



## ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.763.1: 550.384(477.9)

### **БИО-, МАГНИТО- И ЦИКЛОСТРАТИГРАФИЯ РАЗРЕЗА ВЕРХНЕГО БЕРРИАСА У С. АЛЕКСЕЕВКА (Белогорский район, Республика Крым). Статья 1. Аммониты. Магнитостратиграфия. Циклостратиграфия.**

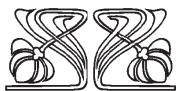
**В. А. Грищенко<sup>1</sup>, В. В. Аркадьев<sup>2</sup>, А. Ю. Гужиков<sup>1</sup>, А. Г. Маникин<sup>1</sup>, Е. С. Платонов<sup>3</sup>,  
Ю. Н. Савельева<sup>3</sup>, А. М. Суринский<sup>1</sup>, А. А. Федорова<sup>3</sup>, О. В. Шурекова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

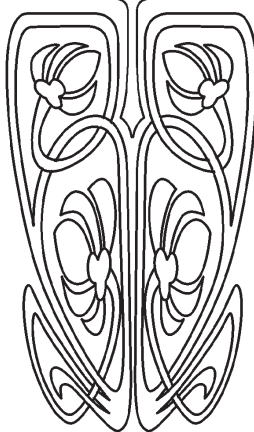
<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет

<sup>3</sup> ФГУ НПП «Геологоразведка», г. Санкт-Петербург

E-mail: grishenko-vladimir@bk.ru.



**НАУЧНЫЙ  
ОТДЕЛ**



Приведены результаты био- магнито-, циклостратиграфических и литолого-минералогических исследований верхней части султановской свиты и зеленогорской толщи близ с. Алексеевка Белогорского района Крыма. Литолого-минералогические данные указывают на наличие перерыва между султановской свитой и зеленогорской толщей и косвенно свидетельствуют о позднеберриасском возрасте последней. В разрезе установлены аналог магнитного хрона M16n и вероятный аналог M15n. Путем спектрального анализа петромагнитных вариаций по разрезу в пределах хрона M16n выявлены 4 цикла эксцентриситета земной орбиты (длительностью ~100 тыс. лет) и 11 циклов изменения угла наклона земной оси к плоскости эклиптики (~40 тыс. лет).

**Ключевые слова:** магнитостратиграфия, биостратиграфия, циклостратиграфия, берриас, валанжин, Горный Крым.

**Bio-, Magneto and Cyclostratigraphy of upper Berriasian near v. Alexeevka (Belogorskiy Region, Republic of Crimea). Article 1. Ammonites. Magnetostratigraphy. Cyclostratigraphy**

**V. A. Grishchenko, V. V. Arkadiev, A. Yu. Guzhikov, A. G. Manikin, E. S. Platonov, Yu. N. Savelieva, A. M. Surinskiy, A. A. Fedorova, O. V. Shurekova**

The results bio-, magnetostratigraphic, cyclostratigraphic, lithological and mineralogic studies of the upper part of Sultanovskaya formation and Zelenogorskaya formation near v. Alexeevka (Belogorskiy region of Crimea) were presented in current work. The results of lithological and mineralogic analysis argues for the stratigraphic break between "Sultanovskaya" formation and "Zelenogorskaya" formation and implicitly indicate the age of the sediments as late berriasian. The analogue of magnetic chron M16n and probable analogue of M15n chron, were established in the section. With help of spectral analysis of petromagnetic variations along the section, there were detected 4 short eccentricity cycles (~100 kyr) and 11 obliquity cycles (40 kyr) within M16n.

**Key words:** magnetostratigraphy, biostratigraphy, cyclostratigraphy, Berriasian, Valanginian, Mountainous Crimea.

DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-3-162-172

#### **Введение**

С 2009 года авторами ведется комплексное (био- и магнитостратиграфическое) изучение опорных разрезов берриаса Горного Крыма [1–5]. В последнее время внимание научного коллектива сконцентрировано на пограничном интервале берриаса–валанжина [6, 7], актуальность исследований которого обоснована необходимостью прослеживания



нижней границы валанжина в Крыму, по аналогии с западнотетическими разрезами.

Непрерывные разрезы берриаса – валанжина на большей части Горного Крыма отсутствуют, что связано с тектонической активностью в конце берриасского века [8]. Полные последовательности пограничного интервала присутствуют лишь в Восточном Крыму, в окрестностях г. Феодосии, сел Султановка и Наниково [6, 9]. Кроме того, на возможное развитие валанжинских отложений указывала Т. Н. Богданова с соавторами [10] при описании разреза берриаса в бассейне р. Тонас, у с. Алексеевка.

Разрез у с. Алексеевка изучен нами в 2015 г. В настоящей статье представлены данные о магнито- и циклостратиграфии, находках аммонитов и двустворок, а также результаты шлифового и шлихового анализов по этому разрезу. Микропалеонтологические данные (остракоды, фораминиферы, палиноморфы, кальпионеллидеи) будут представлены во второй статье.

## Строение разреза

На южной окраине с. Алексеевка, в правом борту ручья Сартана, правого притока р. Тонас в высоких (до 70 м) и крутых склонах, частично залесенных, обнажаются султановская свита и зеленогорская толща [2, 10] (рис. 1). Опробование разреза начато в одной из промоин, примерно в 10 м выше тальвега ручья Сартана (точка наблюдения (т. н.) 3061, координаты: 44°56'56.1'' N, 34°39'49.5'' E). Мощность отложений в т.н. 3061 около 3 м. В 200 м восточнее расположена т. н. 3059 (44°56'56.1'' N, 34°39'49.5'' E), в которой вскрыты примерно 40 м отложений. Возможный перерыв в опробовании между двумя обнажениями не превышает 5 м.

*Султановская свита* (в разрезе представлена верхняя часть свиты).

