

УДК 234.851 (551.735.1+551.735.15):550.42  
DOI 10.19110/1994-5655-2020-1-28-34

**Е.С. ПОНОМАРЕНКО\*, Р.М. ИВАНОВА\*\*,  
И.В. СМОЛЕВА\***

**ЛИТОЛОГИЯ,  
БИО- И ХЕМОСТРАТИГРАФИЯ  
ВЕРХНЕСЕРПУХОВСКО-  
НИЖНЕБАШКИРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
В РАЗРЕЗЕ ПАЧА-ШОР  
(Р. ИЛЫЧ, СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)**

*\*Институт геологии им. акад. Н.П. Юшкина  
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар*

*\*\*Институт геологии и геохимии  
им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН,  
г. Екатеринбург*

*\*[esponomarenko@geo.komisc.ru](mailto:esponomarenko@geo.komisc.ru)  
\*\*[ivanovarm@igg.uran.ru](mailto:ivanovarm@igg.uran.ru)*

**E.S. PONOMARENKO\*, R.M. IVANOVA\*\*,  
I.V. SMOLEVA\***

**LITHOLOGY,  
BIO- AND CHEMOSTRATIGRAPHY  
OF THE UPPER SERPUKHOVIAN-  
LOWER BASHKIRIAN DEPOSITS  
IN THE PACHA-SHOR SECTION  
(ILYCH RIVER, NORTHERN URALS)**

*\*N.P.Yushkin Institute of Geology,  
Federal Research Centre Komi Science Centre,  
Ural Branch, RAS,  
Syktывkar*

*\*\*A.N. Zavaritsky Institute  
of Geology and Geochemistry, Ural Branch,  
RAS, Ekaterinburg*

**Аннотация**

В статье рассмотрены биостратиграфия, литология и изотопный состав углерода верхнесерпуховского и нижнебашкирского подъярусов в разрезе Пача-Шор на р. Илыч, Северный Урал. Установлено утяжеление изотопного состава углерода между суранским и акавасским горизонтами башкирского яруса, что совпадает с изменением типов пород и, следовательно, со сменой условий осадконакопления. В то же время изучение изотопного состава углерода отдельных компонентов породы выявили разные значения  $\delta^{13}\text{C}$  между микробными сгустками и карбонатом створок брахиопод.

**Ключевые слова:**

*башкирский ярус, биостратиграфия, изотопия, карбонатные породы, брахиоподы*

**Abstract**

The trend of increase in the carbon isotopic composition at the Bashkirian base is noted in many sections of the world. However, detailed works in the Urals show that this trend does not always coincide with the Serpukhovian/Bashkirian boundary. Biostratigraphic, lithological and isotopic analysis of the Upper Serpukhovian and Lower Bashkirian deposits in the Pacha-Shor section of the Northern Urals revealed the main variations of the carbon isotopic composition ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ). In the Protvian-Suranskian interval, represented by the brachiopod-microbial organogenic buildup, a gradual decrease of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  from 2.10‰ to 0.35‰ is noted. Between Suranskian and Akavaskian horizons, the carbon isotopic composition increased. On the Akavaskian-Askynbashskian interval, represented by bedded bioclastic and algal limestones, a gradual decrease of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  from 2.71‰ to 1.36‰ is noted. This indicates that the carbon isotopic composition increase in the Pacha-Shor section at the Suranskian-Akavaskian boundary is the result of changing sedimentation conditions from semi-isolated lagoons to open-marine environments. At the same time, the carbon isotopic composition analysis of the individual components of the limestone sample (Suranskian horizon) showed higher values in the carbonate of brachiopod shells ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{brach}}=1.9-4.79\%$ ), while in individual components  $\delta^{13}\text{C}_{\text{comp}}$  vary within 0.07-0.5‰. These data clearly indicate that the carbon isotopic values of the entire rock and the brachiopod shell carbonate can have significant differences. The explanation of this fact should be the subject of future research.

