

УДК 551.733.13

DOI: 10.24930/2500-302X-2025-25-3-419-437

Состав, строение, условия образования верхнекатийских отложений шежимского фациального комплекса (р. Илыч, Северный Урал)

Л. А. Шмелёва

Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54,
e-mail: lyubov.shmeleva@inbox.ru

Поступила в редакцию 07.05.2024 г., принята к печати 01.11.2024 г.

Объект исследования. Разрез верхнекатийских отложений шежимского фациального комплекса на р. Б. Косью (правый приток р. Илыч, Северный Урал) суммарной мощностью 42.3 м. Фактический материал представлен образцами горных пород (более 60 шт.), шлифами (60), пришлифовками (10 шт.). **Цель.** Восстановление условий осадконакопления верхнекатийских отложений шежимского фациального комплекса. **Методы.** Для расчленения разреза использовались стандартные литологический и палеонтологический методы изучения разреза. Отбор образцов осуществлялся не более чем через 1 м. Шлифы изучены классическим оптическо-микроскопическим методом. **Результаты.** Верхнекатийские отложения характеризуются многочисленными остатками конодонтовой и раковинной фауны, в том числе содержат зональный вид брахиопод *Proconchidium* cf. *muensteri* (St. Joseph), и имеют неоднородный литологический состав. В основании залегает пачка биокластовых водорослево-криноидных известняков, которые вверх по разрезу с тектоническим контактом сменяются известняковыми разнотекстурными песчаниками и известняковыми глыбовыми брекчиями. Выше они перекрываются типичными для этого возрастного интервала и широко распространенными в пределах Тимано-Североуральского региона слоистыми биокластовыми и комковатыми известняками с многочисленной фауной. **Выводы.** По стратиграфическому положению и фаунистической характеристике верхнекатийские отложения достоверно коррелируют со стратотипом яптикшорской свиты Приполярного Урала. Установленный на основании изучения множества разрезов Северного, Приполярного, Полярного Урала, гряды Чернышова характер трансформации внешней окраины Печорской плиты от окаймленной платформы в средней катии к открытой платформе и рампе в поздней катии (яптикшорское время) прослеживается и в разрезе на р. Б. Косью. Отложения характеризуют смену условий осадконакопления с отмельных на более глубоководные, что соответствует трансгрессивному этапу развития осадочного бассейна. Разрез на р. Б. Косью отличается от стратотипа яптикшорской свиты значительным присутствием обломочных разностей известняков, которые, вероятнее всего, были образованы в результате проявления тектонической активности Печорской плиты. Этот факт отражает региональные особенности североуральской окраины карбонатной платформы, обусловленные ее блоковым строением и различной интенсивностью тектонических процессов.

Ключевые слова: Северный Урал, верхний ордовик, катийский ярус, яптикшорская свита

Источник финансирования

Работа проводилась в рамках темы НИР ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (№ 122040600013-9)

Composition, structure, formation environment of the Yaptikshor deposits of the Shezhim facies complex (Upper Katian, Ilych River, Northern Urals)

Lyubov A. Shmeleva

N.P. Yushkin Institute of Geology, FRC Komi SC UB RAS, 54 Pervomayskaya st., Syktyvkar 167982, Russia,
e-mail: lyubov.shmeleva@inbox.ru

Received 07.05.2024, accepted 01.11.2024

Research subject. The section of the Upper Katian deposits of the Shezhim facies complex, exposed on the Bol'shaya Kos'yu River (a right tributary of the Ilych River, Northern Urals), exhibits a total thickness of 42.3 metres. The factual material is represented by a collection of more than 60 rock samples, 100 thin sections, and 10 slabs. **Aim.** Reconstruction of the sedimentation conditions of the Upper Katian deposits of the Shezhym facies complex. **Methods.** Standard lithological and paleontological methods of studying the section were used to dissect the section. Sampling was carried out af-

Для цитирования: Шмелёва Л.А. (2025) Состав, строение, условия образования верхнекатийских отложений шежимского фациального комплекса (р. Илыч, Северный Урал). *Литосфера*, 25(3), 419–437. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2025-25-3-419-437>. EDN: DLUSIW

