

УДК 551.734.5/.735.1(470.111)

Еременко Н.М., Журавлев А.В., Иосифиди А.Г., Попов В.В., Храмов А.Н., Вевель Я.А., Николаев А.И.ФГУП Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ), Санкт-Петербург, Россия micropalaeontology@gmail.com

РАЗРЕЗ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА – НИЖНЕГО КАРБОНА НА Р. ТАЛОТА (ТИМАНО-ПЕЧОРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ) - РЕЗУЛЬТАТЫ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ, БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ И ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Приводятся результаты комплексного изучения разреза верхнего девона-нижнего карбона на р. Талота (север Вашуткино-Талотинской зоны надвигов, ТПП). Биостратиграфически доказано тектоническое сдвоение разреза по зоне надвига. Паравтохтонная и аллохтонная части разреза датированы по фораминиферам и конодонтам. В паравтохтоне присутствуют раннефаменско-поздневизейские отложения, а в аллохтоне – позднефаменско-серпуховские. Установлено наличие в разрезе перерывов, отвечающих нижнему турне и нижнему визе. Выявлено присутствие древней вторичной доскладчатой компоненты намагниченности, приуроченной к определенным частям разреза, что обусловлено тектоническими и гипергенными процессами. Направление этой намагниченности позволило реконструировать доскладчатое (среднепалеозойское) положение аллохтона и паравтохтона.

***Ключевые слова:** верхний девон, нижний карбон, Тимано-Печорская провинция, стратиграфия, палеомагнитология, тектоника.*

Введение

В 2008 г. сотрудниками отдела стратиграфии нефтегазоносных провинций ВНИГРИ были проведены исследования разрезов верхнего девона – нижнего карбона северной части Вашуткино-Талотинской зоны надвигов в приустьевой части р. Талота и на берегу Баренцева моря в районе мыса Синькин Нос (рис. 1).

Данный район интенсивно изучался благодаря расположенному здесь битумопроявлению, приуроченному к карбонатным отложениям среднего фамена – серпухова. Результаты изучения содержатся в многочисленных геологических отчетах и ряде публикаций [Лапина, Трошина, 1959; Чермных, 1976; Юдин, 1994]. Проведенные в 2008 г. исследования выявили существенно более сложное геологическое строение района, чем предполагалось ранее [Журавлев и др., 2009].

Методика работ

В процессе полевых работ было выполнено послойное описание разреза, состоящего из семи обнажений, разделенных закрытыми участками (см. рис. 1). Послойное описание сопровождалось отбором образцов на шлифы и микрофауну (фораминиферы, конодонты) и

ориентированных палеомагнитных образцов. Полевое литологическое описание впоследствии было дополнено результатами изучения шлифов.

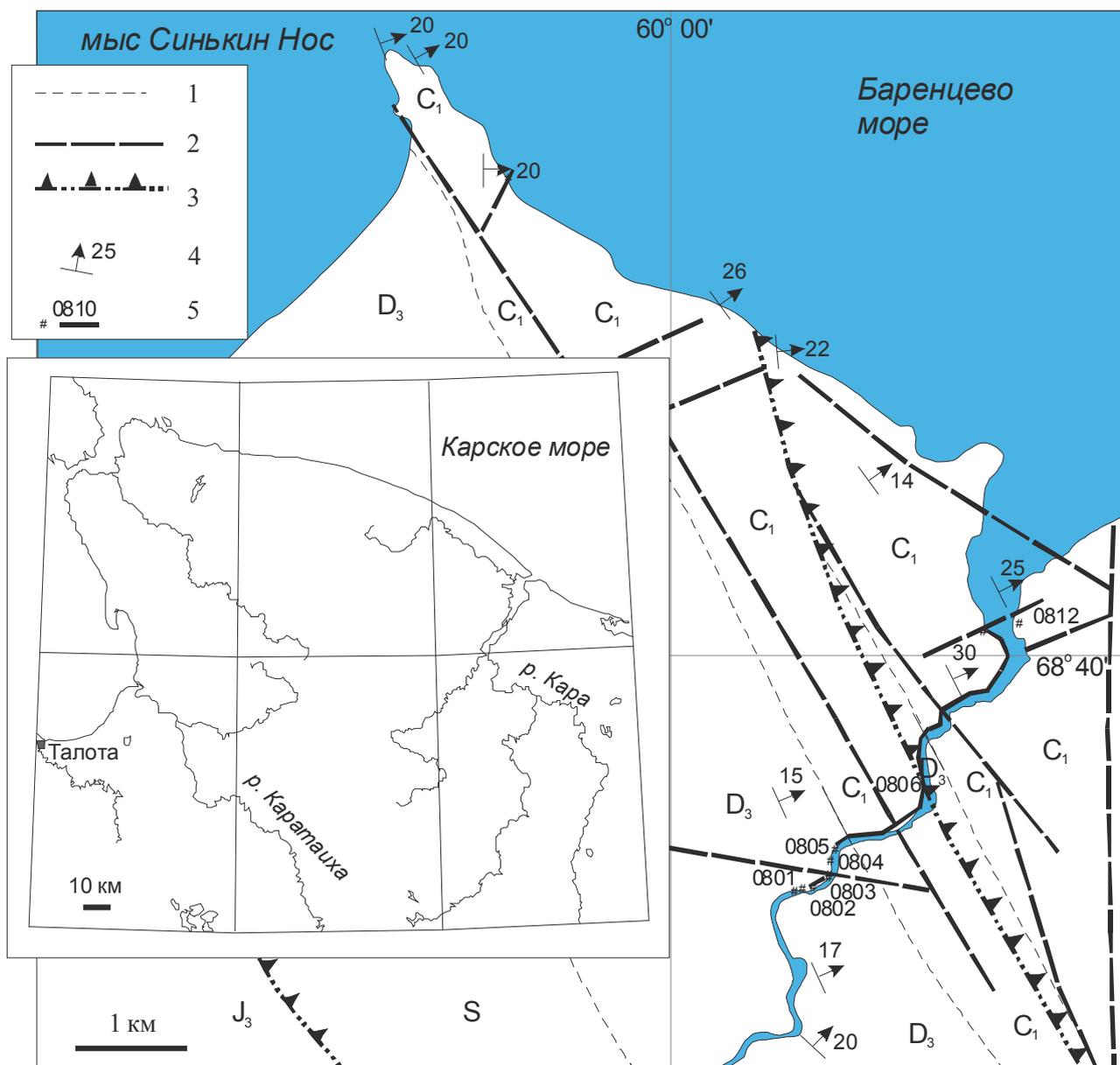


Рис. 1. Схема расположения опорного разреза на р. Талота

Геологическая основа составлена с использованием полевых наблюдений авторов, материалов ГТК-1000 и дешифрирования МАКС: 1 - геологические границы предполагаемые; 2 - линеаменты по дешифрированию МАКС; 3 - зона надвига; 4 - элементы залегания; 5 - точки наблюдения, обнажения и их номера.

Фораминиферы изучались в петрографических и ориентированных шлифах и пришлифовках. Конодонтовые элементы извлекались из карбонатных пород по стандартной методике в 10% растворе уксусной кислоты. При диагностике конодонтовых элементов кроме морфологических признаков учитывались еще и гистологические [Журавлев, 2002].

Лабораторные палеомагнитные исследования и обработка полученных результатов проводились в лаборатории магнитостратиграфии и палеомагнитных реконструкций ВНИГРИ по общепринятой методике [Храмов и др., 1982; Дополнение к стратиграфическому кодексу..., 2000; Кочегура, 1992, Khramov et al., 1987]. Для определения минералов-носителей естественной остаточной намагниченности (J_n) и выявления возможных вторичных изменений минералов в ходе нагрева для выборочной части образцов снимались кривые зависимости магнитной восприимчивости от температуры на приставке CS-3 к каппа-мосту KLY-3 (Чехия). Компонентный анализ J_n образцов проводился методом ступенчатого терморазмагничивания на установке TD48 (США) и размагничивания переменным магнитным полем на установке LDA-3 (Чехия). Измерения J_n велись на магнитометрах JR4 и JR5 (Чехия), а магнитной восприимчивости (K) на каппа-мосте KLY2 (Чехия). При анализе полученных данных, компоненты J_n устанавливались с помощью ортогональных проекций (диаграммы 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 разрушились в ходе исследований, использовалось направление, полученное путем осреднения направлений по последним точкам размагничивания, после которых произошли вышеупомянутые изменения. При обработке данных использовался пакет программного обеспечения Энкина [Enkin, 1994] и программы, созданные в лаборатории магнитостратиграфии и палеомагнитных реконструкций ВНИГРИ.