*Пачка 1.* Глины серые, в разной степени биотурбированные, в разной степени карбонатные и песчаные с редкими прослоями (до 20–30 см)



Рис. 1. Расположение изученного разреза

плотных мелко-среднезернистых известковых песчаников. На поверхностях напластования последних – растительный детрит, окатанная уплощенная глинистая галька, обломки неопределимых двустворок, аммонитов *Berriasella* (?) sp. В глинах найдена двустворка *Inoperna gillieronii* (Pict. et Camp.) (определение Т. Н. Богдановой), обломок аммонита *Fauriella* sp. На поверхности прослоев известковых песчаников встречены язычковые иероглифы – эрозионные «текстуры», возникающие при сжатии турбидитов (устное сообщение Е. Ю. Барабошкина) (рис. 2). Судя по результатам шлифового анализа, концентрация терригенных частиц алевритистой и псаммитовой размерностей варьирует по разрезу, но в целом отчетливо проявлен тренд убыванию их доли к верхам пачки. Видимая мощность 40 м. Обр. 3061/1 – 3059/47.

Суммарная мощность свиты в этом районе оценивается в 180–200 м.

### *Зеленогорская толща*

*Пачка 1.* Чередование песков преимущественно желтовато-серых, в разной степени глинистых, разнозернистых и песчаников на глинисто-железистом цементе, желто-коричневых, до бурых, разнозернистых с редкими тонкими (до нескольких см) прослоями серых глин. Граница с нижележащими глинами неровная и достаточно четкая. В кровле пачки присутствуют конгломераты из кварцевой разноцветной, преимущественно белой, слабоокатанной гальки размерностью от 0.5–3 см, встречаются крупные куски (десятки см) окремелой древесины черного цвета. Видимая мощность 10 м. Обр. 3059/48 – 3059/60.

На зеленогорскую толщу надвинуты плотные серые кораллово-водорослевые известняки



Рис. 2. Язычковые иероглифы на поверхности известковистых песчаников

титона – нижнего берриаса (?), бронирующие вершины гор.

#### Методика работ

В ходе полевого опробования были отобраны с помощью кайлы ориентированные палеомагнитные штупы с 68 уровней (в среднем через каждые 0.6 м мощности) (рис. 3). По системе «образец в образец» были взяты образцы для микропалеонтологических определений. Кроме того, между этими уровнями бралось по два образца для петромагнитных измерений. Таким образом, разрез при мощности 42 м оказался охарактеризован 68 палеомагнитными и 204 петромагнитными образцами (с учетом того, что часть каждого палеомагнитного образца также использовалась для петромагнитных анализов).

Замеры элементов залегания пластов проводились по тонким плотным слоям песчаников внутри глинистой толщи и по многочисленным песчанкам зеленогорской толщи с отчетливо выраженными поверхностями напластования. Средний азимут падения составляет  $330^\circ$ , средний угол падения около  $30^\circ$ .

Для лабораторных исследований магнитных свойств пород были подготовлены 2 коллекции: палеомагнитная и петромагнитная. Из каждого ориентированного штупа выпилены 3–4 образца кубической формы, размером 2x2x2 см. Петромагнитные образцы представляли собой кусочки породы весом 5–10 г. Взвешивание (с точностью до второго знака грамма) проводилось на лабораторных весах ВК-150.1.

Для проведения оптических петрографических исследований были изготовлены 6 шлифов из глин султановской свиты, которые анализировались под микроскопом «ЛабоПол-4 вариант 3 ИПО», и шлиховые навески (30–100 г) из песчаников зеленогорской толщи, которые просматривались под биноклем.

Лабораторная обработка включала в себя измерения широкого спектра магнитных свойств. У образцов с 204 уровней были измерены удельная магнитная восприимчивость ( $K$ ) до и после прогрева породы при температуре  $500^\circ\text{C}$  (термокаппа,  $Kt$ ), естественная остаточная намагниченность ( $J_n$ ), остаточная намагниченность насыщения ( $J_{rs}$ ), остаточная коэрцитивная сила ( $H_{cr}$ ). По результатам измерений рассчитывались приращение магнитной восприимчивости после прогрева образцов ( $dK = Kt - K$ ) и отношения  $K/J_{rs}$ . По ориентированным образцам с 68 уровней проведены измерения анизотропии магнитной восприимчивости (АМВ). Выборочные образцы подвергнуты дифференциальному термомагнитного анализу (ДТМА) с целью диагностики носителей намагниченности по температурам Кюри или фазовых переходов [11]. Петромагнитные исследования проводились с целью оценки пригодности образцов для палеомагнитных определений и получения дополнительной информации о вещественном составе и условиях формирования отложений [12, 13].

Палеомагнитная обработка коллекции проводилась по стандартной методике [12] и заключалась в последовательных магнитных чистках температурой (в диапазоне от  $100$  до  $500^\circ\text{C}$  с







шагом  $50^{\circ}\text{C}$ ) и переменным полем (в диапазоне от 5 до 50–100 мТл с шагом 5 мТл) с дальнейшими замерами  $J_n$ . Результатами палеомагнитных исследований являются выделенные путем компонентного анализа характеристические компоненты намагниченности (**ChRM**), обоснование ее древней природы и магнитополярная интерпретация полученных данных.

Замеры магнитной восприимчивости и ее анизотропии проводились на каппабридже MFK1-FB (AGICO, Чехия), естественной остаточной намагниченности – на спин-магнитометре JR-6. Магнитные чистки температурой проводились в печи конструкции В. П. Апарина, а переменным полем – на демагнетизаторе LDA-3AF. Для магнитного насыщения использовался регулируемый электромагнит, обеспечивающий интенсивность поля до 700 мТл. ДТМА проводился с помощью термоанализатора магнитных фракций ТАФ-2 («магнитные весы»).

Анализ данных по AMB осуществлялся с помощью программы Anisoft 4.2, компонентный анализ палеомагнитных данных – в программе Remasoft 3.0. Для спектрального анализа петромагнитных данных (преобразование Фурье и полосовая фильтрация) использовались программные средства Stimulink Matlab 7.11.0, Stimulink Matlab 7.11.0, Fourier filtering 6.

