

УДК 551.734.5(470.111)
DOI 10.19110/1994-5655-2020-1-5-15

**Д.А. ГРУЗДЕВ, А.Н. ПЛОТИЦЫН, А.В. ЖУРАВЛЕВ,
Е.В. АНТРОПОВА, А.В. ЕРОФЕЕВСКИЙ**

**ЛЫМБАДЬЯХИНСКАЯ СВИТА
ВЕРХНЕГО ДЕВОНА СЕВЕРА ПАЙ-ХОЙСКОГО
КАРБОНАТНОГО ПАРАВТОХТОНА:
НОВЫЕ ДАННЫЕ**

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

gruzdev@geo.komisc.ru

**D.A. GRUZDEV, A.N. PLOTITSYN, A.V. ZHURAVLEV,
E.V. ANTROPOVA, A.V. EROFEEVSKY**

**LYMBADA FORMATION OF THE UPPER
DEVONIAN OF THE NORTHERN PAY-KHOY
CARBONATE PARAUTOCHTONE: NEW DATA**

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

Аннотация

В статье приведены новые данные по строению и возрасту лымбадьяхинской свиты (D_3-C_1lb) Пай-Хойского карбонатного паравтохтона. Свита сложена отмельными детритовыми карбонатами с кремнисто-карбонатными конкрециями и многочисленными остатками бентосной фауны. На основе находок конодонтов и строматопороидей средняя часть свиты условно сопоставляется с зонами marginifera - нижняя expansa фаменского яруса, а верхняя часть свиты – с зонами duplicata - isosticha турнейского яруса. В кровле свиты предполагается перерыв, отвечающий верхнему турне – нижнему визе.

Ключевые слова:

Пай-Хойский паравтохтон, верхний девон, нижний карбон

Abstract

The new data on the composition and age of the Lymbada Formation (D_3-C_1lb) of the Pay-Khoy carbonate parautochthon are considered. The formation is composed of shoaly carbonate deposits containing cherty concretions and abundant benthic fossils. Conodont and stromatoporoid data suggest correlation of the middle part of the formation with marginifera - Lower expansa conodont zones (Famennian), and correlation of the upper part of the formation with duplicata - isosticha conodont zones (Tournaisian). Famennian conodont associations are abundant (*Hindeodus albus*, *Mitrellataxis circularis*, and *Pol. semicostatus* among others) and include some specific forms (*Polygnathus* aff. *delenitor*, *Pol.* aff. *experplexus*, *Pol.* sp. A, and *Pol.* sp. B). Rare Tournaisian conodonts represented by *Polygnathus longiposticus* and *Plukidina* sp. occur in the uppermost part of the Lymbada Formation. The late Tournaisian age of the upper part of the Lymbada Formation is proved by the isotope ($\delta^{13}C_{carb}$) stratigraphy. The studied deposits contain remains of the Famennian stromatoporoids. The stromatoporoids are represented by *Labechia*, *Actinostroma*, *Anostylostroma*, *Trupestostroma*, and *Amphipora*. The disconformity corresponding to the upper Tournaisian - lower Visian is supposed at the upper boundary of the Lymbada Formation.

Keywords:

Pay-Khoy parautochthon, Upper Devonian, Carboniferous

Введение

Одной из крупных и неоднозначно интерпретируемых на севере Пай-Хоя тектонических структур является Пай-Хойский карбонатный паравтохтон [1]. Он сложен мелководными карбонатными образованиями нижнего и среднего палеозоя. Верх-

