верхнего альба, либо их суперпозиции.

В альбском ярусе Туниса А.Е.М. Наирном [35] описаны четыре *r*-интервала, равномерно распределенные по разрезу (рис. 4), что согласуется с палеомагнитными данными по Северному Кавказу.

Палеомагнитная структура верхнего альба Юго-Западного Марокко [32] очень похожа на распределение полярности в пределах одновозрастных отложений в Акуше (рис. 4). Как в африканском, так и кавказском разрезах мощность обратномагнитных отложений составляет 45 % от общей мощности верхнего альба.

В средней части альбского разреза Contessa (Северная Италия, Умбрия) зафиксированы семь интервалов обратного знака различной мощности [36] (рис. 4).

В верхнеальбских океанических осадках, извлеченных из скв. 263 [28, 31], зафиксированы три интервала обратной полярности (рис. 4), которые могут быть идентифицированы как магнитозоны Rn_{2al} , R_{1al} и R_{2al} Кавказской схемы. Аналог магнитозоны RN_{1} (“Гатань”) установлен в низах альба в скв. 260 DSDP [28] (рис. 4).

Таким образом, результаты настоящей работы хорошо согласуются с концепцией о преобладающем режиме прямой полярности в альбе, осложненном в начале и конце века рядом геомагнитных инверсий.

Кратко рассмотрим причины, по которым хроны обратной полярности могут отсутствовать в средиземноморских разрезах и аномалийной шкале. Последняя, в силу методики своего построения (на основании данных дистанционной магнитной съемки), является генерализованной записью изменений геомагнитного поля, и обращения полярности небольшой длительности далеко не всегда могут быть в ней зарегистрированы. Кроме того, шкала линейных аномалий основана на ряде допущений (равномерная скорость спрединга, неучет магнитного влияния ультраосновных пород океанической коры и т. д.), правомерность которых в последнее время все чаще подвергается сомнению [4, 9, 18, 20, 23].

Широко известные материалы по палеомагнетизму альбских отложений Южных Альп [26, 34] также не могут служить решающим доводом в пользу монополярного режима альбского поля. Во-первых, разрезы отобраны в сильно тектонически переработанной зоне, где высока вероятность регионального перемагничивания пород. Во-вторых, в основании альба Умбрии фиксируется разрыв [25, 33, 36] и, вероятно, нижнеальбские слои, характеризующиеся зоной “Гатань”, в Северной Италии отсутствуют. Возможно наличие и

других перерывов в разрезе альба, тем более что для его расчленения в этом регионе используются преимущественно фораминиферовая и нанопланктонная шкалы, уступающие по детальности аммонитовой.

Заключение

Итогом комплексных палеонтологических, палео- и петромагнитных исследований явилось создание магнитостратиграфического разреза альба Акуши, в котором впервые ряд аммонитовых зон альба получил магнитополярную характеристику. Выполненная работа имеет важное значение для решения как практических (расчленение и детальная корреляция альбских отложений Дагестана и сопредельных областей, выявление перерывов в осадконакоплении, выяснение условий седиментации), так и фундаментальных

задач. Палеомагнитные данные по Акушинскому разрезу содержат ценную информацию о режиме геомагнитного поля в конце раннемеловой эпохи и являются основой для уточнения и детализации общей магнитостратиграфической шкалы альбского яруса. Установленные магнитополярные подразделения, имеющие одинаковый характер в планетарном масштабе, могут быть использованы для параллелизации стратиграфических шкал разных биогеографических провинций.