#### Аммониты и двустворки

Аммониты и двустворки в верхней части султановской свиты в данном разрезе найдены впервые. Аммониты *Berriasella* (?) sp. и *Fauriella* sp. в целом указывают лишь на принадлежность к берриасу. Важной является находка двустворки *Inoperna gillieronii* – вида, по устному сообщению Т. Н. Богдановой, характерного только для берриаса.

Из более низких горизонтов султановской свиты, обнажающихся по ручью Саргана, Т. Н. Богданова определила *Euphylloceras serum* Opp., *Pseudosubplanites* (?) sp., *Neocosmoceras* ex gr. *rerollei* Paquier [10]. В. В. Аркадьевым из обнажения глин (т. н. 3063) на ручье Саргана, расположенного ~ в 100 м по истинной мощности ниже подошвы изученного разреза, определены *Fauriella* sp., *F. cf. boissieri* (Pictet), *Neocosmoceras* sp. В совокупности этот комплекс указывает на зону *boissieri*, подзону *euthymi*.

#### Вещественный состав

Микроскопические исследования шлифов из пачки 1-й султановской свиты (обр. 3061/7, 3059/7, 3059/14, 3059/24, 3059/28, 3059/44) обнаружили, что значительную часть матрикса поля объектива (от 60–90%) занимает глинисто-карбонатный материал. Карбонатный материал мелко раскристаллизован. Обломки алеврито-песчаной

фракции размером от 0,01–0,4 мм представлены слабоокатанными и плохоотсортированными кварцевыми зёрнами, крайне неравномерно распределенными в объеме образца и образующими спорадические скопления в округлых областях, размером до нескольких миллиметров. В целом к кровле пачки 1 количество и размерность обломочного материала уменьшаются: от 8–10% и 1–0,5 мм в нижней половине пачки до 2–3% и 0,01–0,02 мм в верхней.

Анализ алеврито-песчаного материала из зеленогорской толщи проводился в шлиховых препаратах (обр. 3059/48, 3059/49, 3059/50, 3059/51, 3059/53, 3059/54, 3059/55, 3059/56, 3059/57). Его результаты указывают на однородность состава терригенной фракции: до 90–95% ее объема составляет кварц, оставшиеся 5–10% – полевые шпаты и остатки углефицированного вещества. Размер обломочных зерен в среднем по разрезу варьирует от 0,01 до 1,0 мм.

В целом по разрезу обломочный материал весьма однороден, как по составу, так и по морфологическому облику, что обусловлено, вероятно, одним и тем же источником терригенного сноса.

#### Магнитная минералогия и петромагнетизм

Магнитоминералогический анализ фиксирует присутствие магнетита (рис. 4), который диагностируется потерей намагниченности в диапазоне температур, близком к  $578^{\circ}\text{C}$  – точке Кюри  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (рис. 4, а). Наличие магнетита подтверждается низкими значениями полей насыщения (90–125 мТл) и коэрцитивной силы (30–35 мТл) (рис. 4, б). Вместе с тем преимущественно в пачке 2 обнаружены магнитоожесткие минералы, вероятно, сильнодегидратированные гидроокислы железа, не достигающие магнитного насыщения в полях интенсивностью более 700 мТл (рис. 4, в).

Султановская свита и зеленогорская толща заметно различаются уже по естественным магнитным свойствам ( $K$ ,  $J_n$ ) и поэтому рассматриваются как два разных петромагнитных комплекса (ПК) – ПК-1 и ПК-2 (см. рис. 2, таблица). По искусственным петромагнитным параметрам ( $dK$ ,  $H_{cr}$  и  $J_{rs}$ ) ПК1 дополнительно подразделяется на три петромагнитных интервала (ПИ): нижний (ПИ-1.1) с малыми  $dK$  и высокими  $J_{rs}$ , средний (ПИ-1.2) – с большими  $dK$ , малыми  $J_{rs}$  и верхний (ПИ-1.3) с низкими  $dK$  и  $J_{rs}$ , но повышенными  $H_{cr}$  (см. рис. 3, таблица).

Большие величины  $J_{rs}$  в интервале ПИ-1.1 связаны с повышенными концентрациями ферромагнитных частиц очень тонкой (субмикронной) размерности, индикатором которой служат минимальные значения параметра  $K/J_{rs}$  (см. рис. 3, таблица). Возможно, это магнетитовые частицы биогенного генезиса, выполняющие биотурбации в глинах [3].

Повышенные значения  $dK$  (см. рис. 3, таблица) фиксируют обогащение интервала ПИ-1.2 тон-