Описание разреза

Поскольку в предыдущих работах [Лапина, Трошина, 1959; Чермных, 1976; Журавлев и др. 2009] отсутствует детальная характеристика разреза на р. Талота, в приложении (Приложение 1) приводится его послойное описание (снизу вверх по разрезу) в соответствии с инструктивными документами [Задачи и правила., 1983]. Литологические колонки изученных обнажений изображены на рис. 2 и 3.

Биостратиграфия

Ранее биостратиграфические построения в разрезе на р. Талота базировались на определениях фораминифер, брахиопод и кораллов [Лапина, Трошина, 1959; Чермных, 1976]. В настоящей работе основу биостратиграфической интерпретации составляют результаты послойных сборов фораминифер и конодонтов, данные по другим группам беспозвоночных, ввиду их малой значимости, не использовались.

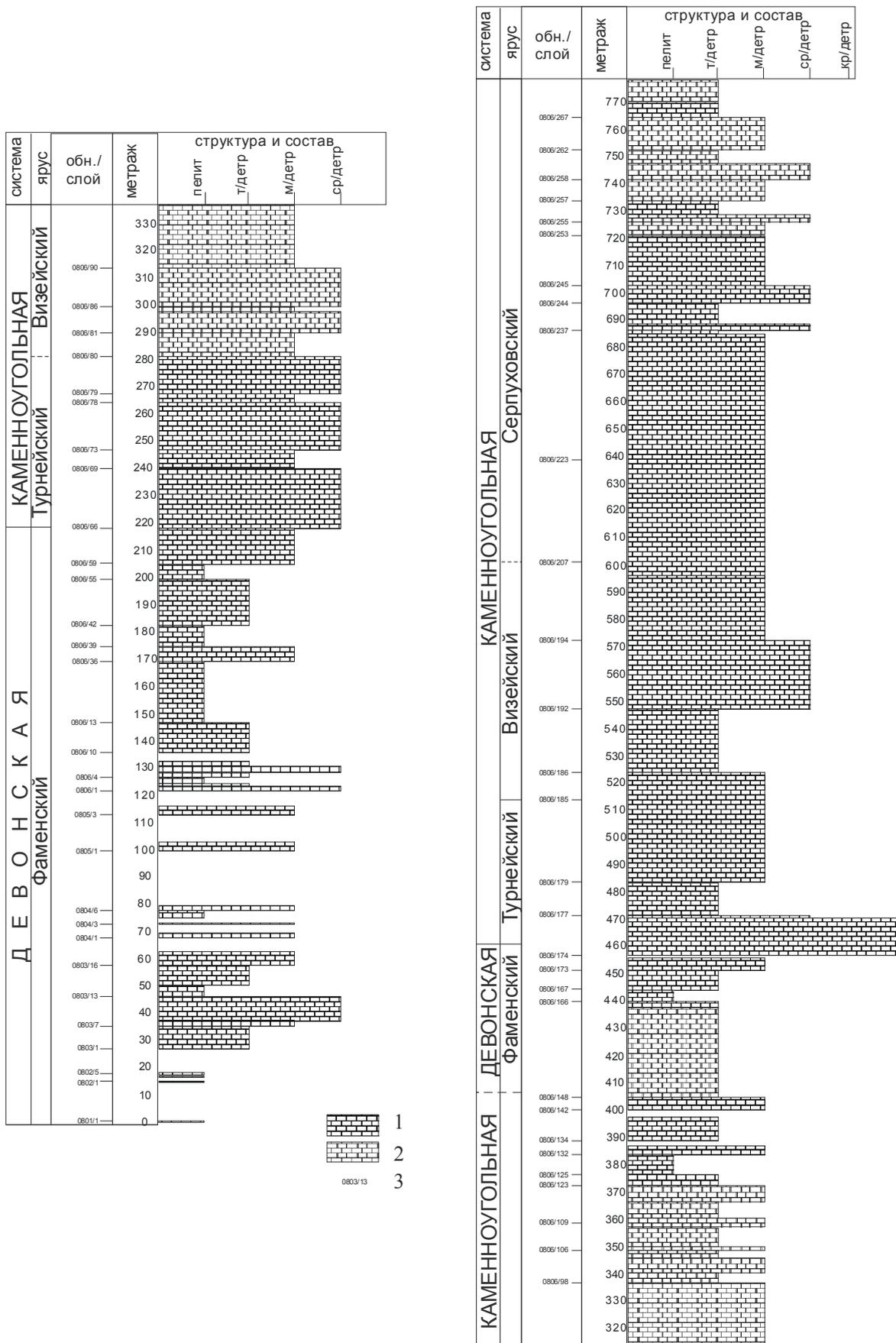


Рис. 2. Обобщенная составная литологическая колонка обнажений 0801 – 0806

1 - известняк; 2 – доломит; 3 – номер обнажения/номер слоя, описание которого приведено в прил. 1.

система	ярус	обн./ слой	мощность (паравтохтон/аллохтон)
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	Серпуховский	0806/207	-/180 м
	Визейский		125/85 м
ДЕВОНСКАЯ	Турнейский	0806/185 0806/80	60/55 м
	Фаменский	0806/67 0806/176	220/55 м
		0806/148 0801/1	

Рис. 3. Стратиграфическая схема разреза на р. Талота

Фораминиферы

Фораминиферы в разрезе довольно многочисленны и разнообразны (рис. 4). По фораминиферам выделяются верхнефаменский подъярус (слои 60 - 66) по присутствию единичных *Eoendothyra* и *Eoseptatourayella*, слои с *Eoendothyra communis* (слои 162-166), слои с *Quasiendothyra kobeitusana* (слои 170-172), слои с *Palaeospiroplectamina tchernyshinensis* (слои 176-180).

Начиная со 185 слоя в пришлифовках встречен верхневизейский комплекс родов – *Globoendothyra* ? sp., мелкие *Endothyra*, *Eostaffella*, *Forschia*, *Lituotubella*, *Haplophragmella*. Начиная с 207 слоя встречен род *Eostaffellina* ?, характерный уже для серпуховского яруса. В 217 слое, кроме того, встречен род *Plectostaffella* ?, а выше снова встречены верхневизейские роды *Lituotubella*, *Globoendothyra*, *Endothyranopsis*, *Bradyina* (слои 218 – 244). Кроме того, в 237 слое встречены *Eostaffella* sp., *Pojarkovella nibelis* (Durk.). По этим данным слои 185 - 244 можно относить к верхневизейско-серпуховскому интервалу.