**Keywords:**

*Bashkirian stage, biostratigraphy, isotopy, carbonate rocks, brachiopods*

**Введение**

Граница серпуховского и башкирского ярусов совпадает с границей нижнего и среднего отделов каменноугольной системы ОСШ и миссисипской и пенсильванской подсистем Международной страти-

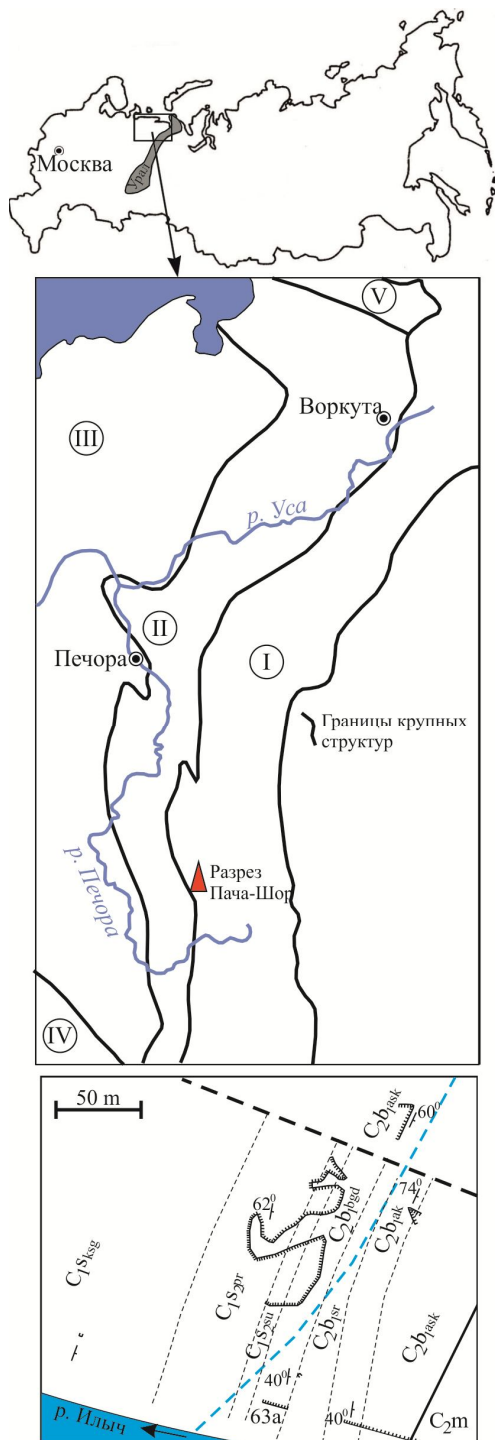


Рис. 1. Месторасположение разреза Пача-Шор. I – Уральская складчатая система; II – Предуральский краевой прогиб; III – Печорская синеклиза; IV – Тиман; V – Пай-Хой. Внизу: карта-схема приустьевое участка сухого ручья Пача-Шор. Тонкие пунктирные линии – границы между стратиграфическими подразделениями; жирные линии – тектонические нарушения.

Fig. 1. Location of the Pacha-Shor section. 1 – Urals folded system; II – Pre-Ural foredeep; III – Pechora syncline; IV – Timan; V – Pay-Khoy. Down below: map-diagram of the estuary section of the dry stream Pacha-Shor. Thin dotted lines represent boundaries between stratigraphic divisions; bold lines represent tectonic disturbances.

графической шкалы. Широкое развитие и использование изотопного состава углерода и кислорода в последние несколько десятилетий позволило установить во многих разрезах положительную аномалию в пограничных отложениях миссисипия и пенсильвания [1–5 и др]. Но этот уровень не всегда совпадает с биостратиграфической границей серпуховского и башкирского ярусов, как это показано на примере гипостратиграфического разреза на р. Аскын, Башкортостан [6]. По мнению этих авторов, на изменения изотопного состава углерода и кислорода могли иметь влияние смены условий осадконакопления.

На западном склоне Северного Урала, в бассейне р. Илыч, в обнажениях в районе устья сухого ручья Пача-Шор (рис. 1) нами описан разрез верхнего серпухова и нижнего башкира [7]. Целью статьи является анализ биостратиграфических, литологических и изотопных данных и их возможной взаимосвязи.

### Материал и методы

Разрез Пача-Шор вскрыт в районе устья одноименного сухого ручья (правый приток р. Илыч) в 1.0–1.5 км выше урочища Лёк Из. Нами этот разрез был изучен во время полевых исследований летом 2015 г. Описание проводилось по ряду профилей, пересекающих постройку Пача-Шор в разных местах, которые впоследствии были скоррелированы друг с другом для получения ясной картины строения этого геологического тела. Шаг отбора образцов определялся мощностью той или иной литологической разности пород (от 1.0 до 4.0 м). Однако при объединении профилей в одну колонку уровни отбора проб накладывались друг на друга и, следовательно, частота проб в вертикальном разрезе увеличивалась. Породы в районе устья ручья Пача-Шор охарактеризованы 37 образцами, из которых было сделано 75 шлифов для изучения литологического состава и микрофаунистических остатков. Шлифы исследовались под поляризационным микроскопом ЛОМО Полам РП-1.

