

УДК 550.384:551.733.11(571.51)

**Родионов В.П., Гуревич Е.Л.**ФГУП «Всероссийский нефтяной научно–исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, [vtrodionov2009@km.ru](mailto:vtrodionov2009@km.ru)

## **ОПОРНЫЙ МАГНИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО ОРДОВИКА СЕВЕРО-ЗАПАДА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

*Построен опорный магнито­страти­графический разрез нижнего ордовика, включающего нийский горизонт тремадока, угорский и кимайский горизонты аренига. Был изучен разрез на правом берегу р. Кулюмбе из ильтыкской свиты, представленной в основном карбонатными породами. Прослежен характер изменения геомагнитного поля в раннем ордовике и особенно на рубеже тремадока и аренига.*

*Страти­графический уровень смены геомагнитной полярности в разрезе–стратотипе нижнего ордовика на р. Кулюмбе открывает широкие перспективы для синхронизации этой границы по палеомагнитным данным не только в пределах Сибирской платформы, но и в ее обрамлении.*

***Ключевые слова:** полярность, магнито­стратиграфия, нижний ордовик, река Кулюмбе, Сибирская платформа.*

Нижнепалеозойские отложения северо-запада Сибирской платформы, выходящие в обнажениях по р. Кулюмбе, представляют особый интерес не только для геологов России, но и для зарубежных исследователей. Это определяется представительностью разреза, его доступностью и полнотой, а также надежным обоснованием фауной. Однако, использование этого опорного разреза для привязки палеомагнитных данных, как показали первые палеомагнитные исследования ВНИГРИ 60<sup>х</sup> гг., осложняется тем, что отложения нижнего палеозоя этого региона насыщены траппами, которые в процессе формирования сильно прогрели вмещающую осадочную толщу, что способствовало ее перемагничиванию полем того времени. Поэтому выделение древней намагниченности в этих осадочных породах - процесс трудный и не всегда возможный, что особенно было характерно для начальной стадии развития палеомагнитных исследований. В связи с этим на том этапе исследований на северо-западе Сибирской платформы подавляющее большинство палеомагнитологов занималось изучением трапповых формаций, обладающих высокой естественной остаточной намагниченностью, которую можно было изучить с помощью простых методических разработок, измерительной аппаратуры и установок [Гусев, Металлова, Файнберг, 1967]. И тем не менее, при изучении осадочных толщ докембрия и палеозоя этого региона были получены первые общие представления о структуре инверсий геомагнитного поля и положения палеомагнитных зон в опорных разрезах этих толщ [Гончаров, 1965; Власов, Попова, 1968; Палеомагнетизм палеозоя (с. 140, рис. 56), 1974].

В 90<sup>х</sup> гг. ИФЗ РАН были проведены детальные палеомагнитные исследования разрезов нижнего палеозоя на р. Кулюмбе [Галле, Павлов, 1998; Pavlov, Galle, 1998; Pavlov, Galle, 2001]. Использование новых методических разработок, современных лабораторных приборов и установок позволило получить достоверные палеомагнитные данные и построить опорный палеомагнитный разрез. К сожалению, в опорном разрезе ордовика остался детально не изученным арениг (угорский и кимайский горизонты), верхняя часть лланвирна и карадок, а также ашгилл. Основная цель исследований заключалась в построении опорного магнитостратиграфического разреза нижнего ордовика и прослеживании характера изменения геомагнитного поля в раннем ордовике и особенно на рубеже тремадока и аренига. Для достижения этой цели был изучен разрез няйского горизонта тремадока и угорского и кимайского горизонтов аренига на правом берегу р. Кулюмбе (рис. 1). Ниже представлены результаты палеомагнитных исследований этого разреза.



■ 1

**Рис. 1. Географическое положение места проведения полевых работ**

*1 - координаты: (67°59' – 68°00') с. ш., (88°52' – 88°57') в. д.*

### Объекты палеомагнитных исследований

В 2006 г. во время полевой геологической экскурсии по Программе IGCP, Project 503 сотрудниками ВНИГРИ: В.П. Родионовым, С.А. Богословским и Е.А. Губиной был опробован разрез ильтыкской свиты нижнего ордовика общей мощностью 375 м. Отбор ориентированных штуфов проводился с интервалом 0,5-1 м, иногда чаще или реже в зависимости от обнаженности разреза. Всего отобрано 207 ориентированных штуфов. Разрез нижней части свиты (кроме нижних слоев общей мощностью 15 м), соответствует няйскому горизонту тремадока, который представлен преимущественно известняками темно-серыми, массивными и толстоплитчатыми, иногда водорослевыми и оолитовыми, реже серыми и светло-серыми, глинистыми, тонкослоистыми, полосчатыми разностями, среди которых часто встречаются сильно брекчированные прослои. В верхней половине появляются красноцветные аргиллиты и алевролиты, приуроченные к верхним частям микроциклов. Средняя часть ильтыкской свиты, соответствующая угорскому горизонту аренига, представлена разнообразными известняками с прослоями красноцветных алевролитов и доломитов; роль последних возрастает в верхней половине разреза. Верхняя часть ильтыкской свиты, принадлежащая кимайскому горизонту, представляет циклически построенную толщу известняков с подчиненными прослоями доломитизированных известняков, доломитов и алевро-аргиллитов [Ордовик..., 1982]. При проведении палеомагнитных исследований была использована стратиграфическая схема ордовика Сибирской платформы, опубликованная в путеводителе [Дополнения к..., 2000; Kanygin et. al., 2006] и Постановлении межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий [Состояние изученности..., 2008].

### Методика работ

Измерения естественной остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости, а также лабораторные исследования проведены в Лаборатории магнитостратиграфии и палеомагнитных реконструкций ВНИГРИ. Измерения, исследования и обработка полученных результатов проводилась по общепринятой методике [Палеомагнитология, 1982]. Для определения компонентного состава естественной остаточной намагниченности (ЕОН) образцов проводилось ступенчатое терморазмагничивание на установке TD-48 (США). Измерения (ЕОН) велись на магнитометрах JR4 (Чехия), а магнитной восприимчивости (k) на каппа-мосте KLY-2 (Чехия). При анализе полученных данных компоненты ЕОН устанавливались с помощью ортогональных проекций диаграмм-Зийдervельда [Zijderveld, 1967], а при вычислении направлений этих компонент использовался метод наименьших квадратов [Kirschvink, 1980]. В тех случаях, когда образцы не были размагничены до температур Кюри или разрушались в ходе измерения,