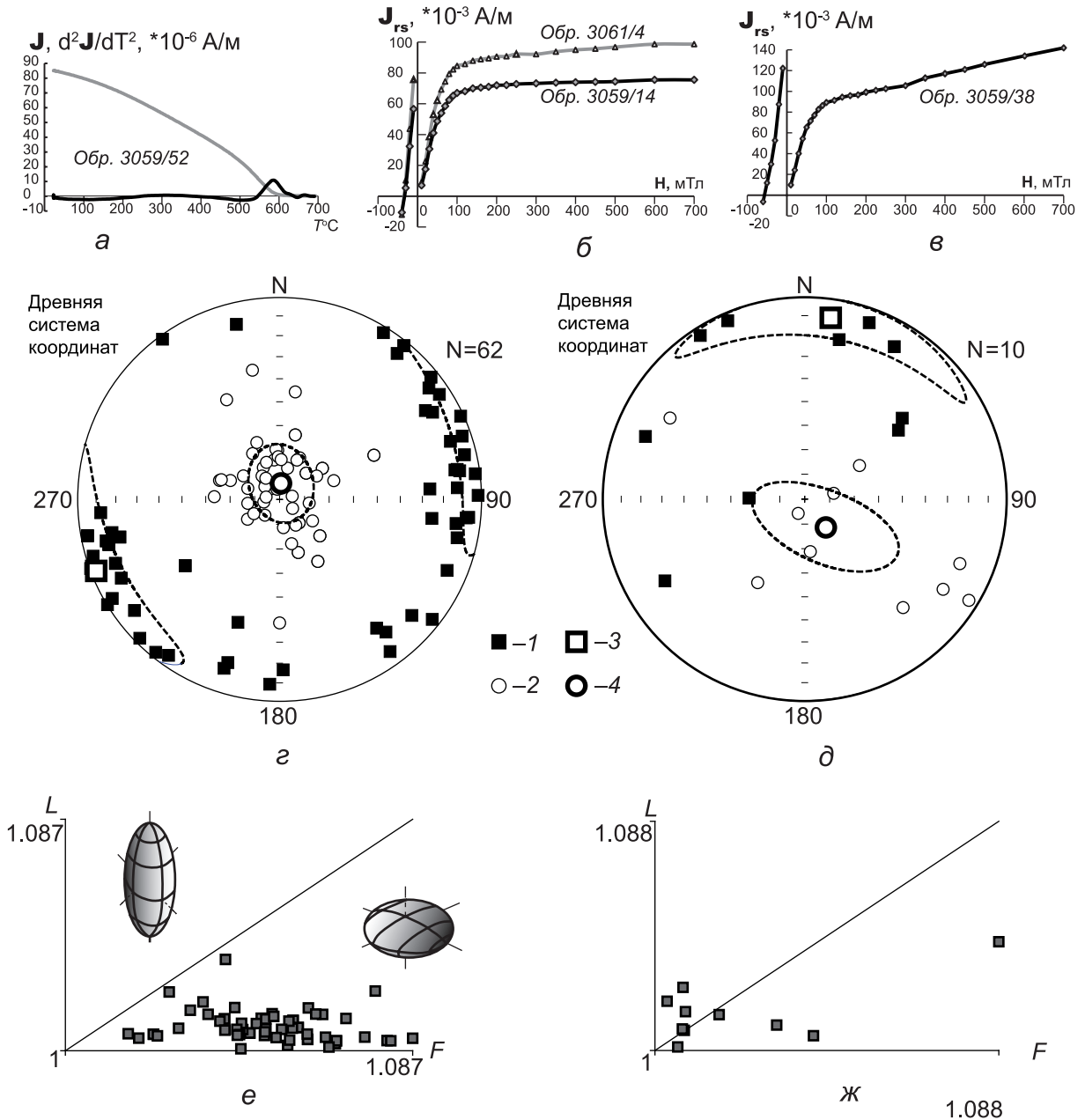


Рис. 4. Результаты магнетоминералогических исследований: а – результаты ДТМА; б, в – кривые магнитного насыщения; г, д – результаты АМВ для глинистой и глинисто-песчаной пачек соответственно (1, 2 – длинные (K1) и короткие (K3) оси АМВ соответственно; 3, 4 – средние направления K1 и K3 соответственно); е, ж – диаграммы параметров АМВ – индикаторы формы ферромагнитных частиц

кодисперсным пиритом, ассоциирующимся, как правило, с органическим веществом (ОВ). Скорее всего, основная масса ОВ во время формирования ПИ-1.2 поступала с суши, потому что именно к ПИ-1.2 приурочены максимальные концентрации обломочных частиц в глинах (до 8–10% от объема образца), по данным шлифового анализа.

Уровень подошвы интервала ПИ-1.3, на котором исчезает  $dK$  и резко возрастает  $H_{cr}$  (см. рис. 3, таблица), вероятно, отражает смену аноксидной или дизоксидной среды, возникшую за счет захоронения на дне большого количества

терригенного ОВ, на хорошо аэрируемую. Повышенные значения  $H_{cr}$  и большая дисперсия этого параметра могут быть связаны с образованием гидроокислов железа в окислительной обстановке. Тогда можно предположить, что возрастание  $J_{rs}$  на этом же уровне произошло за счет возобновления деятельности биотурбирующих организмов.

Для пород, которые формировались в спокойной гидродинамической обстановке, характерны группировка проекций коротких осей эллипсоидов АМВ (K3) в центре полярной стереопроекции и равномерное распределение проекций длинных



## Статистические характеристики петромагнитных параметров

ПК / ПИ	K (10 <sup>-8</sup> СИ)		dK (10 <sup>-8</sup> СИ)		J <sub>n</sub> (10 <sup>-3</sup> А/м)		J <sub>rs</sub> (10 <sup>-3</sup> А/м)		H <sub>cr</sub> (мТл)		K/J <sub>rs</sub> (10 <sup>-5</sup> м/А)	
	min – max		min – max		min – max		min – max		min – max		min – max	
	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\bar{x}$	$\sigma^2$
2 / 2.1	0.6 – 11.4		-4.4 – 109.7		0.01 – 1.00		0.4 – 37.0		21.3 – 57.9		0.02 – 26.14	
	7.3	0.055	11.8	0.0557	0.15	0.0349	9.7	0.0027	40.4	0.001	3.19	0.0381
1 / 1.3	8.6 – 14.5		-6.9 – 60.6		0.01 – 0.22		0.9 – 66.0		29.7 – 253.5		0.16 – 11.50	
	10.2	0.005	1.3	0.0055	0.03	0.0012	8.9	0.0021	56.4	0.016	1.82	0.0046
1 / 1.2	7.3 – 13.4		-2.9 – 110.9		0.01 – 0.17		0.9 – 18.4		28.4 – 97.6		0.63 – 11.22	
	10.8	0.005	9.9	0.0293	0.03	0.0007	7.8	0.0003	42.4	0.001	1.97	0.0055
1 / 1.1	8.7 – 12.1		-1.1 – 7.5		0.01 – 0.17		7.3 – 178.7		33.2 – 304.0		0.06 – 1.40	
	10.5	0.003	0.6	0.0002	0.03	0.0013	32.7	0.0437	55.1	0.029	0.50	0.0001

Примечание. min, max,  $\bar{x}$ ,  $\sigma^2$  – минимальное, максимальное, среднее арифметическое, дисперсия соответственно (дисперсия рассчитывалась по значениям параметров, предварительно нормированных к интервалу от 0 до 1).

