

УДК 550.3:551.263.23

**ПЕТРОМАГНЕТИЗМ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ДЕТАЛЬНОЙ  
СТРАТИГРАФИИ ФЛИШЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ<sup>1</sup>***Т. В. Любимова<sup>2</sup>, Н. А. Бондаренко<sup>3</sup>***PETROMAGNETISM IN THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF DETAILED  
STRATIGRAPHY OF FLYSCH DEPOSITS**

Lubimova T. V., Bondarenko N. A.

The work demonstrates information potentialities of petromagnetism aimed to give argumentation of stratigraphical boundaries of fractional straton in the upper cretaceous flysch of the Southern slope of the North-Western Caucasus. Changes of magnetic characteristics are described through the section. It is established that petromagnetical differentiation of flysch rock is more vivid with artificial parameters than with natural ones. However, differences in the composition and genesis of magnetic minerals make for the selection of lithomagnetic models with the most informative parametristics for each straton. Nevertheless, according to the data of the studies carried out it is possible to conduct petromagnetical zoning of the cross-section and correct the boundaries of fractional straton.

Настоящая работа рассматривается авторами как логическое развитие начатых ранее системных исследований в области петромагнетизма флишевых пород [1]. В исследовании на конкретном примере показаны информационные возможности петромагнетизма для обоснования стратиграфических границ дробных стратонов. Возможности петромагнетизма при изучении внутри- и межформационных перерывов, комплексировании данных магнитометрии с литолого-фациальными, геохимическими, сейсмо-каратажными данными хорошо проиллюстрированы в ряде конкретных разрезов, смежных с Северо-Западным Кавказом регионов [2], однако для флишевых отложений юга России подобные исследования проводятся впервые.

Стратиграфические аспекты петромагнетизма сводятся к тому, что расчленение и корреляция осадочных пород в естественных разрезах с помощью скалярных магнитных характеристик возможны лишь при условии

неравномерного распределения последних во времени [3]. Этими же авторами подчеркивается, что магнитная неоднородность осадков независимо от ее первопричины определяется, прежде всего, неравномерным распределением магнитного материала, составом и размерностью магнитных частиц, а также вторичными изменениями минералов-носителей намагниченности и пр. Следовательно, расчленение и корреляция разрезов по скалярным магнитным характеристикам базируется на тех же принципах, что и традиционные литолого-минералогические и геохимические методы, а значит, они могут использоваться при геолого-съёмочных работах в «немых» толщах наравне с традиционными методами.

**1. Петромагнитная индивидуализация  
дробных стратонов**

Объектом исследования послужил Восточно-Дивноморский, Убыгский и

<sup>1</sup>Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (05-05-65247).

<sup>2</sup>Любимова Татьяна Владимировна, канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры региональной и морской геологии Кубанского государственного университета.

<sup>3</sup>Бондаренко Николай Антонович, канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры региональной и морской геологии Кубанского государственного университета.

Мысхакский разрез. Литологическая характеристика свит приводится по данным работы [4]. В настоящее время при выделении свит во всех стратотипических разрезах используются термины и уточнения, принятые в этой работе. Их стратиграфическое расчленение (Новороссийский опорный разрез) произведено на основе процентного содержания типов отложений в каждом из стратонов.

Пробы пород подвергались измерениям естественных и искусственных магнитных характеристик. К первым относится модуль естественной остаточной намагниченности ( $J_n$ ), а ко вторым, полученным после изменения естественного магнитного состояния породы — остаточная намагниченность насыщения ( $J_{rs}$ ), разрушающее поле остаточной намагниченности насыщения ( $H'_{cs}$ ) и прирост магнитной восприимчивости ( $\Delta\chi$ ).

**Восточно-Дивноморский разрез** расположен на берегу Черного моря у восточной окраины Дивноморска. Начало разреза — в двух километрах северо-западнее п. Джанхот.