For citation: Shmeleva L.A. (2025) Composition, structure, formation environment of the Yaptikshor deposits of the Shezhim facies complex (Upper Katian, Ilych River, Northern Urals). *Lithosphere (Russia)*, 25(3), 419–437. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2025-25-3-419-437>. EDN: DLUSIW

ter no more than 1 m. The sections were studied by the classical optical microscopic method. *Results.* The Upper Katian deposits are characterized by numerous remnants of conodont and shell fauna, including the zonal brachiopod species *Proconchidium* cf. *muensteri* (St. Joseph), exhibiting a highly heterogeneous lithological composition. At the base, there lies a pack of bioclastic algal-crinoid limestones, which are replaced with tectonic contact by limestone mixed-grained sandstones and limestone block breccias upward the section. Above, they overlap with layered bioclastic limestones with numerous fauna typical of this age range and widespread within the Timan-North Ural region. *Conclusions.* According to the stratigraphic position and faunal characteristics, the Upper Katian deposits are reliably correlated with the stratotype of the Yaptikshor formation of the Subpolar Urals. Established on the basis of studying a variety of sections of the Northern, Subpolar, Polar Urals, and Chernyshev Ridge, the transformation of the outer margin of the Pechora Plate from rimmed platform in the Middle Katian to an open platform and to a ramp in the Late Katian (Yaptikshor Time) can also be traced in the section on the Bol'shaya Kos'yu River. The deposits characterize the shift of sedimentation conditions from shallow to deeper ones, which corresponds to the transgressive stage of the sedimentary basin development. The section on the Kosyu River differs from the stratotype of the Yaptikshor Formation by the significant presence of lithoclastic limestone differences, which were most likely formed as a result of the manifestation of tectonic activity of the Pechora Plate. This fact reflects the regional features of the North Ural margin of the carbonate platform, due to its block structure and different intensity of tectonic processes.

Keywords: Northern Urals, Upper Ordovician, Katian stage, Yaptikshor Formation

Funding information

The investigations were conducted in accordance with the Scientific Research Work of the Institute of Geology of the Federal Scientific Center of the Komi Science Center (No. 122040600013-9)

Acknowledgements

The author would like to express his sincerest gratitude to A.I. Antoshkina and the anonymous reviewers for their invaluable contributions to the preparation of this article for publication. Their consultations, constructive comments, and insightful recommendations were instrumental in enhancing the quality of the final manuscript.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время верхнеордовикские отложения в пределах Тимано-Североуральского региона наиболее полно изучены на Приполярном Урале, где на основе детального изучения литологии и палеонтологии создана надежная стратиграфическая основа для их расчленения и корреляции. Район Северного Урала в этом отношении оставался слабо изученным, поскольку по сравнению с полными разрезами р. Кожым, разрезы верхнего ордовика рек Илыч и Унья имеют меньшее площадное распространение и чаще всего выведены на дневную поверхность по тектоническим нарушениям. В то же время еще В.А. Варсанофьевой в 1953 г. было отмечено, что на Северном Урале ордовик наиболее полно представлен в бассейне р. Илыч, а его разрезы могут считаться опорными для этого района (Производительные..., 1953). Кроме того, ею также было установлено, что с запада на восток состав пород и характеризующей их фауны меняются для отложений одного и того же стратиграфического интервала, в связи с чем были выделены западный мелководный (шежимский) и восточный глубоководный (шантымский) фациальные

комплексы (Производительные..., 1953). Помимо В.А. Варсанофьевой изучением данных разрезов в различные годы также занимались Н.Н. Иорданский (1928), А.И. Першина (1962), А.Г. Кондиайн (1967), О.А. Кондиайн (1960), В.В. Юдин (1983, 1994), А.И. Антошкина (1994, 2003, 2015 и др.), Б.Я. Дембовский и З.П. Дембовская (1992), чьи работы в значительной мере способствовали разработке схемы их стратиграфического расчленения (Стратиграфические..., 1993).