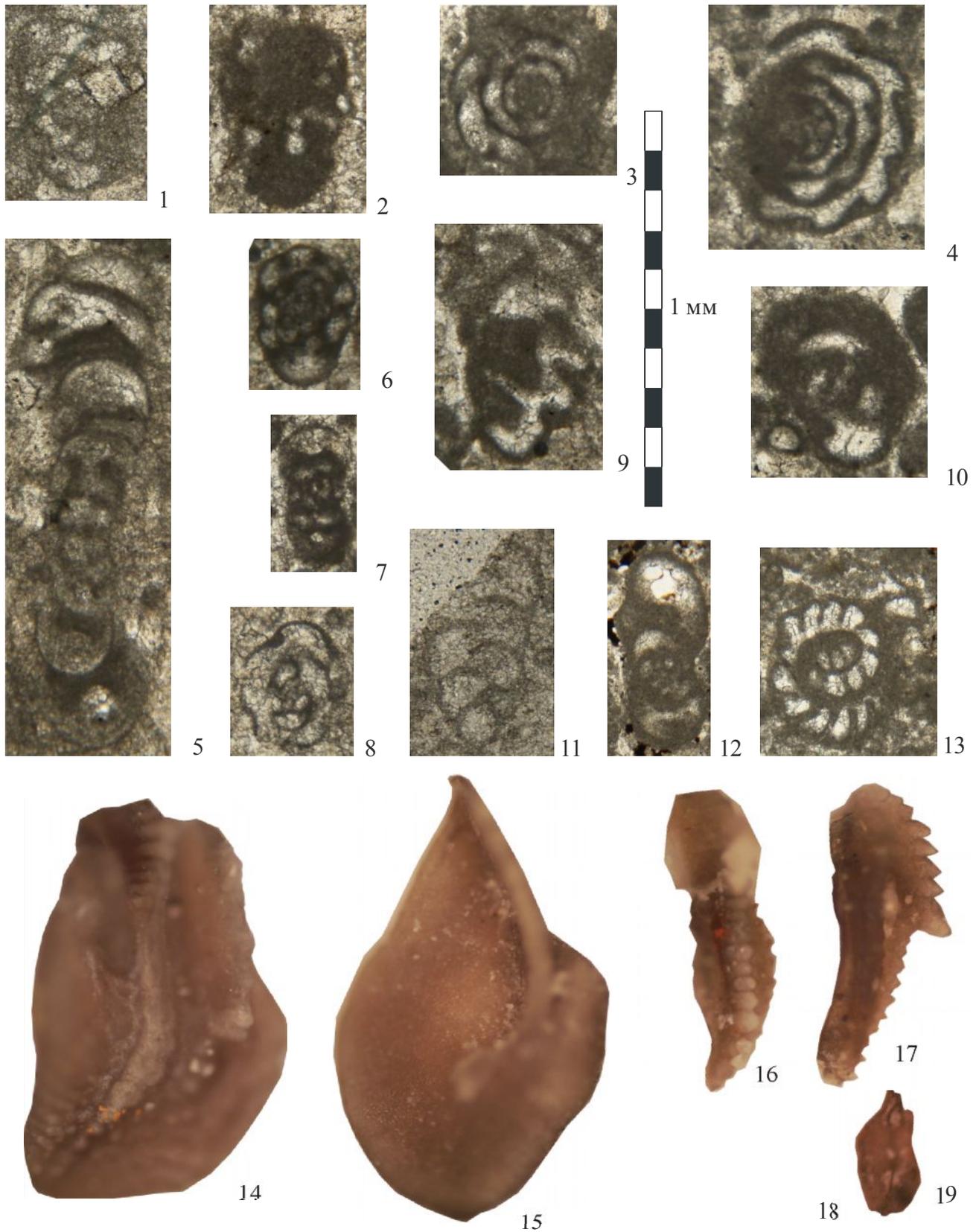


Рис. 4. Изображения некоторых стратиграфически важных микрофоссилий из разреза на р. Талота

Условные обозначения к рис. 4:

1. *Eoendothyra communis* (Rauser), обн. 0806, сл. 66, обр. 0806-66/1ш, фаменский ярус.
2. *Eoendothyra communis* (Rauser), обн. 0806, сл. 61, обр. 0806-61/1ш, фаменский ярус.
3. *Septatournayella* sp., обн. 0806, сл. 67, обр. 0806-67/2ш, верхнетурнейский подъярус.
4. *Septatournayella segmentata* (Dain), обн. 0806, сл. 176, обр. 0806-176/1к, верхнетурнейский подъярус.
5. *Quasiendothyra kobeitusana* (Rauser), обн. 0806, сл. 170, обр. 0806-170/1к, верхнефаменский подъярус, слои с *Quasiendothyra kobeitusana*.
6. *Eoendothyra communis* (Rauser), обн. 0806, сл. 172, обр. 0806-172/2, верхнефаменский подъярус, слои с *Quasiendothyra kobeitusana*.
7. *Eoendothyra regularis* (Lip.), обн. 0806, сл. 172, обр. 0806-172/2, верхнефаменский подъярус, слои с *Quasiendothyra kobeitusana*.
8. *Septabrunkiina donica* Lip., обн. 0806, сл. 172, обр. 0806-172/2, верхнефаменский подъярус, слои с *Quasiendothyra kobeitusana*.
9. *Tuberendothyra* ex gr. *tuberculata* Lipina, обн. 0806, сл. 178, обр. 0806-178/2ш, верхнетурнейский подъярус.
10. *Chernyshinella* ex gr. *glomiformis* (Lipina), обн. 0806, сл. 176, обр. 0806-176/1к, верхнетурнейский подъярус.
11. *Palaeospirolectammina* cf. *tchernyshinensis* (Lipina), обн. 0806, сл. 180, обр. 0806-180/2ш, верхнетурнейский подъярус.
- 12, 13. *Pojarkovella nibelis* (Durkina), обн. 0806, сл. 237, обр. 0806-237/1к, серпуховский ярус.
14. *Polygnathus experplexus* Sandberg et Ziegler, Pa элемент, обн. 0806, слой 53, обр. 0806-53/1к, фаменский ярус.
15. *Palmatolepis stoppeli* Sandberg et Ziegler, Pa элемент, обн. 0806, слой 50, обр. 0806-50/2к, фаменский ярус.
16. *Polygnathus radina* Cooper, Pa элемент, обн. 0806, слой 75, обр. 0806-75/1к, верхнетурнейский подъярус.
17. *Mestognathus convexus* Jenkins, Pa элемент, вид сбоку, обн. 0806, слой 256, обр. 0806-256/2к, серпуховский ярус.
18. *Hindeodus albus* (Deulin), Pa элемент, обн. 0806, слой 46, обр. 0806-46/1к, фаменский ярус.
19. *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl, Pa элемент, вид снизу, обн. 0806, слой 173, обр. 0806-173/1к, фаменский ярус.

Конодонты

Конодонтовые элементы в разрезе малочисленны и представлены, преимущественно, мелководными формами (см. рис. 4). Сохранность и полнота конодонтовых комплексов оценивается как удовлетворительная. Большая часть конодонтовых комплексов не несет следов существенной гидродинамической сортировки. Комплексы со следами переотложения аллохтонных обломков S и M элементов предполагаются в слоях 62, 67 и 166. При этом таксономическая структура конодонтовых ассоциаций позволяет предполагать низкую вероятность диахронного переотложения конодонтовых элементов, и, соответственно, дает возможность корректной биостратиграфической интерпретации.

В разрезе на р. Талота по конодонтам выделены аналоги зоны *marginifera* (слои 2 – 50) с комплексом конодонтов *Polygnathus fallax* Helms et Wolska, *P. tinus* Pazukhin, *P. glaber* Ulrich et Bassler, *P. pseudobrevilaminus* Vorontsova, *Palmatolepis stoppeli* Sandberg et Ziegler, *Hindeodus albus* (Deulin), *Mehlina strigosa* (Branson et Mehl); аналоги зоны *expansa* (слои 51 – 57 и 160 -

166) с конодонтами *Polygnathus experplexus* Sandberg et Ziegler, *P.perplexus* Thomas, *Bispathodus bispathodus* Ziegler; аналоги зон верхняя *expansa – praesulcata* (слои 173) с конодонтами *P.communis shangmiaobeiensis* Qin, Zhao et Ji и *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M1; аналоги зон верхняя *duplicata – isosticha* (слои 67 – 75 и 176 – 180) с комплексом конодонтов *Siphonodella semichatovae* Kononova et Lipnjagov M2, *S.cooperi* Hass, *S.obsoleta* Hass, *Polygnathus radina* Cooper; аналоги зон *bilineatus – nodosa* (слои 185 – 207) с конодонтовым комплексом *Hindeodus cristulus* (Youngquist et Miller), *Hindeodontoides spiculus* (Youngquis et Miller), *Mestognathus convexus* Jenkins, *Cavusgnathus convexus* Rexroad, *Gnathodus girtyi meischneri* Austin et Husri. Комплекс конодонтов, найденный в слое 256 (*Mestognathus bipluti* Higgins, *M.convexus* Jenkins, *Kladognathus tenius* (Branson et Mehl), *Gnathodus girtyi collinsoni* Rhodes, Austin et Druce, *G.girtyi simplex* Dunn) отвечает верхневизейско-нижнесерпуховскому интервалу.

Таким образом, биостратиграфический анализ комплексов конодонтов и фораминифер дал возможность выделить в изученной части разреза интервалы, отвечающие фамене (аналоги конодонтовых зон *marginifera – praesulcata*, слои с фораминиферми *Eoendothyra communis* и *Quasiendothyra kobeitusana*), верхнему турне (аналоги конодонтовых зон верхняя *duplicata ? – quadruplicata*, слои с фораминиферами *Palaeospiroplectamina*), верхнему визе (аналоги конодонтовых зон *bilineatus - nodosa*) и серпухову. Нижнетурнейские и нижневизейские отложения вероятно размывы. При этом двухкратное повторение в разрезе последовательности верхнедевонских и нижнекаменноугольных биостратиграфических подразделений позволяет предполагать тектоническое сдвоение разреза по надвигу.