На изотопный состав углерода и кислорода проанализировано 22 пробы известняков. Образцы для изотопного анализа растирались в агатовой ступке, а затем квартовались. Из одного образца, отобранного из центральной части органогенной постройки на уровне сюранского горизонта, ручной микродрелью были высверлены дополнительные пробы для изотопного анализа, характеризующие разные компоненты породы. Разложение карбонатов в ортофосфорной кислоте и измерение изотопного состава углерода и кислорода карбонатов производилось на базе ЦКП «Геонаука» ИГ Коми НЦ УрО РАН. Использовался метод проточной масс-спектрометрии в режиме постоянного потока гелия (CF-IRMS) на аналитическом комплексе фирмы ThermoFisher Scientific (Бремен, Германия) с системой подготовки и ввода проб GasBench II, соединенную с масс-спектрометром DELTA V Advantage. Значения  $\delta^{13}\text{C}$  даны в промилле относи-

тельно стандарта PDB,  $\delta^{18}\text{O}$  – стандарта SMOW. При калибровке использованы международные стандарты NBS 18 и NBS 19. Ошибка определения составляет  $\pm 0.15\%$ .

### Результаты и обсуждение

Исследования охватывают три направления: биостратиграфия, литология и изотопный анализ.

Биостратиграфический анализ проводился на основании фауны фораминифер в соответствии со схемой стратиграфического расчленения [8]. В разрезе Пача-Шор установлены протвинский и староруткинский горизонты серпуховского яруса, а также богдановский, сюранский, акавасский и аскынбашский горизонты башкирского яруса (рис. 2).

*Протвинский горизонт* (сл. 1–7; 26.1 м) не содержит зональных видов фораминифер, поэтому установлен по стратиграфическому положению между староруткинским горизонтом и нижнесерпуховскими отложениями, вскрытыми в небольшом выходе 62а на р. Илыч. Породы представлены светло-серыми массивными биокластовыми брахиоподовыми известняками и цементолитами с подчиненным развитием сгустковых разностей.

*Староруткинский горизонт* (сл. 8–10; 12.2 м) как и во многих разрезах Среднего и Южного Урала выделяется по появлению *Plectostaffella varvariensis* и *Pl. varvariensiformis*, являющихся зональными видами. Он сложен светло-серыми массивными биокластовыми брахиоподовыми известняками и цементолитами с линзами сгустковых известняков.

*Богдановский горизонт* (сл. 11–16; 10.5 м) в принятой авторами стратиграфической схеме соответствует нижней части башкирского яруса [8]. Он выделяется на основании появления вида-индекса *Plectostaffella bogdanovkensis*. Обращает на себя внимание, что в основании башкирского яруса здесь отмечается лишь *Pl. ex gr. bogdanovkensis* (рис. 2), но в этом же слое присутствуют первые *Millerella umbilicata* и *Pl. varvariensiformis tenuissima*, чье появление происходит совместно с *Pl. Bogdanovkensis* [8]. Богдановский горизонт на руч. Пача-Шор сложен биокластовыми брахиоподовыми известняками и цементолитами, однако на р. Илыч он характеризуется линзовидным чередованием биогермных пятнистых брахиоподово-микробиальных известняков и неяснослоистых органогенных песчаников.

*Сюранский горизонт* (сл. 17; 2.0 м) во многих разрезах Северного и Среднего Урала отвечает фораминиферовой зоне *Eostaffella postmosquensis*. Однако первые особи этого вида известны уже в серпуховском веке. Впоследствии для сюранского горизонта Южного Урала и краснополянского горизонта Восточно-Европейской платформы в качестве зональной формы был предложен вид *Semistaffella variabilis* [8]. В разрезе Пача-Шор он установлен из выходов биогермных брахиоподово-сгустковых известняков.

Выше отмечен не обнаженный интервал около 25 м по мощности.