Разрезы верхнего катия на территории Северного Урала впервые были установлены и отнесены к яптикшорской свите А.И. Антошкиной с соавторами в бассейне р. Илыч в шантымском фациальном комплексе на руч. Закола (Антошкина и др., 1989). Ее стратотип расположен в бассейне р. Кожым, вблизи руч. Джагал-Яптик-Шор. Стратиграфически данная свита соответствует кыринскому горизонту верхнего ордовика (Стратиграфические..., 1993). В дальнейшем разновозрастные яптикшорские отложения были описаны и в шежимском фациальном комплексе на р. Б. Косью, где они с эрозионной границей перекрывают риф Б. Косью (Антошкина, 1994). Верхняя граница свиты здесь проводилась по надвигу (Юдин, 1983), по кото-

рому, как считалось ранее, она приведена в контакт со среднеордовикской карбонатно-глинистой большекосьюнской свитой. В настоящее время в разрезе р. Б. Косью выше яптикшорских отложений установлен хирнантский ярус (Шмелёва, Толмачёва, 2016; Антошкина, Шмелёва, 2018), нижняя граница которого проводится по первому появлению в разрезе слоя мелкообломочных известняковых брекчий с нижней эрозионной поверхностью и исчезновению зонального вида брахиопод *Proconchidium cf. muensteri* (St. Joseph).

Считается, что яптикшорская свита, широко развитая в пределах Тимано-Североуральского региона (Антошкина и др., 1989; Антошкина, 1994; Безносова и др., 2011; Шмелёва, 2015, 2018), имеет выдержанный литологический состав и содержит многочисленные остатки раковинной и колоннальной фауны, в том числе зональный вид брахиопод *Proconchidium cf. muensteri* (St. Joseph) и *Holorhynchus giganteus* Kiaer, благодаря чему хорошо распознается в удаленных разрезах и прослеживается на значительные расстояния. В результате проведенных автором в 2014, 2015 и 2022 гг. детальных полевых и лабораторных исследований было установлено, что разрез этих отложений на р. Б. Косью наряду с типичной фаунистической характеристикой существенно отличается литологически. В статье впервые приводятся новые данные по их геологическому строению, типизации, составу и условиям образования, что является актуальным, поскольку этот разрез выступает важным звеном для палеогеографической реконструкции окраины карбонатной платформы типа рампа как единственный полный разрез верхнекарийских отложений шежимского фациального комплекса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужил разрез верхнекарийских отложений на р. Б. Косью (правый приток р. Илыч, Северный Урал), суммарной мощностью 43 м. Фактический материал представлен образцами горных пород (более 60 шт.), шлифами (60) и пришлифовками (10 шт.). Отбор образцов осуществлялся не более чем через 1 м. Кроме собственных материалов задействованы полевые материалы А.И. Антошкиной 1974 г. и фондовый отчет Б.Я. Дембовского и З.П. Дембовской (1992). Определения различных групп фоссилий выполнялись в разные годы следующими специалистами-палеонтологами: Н.А. Боринцевой (табулятоморфные кораллы), В.С. Цыганко (ругозы), Т.М. Безносовой (брахиоподы), С.В. Мельниковым, В.А. Наседкиной, Т.Ю. Толмачёвой (конодонты). При выделении литотипов в работе использована классификация И.В. Хворовой (1958). Как известно, среди существующих схем классификаций карбонатных пород наибольшим распространением пользуются

схемы М.С. Швецова (1948), Г.И. Теодоровича (1958), И.В. Хворовой (1958), Р.Л. Фолка (Folk, 1959) и Р.Дж. Данхэма (Dunham, 1962). Последняя в зарубежной литературе в итоге получила самое широкое распространение, так как была нацелена на применение в нефтяной геологии для определения коллекторских свойств карбонатов. Однако в ней не используются никакие динамические параметры, а выделенные пять основных типов отражают главным образом взаимоотношения таких компонентов, как “зерна” и “ил”, из которых последний отличается широким диапазоном градаций. Кроме того, данная схема не может охватить всего разнообразия карбонатных пород. Вследствие этого разными исследователями она дополнялась такими терминами, как биоцементстоун, шеллстоун и др. Подобные дополнения практически не были приняты научной общественностью, так как они не только усложняли устоявшуюся схему, но и не вполне в нее вписывались. Последние исследования, касающиеся классификации Р.Дж. Данхэма (Lokier, Al Junaibi, 2016), выявили также тот факт, что разные геологи один и тот же тип пород понимают по-разному. Поэтому эта классификационная схема хотя и теоретически основана на объективных данных, но также страдает от субъективности исследователей.