*Пенайская свита* ( $K_2pn$ ) сложена среднеалеуритовыми (16%) слабоизвестняковыми (72%  $CaCO_3$ ) мелкоритмичными (16 см) тонкосилтовыми биогенными отложениями: чередующимися светло-серыми глинистыми биогенными известняками (44%), слабоалеуритовыми глинистыми (22%) и известковистыми мергелями (18%), калькаренитами (16%). Мощность свиты 163 м. Выявлены три подсвиты. Нижняя (55 м) характеризуется наличием грубых силтолитов (1%), пониженной долей биогенных известняков (38%). Средняя подсвита (53 м) отличается циклитами повышенной мощности (18 см), высоким содержанием песчаников (8%). В верхней подсвите (55 м) преобладают биогенные породы, резко снижается доля силтолитов (27%), повышена карбонатность пород. Позднекампанский возраст определяется находками фораминифер, а также *Pseudoffaster caucasicus Dru*, *Globotruncana arca (Cushman)*.

В целом породы этой свиты характеризуются слабой магнитностью ( $J_{ncp}=0,8$  нТл,  $J_{rscp}=39,7$  нТл,  $H'_{cscp}=46,9 \cdot 10^3$  А/м и  $\Delta\chi_{cp}=8,7 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ). При этом практически неинформативными оказались распределения значений по разрезу  $J_n$ ,  $H'_{cs}$  и  $\Delta\chi$ , и напротив, более отчетливую дифференциацию дали ряды значений  $J_{rs}$ . Максимальную однородность для всех литотипов проявили значения  $H'_{cs}$  —  $43,5-50 \cdot 10^3$  А/м. Значения  $J_n$  также варьируют в узком интервале от

0,1 до 1,6 нТл. Магнитная восприимчивость образцов после нагрева несколько возрастает, однако значения  $\Delta\chi$  остаются невысокими и однородными:  $6-10 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Стратиграфические вариации величин  $J_{rs}$  описываются более дифференцированно. Наименьшие значения этого показателя характерны для известняков (8,5–11,6 нТл), несколько большие у мергелей (10–24,6 нТл), а максимальные у песчаников 29,7–55,8 нТл. При этом в каждой подсвите имеются слои пород, в основном песчаники, с аномальными значениями, которые тем самым отражают событийность процессов флишеобразования и могут служить петромагнитными реперами.

*Бединовская свита* ( $K_2bd$ ) представлена среднеалеуритовым (12%) очень слабоизвестняковым (68%  $CaCO_3$ ) среднеритмичным (21 см) биогенным тонким инфрафлишем: переслаиванием темно-серых известковистых (26%) и глинистых мергелей (24%), известняков (38%) и калькаренитов (12%), реже глин (0,2%) и киллов (0,1%). Мощность свиты 215 м. Выявлены две подсвиты. Нижняя (88 м) характеризуется повышенным содержанием глинистых мергелей (34%), низкой долей аяксов (19%). Верхняя подсвита (128 м) отличается высоким содержанием аяксов (43%), низкой долей глинистых мергелей (18%) и умеренными по мощности циклитами (22 см). Позднекампанский возраст определен находками *Globotruncana morozovae Vass.*

Петромагнитные показатели пород этой свиты имеют следующие значения  $J_{ncp}=0,7$  нТл,  $J_{rscp}=31,3$  нТл,  $H'_{cscp}=51,3 \cdot 10^3$  А/м и  $\Delta\chi_{cp}=54,04 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Петромагнитные значения пород нижней подсвиты несколько ниже средних:  $J_{ncp}=0,55$  нТл,  $J_{rscp}=27,66$  нТл,  $H'_{cscp}=51,2 \cdot 10^3$  А/м и  $\Delta\chi_{cp}=32,5 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Это объясняется литологическим составом пород. Преобладающие здесь известняки и мергели имеют в целом более низкие петромагнитные значения, чем обломочные породы — песчаники. Верхняя подсвита характеризуется показателями:  $J_{ncp}=0,45$  нТл,  $J_{rscp}=35,07$  нТл,  $H'_{cscp}=51,49 \cdot 10^3$  А/м и  $\Delta\chi_{cp}=75,53 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Здесь заметно увеличиваются значения  $\Delta\chi$ , поскольку в подсвите имеются слои песчаников с повышенным содержанием изначально немагнитных железосодержащих минералов. Это свидетельствует об ином, чем в нижней подсвите условиях осадконакопления.