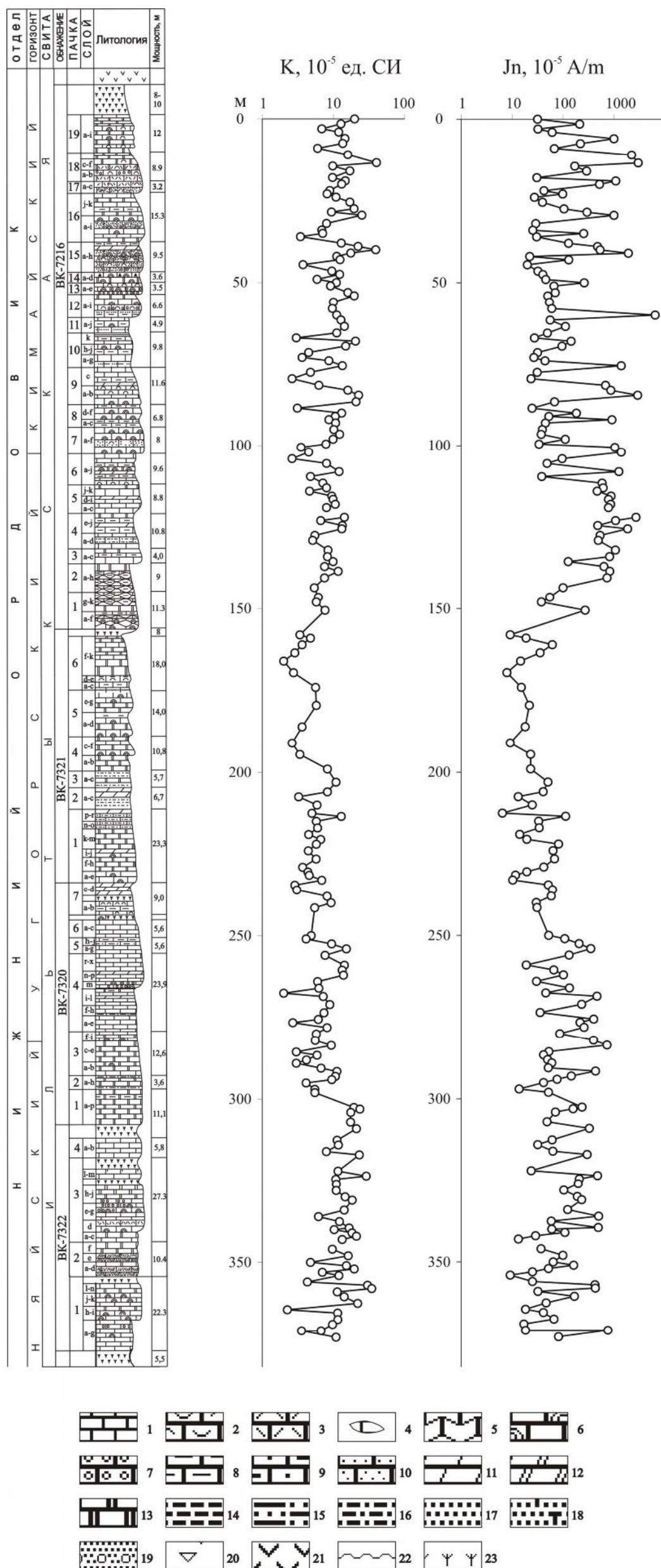
использовалось направление, полученное путем осреднения направлений по последним точкам нагрева, после которых произошли вышеупомянутые изменения. При выделении зон прямой и обратной полярности зона считалась значимой, если направление выделялось не менее, чем по трем стратиграфическим уровням. При обработке данных использовался пакет программ Энкина [Enkin, 1994], Ватсона и Энкина [Watson, Enkin, 1993; Попов, 2007, 2008].

### Результаты лабораторных исследований

Вариации величин естественной остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости для разреза нийского горизонта находятся в пределах:  $J_n = 9,1 \times 10^{-5} \text{ A/m} - 7,5 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ ,  $k = 2,2 \times 10^{-5} \text{ СИ} - 3,4 \times 10^{-4} \text{ СИ}$ . Для разреза угорского горизонта соответственно –  $J_n = 6,4 \times 10^{-5} \text{ A/m} - 2,6 \times 10^{-2} \text{ A/m}$ ,  $k = 1,6 \times 10^{-5} \text{ СИ}$ . В разрезе кимайского горизонта вариации  $J_n$  и  $k$  охватывают интервалы:  $J_n = 2,6 \times 10^{-4} \text{ A/m} - 5,6 \times 10^{-2} \text{ A/m}$  и  $k = 2,6 \times 10^{-5} \text{ СИ} - 4,1 \times 10^{-4} \text{ СИ}$ . Изменение  $k$  и  $J_n$  по разрезу нижнего ордовика представлено на рис. 2. Выделение характерных интервалов изменений величин  $k$  и  $J_n$  как узких маркирующих горизонтов не представляется возможным из-за очень частых колебаний значений  $k$  и  $J_n$  по разрезу. Можно лишь отметить наличие трех крупных интервалов с характерным поведением величин  $k$  и  $J_n$ : 0-110 м - верхняя часть, преимущественно разрез кимайского горизонта и аномальный интервал с повышенными значениями  $k$  и  $J_n$ , средняя часть - 140-250 м, которая соответствует разрезу угорского горизонта и нижняя часть - от 250 м до подошвы изученного разреза нийского горизонта (рис. 2). Поскольку изученный разрез сверху контактирует с Угорским силлом, а подошва разреза лежит несколько выше контакта Мансийского силла, то вполне возможно, что породы верхней и нижней частей разреза за счет прогрева при формировании траппов получили дополнительное подмагничивание. Что же касается средней части разреза, то здесь породы прогревались незначительно. В связи с этим верхняя и нижняя части разреза характеризуются большими величинами  $k$  и  $J_n$  и амплитудами их колебаний, чем средняя его часть.

Ступенчатое терморазмагничивание пород показало, что их естественная остаточная намагниченность пород имеет многокомпонентный состав. На рис. 3 показаны типичные диаграммы Зийдервельда для пород нийского горизонта. В каждом из представленных здесь образцов выделяются три компоненты ЕОН: в образце № 306 выделены в интервалах температур – компоненты: А (Т= 20-150 °С), В (Т= 200- 350 °С), С (Т= 480-690 °С); в образце № 345 – А (Т= 100- 250 °С), В (Т= 350-480 °С), С (Т= 570-690 °С) и в образце № 356 – А (Т= 100- 250 °С), В - (Т=250-450 °С), С - (Т= 510-570 °С)<sup>1</sup>.