Используя в качестве основы структурно-генетическую классификацию И.В. Хворовой (1958), мы детализировали ее применительно к своему материалу. В качестве главного критерия использовался вещественный состав пород. Другими ключевыми критериями служили структурные, текстурные и генетические признаки. Такой принцип классификаций карбонатных пород, разрабатываемых отечественными геологами, несомненно, является более правильным. Только исходя из вещественного состава, структурных и текстурных особенностей с учетом комплекса генетических данных, можно переходить к выводам в интерпретации генезиса карбонатных пород. Типы карбонатных платформ приводятся согласно (James, Jones, 2015).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Разрез расположен в пределах Верхнепечорско-го поперечного опускания Западной структурной зоны Северного Урала, где верхнекарийские отложения участвуют в строении западного крыла и центриклинали Косью-Уньинской синклинали и на дневную поверхность выходят в ее северной части в бассейне р. Илыч (рис. 1). В.В. Юдиным было прослежено ее ненарушенное западное крыло, переходящее в северное центриклинальное замыкание, которое, по его представлениям, сложено среднеордовикскими и силурийскими отложениями, падающими к юго-востоку (1983). Последующие исследования позволили установить их состав

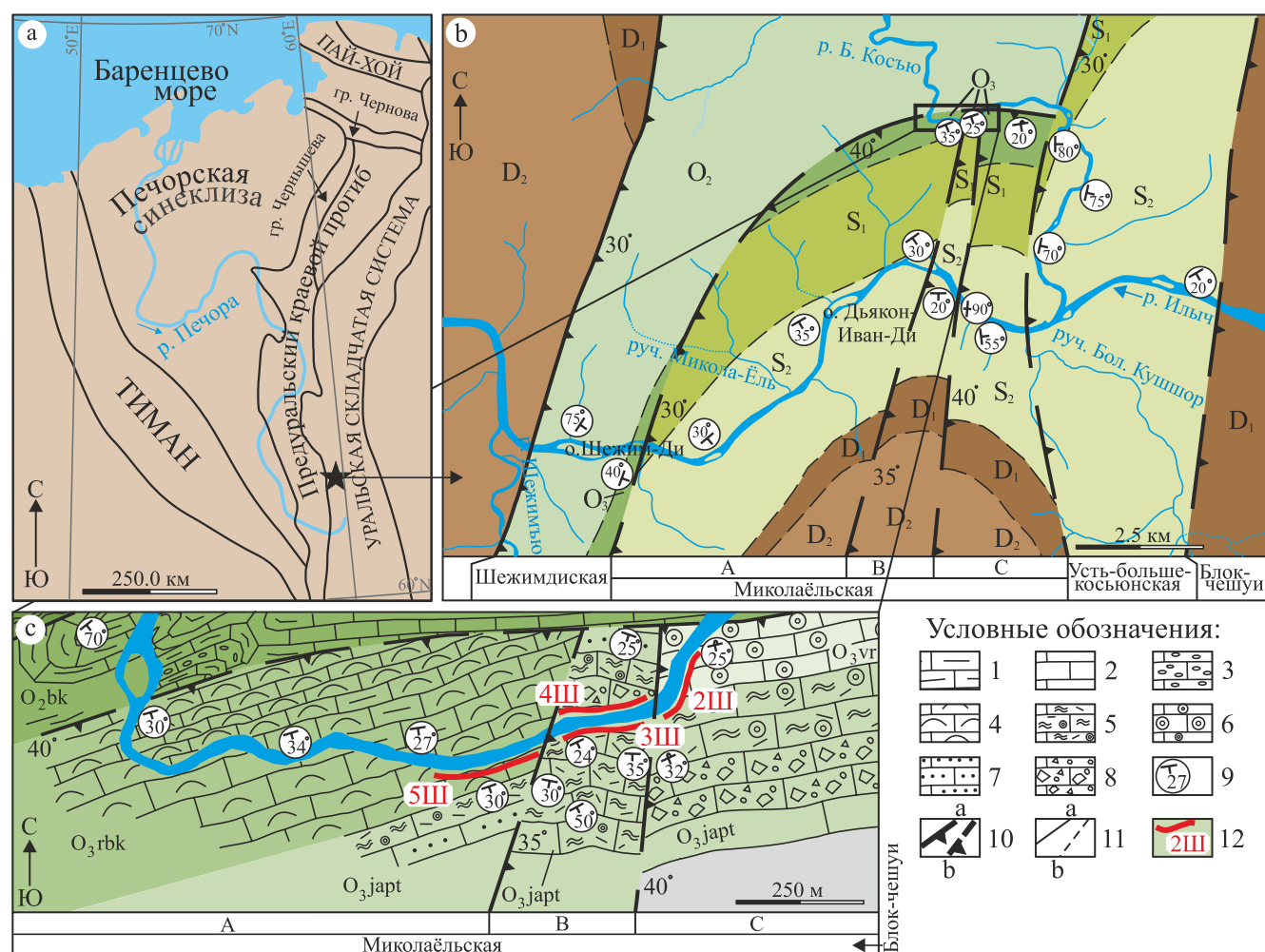


Рис. 1. Геологическое строение района исследований.

а – местонахождение изученного разреза на территории Тимано-Североуралья; б – геологическая карта северной части Верхнепечорского поперечного опускания (Юдин, 1983; Шмелёва, Пономаренко, 2023); в – фрагмент геологической карты района р. Б. Косью. 