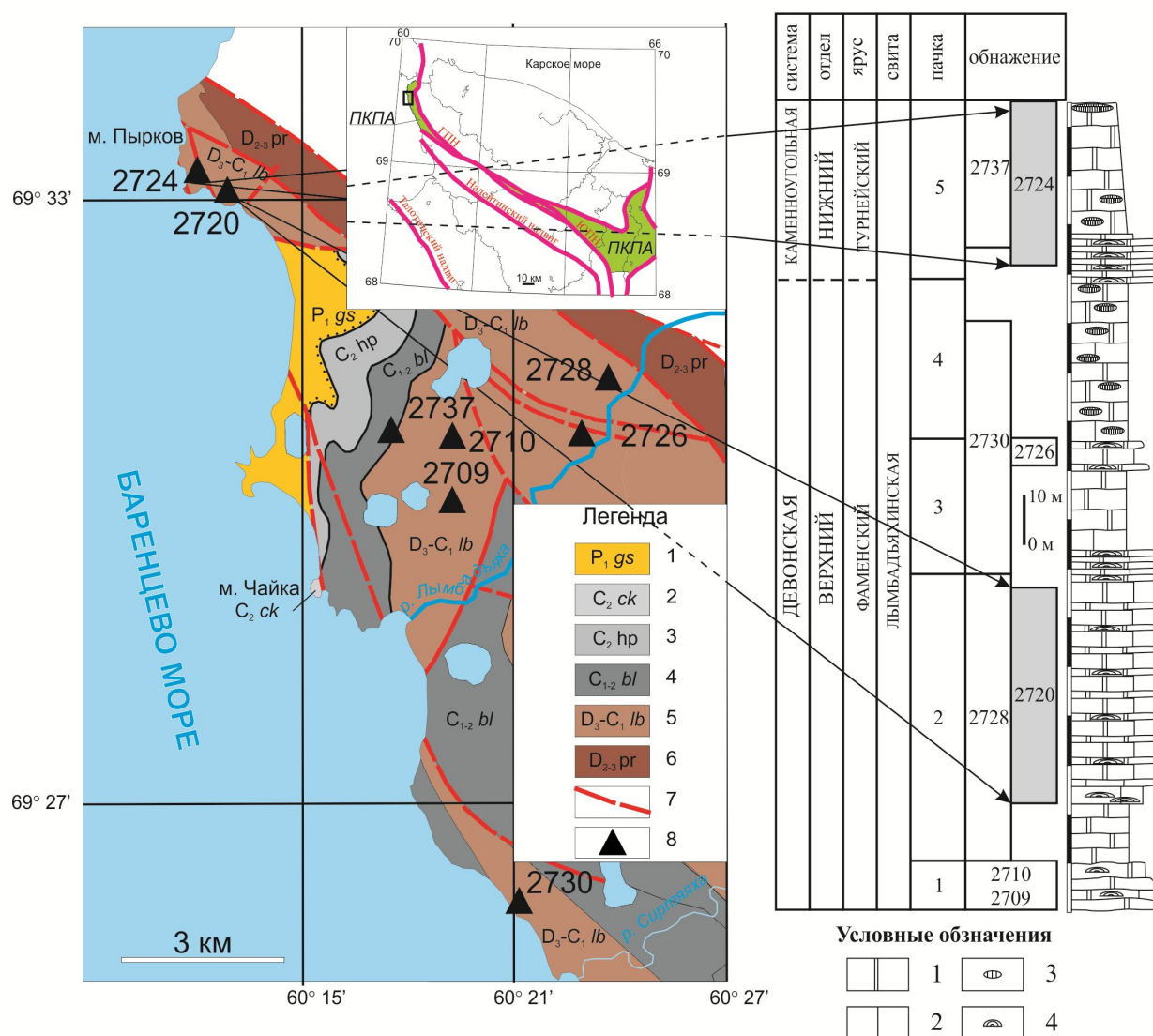


Рис. 1. Схема расположения обнажений (тектоническая (по [1]) и геологическая схемы (по [2]) лымбадъяхинской свиты в типовой местности (по [2]). На тектонической схеме район обозначен прямоугольником. Условные обозначения: ЮПН – Южно-Пайхойский надвиг; ГПН – Главный Пайхойский надвиг; ПКПА – Пайхойский карбонатный паравтохтон. 1 – Гусиная свита (нижняя пермь). Волнисто-линзовидное чередование темно-серых алевролитов и аргиллитов, прослои песчаников тонкозернистых. Карбонатные конкреции и конкреционные плиты. Мощность более 100 м; 2 – Чайкинский риф (средний карбон, московский ярус). Комплекс брахиоподово-мшанковых органогенных построек, разделенных криноидными и брахиоподовыми детритовыми известняками. Мощность 150–200 м; 3 – Хойпонганасейская толща (средний карбон, московский ярус). Преимущественно волнисто-линзовидные чередования известняков от светло- до темно-серых, тонко- и среднетритовых с криноидеями и брахиоподами. Тонкие глинисто-карбонатные примазки. В верхней части мелкие брахиоподово-мшанковые биогермы. Мощность 150–200 м; 4 – Болванская свита (нижний карбон, визейский ярус – средний карбон, башкирский ярус). Преимущественно волнисто-линзовидное чередование известняков серых до темно-серых, тонко- и мелкодетритовых. Многочисленные линзовидно распределенные остатки ругоз и крупных продуктид. Горизонты кремнисто-карбонатных конкреций. Мощность 500–520 м; 5 – Лымбадъяхинская свита (верхний девон, фаменский ярус – нижний карбон, турнейский ярус). Известняки и доломиты серые, водорослево-строматопоровые, с кремнистыми и кальцитовыми стяжениями в верхней части. Водорослево-строматопоровые биогермы в нижней части. Мощность 130–170 м; 6 – Пырковская толща (средний девон, живетский ярус – верхний девон, франкийский ярус). Известняки, доломиты, мергели и аргиллиты. Мощность около 60–80 м; 7 – Разрывные нарушения; 8 – Обнажения и их номера. Условные обозначения к сводной литологической колонке: 1 – доломит; 2 – известняк; 3 – кремнистые стяжения; 4 – колонии водорослей и строматопор. Серым закрашены обнажения, рассматриваемые в рамках настоящей работы.

Fig. 1. Locality map (tectonic scheme by [1]; geological sketch map by [2] of the outcrops of the Lymbadja Formation. The study area is marked by a rectangle on the tectonic scheme. Legend: ЮПН – South Pay-Khoy thrust; ГПН – Main Pay-Khoy thrust; ПКПА – Pay-Khoy carbonate parautochthon. 1 – Gusinaya Formation (Lower Permian). Wavy and lens-like alternation of dark-gray siltstones and claystones, layers of fine-grained

sandstone. Carbonate concretions. More than 100 m thick; 2 – Chaika Reef (Mid-Carboniferous, Moskovian stage). Brachiopode and bryozoan organogenic buildups intercolated with crinoid and brachiopode detrital limestones. 150–200 m thick. 3 – Khoiponganase Formation (Mid-Carboniferous, Moskovian stage). Wavy and lens-like alternation of light to gray-dark detrital limestones with crinoids and brachiopods. Thin clay-carbonate selvages. Small brachiopod-bryozoan bioherms in the upper part. 150–200 m thick; 4 – Bolvanian Formation (Lower Carboniferous, Viséan stage – Mid-Carboniferous, Bashkirian stage). Wavy and lens-like alternation of gray to dark-gray detrital limestones. Abundant lens-like accumulations of rugose corals and productids. Layers of siliceous-carbonate concretions. 500–520 m thick; 5 – Lymbada Formation (Upper Devonian, Famennian stage – Lower Carboniferous, Tournaisian stage). Gray limestones and dolomites, algal-stromatoporoid, with cherty and calcite concretions in the upper part. 130–170 m thick; 6 – Pirkov Formation (Middle Devonian, Givetian stage – Upper Devonian, Frasnian stage). Limestones, dolomites, marls, and claystones. About 60–80 m thick; 7 – Faults; 8 – Outcrops and their numbers. Legend for the generalized log: 1 – dolomite; 2 – limestone; 3 – cherty concretions; 4 – algal and stromatoporoid nodules. The outcrops under consideration are in gray.

неордовикско - нижнедевонский интервал слагают сармикская (O_3sr), посевская свиты (S_1-D_1/s) и рифовая толща (D_1rf). После перерыва, отвечающего среднему девону, залегает последовательность из следующих местных стратиграфических подразделений: пырковская толща (D_3pr), лымбадьяхинская (D_3-C_1/b), болванская свиты ($C_{1-2}bl$), хойпонганасейская толща (C_2hp) и риф Чайка ($C_{2-3}ch$) [3, 4]. Из всех вышеперечисленных местных стратиграфических подразделений относительно неплохо изучен лишь риф Чайка [5–8], где более древние образования рассматриваются в единичных публикациях в общих чертах.

Среди наименее изученных подразделений среднего палеозоя Пайхойского карбонатного паравтохтона остается лымбадьяхинская свита. Выделенная с ареальным стратотипом [2] эта свита имеет недостаточную как литологическую, так и биостратиграфическую характеристику. Особенно это касается верхней части свиты и ее границы с болванской свитой. Неопределенным остается стратиграфический объем перерыва в кровле лымбадьяхинской свиты, который ранее был определен достаточно условно, исходя из общих соображений и датировок подошвы болванской свиты.

Лымбадьяхинская свита в качестве практически значимого картируемого подразделения впервые была предложена в новом варианте местной стратиграфической схемы Пайхойского карбонатного паравтохтона [2]. Работы, проводимые в рамках ГДП-200 (R-41-XIX) с изучением разрезов на побережье Баренцева моря от м. Пырков до устья р. Сиртяха и на р. Лымбадьяха, показали, что слабо различимые по литологической характеристике костяномысовская и карповская толщи малопригодны для задач полевого картирования на данной площади. В результате было предложено выделить лымбадьяхинскую свиту в низовьях р. Лымбадьяха и прилегающем побережье Баренцева моря (рис. 1). В настоящей работе приводится характеристика наиболее представительных средней и верхней частей разреза лымбадьяхинской свиты.

Методы

Химической дезинтеграции с целью выделения микрофаунистических остатков подвергнута 31 проба карбонатных и кремнистых пород лымбадьяхинской свиты (17 проб из обнажения 2720 и 14 проб из обнажения 2724). При химической обработ-

ке применялась стандартная методика растворения в 7–10%-ном растворе уксусной и в 10%-ном растворе плавиковой кислот. Фотоизображения конodontовых элементов получены на сканирующем электронном микроскопе VEGA3 TESCAN (ЦКП «Геонаука» ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, оператор А.С. Шуйский).

Разложение карбонатов и измерение изотопного состава углерода и кислорода в режиме непрерывного потока производились на аналитическом комплексе, включающем в себя систему подготовки и ввода проб Gas Bench II, соединенную с масс-спектрометром DELTA V Advantage фирмы Thermo Fisher Scientific (Бремен, Германия). Значения $\delta^{13}C$ даны в промилле относительно стандарта PDB, $\delta^{18}O$ – стандарта SMOW. При калибровке были использованы международные стандарты МАГАТЭ NBS18 (calcite) и NBS19 (TS-limestone). Ошибка определения составляет $\pm 0,1\%$. Анализы проводились в ЦКП «Геонаука» Института геологии им. академика Н.П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (аналитик И.В. Смолева). Для анализа изотопных соотношений на диаграмме $\delta^{13}C$ карб - $\delta^{18}O$ карб значения $\delta^{18}O$ карб пересчитывались относительно стандарта PDB.