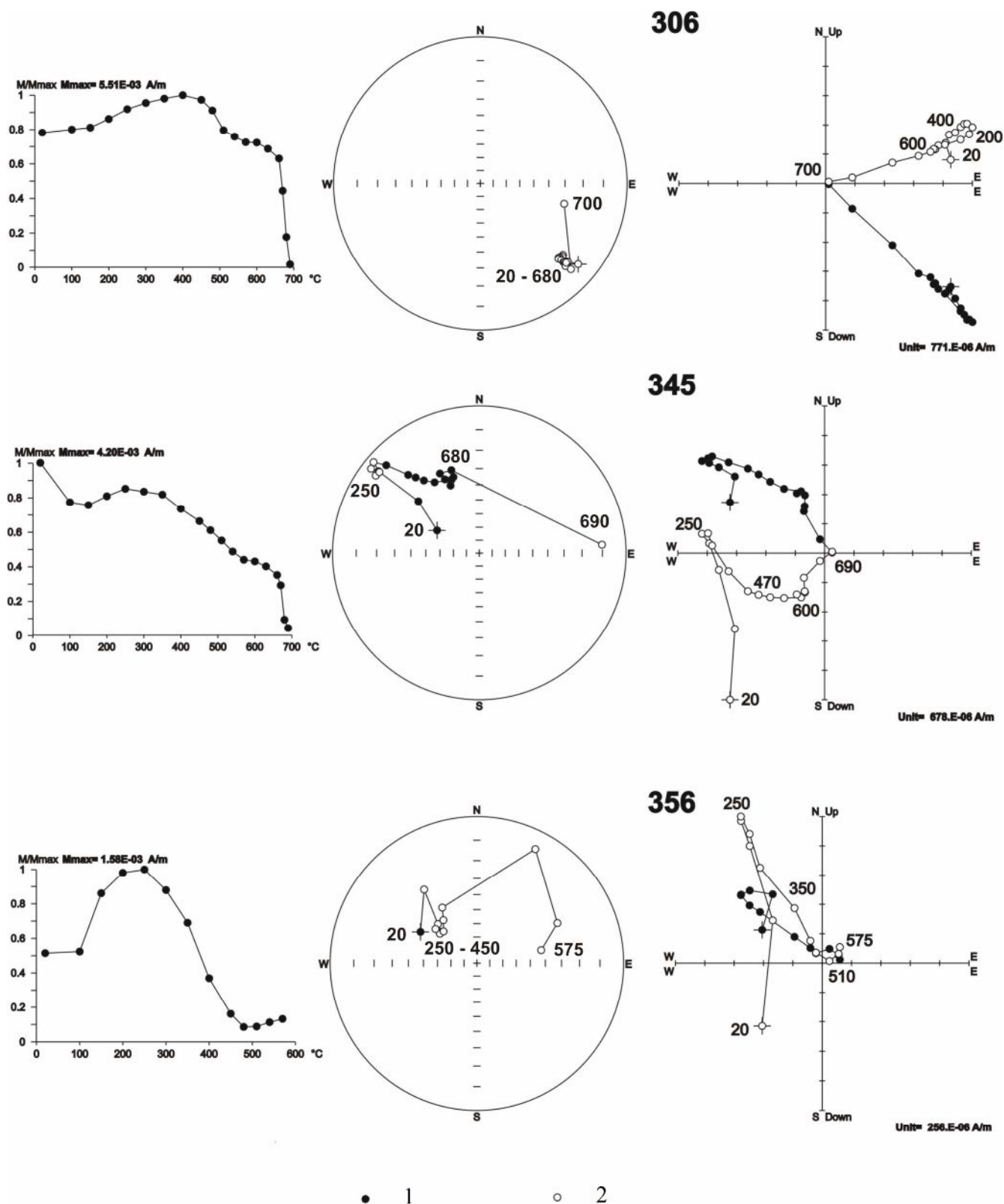
<sup>1</sup> А – компонента вторичной намагниченности (триас), В - компонента вторичной намагниченности (нижний ордовик), С - древняя компонента намагниченности пород.



**Рис. 2. Изменение величин  $k$  и  $J_n$  по изученному разрезу нижнего ордовика на р. Кулумбе**

1-10 – известняки (включая 2 – органогенные; 3 – детритовые; 4 – линзовидные; 5 – комковатые; 6 – водорослевые; 7 – оолитовые; 8 – глинистые; 9 – алевритистые; 10 – песчанистые); 11 – мергели; 12 – мергели доломитистые; 13 – доломиты; 14 – аргиллиты; 15 – алеврито-аргиллиты; 16 – алевролиты; 17-18 – песчаники (включая 18 – известковистые); 19 – гравелиты; 20 – конкреции пирита и марказита; 21 – силы; 22 – дизъюктивные дислокации; 23 – засоленные интервалы.