1 – известково-алевритисто-глинистые сланцы; 2 – известняки; 2 – пелитоморфные, 3 – пелитоморфные с гравием жильного кварца и метаморфических пород, 4 – биогермные, 5 – биокластовые криноидно-водорослевые, 6 – биокластовые криноидные, 7 – известняковые песчаники, 8 – известняковые глыбовые брекчии; 9 – элементы залегания; 10, 11 – контакты: 10 – тектонические установленные (а) и предполагаемые (б), 11 – стратиграфические согласные установленные (а) и предполагаемые (б); 12 – обнажения и их номера. O_2bk – больше-косьюнская свита; O_3rbk – риф Большая Косью; O_3japt – яптикшорская свита; O_3vr – верхнеручейная свита.

Fig. 1. Geological structure of the research area.

а – location of the studied section on the territory of the Timan-North Ural region; б – geological map of the northern part of the Vekhnaya Pechora transverse subsidence (Yudin, 1983; Shmeleva, Ponomarenko, 2023); в – fragment of the geological map of the Bol'shaya Kos'yu river. 1 – limestone-silty-clay; 2–8 – limestones: 2 – pelitomorphic, 3 – pelitomorphic with gravel of vein quartz and metamorphic rocks, 4 – biohermic, 5 – bioclastic algal-crinoid, 6 – bioclastic crinoid, 7 – limestone sandstones, 8 – block breccias; 9 – elements of occurrence; 10, 11 – contacts: 10 – tectonic established (a) and assumed (b), 11 – stratigraphic consonants established (a) and assumed (b); 12 – outcrops and their numbers. O_2bk – bolshekos'yu formation; O_3rbk – reef Bol'shaya Kos'yu; O_3japt – yaptikshor formation; O_3vr – verhnneruchej formation.

и строение, детализировать стратиграфию, а также реконструировать условия образования (Шмелёва, Толмачёва, 2016; Антошкина и др., 2017; Пономаренко, Никулова, 2020; Шмелёва, 2020; Пономаренко, 2020, 2021, 2022 и др.). В целом это дало возможность уточнить геологическое строение се-

верной центриклинали Косью-Уньинской синклинали и выявить, что она имеет чешуйчато-надвиговое строение. С запада на восток здесь было выделено три крупных блок-чешуи: Шежимдская, Миколаёвская и Усть-Большекосьюнская, ограниченные тектоническими разломами с плоско-