осей (K1) вдоль ее экватора. Похожий петромагнитный облик имеют глины, слагающие нижнюю пачку, но в них в отличие от идеальной картины K1 и K2 обнаруживают слабую тенденцию к упорядоченности по направлениям ЮЗ-СВ и ЮВ-СЗ соответственно (рис. 4, з). Аналогичная тенденция к вытянутости проекций коротких осей с ЮВ на СЗ отчетливо проявлена в песчаных породах верхней пачки (рис. 4, д) и обусловлена тектонической деформацией пород вследствие развития надвигов. В гораздо меньшей степени те же надвиговые процессы сказались на глинах пачки 1.

Диаграммы параметров АМВ – L=K1/K2 и F=K2/K3 фиксируют плоскую форму ферромагнитных частиц в глинах (рис. 4, е) и разную их форму в песчаниках (рис. 4, ж). Плоская форма всех ферромагнитных частиц в пачке 1 султановской свиты, очевидно, связана с их агрегированием на глинистых минералах, имеющих чешуйчатую форму.

### Магнитостратиграфия

Палеомагнитным исследованиям подверглись 95 ориентированных образцов с 68 уровнями. Результаты размагничивания образцов переменным полем и температурой обнаружили хорошую сходимоссть (рис. 5, а, б). В большинстве образцов удалось надежно выделить характеристическую компоненту намагниченности (ChRM), но качество палеомагнитных данных в нижней пачке гораздо лучше, чем в верхней (рис. 5, в, г), что неудивительно, учитывая грубообломочный состав последней (рис. 3, б).

Проекция ChRM за исключением 7 образцов с аномальными направлениями, закономерно группируются в северных румбах нижней полушферы (рис. 7). Все аномальные образцы происходят с уровней, расположенных под плотными прослоями песчаников, т. е., по сути, к поверхностям скольжения во время развития надвигов.

Поэтому при расчете палеомагнитной статистики аномальные направления были исключены из рассмотрения.

Итогом палеомагнитных исследований стало построение палеомагнитной колонки разреза, фиксирующей исключительно прямую полярность (см. рис. 3, б).

К сожалению, в данном случае для палеомагнитных совокупностей неприменимы стандартные полевые тесты (тест обращения нельзя провести ввиду отсутствия интервалов обратной полярности, а предпосылки для проведения тестов складки, конгломератов и др. отсутствуют), но в пользу древней природы ChRM свидетельствует ряд косвенных признаков:

- знак полярности не зависит от литологического состава и вариаций петромагнитных характеристик;

- низкие значения фактора Q (0.005–0.08) типичны для ориентационной (посториентационной), но не химической природы намагниченности (см. рис. 3);

- с гипотезой об ориентационной природе намагниченности хорошо согласуется большой разброс палеомагнитных направлений в грубозернистых отложениях пачки 2 (см. рис. 7, б).

Поскольку по аммонитам надежно установлено, что нижняя часть разреза относится к зоне boissieri, мощную магнитозону нормальной полярности, охватывающую пачку 1 султановской свиты, однозначно следует идентифицировать с магнитным хроном M16n. Границе султановской свиты и зеленогорской толщи, скорее всего, соответствует перерыв в осадконакоплении, потому что грубообломочные пески перекрывают трансгрессивную последовательность отложений (по данным шлифового анализа, содержание обломочных частиц закономерно убывает к кровле свиты). Поэтому зеленогорская толща может соответствовать как верхам хрона M16n, так и более молодым хронам (M15n, M14n и т. д.).