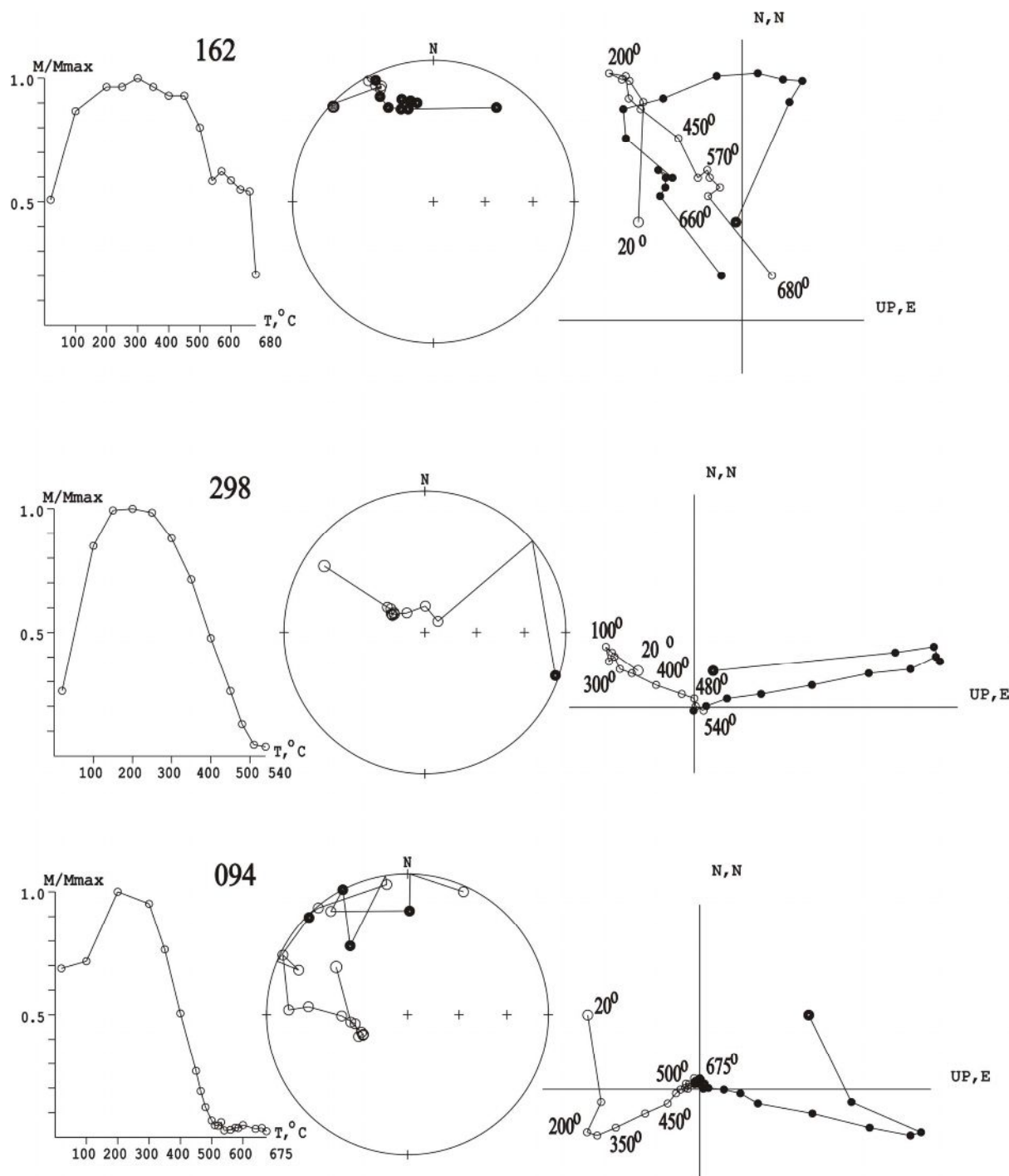




**Рис. 3. Характеристики терморазмагничивания образцов отложений тремадока (правый берег р. Кулумбе)**

Слева - направо: графики изменения величины естественной остаточной намагниченности пород в ходе размагничивания; стереограммы изменения ее направлений; диаграммы Зийдервельда в стратиграфической системе координат; 1 - проекции на плоскость хоу на диаграммах Зийдервельда, а на стереограммах – проекции векторов на нижнюю полусферу; 2 - проекции на вертикальную хоз плоскость, на стереограммах – проекции векторов на верхнюю полусферу.

На рис. 4 представлены типичные диаграммы Зийдвервельда для образцов осадочных пород угорского и кимайского горизонтов. В образце №298 ЕОН представлена двумя компонентами; А- выделяется в интервале  $T = 100 - 250$  °С, а В – в  $T = 250 - 540$  °С. ЕОН образца № 094 представлена тремя компонентами: А - ( $T = 20 - 250$  °С), В – ( $T = 300 - 480$  °С) и С - ( $T = 585 - 660$  °С). ЕОН образца №162 характеризуется также тремя компонентами: А – ( $T = 20 - 200$  °С), В – при ( $T = 300 - 450$  °С) и С - при ( $T = 500 - 680$  °С).



**Рис. 4. Характеристики терморазмагничивания образцов отложений аренига (правый берег р. Кулюмбе)**

Слева – направо: графики изменения величины ЕОН; стереопроекции ее направлений; диаграммы Зийдвервельда (стратиграфическая система координат). Усл. обозначения см. на рис. 3.

В целом по изученным разрезам деблокирующие температуры компоненты А располагаются в интервале 200- 300 °С. Для компоненты В интервал деблокирующих температур составляет 400- 510 °С, а для компоненты С характерны высокие деблокирующие температуры, они находятся в интервале 500 – 690 °С. При терморазмагничивании образцов осадочных пород нижнего ордовика выделение компонент А и В не представляло особого труда. Характеристическую компоненту С прямой полярности выделить в чистом виде удаётся только в разрезе ныйского горизонта. Компонента С обратной полярности выделяется не всегда и с большим трудом, поскольку эти осадочные породы сильно перемагничены по направлению компоненты В, которая здесь имеет высокие блокирующие температуры. К тому же при высоких температурах размагничивания, по-видимому, начинаются процессы разложения магнитных минералов и возникают новые минералы, намагничивающиеся по направлению недокомпенсированного магнитного поля внутри экрана. В этом случае, преимущественно при изучении компонентного состава пород угорского и кимайского горизонтов, представленных интервалом обратной полярности, использовался метод пересечения кругов размагничивания. Однако, учитывая, что компонента В здесь доминирует в ЕОН, использование кругов размагничивания для выделения компоненты С было возможным и эффективным только выше основной части деблокирующих температур компоненты В, когда влияние компоненты В в остаточной намагниченности сильно сокращается. Тогда становится возможным при пересечении больших кругов получить направление, соответствующее характеристической компоненте С. На рис. 5 представлено распределение компонент А, В, С (CN и CR)<sup>2</sup> для разреза ныйского горизонта, а на рис. 6 приведены распределения направлений компонент А, В и С, осредненных по всему разрезу угорского и кимайского горизонтов. Наблюдаются три обособленных группы А, В и С, которые представлены в стратиграфической системе координат, так как кучности векторов в этой системе координат существенно превышают таковые в географической системе координат (табл. 1)

### Палеомагнитный анализ

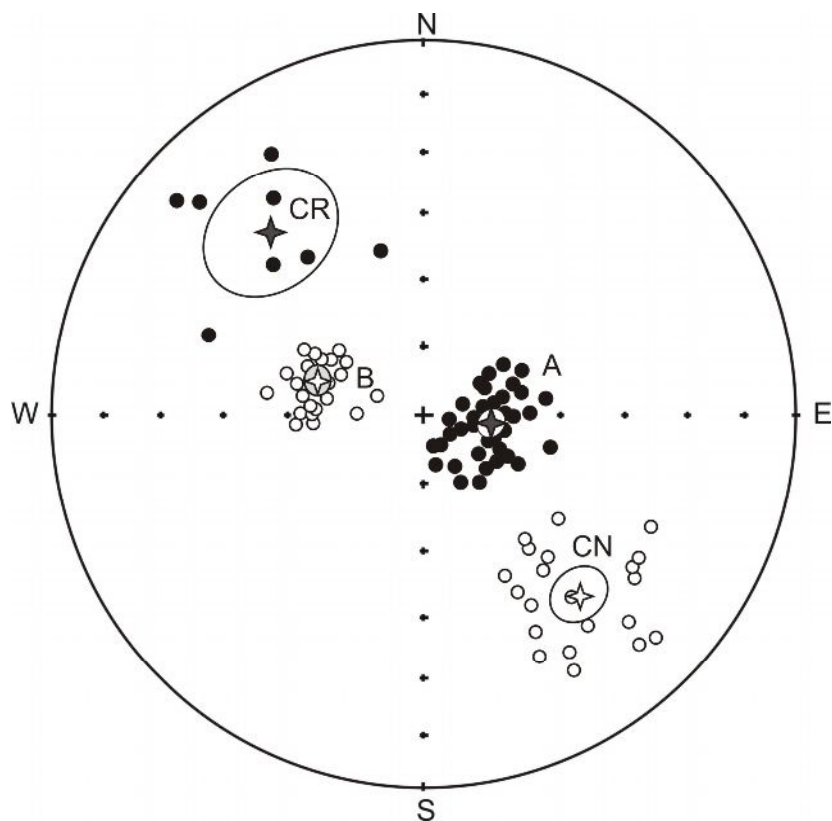
На рис. 7 приведено распределение компонент векторов ЕОН. Здесь выделяются кластеры с направлениями компонент А и В, а разброс остальных векторов достаточно четко прослеживается по кругу перемагничивания, проведенному через средние направления компонент А, В и С. Направления вторичных компонент А и В осадочных пород показывают, что их возникновение связано с развитием траппового магматизма. При этом