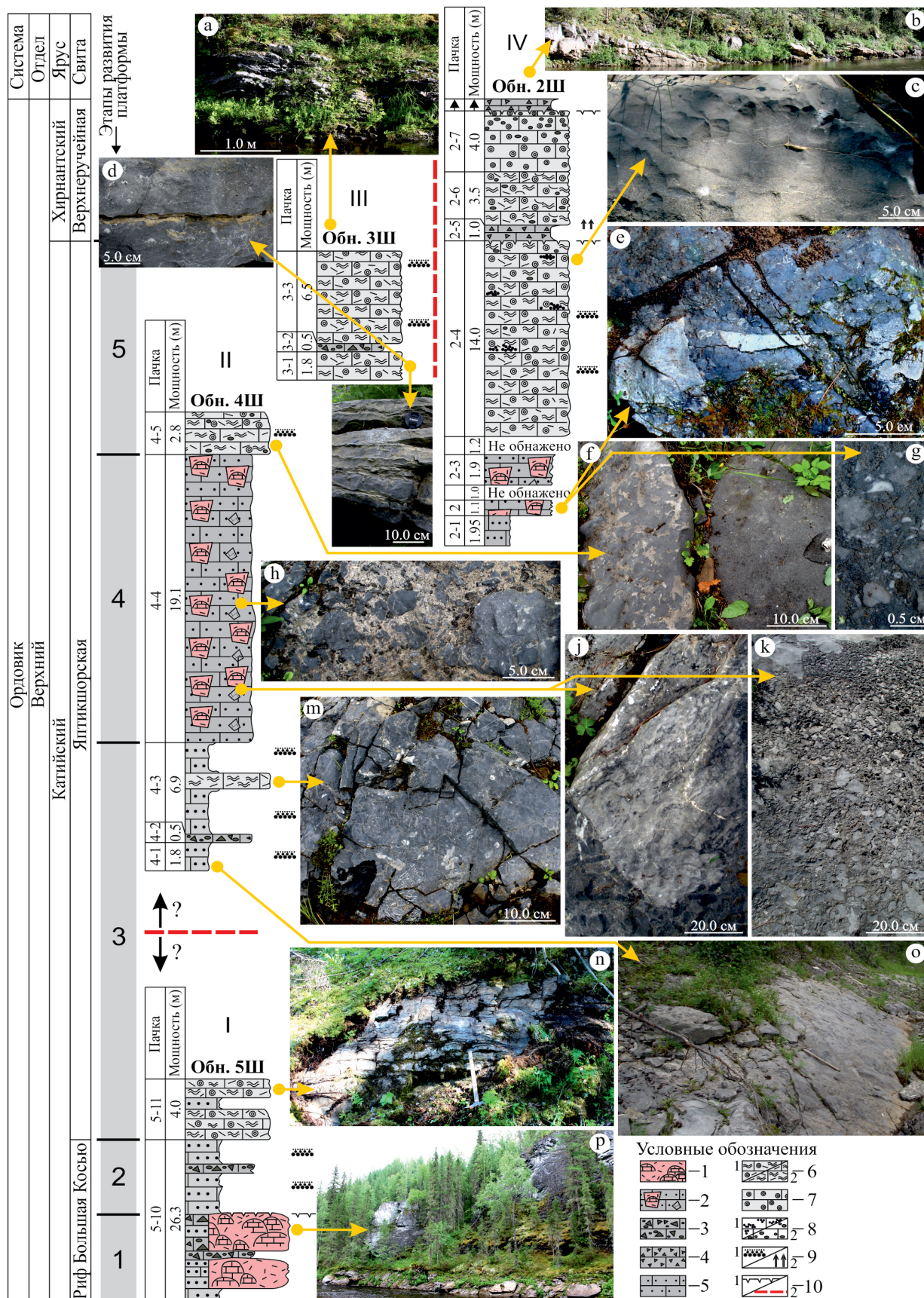


Рис. 2. Характеристика строения и состава яптикшорской свиты:

I–IV – изученные разрезы; а – общий вид обн. 3Ш; b – общий вид обн. 2Ш; c, d – светло-серые крупнобиокластовые водорослево-криноидные массивные известняки (c – массивные, d – плитчатые); e, g – фрагменты строения известняковых глыбовых брекчий; f – средне-крупнобиокластовые известняки (слева) и известняковые разномерностные песчаники (справа); h, j, k – известняковые глыбовые брекчий; m – темно-серые средне-крупнобиокластовые водорослево-криноидные известняки с обилием фауны табулят, ругоз, криноидей; n – общий вид обн. 5Ш, пачка 11; o – общий вид обн. 4Ш; p – общий вид обн. 5Ш, рифовые известняки. 1 – известняки биогермные; 2 – известняковые глыбовые брекчий; 3 – известняковые грубообломочные конглобрекчий; 4 – известняковые мелкообломочные брекчий; 5 – известняковые средне-крупномерностные песчаники; 6.1 – известняки биокластовые водорослево-криноидные; 6.2 – известняки биокластовые водорослевые; 7 – известняки биокластовые криноидные; 8.1 – участки пелитоморфного и сгусткового известняка с цианобактериями; 8.2 – окатанные обломки известняков; 9.1 – градиционная слоистость обломочного материала; 9.2 – постепенный переход одних типов известняков в другие; 10.1 – эрозионная поверхность; 10.2 – тектоническое нарушение.