Литолого-палеонтологическая характеристика

Лымбадьяхинская свита сложена серыми известняками и доломитами с кремнистыми и кальцитовыми стяжениями в верхней части. Для свиты, исключая верхнюю часть, характерны маломощные водорослево-строматопоровые органогенные постройки [2], присутствуют отдельные скопления мелких брахиопод, одиночные и колониальные кораллы, редкие остатки известковых водорослей, фораминифер, криноидей и остракод. Мощность свиты около 150 м. Для прикровельной части свиты характерно интенсивное окремнение. Свита согласно или с незначительным перерывом залегает на пырковской толще (D_3pr) и с размывом перекрывается болванской свитой (C_1bl) [4, 2]. Далее приводится описание обн. 2720 и 2724, расположенных в поле развития лымбадьяхинской свиты (рис. 1).

Обнажение 2720 (координаты обн. N 69°32'59.5"; E 60°13'04.4") расположено на южном берегу мыса Пырков. Вскрывающиеся здесь отложения представлены следующей последовательностью слоев (рис. 2):

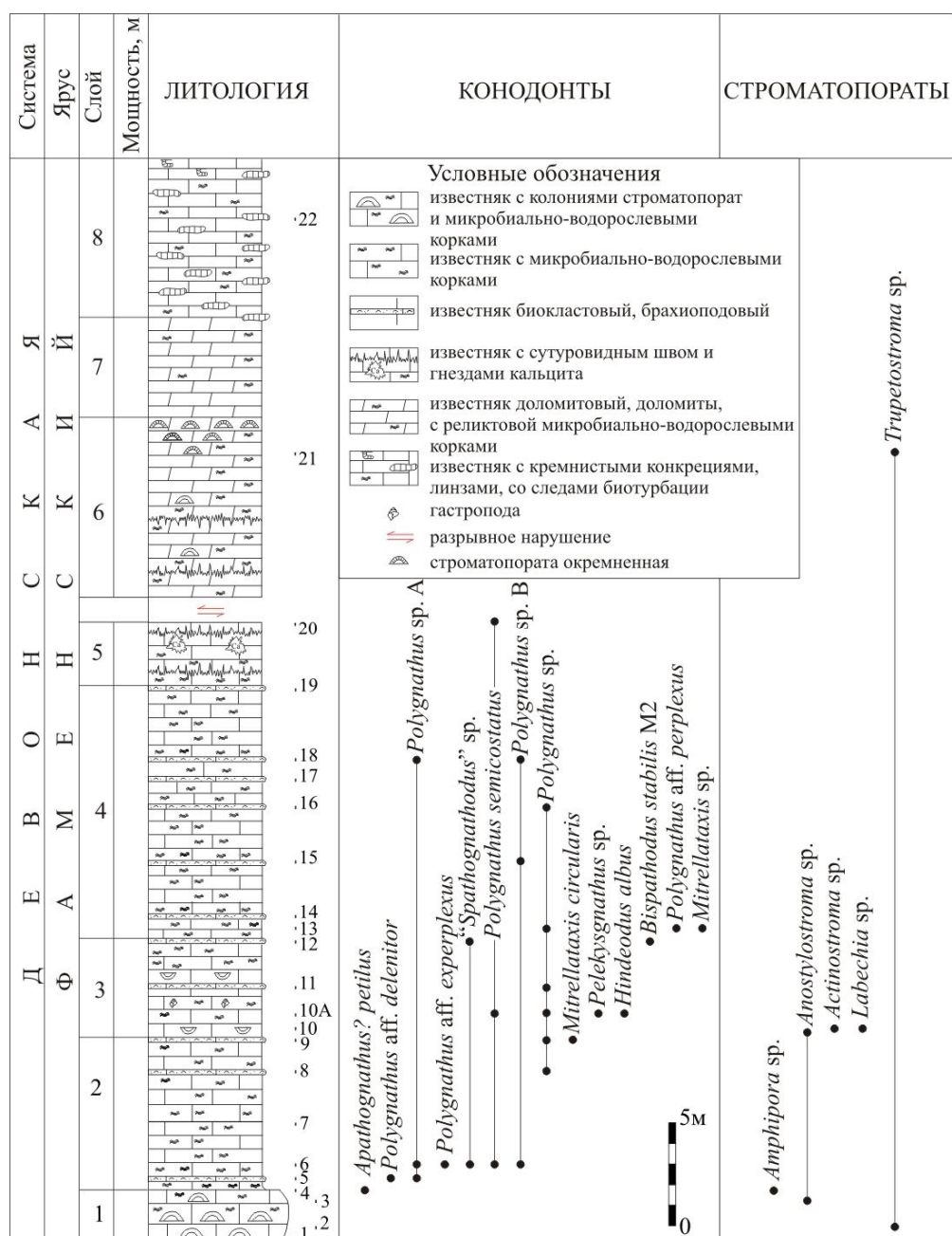


Рис. 2. Стратиграфическая колонка средней части лымбадъяхинской свиты (обн. 2720).

Fig. 2. Stratigraphic column of the middle part of the Lymbada Formation (outcrop 2720).

1. Известняк темно-серый массивный мелко-тонкодетритовый с обильными ценостеумами строматопороидей и микробальными корками. Количество строматопороидей вверх по слою уменьшается. В верхней части обнаружены конодонтовые элементы, которые диагностированы в качестве *Apathognathus? petilus* Varker. Мощность 2,5 м. Контакт пологоволнистый.

2. Известняк темно-серый мелко-тонкодетритовый, в нижней части массивный с выщелоченными микробальными корками, которые формируют так называемую "узорчатую" текстуру. В подошве – одиночные брахиоподы, обломки строматопороидей. Встречаются прослои с детритом брахиопод. Из микроостатков отмечены криноидеи и конодонты. Среди последних определены *Mitrella-*

taxis circularis Wang et Wang, *Polygnathus aff. delenitor* Drygant, *Polygnathus aff. perplexus* Sandberg et Ziegler, *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl, *Polygnathus sp. A*, *Polygnathus sp. B* и "*Spathognathodus*" sp. (см. рис. 4). Мощность 7,5 м. Контакт пологоволнистый.

3. Известняк темно-серый, переслаивание массивных мелко-тонкодетритовых разностей с перевернутыми ценостеумами строматопороидей и микробальными корками и тонкоплитчатых известняков детритовых и цельнораковинных. Встречены единичные гастроподы, брахиоподы, криноидеи и конодонты: *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M2, *Hindeodus albus* (Deulin), *Pelekysgnathus sp.*, *Polygnathus aff. perplexus* Thomas, *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl, *Polygnathus sp.* и "*Spatho-*

gnathodus" sp. Мощность 4,5 м. Контакт пологоволнистый.

4. Известняк темно-серый массивный мелко-среднетритовый с микробиальными корками и прослоями средне-мелкодетритовых известняков. Органические остатки представлены брахиоподами, сколекодонтами, криноидеями и конодонтами. Комплекс конодентов имеет следующий таксономический состав: *Mitrellataxis* sp., *Polygnathus* sp. и *Polygnathus* sp. В. Мощность 11,5 м. Контакт пологоволнистый.

5. Известняк серый массивный мелкодетритовый с сутуровидными прожилками и гнездовидными выделениями кристаллического кальцита, вероятно, по органическим остаткам. Из фауны обнаружены лишь единичные конодонтовые элементы, которые диагностированы в качестве *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl. Неполная мощность 2,5 м. Задернованный участок мощностью 1,7 м, вероятнее всего по разрывному нарушению.

6. Известняк серый массивный средне-мелкодетритовый доломитизированный в различной степени, вплоть до мелкокристаллического вторичного доломита, с редкими ценостеумами строматопороидей. В подошвенной части характерны сутуровидные прожилки. В кровле обильные строматопороидеи, формирующие протяженные участки с окремненными колониями. Мощность 9,5 м. Контакт пологоволнистый.

7. Известняк серый мелко-среднетритовый с коричневатым оттенком, массивный с микробиальными корками, доломитизированный. Мощность 4,8 м. Контакт пологоволнистый.