---

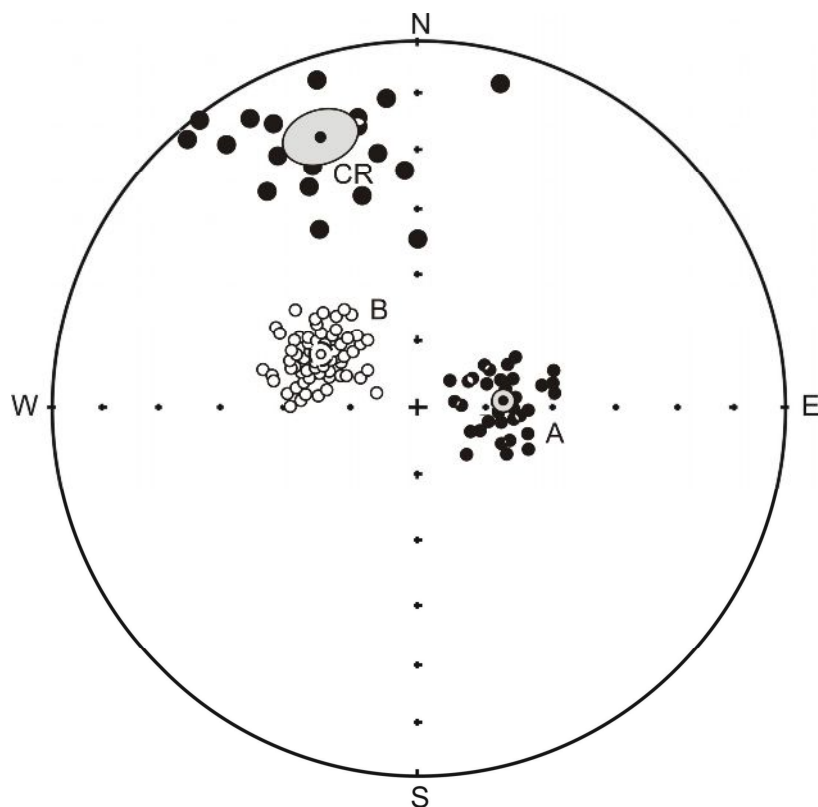
<sup>2</sup> CN - компонента намагниченности образца обратной полярности, CR - компонента намагниченности образца прямой полярности.



компонента В по направлению соответствует намагниченности траппов обратной полярности, а компонента А – траппов прямой полярности (табл. 1).



**Рис. 5. Распределение направлений компонент А, В, CN и CR разреза няйского горизонта**  
 1 - квадратики залитые - проекции векторов на нижнюю полусферу; 2 - треугольники пустые - проекции векторов на верхнюю полусферу.



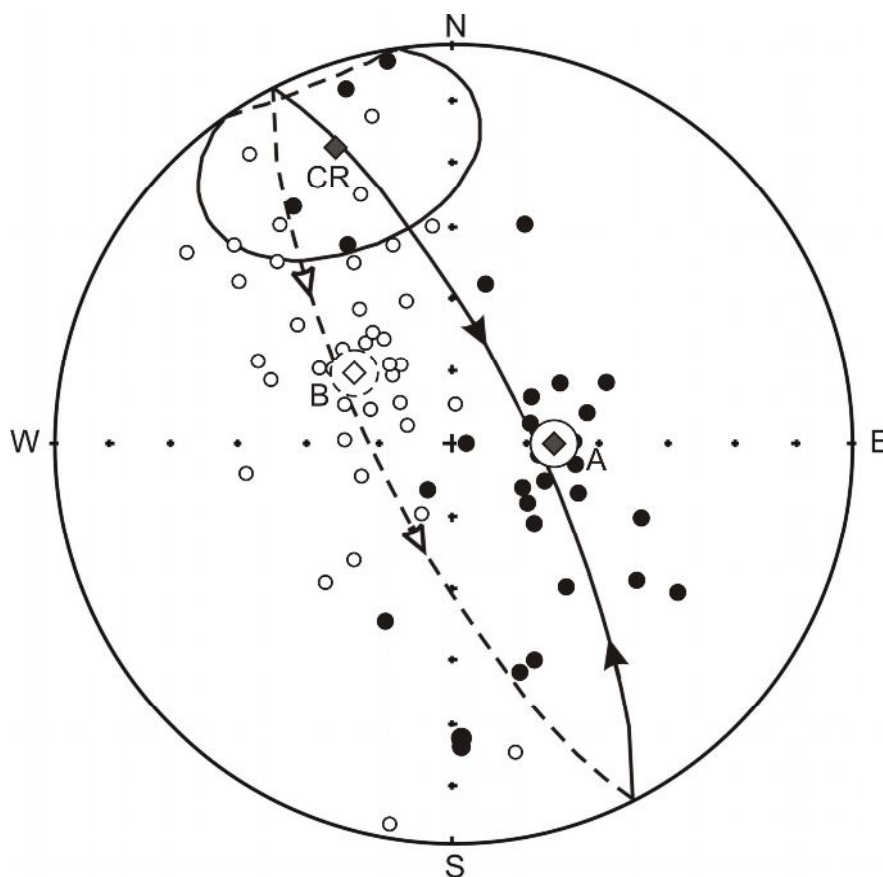
**Рис. 6. Распределение компонент А, В, CR образцов разреза угорского и кимайского горизонтов**  
 Усл. обозначения см. на рис. 5.

Таблица 1

## Палеомагнитные данные по осадочным породам нижнего ордовика и траппам северо-запада Сибирской платформы

Объекты исследования	N	TubC	Jn	C.K.	D	I	K	$\alpha_{95}$	$\Phi$	$\Lambda$	dp	dm	$\varphi_m$	
АРЕНИГ, УГОРСКИЙ+КИМАЙСКИЙ ГОРИЗОНТЫ (новые данные)	37	200-300	A	g	20.7	79.3	42.2	3.7						
				s	82.6	70.9	85.1	2.6	52.2	156	3.9	4.5	55.1	
	85	400-510	B	g	289.9	-81.8	86.1	1.7						
				s	298.5	-65.2	127.8	1.4	-34	315	1.8	2.3	47.3	
	21	500-660	CR	g	334.3	8	20.9	7.1						
				s	339.2	22.6	22.2	6.9	32.1	293	3.9	7.3	-12	
ТРЕМАДОК, НЯЙСКИЙ ГОРИЗОНТ (новые данные)	16	200-300	A	g	352.9	77.5	123.8	3.3						
				s	95.1	74.7	216.3	2.5	52.9	141	4.1	4.5	61.3	
	20	250-540	B	g	238.9	-82.1	103.1	3.2						
				s	290.9	-64.8	250.2	2.1	-36	321	2.7	3.4	46.7	
	21	450-680	CN	g	137.4	-16.1	26.3	6.3						
				s	139.2	-35.8	29.4	6	-36	138	4	7	-20	
	7	510-680	CR	g	317.7	12.4	20.6	13.6						
				s	319.7	36	19.5	14	35.8	318	9.4	16.3	-20	
	28	450-680	CNR	g	137.4	-15.2	25.4	5.5						
				s	139.3	-35.9	27.5	5.3	-36	138	3.6	6.2	-20	
ТРАППОВЫЕ БАЗАЛЬТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ [Гуревич и др. 2004]	48 потоков			s	106.4	73	90	2.1	49.9	149	3.3	3.7	58.9	
ТРАППЫ R-ПОЛЯРНОСТИ Р.КУЛЮМБЕ, Р.КОТУЙ. [Гончаров, 1965; Галле, Павлов, 1998; Веселовский, Галле, Павлов, 2003].	6 силлов			s	299.8	-63	84	8.8	-33	320	10.9	13.9	44.6	

*N* - число образцов, участвующих в подсчете среднего направления; *TubC* – деблокирующая температура; *C.K.* - система координат: *g* - географическая, *s* - стратиграфическая; *D* и *I* - склонение и наклонение средних направлений компонент *A*, *B* и *C* естественной остаточной намагниченности; *K* - кучность векторов,  $\alpha_{95}$  - радиус круга доверия для вероятности 95%;  $\Phi$  и  $\Lambda$  - широта и долгота палеомагнитного полюса; *dp*, *dm* – полуоси овала; палеомагнитная широта,  $\varphi_m$  – древняя палеомагнитная широта места отбора образца (нижний ордовик).