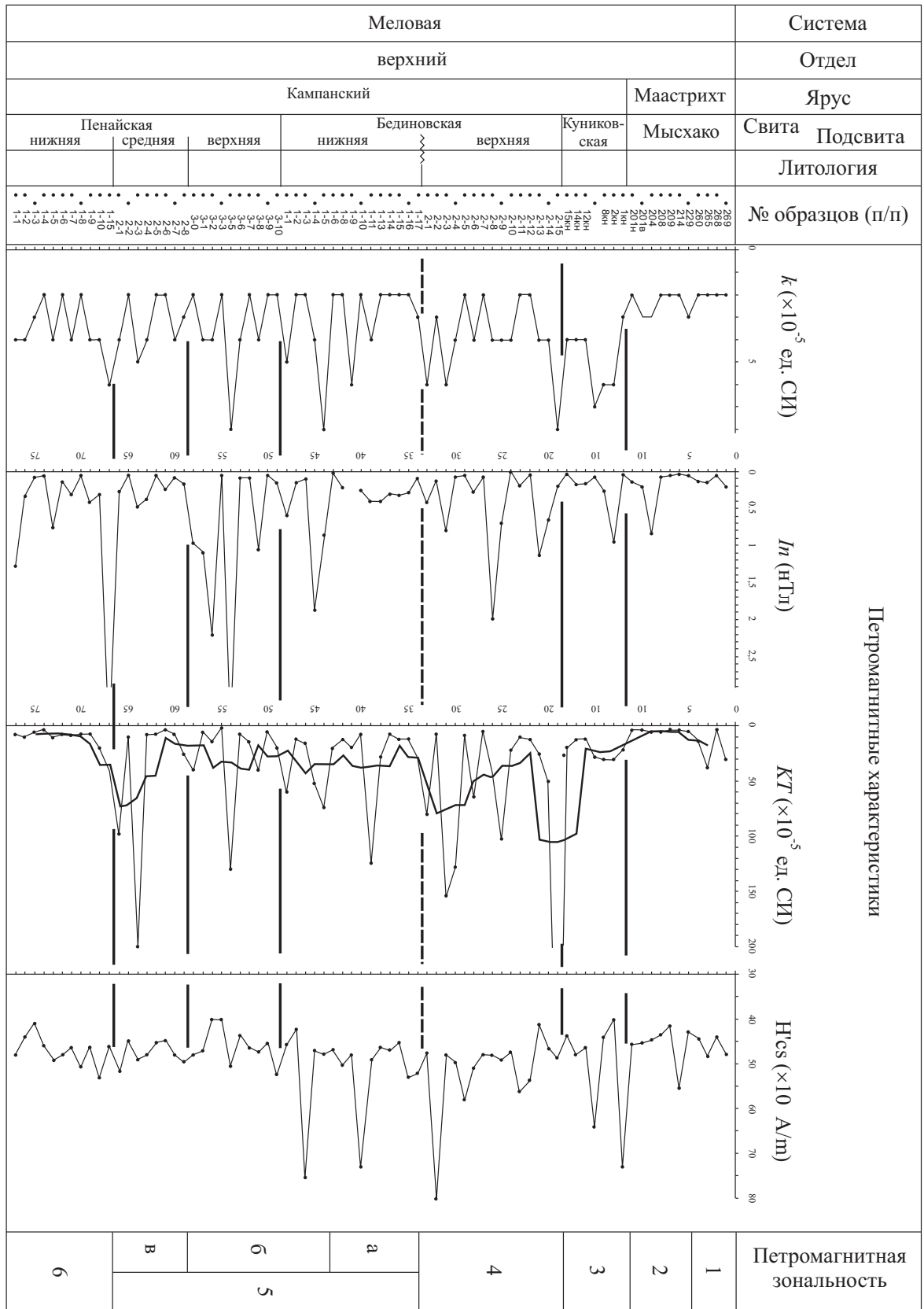


Рис. 1. Расчленение Восточно-Дивноморского разреза по петромагнитным данным

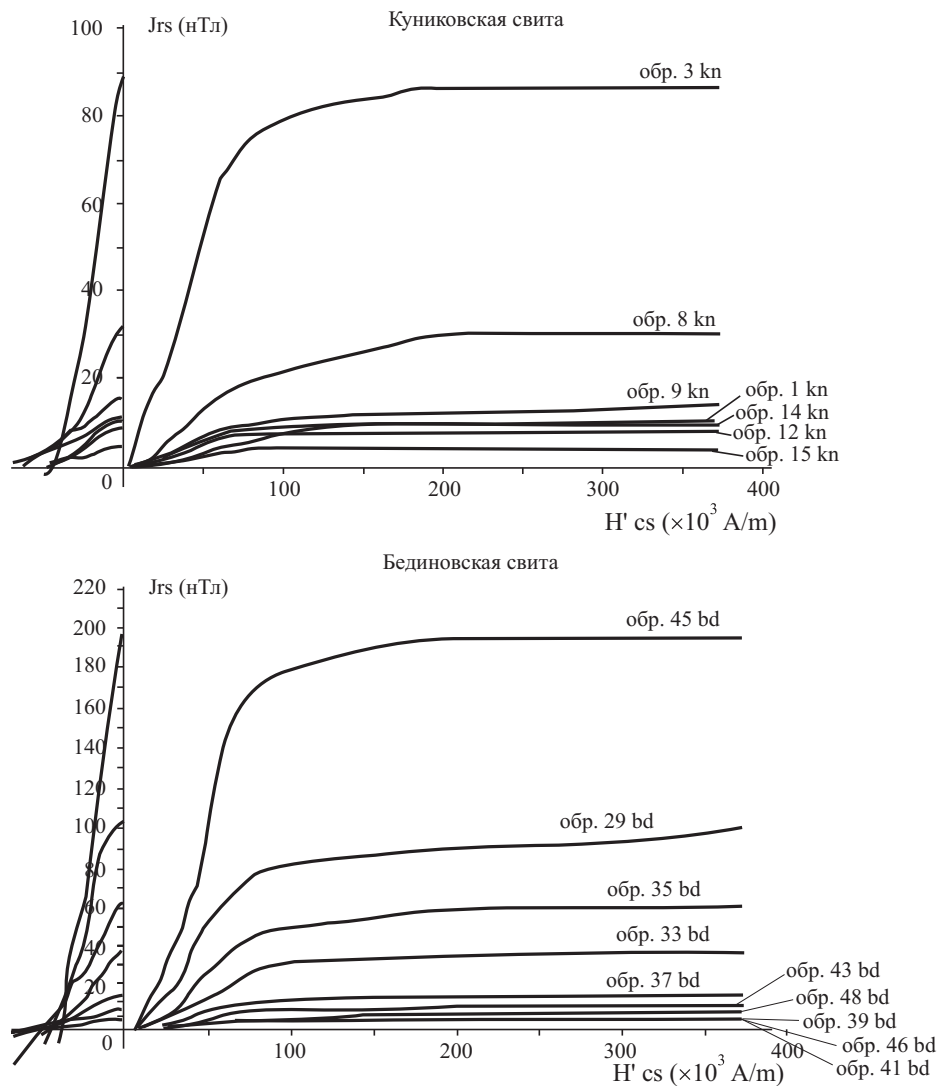


Рис. 2. Графики нормального намагничивания и размагничивания образцов

*Куниковская свита ( $K_2kn$ )*. Нижняя пачка. Подошва свиты расположена в недоступной для опробования части берегового обрыва. Видимая мощность 20 м.

Анализ характера распределения петромагнитных показателей в Восточно-Дивноморском разрезе позволяет предложить корректировку границ drobных стратонов верхнего кампана. Так, нижняя подсвита пеннайской свиты может считаться самостоятельным стратоном, в то время как ее средняя и верхняя подсвита, а также нижняя подсвита бединовской свиты могут быть объединены в единый стратон. При этом более мелкие вариации, фиксирующие незначительную флише-

вую ритмику, способствуют выделению трех подсвит (рис. 1).