*Акавасский горизонт* (сл. 19–22; 5.3 м) сложен серыми и темно-серыми плитчатыми биокла-

стовыми и биоморфными водорослевыми известняками с обилием *Donezella* и *Ungdarella* и с подчиненными прослоями известняков пелитоморфных и биокластовых с пелитоморфным цементом. Зональные виды, такие как *Pseudostaffella antiqua* и *Ps. grandis*, так и *S. cf. minor* (Raus.), появляются только в верхней части этого интервала. Однако В.А. Варсанофьева и Д.М. Раузер-Черноусова [9] во многих обнажениях на р. Илыч отмечают серые плитчатые известняки с обильными донецеллами, ундареллами и *Ps. antiqua* (северокельтменский горизонт). Это позволяет предположить, что вся эта толща относится к акавасскому горизонту.

*Аскынбашский горизонт* (сл. 23–25; 3.7 м) представлен известняками биокластовыми, иногда с преобладанием фрагментов водорослей *Ungdarella*. Нижняя граница горизонта проводится по первому появлению вида-индекса *Pseudostaffella praegorsky*.

Литологически отложения в районе устья сухого руч. Пача-Шор можно разделить на два комплекса: (1) протвинско-сюранский биогермный и (2) акавасско-аскынбашский открыто-морской.

Протвинско-сюранский комплекс (видимая мощность 50.8 м) представляет собой брахиоподово-микробную органогенную постройку и её фланкирующие слои, развивавшуюся с условиях полуизолированной лагуны [7]. Она сложена брахиоподово-сгустковыми и биокластовыми брахиоподовыми известняками с линзами цементолитов. В меньшей степени отмечаются прослои криноидных разностей и фенестровых сгустковых известняков.

Акавасско-аскынбашский комплекс (видимая мощность 9.0 м) сложен в основном плитчатыми биокластовыми и водорослевыми (ундарелловыми и/или донецелловыми) известняками и представляет отложения открытого мелкого моря. Эти слои характеризуют начало раннебашкирской трансгрессии.

Характер распределения значений  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  и  $\delta^{18}\text{O}_{\text{карб}}$  показывает следующую картину (табл. 1; рис. 2):

1. На протвинско-сюранском интервале отмечается постепенное облегчение  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  от 2.1 до 0.4...0.5‰ и  $\delta^{18}\text{O}_{\text{карб}}$  от 28.3 до 26.1‰.

2. Породы нижней части акавасского горизонта характеризуются более утяжеленным  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  (2.71‰) по сравнению с породами верхней части богдановского и сюранского горизонтов (0.4...0.5‰).

3. В акавасско-аскынбашской части разреза, в целом, отмечается постепенное облегчение  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  от 2.7 до 1.4‰.

Таким образом, характер распределения величин  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  и  $\delta^{18}\text{O}_{\text{карб}}$  в основании башкирского яруса не показал значительных колебаний. Заметное утяжеление  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  между сюранским и акавасским горизонтом связано, вероятно, с изменением условий осадконакопления, так как совпадает с отложениями, характеризующими установление открыто-морского режима вследствие подъема уровня моря. Такое утяжеление близко к распределению  $\delta^{13}\text{C}$  в разрезе Аскын на Южном Урале, где повышение  $\delta^{13}\text{C}$  также совпадает с обширной трансгрессией [6]. Главным отличием между разре-