**Рис. 7. Направление перемагничивания компоненты CR полем В (поздняя пермь) и полем А (поздний триас)**

*Усл. обозначения см. на рис. 5.*

Процесс перемагничивания осадочных пород нижнего ордовика, судя по распределению векторов на стереограмме, происходил следующим образом:

1) на первых этапах развития траппового магматизма, благодаря прогреванию осадочной породы частично разрушилась древняя ордовикская намагниченность CR и возникла компонента В в позднепермском геомагнитном поле. Это подтверждается планарностью распределения векторов между направлениями компонент С и В в северо-западной части стереограммы.

2) в более позднее время, на втором этапе формирования траппов, в триасе, произошло перемагничивание осадочных пород в геомагнитном поле прямой полярности с направлением А. Свидетельством в пользу этого также является планарное распределения векторов между компонентами CR и А, т. е. перемагничивание отложений аренига полем прямой полярности.

3) вытянутое между компонентами В и А распределение векторов указывает на перемагничивание пород, несущих компоненту В геомагнитным полем прямой полярности. Такие процессы обусловили появление совокупностей векторов с промежуточными направлениями между С-В, С-А и В-А. Компонентный состав естественной остаточной

намагниченности пород, очевидно, отражает этапы геодинамики северо-запада Сибирской платформы, которые выделяются в интервале ранний ордовик – поздний триас. Судя по деблокирующим температурам компонент В и А, на первом этапе масштабы излияния магмы и продолжительность прогрева осадочной толщи были существенно большими, чем на втором этапе. Так как значения кучности компонент А, В и С пород осадочной толщи нижнего ордовика р. Кулюмбе в стратиграфической системе координат намного выше, чем в географической системе, очевидно, что горизонтальное залегание пород нижнего ордовика по крайней мере сохранялось до позднего триаса включительно. Следовательно, осадочная толща приобрела моноклинальное залегание в послетриасовое время. В раннем ордовике Сибирская платформа находилась в южных широтах ( $-20^{\circ}$ ), а в среднем ордовике она переместилась в северное полушарие. Согласно намагниченности компонент В и А платформа в поздней перми находилась на широте  $47^{\circ}$ , а в позднем триасе – на широте  $59^{\circ}$ . Следовательно, можно предположить, что трапповый магматизм не оказал существенного влияния на направление движения Сибирской платформы. Вытянутость распределения траппового поля Тунгусской синеклизы с северо-запада на юго-восток возможно связано с прохождением Сибирской плиты в поздней перми – триасе над зоной проявления плюмового магматизма.

### Палеомагнитный разрез

Для построения опорного палеомагнитного разреза были использованы данные, полученные по образцам, отобранным по правому берегу р. Кулюмбе из разрезов нийского, угорского и кимайского горизонтов. По левому берегу р. Кулюмбе дополнительно была изучена нижняя часть угорского горизонта. Общая мощность изученного разреза нижнего ордовика по правому берегу р. Кулюмбе составила 375 м. Отобрано 207 штуфов из 207 стратиграфических уровней. Для построения палеомагнитного разреза использовано 128 образцов из 128 стратиграфических уровней. По значениям склонения D частично были задействованы подмагниченные образцы в интервалах, недостаточно охарактеризованных компонентой CR в качестве косвенного подтверждения ее наличия. Правомерность такого действия определяется тем, что подмагничивание пород с первичной компонентой CR полем обратной полярности поздней перми, главным образом, сказывалось на наклонении, т.е. оно менялось в пределах от  $+20^{\circ}$  до  $-23^{\circ}$ , а склонение D практически оставалось без изменений (табл. 2). Опорный палеомагнитный разрез нижнего ордовика правого берега р. Кулюмбе представлен нийским горизонтом тремадока, охарактеризованным преимущественно N - полярностью, а верхняя часть разреза - угорским и кимайским горизонтами аренига, представленными интервалом обратной полярности (рис. 8).

Таблица 2

**Характеристики древней CR и промежуточной неразделенной (результаты подмагничивания траппами обратной полярности) СВ компонент осадочных пород аренига**

Объекты исследования	N	TubC	Jn	C.K.	D	I	K	$\alpha_{95}$	$\Phi$	$\Lambda$	dp	dm
АРЕНИГ, УГОРСКИЙ+КИМАЙСКИЙ	22	500-680	CR	g	335,9	8,2	18,4	7,4				
				s	341,0	22,0	19,0	7,3	32,1	291,1	4,1	7,7
ГОРИЗОНТЫ	26	450-600	C-B	g	348,4	32,7	24,6	5,8				
				s	342,0	23,0	27,0	5,6	9,0	286,8	3,2	6,0

*СВ – двухкомпонентная система. Пояснение см. в табл. 1*

Лишь в самом низу разреза угорского горизонта выявлены два всплеска прямой полярности, которые требуют подтверждения в параллельных разрезах этого региона. Граница палеомагнитных зон N- и R- полярностей в разрезе нижнего ордовика четко совпадает с границей нийского и угорского горизонтов. В региональной стратиграфической шкале Сибирской платформы граница тремадока и аренига проводится по границе нийского и угорского горизонтов. Наличие четкой био- и магнитостратиграфической зональности может служить предпосылкой для комплексного обоснования указанной выше границы как точки глобального стратотипа границы тремадока и аренига на Сибирской платформе.

### Заключение

Стратиграфический уровень смены геомагнитной полярности N – R в разрезе – стратотипе нижнего ордовика на р. Кулюмбе открывает широкие перспективы для синхронизации этой границы по палеомагнитным данным не только в пределах Сибирской платформы, но и в ее обрамлении. Предпосылки для этого имеются и в палеомагнитных разрезах нижнего ордовика юга платформы [Родионов, Гуревич, 2007].

Геодинамика Сибирской платформы по палеомагнитным данным из Тунгусской синеклизы характеризуется проявлением двух циклов траппового магматизма, которые зафиксированы непосредственно интрузивными телами и лавовыми покровами, а в осадочной толще вторичными компонентами В - R (поздняя пермь) и А - N (триас) естественной остаточной намагниченности пород. Это позволяет фиксировать трапповый магматизм не проявившейся на дневной поверхности. В интервале ранний ордовик – поздний триас Сибирская плита перемещалась из южных широт (20° ю. ш.) в северные широты (59° с. ш.).