8. Известняк серый с кремнистыми линзами, гнездами (4–5 см в поперечнике), часть из них по органическим остаткам. Стяжения кремней имеют вытянутую червячнообразную форму, местами заметна реликтовая волнисто-линзовидная текстура (возможно, микробиально-водорослевая). Отмечаются следы интенсивной биотурбации осадка. Неполная мощность 7.1 м. Кровля бугристая. Общая мощность описываемого интервала свиты составляет 51,7 м. Верхняя часть лымбадъяхинской свиты представлена в обн. 2724 (69°33'8.32"СШ 60°12'1.95"ВД) следующими слоями (рис. 3):

1. Известняк серый в нижней и верхней частях тонкодетритовый, в средней – тонко-мелкодетритовый, с остракодами, неотчетливо волнисто-слоистый. В верхней части присутствуют одиночные ругозы. Видимая мощность 1,4 м. Контакт не наблюдается.

2. Известняк серый мелкодетритовый массивный до неотчетливо волнисто-слоистого. Сутурные швы через 0,7–1 м. Рассеянно-послойное распределение одиночных ругоз, которые часто окремнены. Мощность 4,6 м. Контакт пологоволнистый.

3. Известняк серый до светло-серого от средне-мелкодетритового в нижней части до мел-

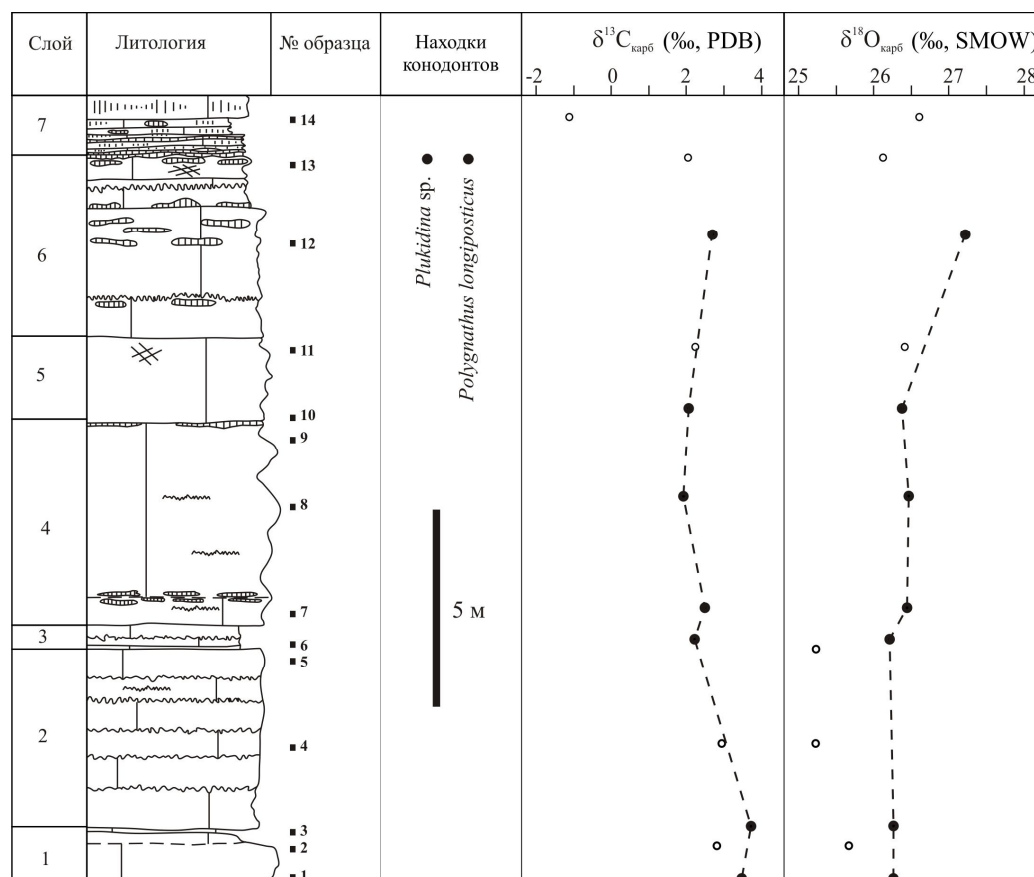


Рис. 3. Стратиграфическая колонка верхней части лымбадъяхинской свиты (обн. 2724). Условные обозначения см. на рис. 1.

Fig. 3. Stratigraphic column of the upper part of the Lymbada Formation (outcrop 2724). For legend see Fig. 1.

кодотритового в верхней. Текстура от волнистолинзовиднослойчатой до массивной. В средней части слоя отмечается сутурный шов. Мощность 0,6 м. Пологоволнистый контакт.

4. Известняк серый мелкодетритовый массивный до комковатого. Редкие раковины гастропод, рассеянные одиночные ругозы (окремнены) и редкие ветвистые колонии ругоз в близком к прижизненному положению. В прикровельной части отмечаются ветвистые колонии ругоз и редкие раковины брахиопод. В 0,7 м от подошвы и в прикровельной части присутствуют кремнистые стяжения темно-серого цвета уплотненной формы. По всему слою окремнение развито по ругозам. Мощность 5,1 м. Волнистый контакт.

5. Известняк кремнистый серый до светло-серого, от мелкодетритового в нижней части до тонкодетритового в верхней, массивный. Органические остатки окремнены. Многочисленные рассеянные одиночные ругозы, колонии табулят *Syringopora* в средней и прикровельной части слоя. Мощность 2,1 м.

6. Известняк серый от мелкодетритового в нижней части до тонкодетритового в верхней, массивный до линзовиднослойчатого в верхней части. Линзы сложены мелким детритом. Присутствуют горизонты кремнистых конкреций темно-серого цвета неправильной формы. Многочисленные окремненные одиночные ругозы. В 0,5 м от кровли отмечены колониальные ругозы. В верхней части слоя обнаружены конодонты *Plukidina* sp. и *Polygnathus longiposticus* Branson et Mehl. Мощность 4,5 м. Бугристый контакт.

7. Известняк светло-серый до серого тонкодетритовый кремнистый с неотчетливой волнистой слойчатостью, подчеркнутой распределением кремнистости. Присутствуют многочисленные кремнистые конкреционные плиты темно-серого цвета. Видимая мощность 1,7 м. Выше расположен не обнаженный участок, в котором предполагается тектонический контакт, за ним обнажаются доломитистые известняки болванской свиты.

Биостратиграфия

Стратиграфический интервал лымбадъяхинской свиты отвечает нижнему фамену – турне на основании немногочисленных находок конодонтов, остракод и фораминифер [2], которые распределены в разрезе крайне неравномерно. Если из пелитонкодетритовых известняков обнажения 2720 ранее отмечались крайне немногочисленные находки конодонтов, то обнажение 2724 диагностируемыми органическими остатками охарактеризовано не было.