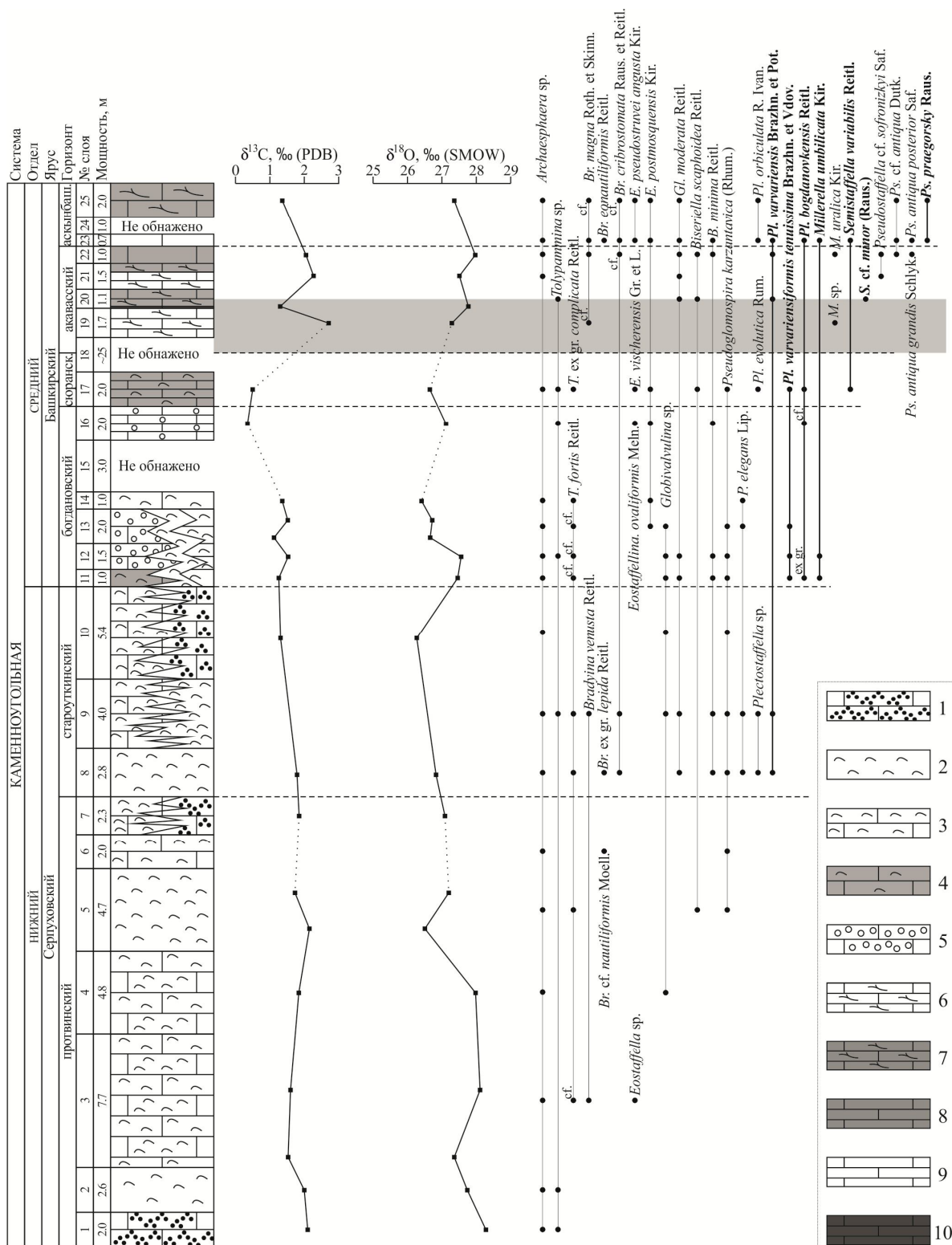


Рис. 2. Литология, распространение фораминифер и изотопные значения  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  и  $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ .  
 Условные обозначения: 1 – сгустковый известняк; 2 – брахиоподовый цементолит; 3 – биокластовый брахиоподовый известняк; 4 – биокластовый брахиоподовый известняк с пелитоморфным цементом; 5 – органогенный песчаник; 6 – биоморфный водорослевый известняк; 7 – биокластовый водорослевый известняк с пелитоморфным цементом; 8 – полибиокластовый известняк с пелитоморфным цементом; 9 – полибиокластовый известняк со спаритовым цементом; 10 – пелитоморфный известняк.  
 Fig. 2. Lithology, distribution of foraminifera, and isotopic values of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  and  $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ . 1 – clotted limestone; 2 – brachiopod cementstone; 3 – bioclast brachiopod limestone; 4 – bioclast brachiopod limestone with micrite cement; 5 – organogenic sandstone; 6 – biomorphic algal limestone; 7 – bioclast algal limestone with micrite cement; 8 – polybioclast limestone with micrite cement; 9 – polybioclast limestone with sparite cement; 10 – lime mudstones.