Магнитные свойства пород

Магнитные свойства горных пород значительно изменяются в изученном разрезе. Так, значения естественной остаточной намагниченности лежат в пределах $5 \cdot 10^{-6}$ - $5 \cdot 10^{-4}$ А/м, а магнитной восприимчивости – $-7 \cdot 10^{-6}$ - $6 \cdot 10^{-6}$ ед.СИ. Необходимо отметить, что, несмотря на такие существенные изменения магнитных свойств, все изученные породы являются слабомагнитными. Низкие значения магнитной восприимчивости связаны, видимо, с наличием в породах диамагнитных карбонатов. Судя по кривым зависимости магнитной восприимчивости от температуры, основным минералом-носителем J_n является магнетит (рис. 5), кроме этого, во многих образцах присутствуют магнитные минералы (окислы и сульфиды железа) с низкими точками Кюри (менее 400°C). После прогрева выше температуры 400°C, а для части образцов после 200-300°C, эти минералы разрушаются, что приводит к увеличению магнитной восприимчивости в 2-5 раз, а это, в свою очередь – к

резкому возрастанию вязкой намагниченности. Размагничивание этих образцов после таких изменений приходилось прекращать.

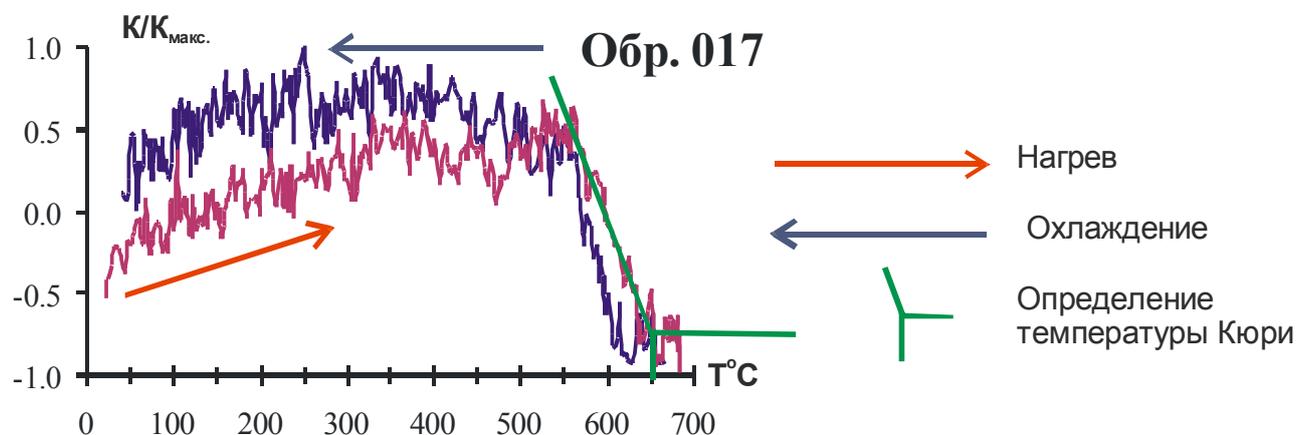


Рис. 5. Зависимость магнитной восприимчивости от температуры в процессе нагрева и охлаждения и определение температуры Кюри магнитных минералов

Компонентный анализ остаточной намагниченности пород

Для выделения компонент естественной остаточной намагниченности все образцы подверглись терморазмагничиванию. Кроме этого, дубли некоторых образцов были размагничены переменным магнитным полем. Оба метода дали одинаковый компонентный состав J_n и близкие направления разрушенных компонент намагниченности. На рис. 6 представлены характерные примеры поведения вектора J_n в ходе термомагнитной чистки.

По компонентному составу все образцы можно разделить на три части:

1. Намагниченность первой части образцов однокомпонентная (компонента *A*). В этих образцах единственная компонента *A* разрушается во всем спектре деблокирующих воздействий (температур и амплитуд переменного магнитного поля), имеет прямую полярность, направлена в начало координат на диаграмме Зийдервельда, а ее направление близко направлению геомагнитного поля в точке отбора образцов ($D=0^{\circ}$, $I=79^{\circ}$) – рис.6, обр.018, обнажение 0803, слой 8.

2. Во второй части образцов намагниченность имеет двухкомпонентный состав. Компонента *A* в этом случае всегда является низкотемпературной (низкокоэрцитивной) – разрушается в интервале температур 100-300 $^{\circ}\text{C}$.

Оставшаяся после ее разрушения высокотемпературная (высококоэрцитивная) часть J_n (компонента *B*) имеет высокие наклонения только обратной полярности – рис. 6, обр.014, обнажение 0803, слой 6.

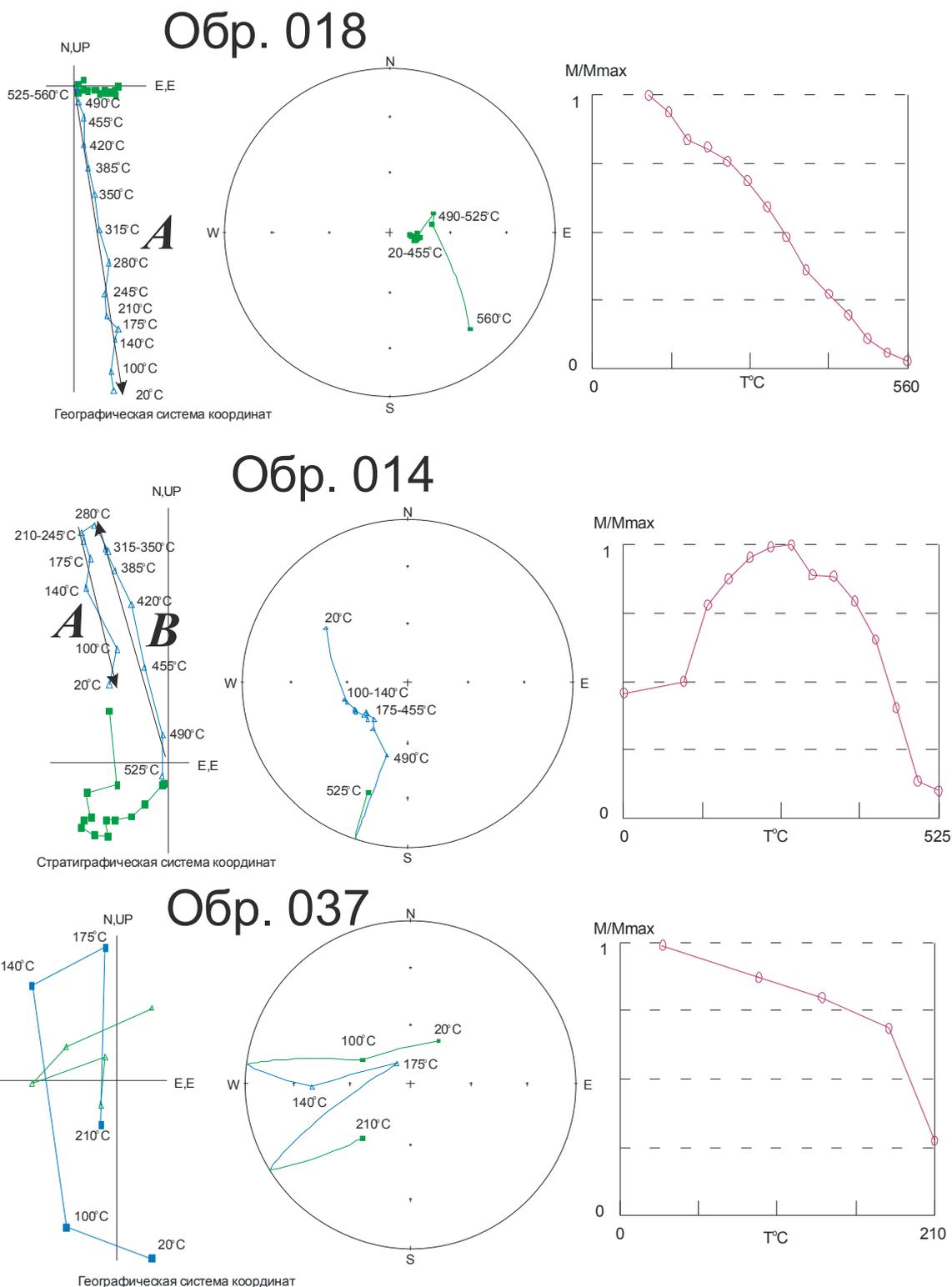


Рис. 6. Примеры размагничивания образцов горных пород

Слева направо: диаграмма Зийдверльда (синие треугольники – проекция вектора на вертикальную меридиональную плоскость, зеленые квадраты – проекция вектора на горизонтальную плоскость); стереопроекция направлений (синие треугольники – проекции векторов на верхнюю полусферу, зеленые квадраты – проекции векторов на нижнюю полусферу); графики изменения величины естественной остаточной намагниченности в ходе размагничивания.

На диаграммах Зийдверльда буквой указано название обсуждаемых в тексте компонент намагниченности, стрелкой показано их направление.