Авторы благодарны В.Э. Павлову и В.П. Щербакову за предоставленную возможность провести термочистки и последующие замеры J_n на аппаратуре, находящейся в геофизической обсерватории ОИФЗ РАН (пос. Борок).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 93-05-8547, 95-07-19015, 96-05-6544 по теме проекта 362 МПГК).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов М.Л., Рябушкин П.К. Применение статистических критериев согласия в палеомагнитных исследованиях // Изв. АН СССР. Сер. физ. Земли. 1978. № 7. С. 100 – 104.
2. Барабошкин Е.Ю., Гужиков А.Ю., Еремин В.Н. Био- и магнитостратиграфия альба в разрезе с. Акуша (Дагестан). Ст. 1. Биостратиграфия // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1997. Т. 70, вып. 1. С. 30 – 46.
3. Буров Б.В., Ясонов П.Г. Введение в дифференциальный термомагнитный анализ горных пород. Казань. 1979. 160 с.
4. Власов Г.М., Мишин Л.Ф. Геотектоническая теория и магматогенно-рудные системы. М., 1992. 230 с.
5. Гужиков А.Ю., Еремин В.Н., Барабошкин Е.Ю. и др. Палео- и петромагнитные исследования альбских отложений Дагестана // Деп. в ВИНТИ, № 3204 – В92. 1992. 16 с.
6. Гужиков А.Ю. Палео- и петромагнетизм нижнемеловых отложений Сев. Кавказа и сопряженных территорий (общие вопросы и решение прикладных задач): Автореф. канд. дис. Саратов, 1994. 19 с.
7. Гужиков А.Ю., Молостовский Э.А. Стратиграфическая информативность численных магнитных характеристик осадочных пород (методические аспекты) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70, вып. 1. С. 32 – 41.
8. Гусейнов А.Н. Палеомагнетизм юрских и меловых отложений восточной части Малого Кавказа: Автореф. канд. дис. Баку, 1988. 19 с.
9. Линькова Т.И., Райкевич М.И. Палеомагнитные исследования коренных пород западной части Тихого океана. Магадан, 1989. 40 с.
10. Макарова С.Д., Цапенко М.Н. О ритмостратиграфической и палеомагнитной корреляции меловых формаций Сев. и Вост. Ферганы // Докл. АН Уз. ССР. 1971. № 8. С. 44 – 46.
11. Молостовский Э.А., Храмов А.Н. Палеомагнитная шкала фанерозоя и проблемы магнитостратиграфии // Тр. 27-й МГК. М., 1984. Т. 1. С. 16 – 24.
12. Нагата Т. Магнетизм горных пород. М., 1965. 348 с.
13. Назаров Х., Мамедов М., Рамзанов С. и др. Палеомагнитно-стратиграфические исследования мезозойских отложений территории Туркменистана // Геол. строение Туркменистана. Ашхабад, 1987. С. 161 – 179.
14. Палеомагнитология. Л., 1982. 312 с.
15. Печерский Д.М. Палеомагнетизм и палеомагнитная корреляция мезозойских отложений Северо-Востока СССР // Палеомагнит. и биостратиграф. характеристик. некоем. опор. разрезов мазозоя и кайнозоя севера Дальнего Востока // Тр. СВК НИИ. Вып. 37. Магадан, 1970. С. 58 – 99.
16. Ржевский Ю.С. Исследования естественной остаточной намагниченности осадков нижнего мела Таджикской депрессии с целью выявления перспектив ее использования для решения некоторых вопросов тектоники: Автореф. канд. дис. Л., 1968. 27 с.
17. Стратиграфический кодекс. СПб., 1992. 120 с.
18. Удинцев Г.Б. Рельеф и строение дна океанов. М., 1987. 238 с.
19. Шпунтов С.В. Основы палеомагнитного анализа: теория и практика. М., 1993. 159 с.
20. Шрейдер А.А. Магнетизм океанской литосферы и линейные палеомагнитные аномалии // Физ. Земли. 1992. № 6. С. 59 – 70.
21. Варабошкин Е.А. Albian ammonite zonation and magnetostratigraphy of the Northern Caucasus // Abstr. 2d Internat. Sympos. on Grotac. Stage Boundaries. Brussels, 1995. P. 18.
22. Варабошкин Е.А., Александрова А.А. Terminal Albian anoxic events and Northern Caucasus basin evolution // Cretaceous Research (в редакции).
23. Berggren W.A., McKenzie D.P., Slater T.G. et al. World-wide correlation of meso-

events and Northern Caucasus basin evolution // *Cretaceous Research* (в редакции).