Таблица 1

*Значения  $\delta^{13}C_{carb}$  и  $\delta^{18}O_{carb}$  для пород разреза Пача-Шор, Северный Урал*

Table 1

*Values of  $\delta^{13}C_{carb}$  and  $\delta^{18}O_{carb}$  for whole rocks of the Pacha-Shor section, Northern Urals*

№ обр.	Горизонт	Тип породы	$\delta^{13}C, \text{‰}$ , PDB	$\delta^{18}O, \text{‰}$ , SMOW
П-ПШ3/7	аскынташский	Известняк биокластовый водорослевый	1.4	27.4
П-ПШ3/5	акавасский	Известняк биокластовый с пелитоморфным цементом	2.0	28.0
П-ПШ3/4		Известняк биоморфный водорослевый	2.3	27.5
П-ПШ3/2		Известняк биокластово-пелитоморфный	1.3	25.8
П-ПШ3/1		Известняк биоморфный водорослевый	2.7	27.3
П-ПШ1/1	сюранский	Известняк брахиоподово-сгустковый	0.5	26.2
П-Ил63/5	богдановский	Органогенный песчаник	0.4	27.1
П-Ил63/4		Известняк биокластовый брахиоподовый	1.4	26.4
П-ПШ2/4		Известняк биокластовый брахиоподовый	1.5	26.7
П-ПШ2/12		Известняк биокластовый брахиоподовый	1.1	26.7
П-Ил63/2		Органогенный песчаник	1.5	27.6
П-Ил63/1		Известняк биогермн. брахиоподово-сгустковый	1.3	27.5
П-ПШ2/13	староуткинский	Известняк сгустковый	1.3	26.3
П-ПШ2/15		Цементолит брахиоподовый	1.8	26.8
П-ПШ2/16	протвинский	Известняк сгустковый	1.8	27.1
П-ПШ2/5		Цементолит биокластовый	1.7	27.2
П-ПШ2/6		Цементолит биокластовый	2.2	26.5
П-ПШ2/7		Известняк биокластовый брахиоподовый	1.8	28.0
П-ПШ2/8		Известняк биокластовый брахиоподовый	1.6	28.1
П-ПШ2/9		Известняк биокластовый брахиоподовый	1.5	27.4
П-ПШ2/10		Цементолит брахиоподовый	2.00	27.7
П-ПШ2/11		Известняк сгустковый	2.1	28.3

зами Пача-Шор и Аскын является то, что на Южном Урале смена регрессивного этапа осадконакопления трансгрессивным произошла в начале богдановского времени, а на Северном Урале, по всей видимости, в начале акавасского, что может быть связано с разновременностью тектонических движений.

Анализ изотопного состава углерода и кислорода отдельных компонентов породы из образца биогермного брахиоподово-сгусткового известняка (табл. 2) сюранского возраста показал следующую картину (рис. 3):

Таблица 2

*Изотопный состав углерода и кислорода компонентов пород ( $\delta^{13}C_{компл}$ ,  $\delta^{18}O_{компл}$ ) и карбоната раковин брахиопод ( $\delta^{13}C_{брах}$ ,  $\delta^{18}O_{брах}$ ) в образце брахиоподово-сгусткового известняка сюранского возраста*

Table 2

*Isotopic composition of C and O of rock components ( $\delta^{13}C_{comp}$ ,  $\delta^{18}O_{comp}$ ) and carbonate of brachiopod shells ( $\delta^{13}C_{brach}$ ,  $\delta^{18}O_{brach}$ ) from a sample of brachiopod-clumped limestone of the Suranian age*

№ на рис. 3	Компонент	$\delta^{13}C, \text{‰}$ , PDB	$\delta^{18}O, \text{‰}$ , SMOW
1	раковина брахиоподы 1	4.8	28.0
2	сгустковый кальцит внутри раковины брахиоподы 1	0.4	26.3
3	темная микробная корка внутри раковины брахиоподы 1	0.5	26.4
4	раковина брахиоподы 2	1.9	26.3
5	темная микробная корка внутри раковины брахиоподы 2	0.1	26.3
6	сгустковый кальцит между раковинами брахиопод	0.5	26.2
7	биокластовые участки	0.5	26.1

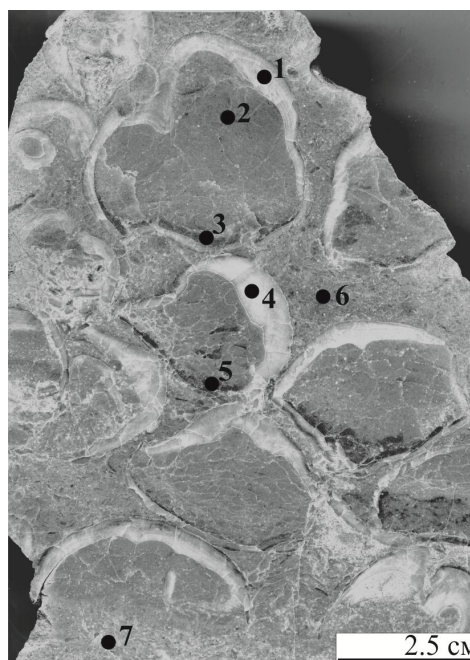


Рис. 3. Биогермный брахиоподово-сгустковый известняк. Сюранский горизонт. Слой 17. Обр. П-ПШ1/1. Точки указывают места отбора проб на изотопный анализ (см. табл. 2).