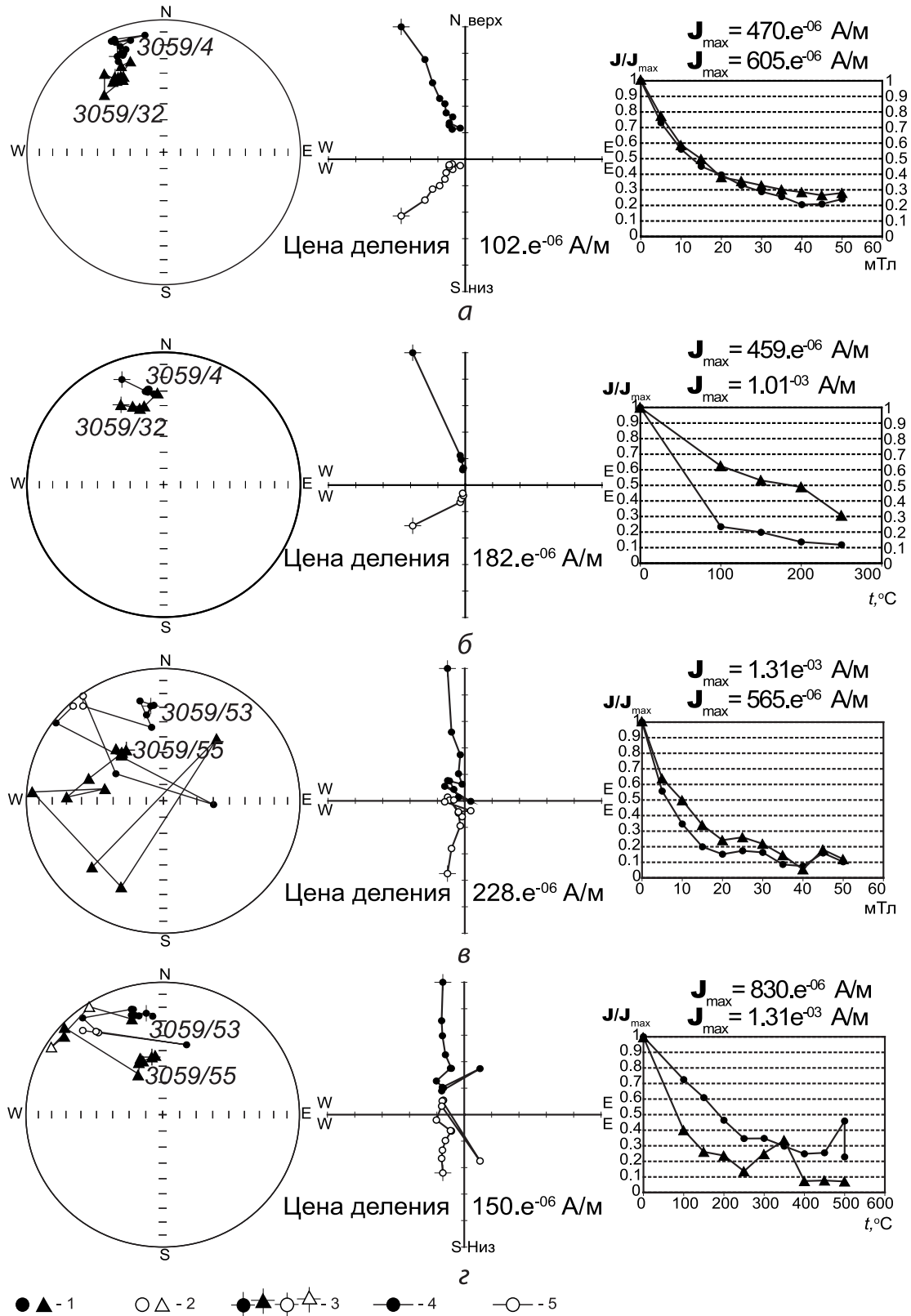


Рис. 5. Результаты компонентного анализа (слева направо): стереографические изображения изменения векторов  $J_n$ , диаграммы Зийдервельда (в стратиграфической системе координат), графики размагничивания образцов в процессе магнитных чисток переменным полем (а, в) и температурой (б, г): 1, 2 – стереографические проекции направлений  $J_n$  на нижнюю и верхнюю полусферу; 3, 4 – проекции  $J_n$  на горизонтальную и вертикальную плоскость соответственно



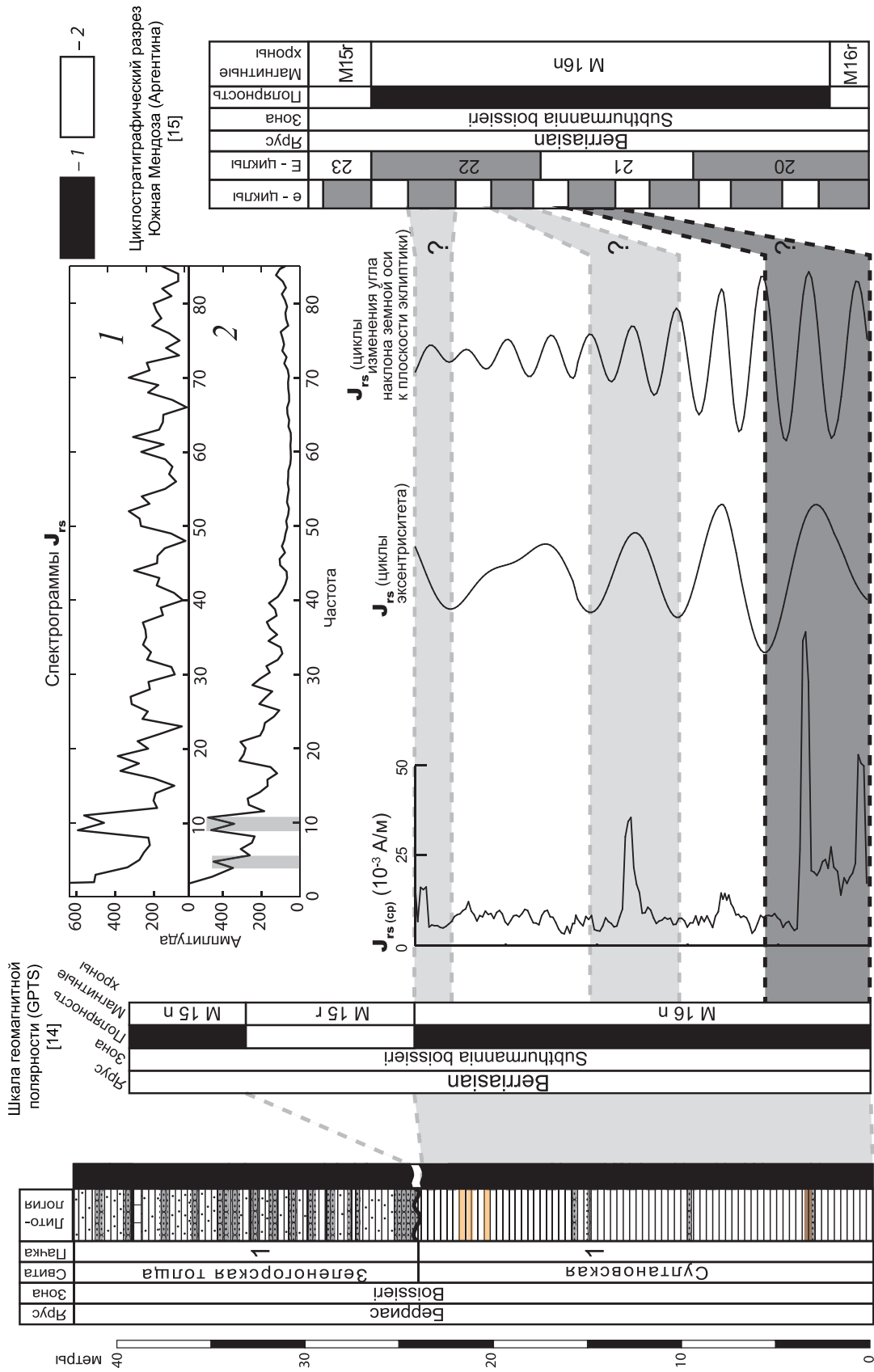


Рис. 6. Сопоставление магнито- и циклостратиграфических данных по разрезу Алексеевка с магнитохронологической шкалой [14], результатами циклостратиграфических исследований разреза Южная Мендоза (Аргентина) [15] и спектрограммы по истинным значениям (1) и осредненным (2) значениям  $J_{rs}$ : 1, 2 – прямая и обратная полярность соответственно. Остальные условные обозначения см. на рис. 3