Конодонты

Ранее в обнажении 2720 отмечались находки таких конодонтов, как *Jablonnodus erectus* Dzík, *Mehlina lindstroemi* Matveeva, Zhuravlev et Eremenko (S-элемент), *Polygnathus delenitor* Drygant, *Pol. flaccidus* Helms (верхняя часть пачки 1, в 0,1 м от кровли) и *Pol. sp.* (5 м от подошвы пачки 2) (см. рис. 3), совместное распространение которых характерно для зон верхняя *serpida* - *rhomboidea* [2]. Более

детальные палеонтологические исследования позволили существенно расширить комплекс конодонтов следующими таксонами: *Apathognathus? petilus* Varker (S и M элементы), *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M2, *Hindeodus albus* (Deulin), *Mitrellataxis circularis* (Wang et Wang), *Polygnathus aff. delenitor* Drygant, *Pol. semicostatus* Branson et Mehl, *Pol. aff. experplexus* Sandberg et Ziegler и *Pol. aff. perplexus* Thomas. Обнаружены S элементы с эхелом, которые на этом стратиграфическом уровне могут входить в состав аппарата *Mehlina lindstroemi* Matveeva, Zhuravlev et Eremenko или *Polygnathus diversus* Helms. Следует указать, что комплекс конодонтов представлен как конодонтами довольно широкого палеогеографического и стратиграфического распространения, так и характеризуется довольно специфическими и редкими экземплярами, таксономическая диагностика которых затруднена (рис. 4). Выделено несколько морфологически довольно специфических форм, которые в рамках настоящей работы диагностированы в качестве *Polygnathus* sp. A и *Polygnathus* sp. B. Достоверно диагностируемые конодонты имеют довольно широкое стратиграфическое распространение от зоны *marginifera* до зоны нижняя *expansa*, охватывающая стратиграфический интервал средней и верхней частей фаменского яруса.

При этом диагностированные авторами в качестве *Pol. aff. perplexus* Thomas экземпляры имеют также морфологическое сходство с группой *Polygnathus iconcinnus* Kuzmin et Melnikova - *Polygnathus vetus* Vorontzova [9], которые распространены в пределах зон верхняя *triangularis*, нижняя *trachytera*. Подобные экземпляры описаны в работах И.А. Бардашева в качестве *Polygnathus inconcinnus* Kuzmin et Melnikova (см. фиг. 15, табл. 21 в [10] из отложений, датированных фазой поздняя *postera*) и Т.В. Стрельченко и С.А. Кручек [11] в качестве *Polygnathus aff. vetus* Vorontzova из петриковского горизонта Припятского прогиба, который сопоставляется с зоной верхняя *rhomboidea*. При наибольшем морфологическом сходстве с *Polygnathus vetus* Vorontzova изученные нами экземпляры несколько отклоняются от типовой серии [9], впрочем, как и от голотипа *Polygnathus perplexus* Thomas [12]. Таким образом, при относительно неплохой представительности палеонтологического материала стратиграфическое положение исследуемого комплекса отложений неоднозначно. Формирование известняков обн. 2720 происходило, вероятно, в интервале фаз *marginifera* ранняя *expansa* в среднем-позднем фамене (мурзакаевско - кушелгинское время).

Отложения, изученные в обн. 2724, очень плохо охарактеризованы определяемыми органическими остатками. Единичные конодонтовые элементы обнаружены в единственном образце в верхней части обнажения (слой 6). Удалось диагностировать два таксона *Plukidina* sp. и *Polygnathus longiposticus* Branson et Mehl. Род *Plukidina* имеет широкий стратиграфический диапазон: известен в интервале от нижнего фамена до турнейского яруса включительно. Второй таксон, *Polygnathus longiposticus*, характеризует более узкий стратиграфиче-

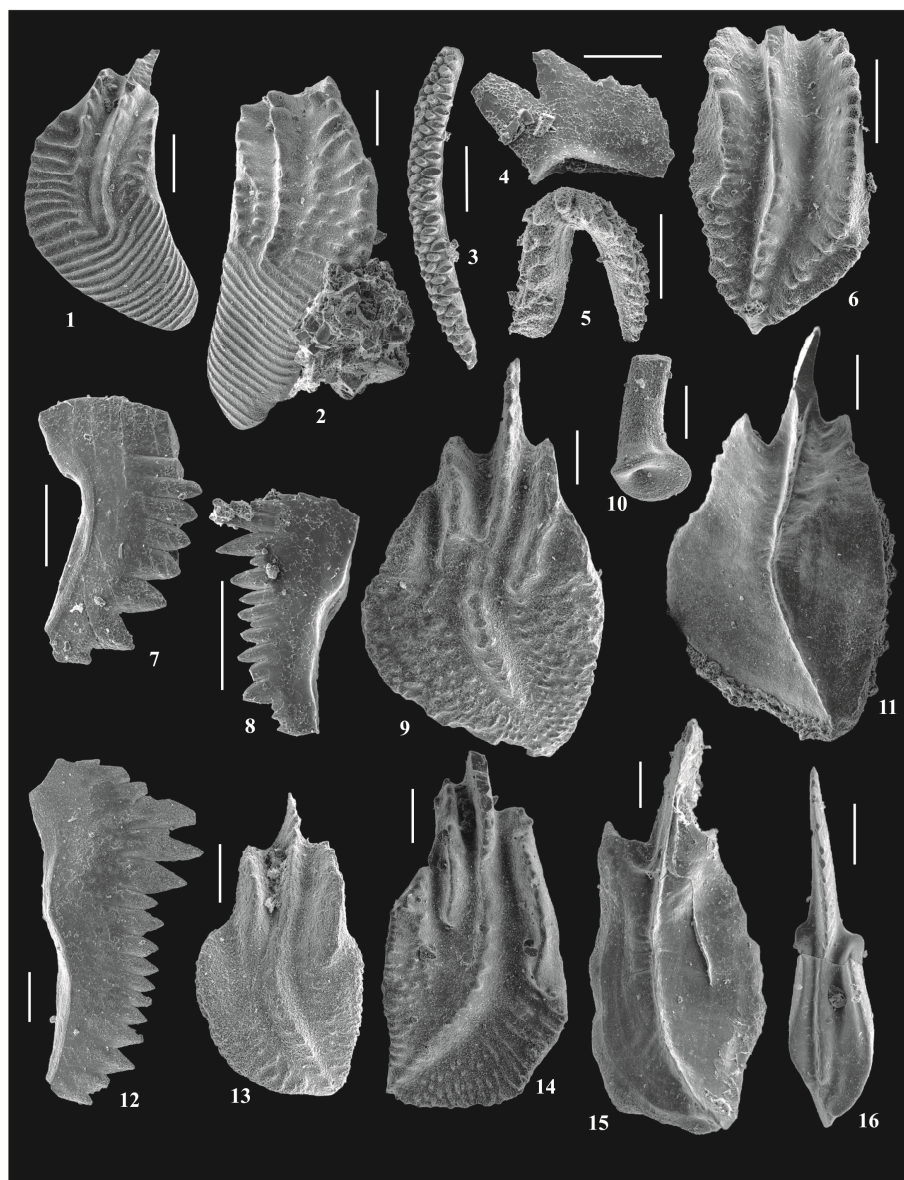


Рис. 4. Фаменские конодонты из средней части лымбадъяхинской свиты (обн. 2720): 1 – *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl, колл. № 512/14-30, проба 2720/10А; 2 – *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl, колл. № 512/14-24, проба 2720/6; 3 – S-элемент с эхелоном, колл. № 512/14-38, проба 2720/13; 4 – *Pelekygnathus* sp., колл. № 512/14-31, проба 2720/10А; 5 – S-элемент с эхелоном, колл. № 512/14-34, проба 2720/12; 6 – *Polygnathus* aff. *perplexus* Thomas, колл. № 512/14-36, проба 2720/13; 7 – *Hindeodus albus* (Deulin), колл. № 512/14-32, проба 2720/10А; 8 – *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M2, колл. № 512/14-35, проба 2720/12; 9 – *Polygnathus* sp. B, колл. № 512/14-27, проба 2720/6; 10 – *Mitrellataxis circularis* Wang et Wang, колл. № 512/14-29, проба 2720/9; 11 – *Polygnathus* sp. B, колл. № 512/14-39, проба 2720/15; 12 – «*Spathognathodus*» sp., колл. № 512/14-25, проба 2720/6; 13 – *Polygnathus* aff. *experplexus*, колл. № 512/14-23, проба 2720/6; 14 – *Polygnathus* sp. A, колл. № 512/14-22, проба 2720/5; 15 – *Polygnathus* sp. A, колл. № 512/14-26, проба 2720/6; 16 – *Polygnathus* aff. *delenitor* Drygant, колл. № 512/14-21, проба 2720/5. Масштабная линейка 0,2 мм.