**Убыгский разрез** расположен в выемке шоссе Анапа – Новороссийск, в 1 км севернее перевала Волчьих Ворот (у развилки на ст. Раевскую). Здесь вскрыты отложения куниковской свиты, для нижней части которой Убыгский разрез является стратотипом.

*Куниковская свита ( $K_2kn$ )* сложена слабоалевритовым (6%) сильномергельным (56%  $CaCO_3$ ) среднеритмичным (23 см) тонким инфрафлишем: чередованием темно-серых среднеалевритистых глинистых (41%) и известковых мергелей (33%), известняков (19%), реже алевритов (4%), олистостром (1%), песчаников (1%) и глин (1%). Харак-

терны высокое содержание тонких силтолитов, слой олистостромы, повышенная доля лютитов (5%), в том числе глин. Мощность свиты 368 м. Выявлены три подсвиты. Была опробована только нижняя подсвита (116 м), которая характеризуется низким содержанием силтолитов (53%) и аяксов (12%), повышенной долей биогенных пород (29%).

Средние значения петромагнитных показателей этой части разреза соответственно равны:  $J_{n_{cp}}=0,25$  нТл,  $J_{rs_{cp}}=23,59$  нТл,  $H'_{cs_{cp}}=51,27 \cdot 10^3$  А/м и  $\Delta \alpha_{cp}=22,0 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. При этом песчаники характеризуются самыми высокими значениями почти по всем показателям:  $J_{n_{cp}}=0,95$  нТл,  $J_{rs_{cp}}=86,4$  нТл,  $H'_{cs_{cp}}=40,0 \cdot 10^3$  А/м и  $\Delta \alpha_{cp}=30,0 \cdot 10^{-5}$  ед. Мергели имеют следующие характеристики:  $J_{n_{cp}}=0,44$  нТл,  $J_{rs_{cp}}=20,25$  нТл,  $H'_{cs_{cp}}=46,0 \cdot 10^3$  А/м и  $\Delta \alpha_{cp}=21,0 \cdot 10^{-5}$  ед. В известняках значения  $J_n$  и  $J_{rs}$  естественно ниже 0,08 и 9,5 нТл, соответственно, зато значения  $H'_{cs}$  максимальные  $40,0 \cdot 10^3$  А/м. Показатель  $\Delta \alpha$  минимальный среди всех пород  $20,5 \cdot 10^{-5}$  ед.

Анализ графиков нормального намагничивания и размагничивания образцов Убыгского разреза показывает, что основным магнитоносителем в породах этой подсвиты является тонкодисперсный магнетит (рис. 2). В пользу этого положения свидетельствуют небольшие поля, при которых разрушается намагниченность насыщения: величина  $J_{rs}$  меняет свой знак в левой части графика. При этом можно говорить не только о его тонкодисперсной размерности, но и частичной окисленности. Последнее вытекает из достаточно высоких полей, при которых происходило полное магнитное насыщение образцов (правая часть графика). В ряде случаев полного насыщения достигнуто так и не было, кривая продолжала повышаться. Это характерно для магнито жестких соединений железа — гидроокислов.

**Мысхакский разрез** расположен в пос. Мысхако на берегу Черного моря. Он является стратотипом одноименной свиты, слои которой обнажаются в центре поселкового пляжа. В целом разрез характеризуется благоприятными условиями для полевого изучения.

Свита мысхако ( $K_2ms$ ) сложена очень слабоалевритовым (5%), очень сильномергельным (66%,  $CaCO_3$ ), среднеритмичным

(32 см), биогенным грубым ортофлишем: в основном серыми сильноалевритистыми сильноизвестковистыми (49%) и темно-серыми слабоизвестковистыми мергелями (16%) с прослоями известняков (29%), реже калькаренитов (5%) и глинистых мергелей (1%). Характерно самое высокое среди верхнемеловых отложений содержание сильноизвестковистых мергелей, повышенная карбонатность отложений, умеренные и крупные циклиты. Мощность свиты 424 м. Выявлены три подсвиты. Нижняя (105 м) характеризуется высоким содержанием биогенных пород (35%), мелкими и умеренными циклитами (26 м). Средняя подсвита (157 м) отличается повышенной долей известняков (34%), значительной мере силтолитов (17%), высокой карбонатностью, умеренными циклитами (30 см). Для верхней подсвиты (166 м) характерны макро и мегациклиты (до 3 м), низкая доля биогенных пород (18%) и известняков (23%). Раннемаастрихтский возраст определяется находками *Bolivina decurrens* (Ehrenb.).