Кучность распределения компонент А, В и С в стратиграфической системе координат существенно выше, чем географической системе. Отсюда очевидно, что осадочная толща приобрела моноклиналиное залегание в послетриасовое время.



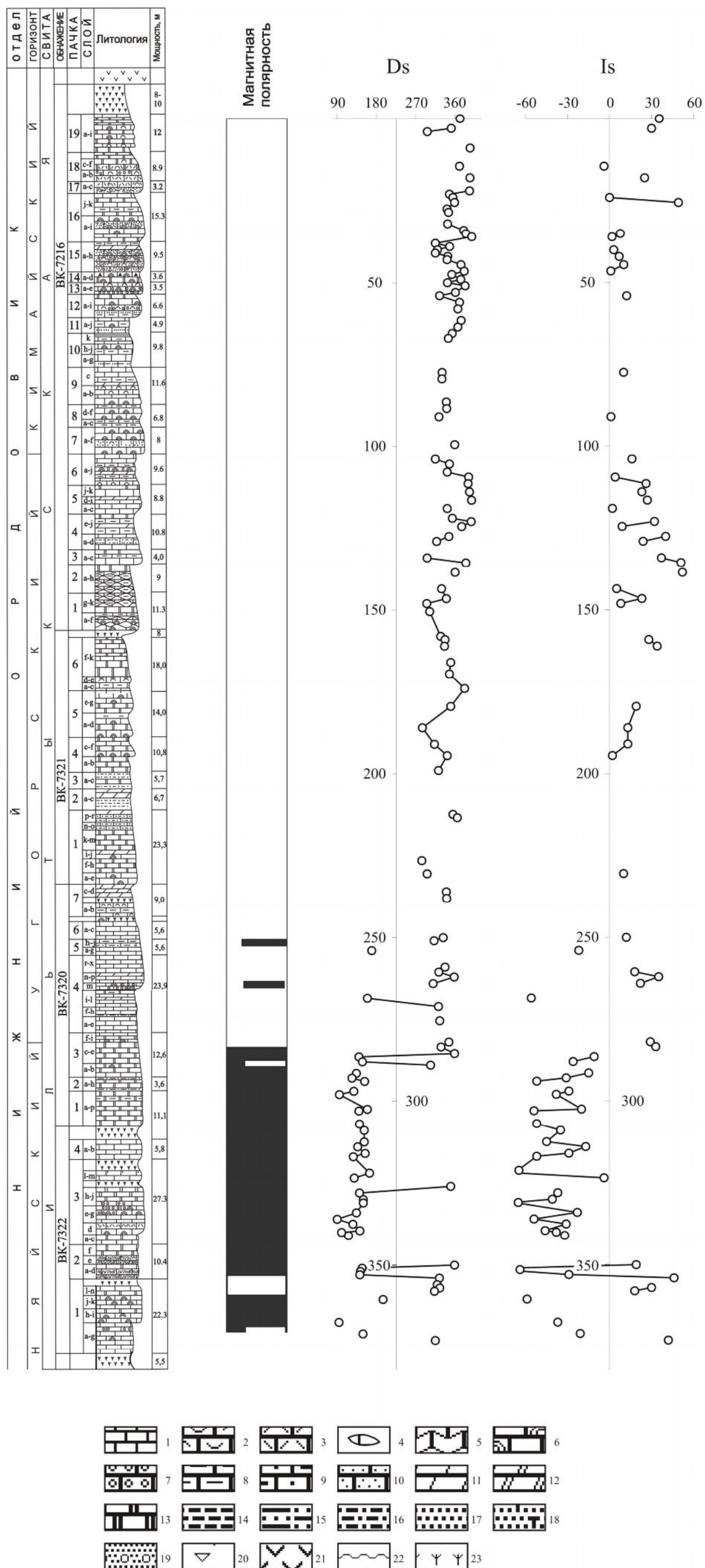


Рис. 8. Опорный магнитостратиграфический разрез нижнего ордовика (правый берег р. Куломбе) северо-запада Сибирской платформы (использована стратиграфическая колонка из работы [Kanygin et. al., 2006] с добавлениями авторов)

Усл. обозначения см. на рис. 2.

В дальнейшем палеомагнитные исследования будут направлены на разработку магнитостратиграфических схем отложений кембрия и венда, перспективных на нефть и газ на территории Сибирской платформы. В связи с увеличением объёма поисковых и разведочных работ потребуются уточнение стратиграфических схем, обоснованных комплексом различных методов.

*Настоящая работа выполнена и профинансирована ВНИГРИ в 2006 г., благодаря содействию Ю.Н. Григоренко и И.А. Кушмар. Полевые работы частично финансировались СНИИГГиМС. В проведении лабораторных исследований принимали участие сотрудники Лаборатории магнитостратиграфии и палеомагнитных реконструкций Р.А. Комиссарова, В.А. Томша и К.Г. Павлова. В компьютерном построении графики авторам оказывали помощь А.Г. Иосифиди, В.В. Попов и С.В. Шипунов. Во время полевых работ авторы пользовались консультациями А.В. Каныгина (СО РАН), О.В. Сычёва, Д.А. Комлева, И.Ю. Лоскутова – (СНИИГГиМС) и помощью в транспортировке палеомагнитного отряда на месте полевых работ. В процессе написания статьи авторы консультировались с Ю.И. Тесаковым и В.Г. Хромых (СО РАН). Выражаем глубокую благодарность всем коллегам за помощь, полезные замечания и советы.*

### Литература

Веселовский Р.В., Галле И., Павлов В.Э. Палеомагнетизм траппов долин рек Подкаменная Тунгуска и Котуй: к вопросу о реальности послепалеозойских относительных перемещений Сибирской и Восточно-Европейской платформ //Физика Земли, 2003. - №10. - С. 78 - 94.

Власов А.Я., Попова А.В. Палеомагнетизм докембрийских отложений Енисейского кряжа. Изв. АН СССР //Физика Земли, 1968. - №2. - С. 63 – 70.

Галле И., Павлов В.Э. Магнитостратиграфия опорного разреза р. Кулюмбэ (Северо-запад Сибирской платформы) //Физика Земли, 1998. - С. 60-69.

Гончаров Г.И. Палеомагнитные исследования палеозоя северо-запада Сибирской платформы и некоторые проблемы палеомагнетизма. Канд. диссерт. - Л.: ВНИГРИ, 1965. – 203 с.

Гусев Б.В., Металлова В.В., Файнберг Ф.С. Магнетизм трапповой формации Западной части Сибирской платформы. - Л.: Недра, 1967. – 84 с.

Дополнение к Стратиграфическому кодексу России. - СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 112 с.

Ордовик Сибирской платформы (Опорный разрез на р. Кулюмбе). Отв. ред. Академик Б.С. Соколов. - М.: Наука, 1982. – 224 с.

Палеомагнитология. /Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова и др. – Л.: Недра, 1982. – 312 с.

Палеомагнетизм палеозоя. - Л.: ВНИГРИ, 1974. - 238 с.