Fig. 4. Famennian conodonts of the middle part of the Lymbada Formation (outcrop 2720): 1 – *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl, specimen № 512/14-30, sample 2720/10A; 2 – *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl, specimen № 512/14-24, sample 2720/6; 3 – echelon-bearing S-element, specimen № 512/14-38, sample 2720/13; 4 – *Pelekygnathus* sp., specimen № 512/14-31, sample 2720/10A; 5 – echelon-bearing S-element, specimen № 512/14-34, sample 2720/12; 6 – *Polygnathus* aff. *perplexus* Thomas, specimen № 512/14-36, sample 2720/13; 7 – *Hindeodus albus* (Deulin), specimen № 512/14-32, sample 2720/10A; 8 – *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M2, specimen № 512/14-35, sample 2720/12; 9 – *Polygnathus* sp. B, specimen № 512/14-27, sample 2720/6; 10 – *Mitrellataxis circularis* Wang et Wang, specimen № 512/14-29, sample 2720/9; 11 – *Polygnathus* sp. B, specimen № 512/14-39, sample 2720/15; 12 – «*Spathognathodus*» sp., specimen № 512/14-25, sample 2720/6; 13 – *Polygnathus* aff. *experplexus*, specimen № 512/14-23, sample 2720/6; 14 – *Polygnathus* sp. A, specimen № 512/14-22, sample 2720/5; 15 – *Polygnathus* sp. A, specimen № 512/14-26, sample 2720/6; 16 – *Polygnathus* aff. *delenitor* Drygant, specimen № 512/14-21, sample 2720/5. Scale bar 0.2 mm.

ский интервал от зоны *duplicata* до зоны *isosticha* турнейского яруса. Совместное нахождение этих таксонов позволяет приблизительно сопоставить отложения, вскрывающиеся в обн. 2724, со средней – верхней частью турнейского яруса (конодонтовые зоны *duplicata* – *isosticha*; упинский – кизеловский горизонты).

Строматопороидеи

Комплекс строматопороидей представлен пятью видами пяти родов – *Labechia*, *Actinostroma*, *Anostylostroma*, *Trupetostroma*, *Amphipora* (рис. 2, 5).

В отложениях лымбадьяхинской свиты строматопороидеи имеют ряд палеоэкологических особенностей. Во-первых, они не встречаются отдель-

ными ценостеумами. Как правило, они образуют сложные скелетные постройки, представленные неравномерным чередованием ценостеумов строматопороидей разных видов (рис. 5; 1, 4, 5, 6). Такое переслаивание в одной скелетной постройке, обилие инкрустирующих форм обусловлены ограниченной возможностью закрепиться на мягких грунтах с преобладанием микрита. Встречающиеся в некоторых образованиях прослойки микробиального карбоната (рис.5; 2, 3) фиксируют перерывы в росте и, следовательно, недолговременные изменения окружающей среды.

Комплекс строматопороидей представлен пятью видами, впервые найденными на севере Урала и Пай-Хоя и нуждающимися в дополнитель-

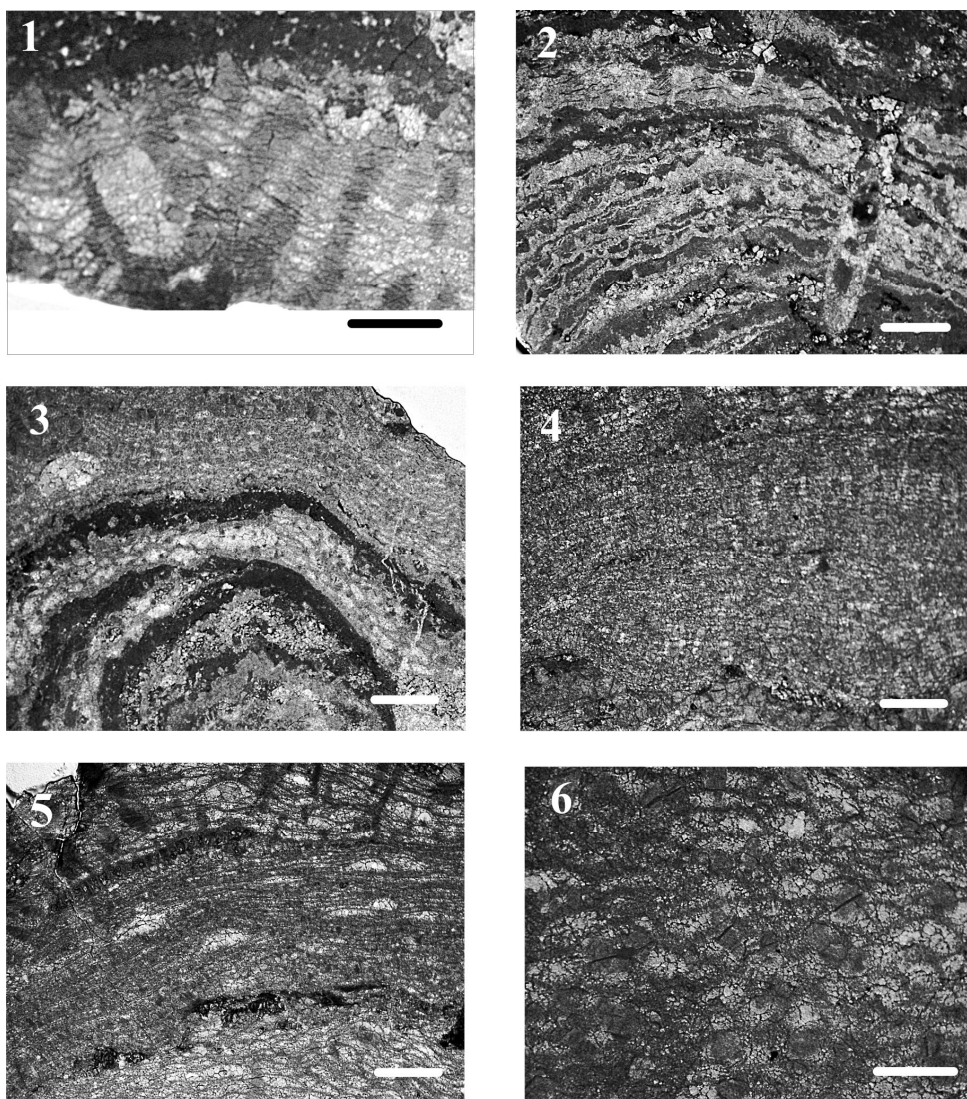


Рис. 5. Строматопороидеи лымбадьяхинской свиты.

1 – *Labechia* sp., обр.2720-1; 2 – переслаивание ламинарных фрагментов строматопороидей с прослойками микробиального карбоната, обр.2720-2; 3 – переслаивание *Anostylostroma* sp., *Actinostroma* sp. с включениями микробиального карбоната, обр.2720-3; 4 – *Actinostroma* sp., обр.2720-10; 5 – переслаивание *Labechia* sp. и *Anostylostroma* sp., обр.2720-10; 6 – обр.2720-21 *Trupetostroma* sp. Шкала – 2 мм.

Fig.5. Stromatoporoids of the Lymbada Formation.

1 – *Labechia* sp., sample 2720-1; 2 – alteration of lamellar fragments of stromatoporoids with microbial carbonate interlayers, sample 2720-2; 3 – alteration of *Anostylostroma* sp., *Actinostroma* sp. with microbial carbonate inclusions, sample 2720-3; 4 – *Actinostroma* sp., sample 2720-10; 5 – alteration of *Labechia* sp. and *Anostylostroma* sp., sample 2720-10; 6 – *Trupetostroma* sp., sample 2720-21. Scale bar 2 mm.