3. В эту группу входят образцы, имеющие, как правило, очень низкие величины J_n и хаотичное поведение вектора намагниченности в процессе чистки, что не позволяет обоснованно выделить ни одной компоненты намагниченности в этом случае – рис. 6, обр.037, обнажение 0804, слой 1.

Интерпретация результатов

Как указывалось выше, направление компоненты *A* близко направлению геомагнитного поля в точке отбора образцов. Распределение и среднее направление этой компоненты в географической системе координат приведено на рис. 7, а статистические параметры в географической и стратиграфической системах координат – в табл. 1 (№1). Статистика в таблице приводится на уровне штуфов. То есть, если в одном штуфе было использовано несколько образцов, то на первом этапе анализа вычислялось среднее для штуфа направление компонент, выделенных в этих образцах.

Как видно, компонента *A* имеет лучшую статистику в географической системе координат, тест складки [Enkin, 1994] дает отрицательный результат. То есть, эта намагниченность возникла после складкообразования. Этот факт, а также близость среднего направления компоненты *A* направлению геомагнитного поля в точке отбора образцов позволяют предположить современную вязкую природу этой намагниченности. Эта компонента присутствует практически во всех изученных образцах – в 442 из 473 отобранных во время полевых работ.

Распределение и среднее направление компоненты *B* для всего разреза в стратиграфической системе координат приведено на рис. 7, а его статистические параметры в географической и стратиграфической системах координат – в табл. 1 (№2). Максимальная кучность этой компоненты достигается в стратиграфической системе координат, тест складки [Enkin, 1994] дает положительный результат. Это значит, что данная намагниченность возникла при одинаковом пространственном положении плоскостей напластования. Компонента *B* выделена в половине коллекции – в 238 образцах из 473.

Интересным представляется факт, что ее отсутствие приурочено к зонам деформаций (разломов, надвигов, смятий, трещиноватости), непосредственно наблюдавшихся в разрезе, а также к верхней части разреза, обнажающейся вблизи берега моря. Такая корреляция выглядит достаточно закономерной – компонента *B* в этих частях разреза уничтожена молодыми (современными) гипергенными воздействиями. Отсутствие компоненты *B* в зонах деформаций позволяет разбить весь разрез на участки, ограниченные этими деформациями (рис. 8).

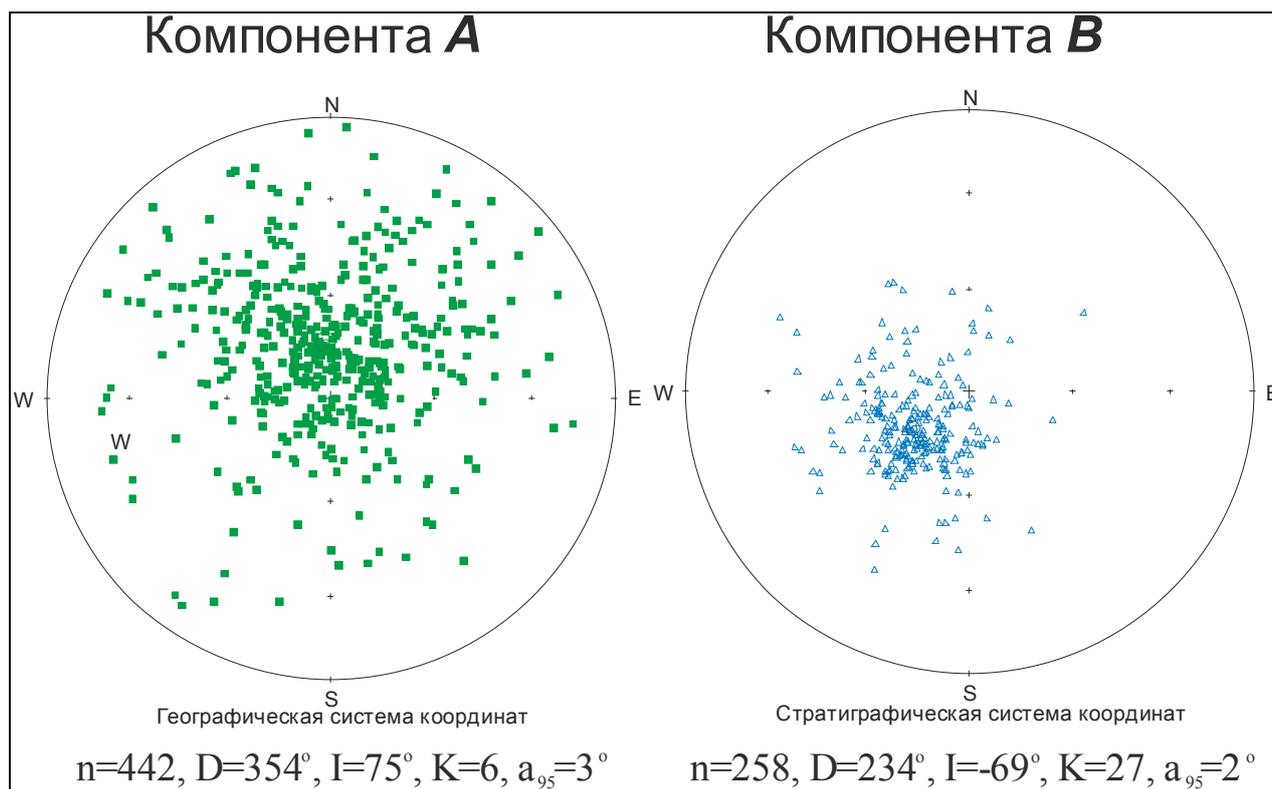


Рис. 7. Распределение направлений компоненты А в географической системе координат и компоненты В в стратиграфической системе координат для всего разреза

Синие треугольники – проекции векторов на верхнюю полусферу, зеленые квадраты – проекции векторов на нижнюю полусферу.

Таблица 1

Средние направления выделенных компонент намагниченности

№	компонента	N	Dg	Ig	kg	α_{95g}	Ds	I	ks	α_{95S}	
1	А, весь разрез	442	354.3	74.6	5.6	3.1	21.2	55.0	5.6	3.1	FT-
2	В, весь разрез	238	324.2	-86.1	26.6	1.8	233.5	-69.4	26.6	1.8	FT+
3	В, обнажения 0801-0805	30	254.6	-83.2	36.6	4.4	227.1	-68.2	36.6	4.4	FT-
4	В, обн. 0806, сл. 1-21 - часть 1	24	237.7	-88.6	72.4	3.5	225.3	-70.0	72.4	3.5	FT-
5	В, обн. 0806, сл. 22-67 - часть 2	39	240.4	-88.1	84.9	2.5	226.7	-67.7	84.9	2.5	FT-
6	В, обн. 0806, сл. 67-80 - часть 3	18	274.4	-87.6	60	4.5	226.7	-69.2	60.0	4.5	FT+
7	В, обн. 0806, сл. 80-88 - часть 4	13	302.6	-86.8	53.8	5.7	233.9	-69.2	53.8	5.7	FT?
8	В, обн. 0806, сл. 89-137 - часть 5	37	3.2	-85.3	32.4	4.2	232.5	-71.7	32.4	4.2	FT?
9	В, обн. 0806, сл. 138-149 - часть 6	5	339.4	-84.9	123.9	6.9	231.1	-71.3	123.9	6.9	FT?
10	В, обн. 0806, сл. 155-256 - часть 8	54	348.4	-78.7	19.5	4.5	248.8	-68.8	19.5	4.5	FT+
11	В, среднее для 3-10	8	316.0	-86.7	293.4	3.2	231.5	-69.7	704.7	2.1	FT+

N – число направлений, участвующих в статистике, D – склонение, I – наклонение, k – кучность, α_{95} – радиус круга доверия для вероятности 95%. Индекс g обозначает географическую, s – стратиграфическую систему координат.