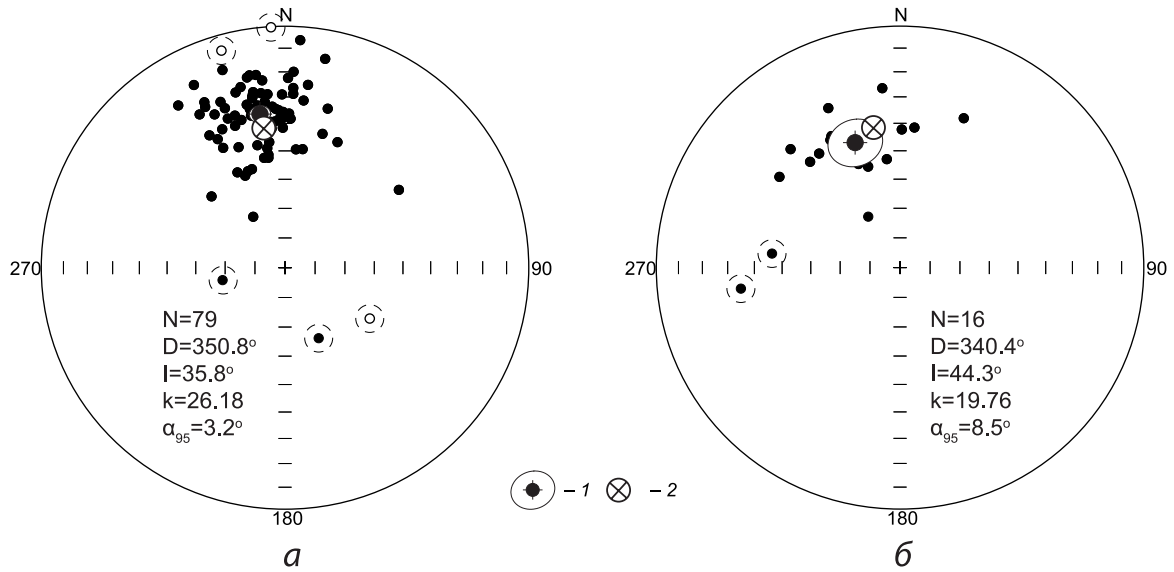


Рис. 7. Стереографические проекции ChRM (в стратиграфической системе координат) по султановской свите (а) и зеленогорской толще (б). Пунктиром обведены аномальные проекции ChRM: 1, 2 – среднее палеомагнитное направление (ChRM<sub>cp</sub>) и направление современного геомагнитного поля соответственно; D, I – палеомагнитное склонение и наклонение ChRM<sub>cp</sub>; k – кучность;  $\alpha_{95}$  – радиус круга доверия для ChRM<sub>cp</sub> (на уровне значимости  $p = 0.05$ ) (другие усл. обозначения см. на рис. 5)

Постоянство источника терригенного сноса во время формирования разреза лучше согласуется с небольшим объемом предполагаемого гиагуса, поэтому, скорее всего, грубообломочные образования зеленогорской толщи формировались в начале позднеберриасской орогении [8] и отвечают одному из берриасских хронов (M16n или M15n).

### Циклостратиграфия

Спектральному анализу были подвергнуты все петромагнитные характеристики, но только на спектрограмме  $J_{rs}$  обозначился четкий пик с частотой 3–4, а на спектрограмме по осредненной (с размером окна в 3 и шагом в 1 образец) кривой  $J_{rs}$  намечился еще один значимый пик с частотой 9–11 (см. рис. 6). Поскольку обнаруженные частоты отличаются друг от друга примерно в 2,5 раза, можно предположить, что низкая из них соответствует циклу эксцентриситета земной орбиты (~100 000 лет), а более высокая циклу изменения угла наклона земной оси к плоскости эклиптики (~40 000 лет) (см. рис. 6). В этом случае время формирования глин султановской свиты можно оценить примерно в 400 000 лет, что выглядит правдоподобно, учитывая продолжительность хрона M16n 600 000 лет [14] и заведомо неполную его запись в изученном разрезе. Согласно имеющимся циклостратиграфическим сведениям по верхней части берриаса Южной Америки (разрез Южная Мендоза, Аргентина) хрону M16n соответствуют 10 циклов малого эксцентриситета [15].

### Выводы

1. Находки аммонитов и двустворок в верхней части султановской свиты подтверждают ее берриасский возраст. Более низкие уровни султановской свиты охарактеризованы аммонитами подзоны euthymi зоны boissieri.
2. Результаты шлифового и шлихового анализов с учетом известных сведений о геологической обстановке в конце берриаса свидетельствуют о незначительном гиагусе на границе султановской свиты и зеленогорской толщи и о берриасском возрасте последней в изученном разрезе.
3. По петромагнитным данным намечена реконструкция условий формирования изученных отложений.
4. По данным об анизотропии магнитной восприимчивости установлены направления развития надвигов в данном районе.
5. В разрезе установлены циклы эксцентриситета и изменение угла наклона земной оси к плоскости эклиптики, по которым оценена абсолютная продолжительность формирования пачки 1.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16–35–00339–мол\_а) и Минобрнауки России в рамках базовой части (государственная регистрация № 1140304447, код проекта 1582), госзадания в сфере научной деятельности (задание № 1757).*