ном изучении. Это представители родов *Labechia*, *Actinostroma*, *Anostylostroma*, *Trupetostroma*, *Amphipora*. (рис. 5). Определенный здесь комплекс на родовом уровне подтверждает отнесение вмещающих отложений к фамену, однако некоторыми исследователями подчеркивается отсутствие лабехии (род *Labechia*) в верхнем фамене, что дает основание предположительно ограничить интервал нижним-средним фаменом.

Изотопная стратиграфия

Для серии образцов из обн. 2724 был проведен анализ изотопного состава углерода и кислорода карбонатов (рис. 3). Значительная часть образцов попадает на диаграмме $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ - $\delta^{18}\text{O}_{\text{карб}}$ [13] в область диагенетически измененных карбонатов с облегченным изотопным составом карбонатного углерода и кислорода (рис. 3, 6). Остальные образцы по значениям изотопных соотношений близки к мелководным позднефаменско-турнейским карбонатам юга Печора-Кожвинского мегавала [14].

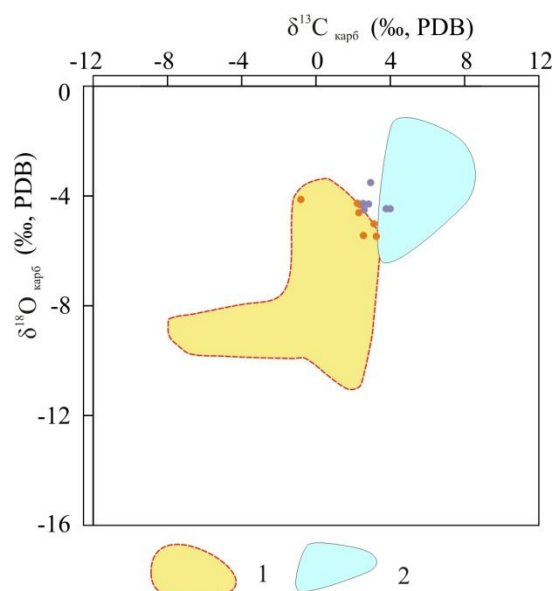


Рис. 6. Диаграмма изотопного состава карбонатного углерода и кислорода для образцов из верхней части лымбадьяхинской свиты (обн. 2724). Условные обозначения: 1 – область вероятных диагенетических изменений (по [13]); 2 – область аномальных значений для верхнетурнейского интервала в мелководных отложениях Печорской плиты (по [15,16]).
Fig. 6. Biplot diagram of carbonate carbon and oxygen isotope composition of the samples from the upper part of Lymbada Formation (outcrop 2724). Legend: 1 – area of probable diagenetic changes (by [13]); 2 – area of the Upper Tournaisian isotope anomaly in the shallow-water deposits of the Pechora Plate (by [15,16]).

Относительно тяжелый для мелководных образований изотопный состав углерода (до 4‰ в нижней части разреза, рис. 3, 6) дает основание предположить соответствие рассматриваемого интервала ранней фазе позднетурнейского изотопного события (TICE), охватывающей верхнюю часть конодонтовой зоны *isosticha* [13, 14]. Однако зату-

шеванность изотопного сигнала вторичными преобразованиями не позволяет однозначно интерпретировать эти данные. Значительное облегчение изотопного состава углерода в верхней части обн. 2724 (слой 7), скорее всего, отвечает постдиагенетическим изменениям, возможно, в субэвальных или крайне мелководных условиях с участием атмосферных вод. Другая возможная причина может состоять в позднедиагенетических изменениях отложений в процессе окремнения. В целом, имеющиеся данные подтверждают сопоставление разреза, вскрывающегося в обн. 2724, с верхней частью турнейского яруса (вероятно, зона *isosticha*, кизеловский горизонт).

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований существенно дополнена биостратиграфическая характеристика лымбадьяхинской свиты. Возраст второй пачки (обн. 2720) ограничен интервалом фаз *marginifera* - ранняя *expana* среднего-позднего фамена (мурзакаевское – кушелгинское время). С учетом данных по строматопороидеям можно предположить соответствие только мурзакаевскому горизонту. Пятая, верхняя, пачка свиты (обн. 2724) приблизительно может быть сопоставлена со средней – верхней частью турнейского яруса (конодонтовые зоны *duplicata* – *isosticha*; упинский – кизеловский горизонты). Низы вышележащей болванской свиты ранее были сопоставлены с верхним визе (зона *bilineatus*). Соответственно объем перерыва на границе с вышележащей болванской свитой отвечает интервалу от зоны *tyricus* до зоны *texanus* (косвинский – бобриковский горизонты). Вторая пачка лымбадьяхинской свиты соответствует средней части костяномысовской свиты, а пятая – нижней части карповской свиты, выделяемых на о-ве Вайгач. При этом в вайгачских разрезах отсутствует перерыв, коррелянт которого является нижняя часть болванской свиты.

Зафиксированная в обнажениях слоистая последовательность дополнила литологический облик второй, четвертой и пятой пачек лымбадьяхинской свиты. Во второй пачке охарактеризовано местонахождение фаменских строматопороидей.

Литература

1. Тимонин Н.И., Юдин В.В., Беляев А.А. Палеогеодинамика Пай-Хоя. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 227 с.
2. Журавлев А.В., Герасимова А.И., Вевель Я.А. Местная стратиграфическая схема верхнедевонско-среднекаменноугольного интервала севера Пайхойского карбонатного паравоттона // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2015. №4. С. 8–13.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Южно-Карская. Лист R-41 – Амдерма. Объяснительная записка/М.А.Шишкин, С.И.Шкарубо, Е.В.Молчанова, Н.В.Маркина, Е.В.Молчанова, Б.Г.Ванштейн, А.Г.Зинченко, О.Н.Зуйкова, С.В.Ка-