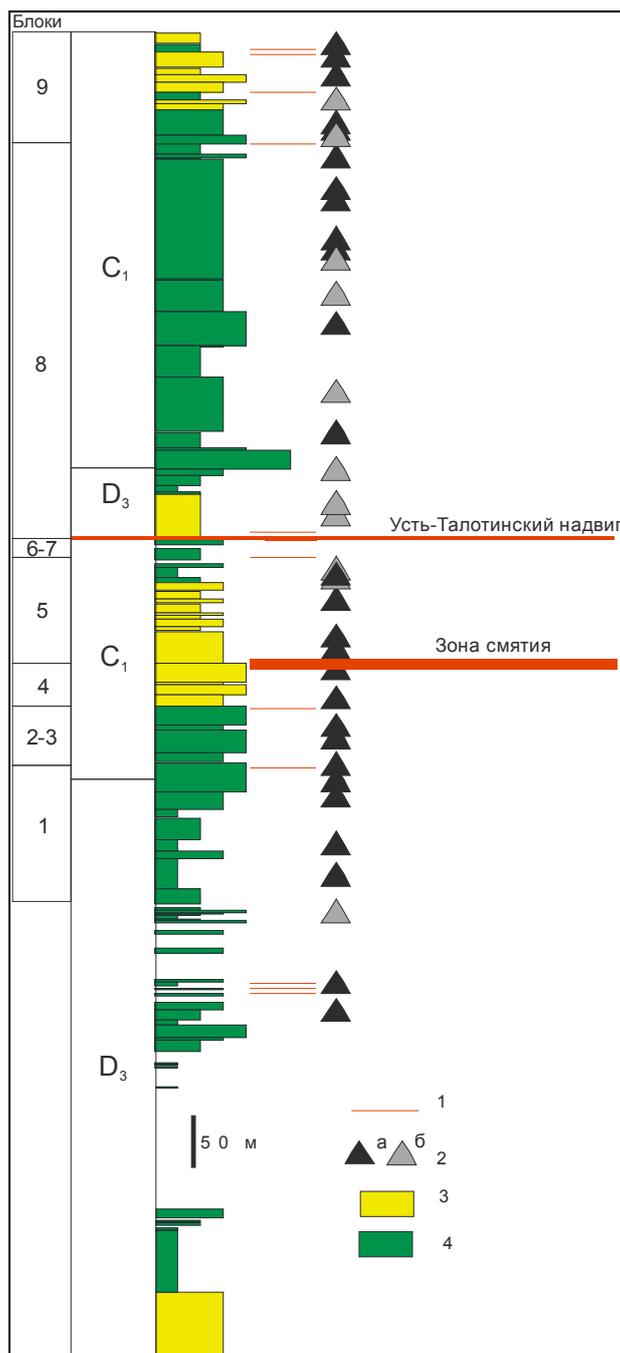


Рис. 8. Распределение проявлений битумов в разрезе на р. Талота

1 – тектонические нарушения, границы блоков; 2 – битумопроявления: а – макро, б – микро; 3 – преимущественно доломиты; 4 – преимущественно известняки.

Средние направления и статистика компоненты ***B*** для этих участков приведены в табл. 1 (№3-10), а распределение этих средних в различных системах координат показано на рис. 9. Как видно из таблицы, внутри каждого участка тест складки может иметь отрицательный, неопределенный и положительный результат. Наиболее важным кажется тот факт, что тест складки, выполненный на уровне участков разреза, дает положительный результат табл. 1 (№11) – соотношение кучностей в географической и стратиграфической системах координат

– 293 и 704 соответственно. Это указывает на то, что намагничивание **B**–направлением происходило до проявления надвиговых деформаций. Кроме этого из таблицы и рис. 9 видно, что склонение среднего направления компоненты **B** аллохтона отличается от склонения очень кучной группы направлений паравтохтона на угол порядка 20° . Это, очевидно, связано с относительным поворотом аллохтона по часовой стрелке на этот угол во время надвигообразования.

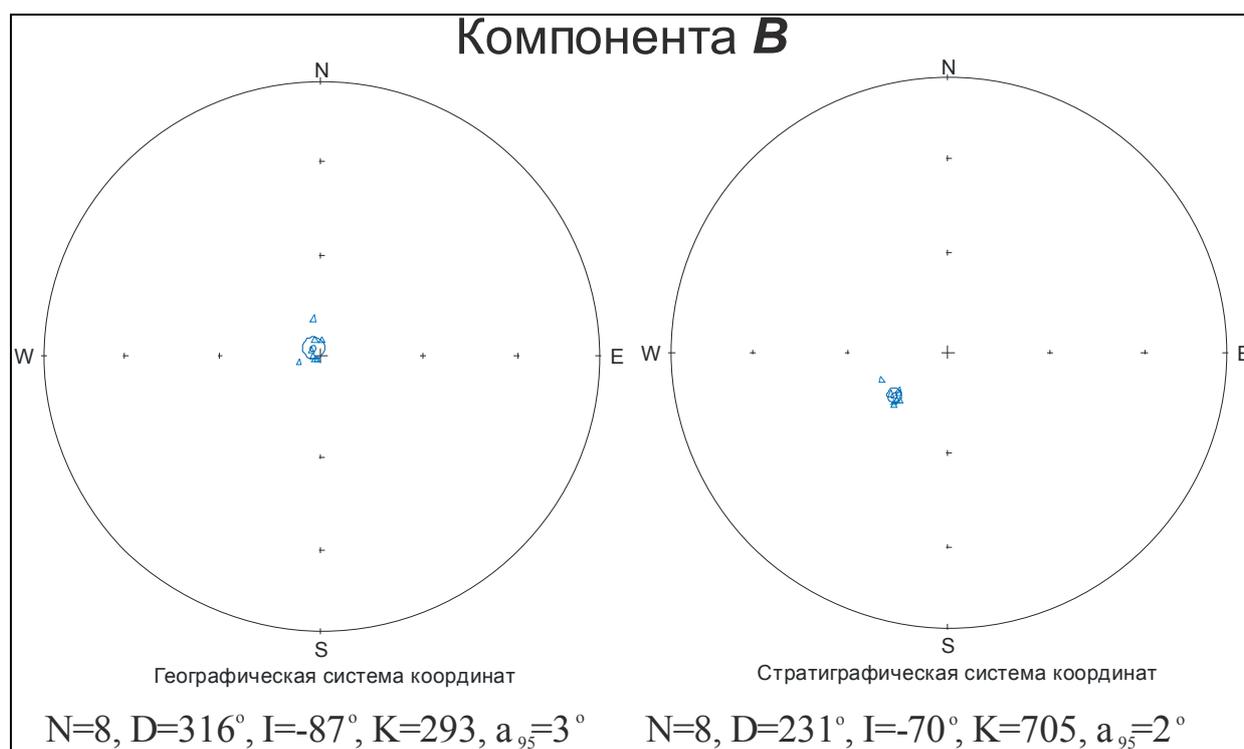


Рис. 9. Распределение средних направлений компоненты **B в географической и стратиграфической системах координат**

Для различных участков разреза (пояснения в тексте).

Палеомагнитный полюс, соответствующий компоненте **B** ($N=238, 61^\circ N, 150^\circ E, dp/dm=3^\circ/3^\circ$) – табл. 1 (№2), находится в области распределения полюсов для широко распространенной на северо-западе Русской платформы наложенной (вторичной) намагниченности, возраст которой считается триасовым. Эта намагниченность биполярна, прямая и обратная полярности подчас присутствуют в одном разрезе, отражая длительный процесс её формирования в условиях инвертирующего геомагнитного поля в триасе. **B**–компонента в породах разреза Талота, однако, монополярна. Считая её триасовой, придется допустить, что она образовалась – во всем разрезе – за время, меньшее характерного времени между геомагнитными инверсиями. В триасе оно было меньше 1 млн. лет. В такой срок плохо укладываются возможные процессы наложенного намагничивания (за исключением,

пожалуй, связанные с поверхностным выветриванием). Поэтому необходимо рассмотреть возможность более раннего возникновения \mathbf{B} -компоненты во время длительного (в течение 60 млн. лет) существования геомагнитного поля обратной полярности – т.е. во время гиперхрона Киама ($C_2 - P_2$).

Такое перемагничивание также очень широко распространено на всей Русской платформе и ее обрамлении. Середина гиперзоны Киама (316-260 млн. лет) соответствует ассельскому ярусу, по которому наилучшие результаты получены в Донбассе: полюс $43^\circ N$, $164^\circ E$, $dp/dm=2^\circ/3^\circ$. Соответствующее этому полюсу ожидаемое направление \mathbf{B} -компоненты в районе отбора будет $D_o=240^\circ$, $I_o=-54^\circ$ (для обратной полярности), тогда как наблюдаемое $D=233.5^\circ$, $I=-69.4^\circ$. Расхождение это можно объяснить, предположив, что намагничивались уже наклоненные слои. Азимут и угол падения слоев в то время определяются путем совмещения ожидаемого направления с наблюдаемым для \mathbf{B} -компоненты (задача, обратная переводу направлений из горизонтальной системы координат (географической) в стратиграфическую; при этом ожидаемое направление – аналог направления в географической системе, а наблюдаемое – в стратиграфической). Выполнение этой операции дает элементы залегания в момент \mathbf{B} -намагничивания: азимут падения 250° , угол падения 16° , рис. 10.