*Продолжение следует.*



## Библиографический список

1. Аркадьев В. В., Багаева М. И., Гужиков А. Ю., Маникин А. Г., Перминов В. А., Ямпольская О. Б. Био- и магнитостратиграфическая характеристика разреза верхнего берриаса «Заводская балка» (Восточный Крым, Феодосия) // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология. География. 2010. Вып. 2. С. 32–48.
2. Берриас Горного Крыма / В. В. Аркадьев, Т. Н. Богданова, А. Ю. Гужиков [и др.]. СПб. : ЛЕМА, 2012. 472 с.
3. Аркадьев В. В., Барабошкин Е. Ю., Багаева М. И., Богданова Т. Н., Гужиков А. Ю., Маникин А. Г., Пискунов В. К., Платонов Е. С., Савельева Ю. Н., Федорова А. А., Шурекова О. В. Новые данные по био-стратиграфии, магнитостратиграфии и седиментологии берриасских отложений Белогорского района Центрального Крыма // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2015. Т. 23, № 2. С. 43–80.
4. Гужиков А. Ю., Аркадьев В. В., Барабошкин Е. Ю., Багаева М. И., Пискунов В. К., Рудько С. В., Перминов В. А., Маникин А. Г. Новые седиментологические, био- и магнитостратиграфические данные по пограничному юрскому – меловому интервалу Восточного Крыма (г. Феодосия) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20, № 3. С. 35–71.
5. Guzhikov A., Bagayeva M., Arkadiev V. Magnetostratigraphy of the Upper Berriasian «Zavodskaya Balka» section (East Crimea, Feodosiya) // Volumina Jurassica. 2014. XII (1). P. 175–184.
6. Аркадьев В. В., Багаева М. И., Гужиков А. Ю., Гужикова А. А., Грищенко В. А., Маникин А. Г., Платонов Е. С., Савельева Ю. Н., Федорова А. А., Шурекова О. В. Новые данные по био- и магнитостратиграфии разреза верхнего берриаса «Заводская балка» (Восточный Крым, Феодосия) // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология. География. 2015. Вып. 4. С. 4–36.
7. New data on bio- and magnetostratigraphy of the Upper Berriasian section «Zavodskaya balka» (Eastern Crimea, Feodosiya) / V. V. Arkadiev, A. Yu. Guzhikov, J. N. Saveleva [et al.] // The International Scientific Conference on the Jurassic. Togliatti : Kassandra, 2015. P. 8–14.
8. 400 миллионов лет геологической истории южной части Восточной Европы / А. М. Никишин, П. А. Фокин, П. Л. Тихомиров [и др.]. М. : Геокарт, 2005. 388 с.
9. Аркадьев В. В., Рогов М. А., Перминов В. А. Новые находки гетероморфных аммонитов в берриасе–валанжине Горного Крыма // Палеонтол. журн. 2011. № 4. С. 35–40.
10. Богданова Т. Н., Лобачева С. В., Прозоровский В. А., Фаворская Т. А. О расчленении берриасского яруса Горного Крыма // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. Геология. География. 1981. Вып. 1, № 6. С. 5–14.
11. Буров Б. В., Ясонов П. Г. Введение в дифференциальный термомагнитный анализ горных пород. Казань : Изд-во КГУ, 1979. 159 с.
12. Молостовский Э. А., Храмов А. Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1997. 180 с.
13. Гужиков А. Ю. Геологическая информативность магнетизма керна и шлама осадочных пород, полученных при бурении разведочных скважин // Приборы и системы разведочной геофизики. 2013. № 4. С. 51–61.
14. Gradstein F., Ogg J. G., Schmitz M. D., Ogg G. M. The Geologic Time Scale. Amsterdam : Elsevier, 2012. 1144 p.
15. Diego A. Kietzmann, Ricardo M. Palma, Maria Paula Iglesia Llanos. Cyclostratigraphy of an orbitally-driven Tithonian–Valanginian carbonate ramp succession, Southern Mendoza, Argentina: Implications for the Jurassic–Cretaceous boundary in the Neuquén Basin // Sedimentary Geology. 2015. Vol. 315. P. 29–46.

УДК 550.383, 551.77

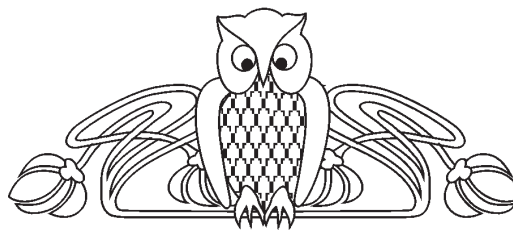
## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАЛЕОНАПРЯЖЕННОСТИ ПО РАЗРЕЗУ ЭОЦЕНА ПЛАТО АКТОЛАГАЙ

А. Ю. Куражковский<sup>1</sup>, Н. А. Куражковская<sup>1</sup>,  
А. М. Суринский<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Геофизическая обсерватория «Борок» филиал Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, п. Борок, Ярославская обл.

<sup>2</sup> Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского  
E-mail: ksasha@borok.yar.ru; arsur91@yandex.ru

Проведено исследование вариаций параметра  $R_{ns}$  (отношение модуля естественной остаточной намагниченности после температурного воздействия 250°C к остаточной намагниченности насыщения) по ипрскому ярусу плато Актолагай (Западный Казахстан), пересчитанных затем в значения  $H/H_0$  (отношение палеонапряженности к напряженности современного геомагнитного поля).



Характер распределения величин  $H/H_0$  в разрезе ипрского яруса и имеющихся результатов определения  $H/H_0$  по палеоцену аналогичен, что свидетельствует о постоянстве режима генерации геомагнитного поля в палеоцене–ипре.

**Ключевые слова:** палеонапряженность, палеоген, палеоцен, эоцен, ипрский ярус, осадочные породы, плато Актолагай, Прикаспий.

### Definition of Paleointensity in the Eocene Section Plateau Aktolagay

A. Yu. Kurazhkovskii, N. A. Kurazhkovskaya, A. M. Surinskii

There was explored the behavior of  $R_{ns}$  parameter (relation between the module of natural remaining magnetization after temperature