Fig. 3. Bioherm brachiopod-lump limestone. Suranian horizon. Layer 17. Sample П-ПШ 1/1. Points indicate sampling site for isotope analysis (see Table 2).

1.  $\delta^{13}C$  и  $\delta^{18}O$  сгустковых и биокластовых участков породы имеют сходные с  $\delta^{13}C_{компл}$  и  $\delta^{18}O_{компл}$  значения (от 0.1 до 0.5‰ и от 26.1 до 26.4‰ соответственно).

2. Изотопный состав карбоната раковин двух брахиопод ( $\delta^{13}C_{брах}$  и  $\delta^{18}O_{брах}$ ), расположенных в 2.0

см друг от друга, показывает повышенные значения (1.9–4.8‰ и 26.3–28.0‰ соответственно).

Эти данные ясно указывают на несовпадение изотопного состава карбоната раковин брахиопод и других компонентов породы. Объяснение этого факта в изученном разрезе – предмет будущих исследований.

### Закключение

Литологическое, стратиграфическое и изотопное изучение пограничных отложений нижнего и среднего отделов каменноугольной системы в разрезе Пача-Шор позволило выявить следующее:

1. В разрезе Пача-Шор по фауне фораминифер установлены протвинский и староуткинский горизонты серпуховского яруса и богдановский, сюранский, акавасский и аскынбашский горизонты башкирского яруса.

2. По литологическим признакам установлено два комплекса пород: протвинско-сюранский и акавасско-аскынбашский. Протвинско-сюранский комплекс представляет собой образования брахиоподово-микробной постройки, развивавшейся в условиях полуизолированной лагуны. Акавасско-аскынбашский комплекс отражает условия осадконакопления открытого моря, являвшимся следствием раннебашкирской трансгрессии.

3. Изучение изотопного состава углерода и кислорода пород позволило выявить утяжеление  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  примерно на границе сюранского и акавасского горизонтов, совпадающего с началом трансгрессии. Такое распределение сходно с утяжелением  $\delta^{13}\text{C}$ , установленным в основании башкирского яруса в разрезе Аскын на Южном Урале, которое также подчеркивается изменениями условий осадконакопления.

4. Анализ изотопного состава углерода и кислорода разных компонентов породы выявил значительные различия в значениях  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  и  $\delta^{13}\text{C}_{\text{брах}}$ .

Авторы выражают искреннюю признательность А.В. Журавлеву (ИГ Коми НЦ УрО РАН) за ценные замечания.

Работа выполнена в рамках темы № АААА-А17-117121270034-3 ИГ Коми НЦ УрО РАН, № АА-АА-А18-118052590025-8 государственного задания ИГГ УрО РАН, при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект №18-5-5-31 и Комплексной программы фундаментальных исследований УрО РАН № АААА-А18-118052590031-9.

### Литература

1. Grossman E.L., Mii H.-S., Yancey T.E. Stable isotopes in Late Pennsylvanian brachiopods from the United States: Implications to Carboniferous paleoceanography // Bull. Geol. Soc. Am. 1993. Vol. 105. P. 1284–1296.
2. Bruckshen P., Oesmann S., Veizer J. Isotope stratigraphy of the European Carboniferous. Proxy signals for ocean chemistry, climate

and tectonic // Chem. Geol. Isotope Geosci. Section. 1999. Vol. 161. P. 127–163.