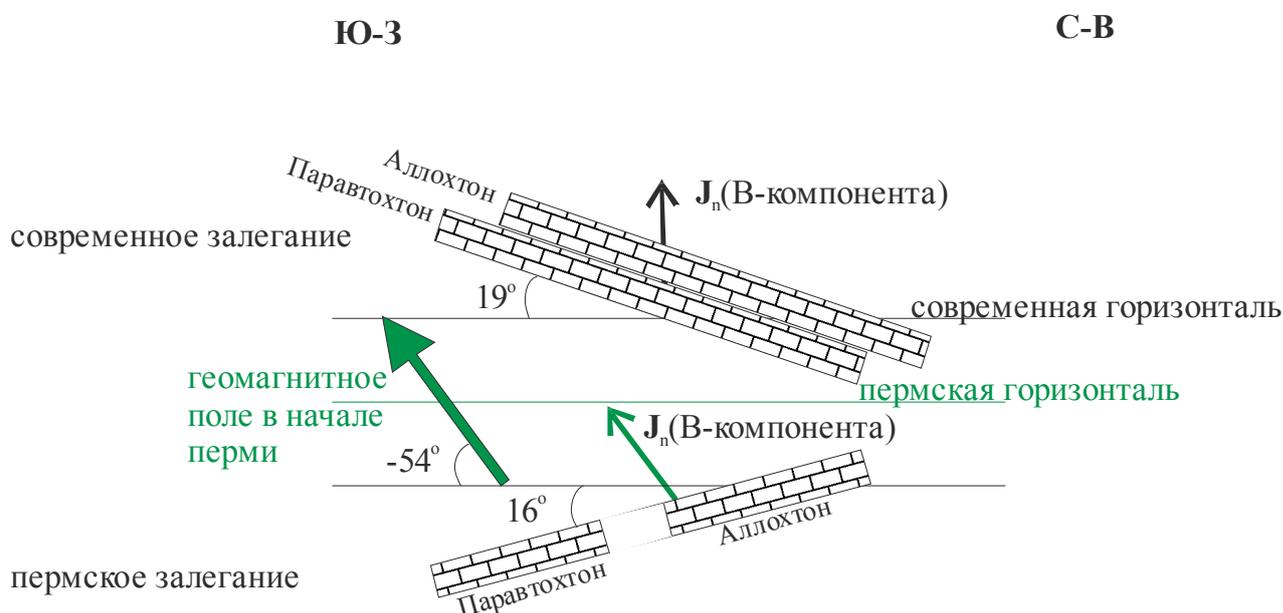


Рис. 10. Интерпретация полученных палеомагнитных данных

Задачу можно усложнить, предположив ещё и характерный для региона послетриасовый поворот структур против часовой стрелки. Его величина может быть оценена путем минимизации расстояния между наблюдаемым и ожидаемым направлениями

и между палеомагнитными полюсами. Минимумам этих различий соответствуют значения $D=240^\circ$, $I=-69^\circ$ и $\Phi 61^\circ N$, $\Lambda 149^\circ E$ для наблюдаемых направления **B**-компоненты и полюса и поворот структур против часовой стрелки на 7° . Выполнив ту же операцию совмещения ожидаемого направления **B**-компоненты с теперь уже повернутым наблюдаемым, получим элементы залегания слоев во время формирования **B**-компоненты: азимут падения 240° , угол падения 15° . До поворота они были: азимут 250° , угол 16° (учет поворота изменил элементы залегания не существенно).

Таким образом, в начале перми изучаемая структура представляла собой северо-восточный (в современных географических координатах) борт впадины. Породы, вероятно, находились на значительной глубине (это обеспечивало перемагничивание и формирование стабильной **B**-компоненты - CRM (химической) или VTRM (термовязкой); палеотемпературы, оценённые по индексам окраски конодонтов, лежат в пределах $70-130^\circ C$). Паравтохтон и аллохтон находились на некотором удалении друг от друга, аллохтон был развернут относительно паравтохтона, и оба блока были наклонены на северо-запад под углом 15° . Последующая перестройка структуры, вероятно, связана с общим поднятием, формированием надвигов, во время которого аллохтон был повернут относительно паравтохтона на 20° по часовой стрелке, и общим наклоном структуры на северо-восток (сейчас элементы залегания пород составляют $Az. 0-40$, угол $10-30^\circ$).

В качестве альтернативной можно рассматривать модель, предполагающую значительное сокращение расстояния между структурами региона и Русской платформы в послепермское время, т. е. считать эти структуры принадлежащими экзотическому террейну, располагавшемуся в перми далеко на востоке (в современных координатах) от нынешнего положения. Однако, оцененный по положениям наблюдаемого и ожидаемого полюсов масштаб перемещения террейна 18° (~ 2000 км) кажется слишком большим и не согласуется с тектоническими реконструкциями, выполненными В.В. Юдиным [Юдин, 1993]. Тем не менее, возможность таких перемещений, может быть меньшего масштаба, исключать не следует, так как геологические наблюдения прямо указывают на значительные сокращения земной коры на северо-восточной окраине Тимано-Печорской плиты. Если удастся независимым путем определить масштаб этих сокращений, окажется возможным ввести поправки в параметры первой («локальной») модели и построить синтетическую модель, описывающую девонско-триасовую историю тектонического развития исследуемой структуры.

Стратиграфическое изучение обнажений по левому берегу р. Талота показало, что при кажущемся согласном моноклинальном залегании карбонатных верхнефаменско-серпуховских отложений (Аз.п. магн. 0° - 42° , угол п. 10° - 30°) имеет место тектонически обусловленное повторение существенной части разреза. Данные по конодонтам и фораминиферам позволяют датировать паравтохтонную часть разреза ранним фаменом – поздним визе, а аллохтонную – поздним фаменом – поздним серпуховым (рис. 11). Интерпретация материалов космofотосъемки позволяет проследить выявленные разрывные нарушения по площади (см. рис. 1).

Битумопроявления и гипергенные процессы

Максимальные битумопроявления в разрезе на р. Талота приурочены к верхневизейско-серпуховскому интервалу и сконцентрированы, преимущественно, в поднадвиговой зоне в паравтохтоне и в верхней части верхневизейско-серпуховских отложений в аллохтоне (рис. 8). Отмечены как макро- (первые сантиметры), так и микровключения (десятые доли миллиметра) битума, приуроченные к трещинам, кавернам и пористым органическим остаткам (колониям кораллов).

Верхняя часть разреза, приближенная к современной береговой линии Баренцева моря, характеризуется повышенной доломитистостью, что может быть связано с современными процессами доломитизации известняков, происходящими в области смешивания пресной и морской воды. Это предположение подтверждается отсутствием древней **B**-компоненты остаточной намагниченности в этой части разреза (см. выше).

Заключение

Впервые выполненное детальное комплексное изучение разреза верхнего девона – нижнего карбона на р. Талота позволило получить новые геологические данные. Биостратиграфически доказано тектоническое сдвоение разреза по зоне надвига (элементы залегания сместителя – Аз.п. ист. 28° , угол п. 10°). Паравтохтонная и аллохтонная части разреза датированы по фораминиферам и конодонтам. В паравтохтоне присутствуют раннефаменско-поздневизейские отложения, а в аллохтоне – позднефаменско-серпуховские. Установлено наличие в разрезе перерывов, отвечающих нижнему турне и нижнему визе.

Выявлено присутствие древней вторичной доскладчатой компоненты намагниченности, приуроченной к определенным частям разреза, что обусловлено тектоническими и гипергенными процессами. Направление этой намагниченности позволило реконструировать доскладчатое (среднепалеозойское) положение аллохтона и паравтохтона.