- лаус, С.А.Козлов, Д.А.Костин, Г.В.Котляр, М.С.Парамонова, В.С.Певзнер, М.Я.Попов, С.К.Пухонто, Г.Б.Савенкова, С.Ф.Солонина, Д.В.Чудакова, Э.В.Шипилов, Т.В. Яковлева. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 383 с.
4. Журавлев А.В., Вевель Я.А., Груздев Д.А. Местная стратиграфическая схема верхнего девона и карбона севера Пай-Хоя // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2018. Т. 13. № 2. http://www.ngtp.ru/rub/2/19_2018.pdf
 5. Новое о среднем карбоне Юго-Западного Пай-Хоя / Д.Л.Степанов, А.А.Султанаев, Л.П.Гроздилова, Д.Д.Дегтярев, О.Н.Кручинина, Н.Н.Лапина, В.А.Муромцева, А.И.Николаев, А.В.Попов, М.А.Симакова, И.Д. Ткачева // Вестник ЛГУ. 1977. № 24. С. 25–32.
 6. Барсков И.С., Кононова Л.И. О конодонтах каменноугольных отложений мыса Чайка (Юго-Западный Пай-Хой) // Известия АН СССР. Геология. 1983. №5. С. 1163–1167.
 7. Соловьева М.Н. Нижняя граница верхнего карбона по фауне фораминифер Югорского полуострова // Верхний карбон СССР. М.: Наука, 1984. С. 121–155.
 8. Ерофеевский А.В., Калашников Н.В. Продуктиды московского и касимовского ярусов мыса Чайка (Пай-Хой) // Сыктывкарский палеонтологический сборник. Сыктывкар, 2005. № 6. С. 58–78. (Тр. Ин-та геологии Коми науч. центра УрО Российской АН; Вып. 6).
 9. Воронцова Т.Н. Род *Polygnathus* sensu lato (конодонты): филогения и систематика // Палеонтологический журнал. 1993. №3. С. 66–78.
 10. Бардашев И.А. Стратиграфия и конодонты девона Таджикистана. Душанбе: “Дониш”, 2018. 316 с.
 11. Стрельченко Т.В., Кручек С.А. Стратиграфия нижнефаменских отложений Припятского прогиба (Белоруссия) по конодонтам // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2013. Т. 21. №2. С. 22–42.
 12. Thomas L.A. Devonian-Mississippian formations of Southeast Iowa // Bulletin of the geological society of America. 1949. Vol. 60. P. 403–438.
 13. Qie W.K., Zhang X.H., Du Y.S., Zhang Y. Lower Carboniferous carbon isotope stratigraphy in South China: Implications for the Late Paleozoic glaciation // Sci. China Earth Sci. – 2011. № 54. P. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11430-010-4062-4>
 14. Ерофеевский А.В., Журавлев А.В. Перспективы использования изотопно-стратиграфического метода ($\delta^{13}\text{C}$ карб) для корреляции верхнедевонско-каменноугольного интервала востока Тимано-Печорской провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2019. Т.14. №1. http://www.ngtp.ru/rub/2019/9_2019.html DOI:10.17353/2070-5379/9_2019
 15. Журавлев А.В., Вевель Я.А. Позднегурнейское событие в разрезах Косью-Роговской впадины и ее обрамления (Тимано-Печорская провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2018. Т.13. №1. http://www.ngtp.ru/rub/2/3_2018.pdf
 16. Позднегурнейские мелководные отложения востока Тимано-Печорской провинции (р. Кожва) / А.В.Журавлев, Я.А.Вевель, А.Н.Плотицын, А.В.Ерофеевский, В.Ю. Лукин // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2019. Т.14. №4. http://www.ngtp.ru/rub/2019/37_2019.html

References

1. Timonin N.I., Yudin V.V., Belyaev A.A. Paleogeodinamika Paj-Hoya. [Paleogeodynamics of Pay-Khoy]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2004. 227 p.
2. Zhuravlev A.V., Gerasimova A.I., Vevel' Ya.A. Mestnaya stratigraficheskaya skhema verhnedeavonsko-srednekaemnougol'nogo intervala severa Pajhojskogo karbonatnogo paravtohtona [Local stratigraphical scheme of the Upper Devonian-Middle Carboniferous interval of Northern Pay Khoy carbonate parautochthone] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2015. No. 4. P. 8–13.
3. Shishkin M.A., Shkarubo S.I., Molchanova E.V., Markina N.V. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1000000 (third generation)]. South-Kara series. R-41- Amderma. Explanatory note. St.Petersburg: Cartographic factory VSEGEI, 2012. 383 p.
4. Zhuravlev A.V., Vevel' Ya.A., Gruzdev D.A. Mestnaya stratigraficheskaya skhema verhnego devona i karbona severa Paj-Hoya [Local stratigraphic scheme of the Upper Devonian and Carboniferous of the northern Pay-Khoy] // Neftgazovaya geologiya. Teoriya i praktika [Oil-gas geology. Theory and Practice]. 2018. Vol. 13. № 2. http://www.ngtp.ru/rub/2/19_2018.pdf
5. Novoe o srednem karbone Yugo-Zapadnogo Paj-Hoya [New on the Middle Carboniferous of the South-Western Pay-Khoy] / D.L.Stepanov, A.A.Sultanaev, L.P.Grozdilova, D.D.Degtyarev, O.N.Kruchinina, N.N.Lapina, V.A.Murmtseva, A.I.Nikolaev, A.V.Popov, M.A.Simakova, I.D. Tkacheva // Bull. of Leningrad State Univ. 1977. No. 24. P. 25–32.
6. Barskov I.S., Kononova L.I. O konodontah kaemnougol'nyh otlozhenij mysa Chajka (Yugo-Zapadnyj Pai-Khoi) [About conodonts of the Carboniferous deposits of Chaika Cape (South-Western Pay-Khoy)]. Proc. of the USSR Ac. Sci. Geology. 1983. P. 1163-1167.
7. Solovyeva N.M Nizhnyaya granica verhnego karbona po faune foraminifer Yugorskogo poluostrova [Lower boundary of the Upper Carboniferous based on foraminifera fauna of Yugor Peninsula] // Upper Carboniferous of the USSR. Moscow: Nedra Publ., 1984. P. 121–15.
8. Erofeevsky A.V., Kalashnikov N.V. Produktidy moskovskogo i kasimovskogo yarusov mysa

- Chajka (Pai-Khoi) [Productides of Moskovian and Kasimovian stages of Chaika Cape (Pay-Khoy)]// Syktyvkar Paleontological Collection. Syktyvkar, 2005. № 6. P. 58–78.
9. Vorontsova T.N. Rod Polygnathus sensu lato (konodonty): filogeniya i sistematika [Genus Polygnathus sensu lato (conodonts): phylogeny and systematics] //Paleontological J. 1993. №3. P. 66–78.
10. Bardashev I.A. Stratigrafiya i konodonty devona Tadzhikistana [Devonian stratigraphy and conodonts of Tajikistan]. Dushanbe: "Donish", 2018. 316 p.
11. Strel'chenko T.V., Kruchek S.A. Stratigrafiya nizhnefamenskih otlozhenij Pripyatskogo progiba (Belorussiya) po konodontam [Conodont stratigraphy of lower Famennian deposits of Pripyat depression (Belarus)] // Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyaciya [Stratigraphy. Geological Correlation]. 2013. Vol. 21. №2. P. 22–42 p.
12. Thomas L.A. Devonian-Mississippian formations of Southeast Iowa // Bull. of geological society of America. 1949. Vol. 60. P. 403–438.
13. Qie W.K., Zhang X.H., Du Y.S., Zhang Y. Lower Carboniferous carbon isotope stratigraphy in South China: Implications for the Late Paleozoic glaciation // Sci. China Earth Sci. 2011. No. 54. P. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11430-010-4062-4>
14. Erofeevsky A.V., Zhuravlev A.V. Perspektivy ispol'zovaniya izotopno-stratigraficheskogo metoda ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$) dlya korrelyatsii verhnedevonsko-kamennougol'nogo intervala vostoka Timano-Pechorskoj provincii [Perspectives of application of isotope-stratigraphy ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$) for correlation of the Upper Devonian – Carboniferous interval of the east of Timan-Pechora Province] // Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika [Oil-gas geology. Theory and Practice]. 2019. Vol.14. №1. http://www.ngtp.ru/rub/2019/9_2019.html DOI:10.17353/2070-5379/9_2019
15. Zhuravlev A.V., Vevel' Ya.A. Pozdneturnejskoe sobytie v razrezah Kos'yu-Rogovskoj vpadiny i ee obramleniya (Timano-Pechorskaya provinciya) [The Late Tournaisian event in the successions of the Kosyu-Rogovaya depression and adjacent areas (Timan-Pechora province)]// Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika [Oil-gas geology. Theory and Practice]. 2018. Vol.13. №1. http://www.ngtp.ru/rub/2/3_2018.pdf
16. Pozdneturneiskie melkovodnie otlozheniya vostoka Timano-Pechorskoi provincii (r. Kozhva) [Late Tournaisian shallow-water deposits of the eastern part of Timan-Pechora province (Kozhva River)] / A.V.Zhuravlev, Ya.A.Vevel', A.N.Plotitsyn, A.V.Erofeevsky, V.Yu.Lukin // Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika [Oil-gas geology. Theory and Practice]. 2019. Vol.14. №4. http://www.ngtp.ru/upload/iblock/091/37_2019.pdf

Статья поступила в редакцию 20.12.2019.