3. Mii H.-S., Grossman E.L., Yancey T.E. Carboniferous isotope stratigraphies of North America: implications for Carboniferous paleoceanography and Mississippian glaciation. Geol. Soc. // Am. Bull. 1999. Vol. 111. P. 960–973.
4. Brand U., Jiang G., Azmy K., Bishop J.W., Montanez I.P. Diagenetic evaluation of a Pennsylvanian carbonate succession (Bird Spring Formation, Arrow Canyon, Nevada, U.S.A.) – 1: Brachiopod and whole rock comparison // Chem. Geol. 2012. Vol. 308–309. P. 26–39.
5. Saltzman M.R., Thomas E. Carbon isotope stratigraphy // The Geologic Time Scale. Elsevier, 2012. P. 207–232.
6. Кулешов В.Н., Седаева К.М., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Гипостратотип башкирского яруса каменноугольной системы (р.Аскын, Башкортостан): литология, изотопные особенности ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) и условия образования карбонатных пород // Стратиграфия, геологическая корреляция. 2018. Т. 26. №6. С. 41–64.
7. Пономаренко Е.С., Иванова Р.М. Литология и стратиграфия верхнесерпуховско-нижнебашкирских отложений в разрезе Пача-Шор (р. Илыч, Северный Урал) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2017. №7. С. 28–37.
8. Иванова Р.М. Фузулиниды и водоросли среднего карбона Урала (зональная стратиграфия, палеобиогеография, палеонтология). Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 204 с.
9. Варсановьева В.А., Раузер-Черноусова Д.М. К характеристике среднекаменноугольных отложений р. Илыч // Сборник трудов по геологии и палеонтологии / Коми фил. АН СССР. Сыктывкар: Республиканская типография Полиграфиздата, 1960. С. 94–126.

### References

1. Grossman E.L., Mii H.-S., Yancey T.E. Stable isotopes in Late Pennsylvanian brachiopods from the United States: Implications to Carboniferous paleoceanography // Bull. Geol. Soc. Am. 1993. Vol. 105. P. 1284–1296.
2. Bruckshen P., Oesmann S., Veizer J. Isotope stratigraphy of the European Carboniferous. Proxy signals for ocean chemistry, climate and tectonic // Chem. Geol. Isotope Geosci. Section. 1999. Vol. 161. P. 127–163.
3. Mii H.-S., Grossman E.L., Yancey T.E. Carboniferous isotope stratigraphies of North America: implications for Carboniferous paleoceanography and Mississippian glaciation. Geol. Soc. // Am. Bull. 1999. Vol.111. P.960–973.
4. Brand U., Jiang G., Azmy K., Bishop J.W., Montanez I.P. Diagenetic evaluation of a Pennsylvanian carbonate succession (Bird Spring Formation, Arrow Canyon, Nevada, USA.) – 1: Brachiopod and whole rock comparison // Chem. Geol. 2012. Vol. 308–309. P. 26–39.

5. *Saltzman M.R., Thomas E.* Carbon isotope stratigraphy // *The Geologic Time Scale.* Elsevier, 2012. P. 207–232.
6. *Kuleshov V.N., Sedaeva K.M., Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N.* Gipostratotip bashkirskogo yarusa kamennougol'noy sistemy (r. Askyn, Bashkortostan): litologiya, izotopnyje osobennosti ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) i usliviya obrazovaniya karbonatnykh porod [Bashkirian gypostratotip of the Carboniferous system (Askyn River, Bashkortostan): lithology, isotopic features ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) and conditions of carbonate rocks formation] // *Stratigraphiya, geologicheskaya korrelatsiya* [Stratigraphy, geological correlation]. 2018. Vol. 26. No 6. P.41–64.
7. *Ponomarenko E.S., Ivanova R.M.* Litologiya i stratigraphiya verkhneserpukhovsko-nizhebashkirskikh otlozheniy v razreze Pacha-Shor (r. Ilych, Severnyi Ural) [Lithology and stratigraphy of the Upper Serpukhovian–Lower Bashkirian deposits at the Pacha-Shor section (Ilych River, Northern Urals)] // *Bull. of the Inst. of Geology, Komi Sci.Centre, Ural Branch, RAS*. 2017. Vol. 7. P. 28–37.
8. *Ivanova R.M.* Fuzulinidy i vodorosli srednego karbona Urala (zonalnaya stratigrafiya, paleobiografiya, paleontologiya) [Fusulinides and algae of Middle Carboniferous of the Urals (zonal stratigraphy, paleobiography, paleontology)]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS. 2008. 204 p.
9. *Varsanofyeva V.A., Rauser-Chernousova D.M.* K karakteristike srednekamennougol'nykh otlozheniy r. Ilych [Characteristics of Middle Carboniferous deposits at the Ilych River] // *Sbornik trudov po geologii i paleontologii* [Collection on geology and paleontology] / Komi Branch, USSR Ac. Sci. Syktyvkar: Republican printing house Poligrafizdat, 1960 P. 94–126.

*Статья поступила в редакцию 15.01.2020.*