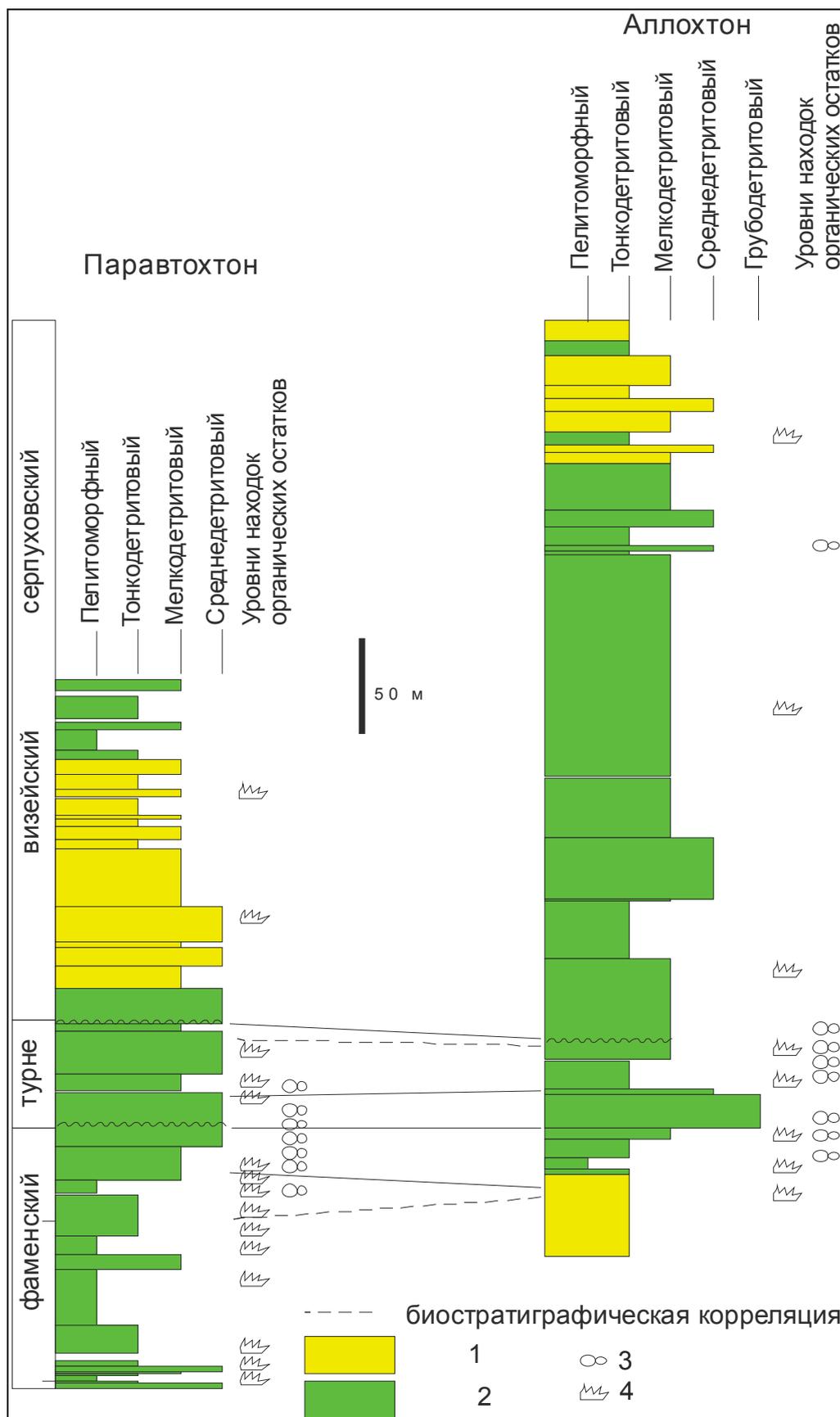


Рис. 11. Обобщенные колонки паравтохтонной и аллохтонной частей опорного разреза на р. Талота и их корреляция

1 – доломит; 2 – известняк; 3 – фораминиферы; 4 – конодонты.

Авторы выражают искреннюю благодарность А.В. Даниловой (ВНИГРИ) за содействие в проведении полевых исследований, А.В. Шостаку (ВНИГРИ) за помощь в камеральной обработке микропалеонтологических и литологических образцов, К.Г. Павловой, Р.А. Комиссаровой и В.А. Томше за измерения палеомагнитных коллекций.

Литература

Дополнение к стратиграфическому кодексу 1992 года. – СПб.: МСК. - 2000.

Журавлев А.В. Гистология и микроскульптура позднепалеозойских конодонтовых элементов. - СПб: Геосорвис Плюс. - 2002. - 94 с.

Журавлев А.В., Еременко Н.М., Вевель Я.А., Николаев А.И., Храмов А.Н., Иосифиди А.Г., Попов В.В., Комиссарова Р.А., Томша В.А., Павлова К.Г., Данилова А.В., Сальная Н.В. Новые данные о геологическом строении севера Талотинского вала (нижнее течение р. Талота) // Материалы XV Геологического Съезда Республики Коми. - Сыктывкар. - 2009.

Задачи и правила изучения и описания опорных стратиграфических разрезов. Инструкция. / Н.Н.Предтеченский. - Л. - 1983. - 33 с.

Кочегура В.В. Применение палеомагнитных методов при геологической съемке шельфа. Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50 000. – СПб.: ВСЕГЕИ. – 1992. - 144 с.

Латина Н.Н., Трошина М.К. Карбон севера Большеземельской тундры // ДАН СССР – 1959. – Т.128. - № 2. - С. 366-368.

Палеомагнитология / Храмов А.Н. и др. – Л.: Недра. – 1982. - 312 с.

Чермных В.А. Стратиграфия карбона севера Урала. - Л.: Наука. - 1976. - 303 с.

Юдин В.В. Орогенез Севера Урала и Пай-Хоя. – Екатеринбург. - 1994. - 286 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.

Khramov A.N., Goncharov G.I., Komissarova R.A., Pisarevsky S.A., Pogarskaya I.A., Rodionov V.P., Rzhnevsky Yu.S., Slautsitais I.P. //Paleomagnetology. - Springer - Verlag, Heidelberg - 1987. - 312 p.

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

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

Eremenko N.M., Zhuravlev A.V., Iosifidi A.G., Popov V.V., Khramov A.N., Vevel Ya.A., Nikolaev A.I.

All Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St.-Petersburg, Russia
micropalaeontology@gmail.com

UPPER DEVONIAN – LOWER CARBONIFEROUS KEY SEQUENCE ON THE TALOTA RIVER, TIMAN-PECHORA PROVINCE – RESULTS OF LITHOLOGIC, BIOSTRATIGRAPHIC AND PALEOMAGNETIC RESEARCHES

The results of complex studying the Upper Devonian – Lower Carboniferous key sequence on the Talota river (north of the Vashutkino-Talota zone of overthrusts, Timan-Pechora province) are presented. The tectonic twinning of the sequence on the zone of overthrusts is proved by biostratigraphy data. The parautochthonous and allochthonous parts of the sequence are dated by foraminifera and conodonts. The first part contains Early Famennian-Late Viséan deposits, the second part – Late Famennian-Serpukhovsk deposits. Breaks in sedimentations are established in the Lower Tournaisian and Lower Viséan. The presence of an ancient secondary prefolded component of magnetization, confined to the definite parts of the sequence and caused by tectonic and hypergene processes, is established. The direction of this magnetization allowed reconstructing the prefolded (Middle Paleozoic) position of the allochthone and parautochthone.

Key words: Upper Devonian, Lower Carboniferous, key sequence, Timan-Pechora province, stratigraphy, paleomagnetology, tectonics.

References

- Dopolnenie k stratigrafičeskomu kodeksu 1992 goda. – SPb.: MSK. - 2000.
- Žuravlev A.V. Gistologiâ i mikroskul'ptura pozdnepaleozojskikh konodontovyh èlementov. - SPb: Geoseorvis Plûs. - 2002. - 94 s.
- Žuravlev A.V., Eremenko N.M., Vevel' Â.A., Nikolaev A.I., Hramov A.N., Iosifidi A.G., Popov V.V., Komissarova R.A., Tomša V.A., Pavlova K.G., Danilova A.V., Sal'naâ N.V. Novye dannye o geologičeskom stroenii severa Talotinskogo vala (nižnee tečenie r. Talota) // Materialy XV Geologičeskogo S"ezda Respubliki Komi. - Syktyvkar. - 2009.
- Zadači i pravila izučeniâ i opisaniâ opornyh stratigrafičeskikh razrezov. Instrukciâ. / N.N.Predtečenskij. - L. - 1983. - 33 s.
- Kočegura V.V. Primenenie paleomagnetnyh metodov pri geologičeskoj s"emke šel'fa. Metodičeskoe posobie po geologičeskoj s"emke masštaba 1:50 000. – SPb.: VSEGEI. – 1992. - 144 s.
- Lapina N.N., Trošina M.K. Karbon severa Bol'shezemel'skoj tundry // DAN SSSR – 1959. – T.128. - # 2. - S. 366-368.
- Paleomagnetologiâ / Hramov A.N. i dr. – L.: Nedra. – 1982. - 312 s.
- Čermnyh V.A. Stratigrafiâ karbona severa Urala. - L.: Nauka. - 1976. - 303 s.
- Ūdin V.V. Orogenez Severa Urala i Paj-Hoâ. – Ekaterinburg. - 1994. - 286 s.