Анализ полученных данных показал, что по петромагнитным данным мысхакская свита отчетливо делится на две части. Следовательно, возможна корректировка границ, при которой логично объединение нижней и средней подсвит в одну. Литологические и петромагнитные особенности пород средней подсвиты позволяют считать ее терминальной частью нижней. При этом подошва верхней подсвиты совпадает как по данным работы [1], так и по полученным петромагнитным данным.

Усредненные данные по петромагнитным показателям, выделяемых стратонах приведены в табл. 1, 2.

Из таблиц видно, что верхняя подсвита сильно отличается по петромагнитным показателям от нижней. При этом наиболее отчетливые различия проявляются по таким показателям, как  $\Delta \alpha$  и  $J_{rs}$ . По двум другим показателям дифференциация проявляется менее отчетливо. Такая же особенность прослеживается по всем литотипам нижней и верхней подсвит.

## Выводы

1. Петромагнитная дифференциация флишевых пород по естественным параметрам проявлена недостаточно ярко, поэтому расчленение лучше осуществлять с помощью

Т а б л и ц а 1

Описательная статистика по породам  $K_2ms_1$ 

Показатели	$\Delta\alpha$	$H'cs$	$Jrs$	$Jn$
Среднее	8,82	40,81	100,1	0,47
Стандартная ошибка	1,64	1,55	87,2	0,32
Стандартное отклонение	6,76	6,38	359,4	1,30
Минимум	4,00	31,20	4,0	0,02
Максимум	26,00	55,20	1495,0	5,47

Т а б л и ц а 2

Описательная статистика по породам  $K_2ms_2$ 

Показатели	$\Delta\alpha$	$H'cs$	$Jrs$	$Jn$
Среднее	24,47	40,17	13,10	0,16
Стандартная ошибка	5,03	0,91	2,06	0,04
Стандартное отклонение	19,47	3,51	7,70	0,17
Минимум	4,00	33,82	5,85	0,01
Максимум	65,00	45,12	30,60	0,68

дополнительных магнитных характеристик, полученных при нагреве пород или путем воздействия лабораторным магнитным полем ( $\Delta\alpha$ ,  $Jrs$ ,  $H'cs$ ).

2. Выявлена сложность самой процедуры стратиграфического применения петромагнитных характеристик к дробным стратонам. Посвятные различия в составе и генезисе магнитных минералов побуждают к подбору литолого-магнитных моделей с наиболее информативной параметризацией для каждого стратона.

3. По данным проведенного исследования возможна петромагнитная зональность разреза и корректировка границ дробных стратонов.

### Литература

1. Любимова Т. В. Капшметрическая характеристика флишевых отложений Западного Кавказа. Краснодар: КубГУ, 2003. 78 с.
2. Барабошкин Е. Ю., Гужиков А. Ю., Еремин В. Н. Био- и магнитостратиграфия альба в разрезе Акуша (Дагестан) // БМОИП. Отд. геол., 1997. Т. 72. Вып. 1. С. 30–45.
3. Гужиков А. Ю., Молоствовский Э. А. Стратиграфическая информативность численных магнитных характеристик осадочных пород (методические аспекты) // БМОИП. Отд. геол., 1995. Т. 70. Вып. 1. С. 15–28.
4. Афанасьев С. Л. Путеводитель экскурсий X Международной школы морской геологии (верхнемеловая-датская флишевая формация Северо-Западного Кавказа). М.: Недра, 1992. 42 с.

Статья поступила 7 ноября 2005 г.

Кубанский государственный университет

© Любимова Т. В., Бондаренко Н. А., 2005