Попов В.В. JR-4 - PC interface - программа-интерфейс (на рус. яз.) для магнитометра JR-4. – СПб.: Лаборатория Главного геомагнитного поля и Петромагнетизма ИФЗ РАН, 2007. - <http://paleomag.ifz.ru/soft.html>

Попов В.В. JR-5 - PC interface - программа-интерфейс (на рус. яз.) для магнитометра JR-5. – СПб.: Лаборатория Главного геомагнитного поля и Петромагнетизма ИФЗ РАН, 2008. - <http://paleomag.ifz.ru/soft.html>

Родионов В.П., Гуревич Е.Л. Палеомагнитная корреляция отложений ордовика Иркутского амфитеатра: к построению магнитостратиграфической шкалы нижнего палеозоя Сибирской платформы //Палеомагнетизм осадочных бассейнов Северной Евразии /под науч. ред. А.Н. Храмова. – СПб.: ВНИГРИ, 2007. - С. 55 – 64.

Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Постановление Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. - СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. - 131 с.

*Enkin R.J.* A computer program package for analysis and presentation of palaeomagnetic data //Pacific Geoscience Centre, Geol. Survey Canada. - Sidney, 1994. - 16 p.

*Gurevitch E.L., Neunemann C., Rad'ko V. et al.* Palaeomagnetism and magnetostratigraphy of the Permian. – Triassic northwest central Siberian Trap Basalts. - Tectonophysics 379, 2004. – p. 211 - 226.

*Kanygin A.V., Timokhin N.V., Sennikov N.V. et al.* Ordovician Sequence of the Key Kulumbe section (Siberian platform). Field excursion guidebook. - Novosibirsk: Academic Publishing House "Geo", 2006. – 91 p.

*Kirschvink J.L.* The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data Geophys.J.Astronom.Soc, 1980. - V. 62. - P. 699-718.

*Pavlov V., Gallet Y.* Upper Cambrian to Middle Ordovician magnetostratigraphy from the Kulumbe river section (northern Siberia). Physics of the Earth and Planetary Interiors 108, 1998. - P. 49-59.

*Pavlov V., Gallet Y.* Middle Cambrian high magnetic reversal frequency (Kulumbe river section, northwestern Siberia) and reversal behaviour during the Early Palaeozoic. Earth planet Sci. Lett., 185, 2001. – P. 173 – 183.

*Zijderveld J.D.A.* A.C. Demagnetization of rocks analysis of results. In: Methods in Palaeomagnetism, Ed. Collinson D.W., Amsterdam, Elsevier, 1967. - P. 254-286.

*Watson G.S. and Enkin R.J.* The fold test in palaeomagnetism as a parameter estimation problem //Geophys. Res. Lett., 20, 1993. – P. 2135-2138.

**Рецензент:** Алексей Никитич Храмов, доктор физико-математических наук, профессор.

**Rodionov V.P., Gurevich E.L.**

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia, vrodionov2009@km.ru

### **KEY MAGNETOSTRATIGRAPHIC SEQUENCE OF THE LOWER ORDOVICIAN DEPOSITS, NORTH-WESTERN SIBERIAN PLATFORM**

*Key magnetostratigraphic sequence of the Lower Ordovician is constructed, including Nya Tremadoc horizon, Ugorsky and Kimaisky horizons of the Arenigo. Sequence on the right bank of the Kulumbe river (Ilytsk formation, represented by carbonate rocks) has been studied. The character of geomagnetic field variation in the Early Ordovician (notably Tremadoc and Areniga boundary) is traced.*

*Stratigraphic level of the geomagnetic polarity change in the sequence-stratotype of the Lower Ordovician on the Kulumbe river provides the broad prospects for the synchronization of this boundary according to paleomagnetic data not only within the territory of Siberian plate, but also within its framework.*

**Key words:** polarity, magnetostratigraphy, Lower Ordovician, the Kulumbe river, Siberian platform.

### References

*Veselovskij R.V., Galle I., Pavlov V.È.* Paleomagnetizm trappov dolin rek Podkamennaâ Tunguska i Kotuj: k voprosu o real'nosti poslepaleozojskih odnositel'nyh peremešenij Sibirskoj i Vostočno-Evropejskoj platform //Fizika Zemli, 2003. - #10. - S. 78 - 94.

*Vlasov A.Á., Popova A.V.* Paleomagnetizm dokembrijskih otloženij Enisejskogo krâža. Izv. ANSSSR //Fizika Zemli, 1968. - #2. - S. 63 – 70.

*Galle I., Pavlov V.È.* Magnitostratigrafiâ opornogo razreza r. Kulûmbè (Severo-zapad Sibirskoj platformy) //Fizika Zemli, 1998. - S. 60-69.

*Gončarov G.I.* Paleomagnitnye issledovaniâ paleozoâ severo-zapada Sibirskoj platformy i nekotorye problemy paleomagnetizma. Kand. dissert. - L.: VNIGRI, 1965. – 203 s.

*Gusev B.V., Metallova V.V., Fajnberg F.S.* Magnetizm trappovoj formacii Zapadnoj časti Sibirskoj platformy. - L.: Nedra, 1967. – 84 s.

Dopolnenie k Stratigrafičeskomu kodeksu Rossii. - SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2000. – 112 s.

Ordovik Sibirskoj platformy (Opornyj razrez na r. Kulûmbe). Otv. red. Akademik B.S. Sokolov. - M.: Nauka, 1982. – 224 s.

Paleomagnitologiâ. /Hramov A.N., Gončarov G.I., Komissarova i dr. – L.: Nedra, 1982. – 312 s.

Paleomagnetizm paleozoâ. - L.: VNIGRI, 1974. - 238 s.

*Popov V.V.* JR-4 - PC interface - programma-interfejs (na rus. âz.) dlâ magnetometra JR-4. – SPb.: Laboratoriâ Glavnogo geomagnitnogo polâ i Petromagnetizma IFZ RAN, 2007. - <http://paleomag.ifz.ru/soft.html>

*Popov V.V.* JR-5 - PC interface - programma-interfejs (na rus. âz.) dlâ magnetometra JR-5. – SPb.: Laboratoriâ Glavnogo geomagnitnogo polâ i Petromagnetizma IFZ RAN, 2008. - <http://paleomag.ifz.ru/soft.html>

*Rodionov V.P., Gurevič E.L.* Paleomagnitnaâ korrelâciâ otloženij ordovika Irkutskogo amfiteatra: k postroeniû magnitostratigrafičeskoj škaly nižnego paleozoâ Sibirskoj platformy //Paleomagnetizm osadočnyh bassejnov Severnoj Evrazii /pod nauč. red. A.N. Hramova. – SPb.: VNIGRI, 2007. - S. 55 – 64.

Sostoânie izučennosti stratigrafii dokembriâ i fanerozoâ Rossii. Postanovlenie Mežvedomstvennogo stratigrafičeskogo komiteta i ego postoânnyh komissij. Vyp. 38. - SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2008. – 131 s.

© Родионов В.П., Гуревич Е.Л., 2010.