23. Berggren W.A., McKenzie D.P., Sclater T.G. et al. World-wide correlation of mesozoic magnetic anomalies and its implication: discussion and reply // *Bull. Geol. Soc. Amer.* 1975. Vol. 86, № 2. P. 267 – 272.

24. Chan L.S., Alvarez W. Magnetic polarity stratigraphy // *Rev. geophys. space physics.* 1983. Vol. 21. № 3. P. 620 – 626.

25. Channell J.E.T., Lowrie W., Medizza F. Middle and Early Cretaceous magnetic stratigraphy from the Cison section, Northern Italy // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1979. Vol. 42. P. 153 – 166.

26. Channell J.E.T., Bralower T.J., Grandesso P. Biostratigraphic correlation of Mesozoic polarity chrons CM1 to CM23 at Capriolo and Xausa (Southern Alps, Italy) // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1987. Vol. 85. P. 203 – 221.

27. Gradstein F.M., Agterberg F.P., Ogg J.G. et al. A Mesozoic time scale // *J. Geophys. Res.* 1994. Vol. 99. P. 24, 051 – 24, 074.

28. Green K.E., Brecher A. Preliminary paleomagnetic results for sediments from Site 263, Leg 27 // *Init. Rep. of the DSDP.* 1974. Vol. 27. P. 405–413.

29. Guzhikov A.Yu., Eremin V.N. Regional magnetic zonality scheme for the Lower Cretaceous from the North Caucasus and its importance for the general magnetostratigraphic scale // *Progr. and abstr. Ann. Assembly of IGCP Project No. 362. "Tethyan and Boreal Cretaceous"*. Maastricht, 1995. P. 41 – 42.

30. Harland W.B., Armstrong R.L., Cox A.V. et al. *A Geologic Time Scale* // Cambridge Univ. Press. 1989. 236 p.

31. Jarrard R.D. Paleomagnetism of some leg 27 sediment cores // *Init. Rep. of the DSDP.* 1974. Vol. 27. P. 415 – 423.

32. Krumsek K. Cretaceous Magnetic Stratigraphy of Southwest Morocco // *Geol. Northwest Afr. Contin. Margin.* 1982. P. 475 – 497.

33. Lowrie W., Alvarez W., Silva I.P. et al. Lower cretaceous magnetic stratigraphy in Umbrian pelagic carbonate rocks // *Geophys. J. R. astr. Soc.* 1980. Vol. 60. P. 263 – 281.

34. Lowrie W., Channell J.E.T., Alvarez W. A review of magnetic stratigraphy investigations in Cretaceous pelagic carbonate rocks // *J. Geophys. Res.* 1980. Vol. 85. № B7. P. 3597 – 3605.

35. Nairn A.E.M., Schmitt T.J., Smithwick M.E. A paleomagnetic study of the Upper Mesozoic succession in Northern Tunisia // *Geophys. J. R. astr. Soc.* 1981. Vol. 65. P. 1 – 18.

36. Tarduno J.A., Lowrie W., Sliter W.V. et al. Reversed Polarity Characteristic Magnetizations in the Albian Contessa Section, Umbrian Apennines, Italy: Implications for the Existence of a Mid-Cretaceous Mixed Polarity Interval // *J. Geophys. Res.* 1992. Vol. 97. P. 241 – 271.

37. Van Hinte J.E. A Cretaceous time scale // *Bull. Am. Assoc. Pet. Geol.* 1976. Vol. 60. P. 498 – 516.

Московский государственный университет
Саратовский государственный университет

Поступила в редакцию
10.10.95

ALBIAN BIO-AND MAGNETOSTRATIGRAPHY IN AKUSHA SECTION (DAGHESTAN). 2. MAGNETOSTRATIGRAPHY

E.J. Baraboshkin, A.Yu. Guzhikov, V.N. Eremin

The sequence of magnetic intervals in Albian of Akusha section consists of alternation of 7 magnetic subzones – 3 normal, 2 reversed and 2 unstable.