Fig. 2. Characteristics of the structure and composition of the Yaptikshor formation:

I, II, III, IV – studied sections; a – general view of the outcrop 3Ш; b – general view of the outcrop 2Ш; c, d – light gray coarse-bioclastic algal-crinoid massive limestones (c – massive, d – lamellar); e, g – fragments of the structure of limestone block breccias; f – medium-coarse-bioclastic limestones (left) and limestone mixed-grained sandstones (right); h, j, k – limestone blocks breccias; m – dark gray medium-large bioclastic algal-crinoid limestones with an abundance of tabulate, rugose, crinoid fauna; n – general view of the outcrop 5Ш, pack 11; o – general view of the outcrop 4Ш; p – general view of the outcrop 5Ш, reef limestones. Symbols: 1 – biohermic limestones; 2 – limestone block breccias; 3 – limestone coarse-grained conglobreccias; 4 – limestone fine-grained breccias; 5 – limestone medium-coarse-grained sandstones; 6.1 – bioclastic algal-crinoid limestones; 6.2 – bioclastic algae limestones; 7 – bioclastic crinoid limestones; 8.1 – areas of pelitomorphic and clump limestone with cyanobacteria; 8.2 – rolled limestone fragments; 9.1 – gradation layering of the detrital material; 9.2 – gradual transition of some types of limestone into others; 10.1 – erosive surface; 10.2 – tectonic disturbance.

стью падения, наклоненной к востоку-юго-востоку под углами 30–40° (Шмелёва, Пономаренко, 2023).

Верхнекатийские отложения вскрыты на р. Б. Косью в пределах Николаёвской блок-чешуи, состоящей из ряда более мелких чешуй (А, В и С), границы между которыми тектонические (см. рис. 1b, c).

В районе реки р. Б. Косью в блок-чешуе А вскрывается среднекатийский риф Большая Косью (рис. 2p) и согласно залегающая на нем верхнекатийская яптикшорская свита. Блок-чешуя В представляет собой узкую полосу, также сложенную здесь верхнекатийской яптикшорской свитой с падением пород на юг под углами 20–25°. В блок-чешуе С вскрываются верхнекатийские и хирнантские отложения в опрокинутом залегании – падение пород на юго-юго-восток (в сторону более древних) под углами 20–32°.

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Исследуемые верхнекатийские яптикшорские отложения согласно залегают на рифовом массиве Большая Косью. Нижняя граница проводится по подошве серых плитчатых биокластовых водорослево-криноидных известняков с многочисленными остатками раковинной фауны, в том числе зонального вида брахиопод *Proconchidium* cf. *tuensteri* (St. Joseph) (см. рис. 2, пачка 5-11), которые залегают на подстилающих среднекатийских известняковых песчаниках рифа Большая Косью с вадозным цементом типа dogtooth (Flügel, 2010) (см. рис. 2, пачка 5-10), фиксирующими снижение уровня моря и прекращение развития рифа (Шмелёва, 2020). Верхняя граница свиты эрозионная, проводится по первому появлению в разрезе слоя мел-

кообломочных известняковых брекчий верхнеручейной свиты хирнантского яруса (см. рис. 2, пачка 2-5) (Шмелёва, Толмачёва, 2016).

Для свиты общей видимой мощностью 43 м характерен неоднородный литологический состав. В ее основании залегает небольшая пачка биокластовых водорослево-криноидных известняков (см. рис. 2, пачка 5-11, мощность 4 м), которые вверх по разрезу с тектоническим контактом сменяются известняковыми разномерностными песчаниками (см. рис. 2, пачки 4-1, 4-2, 4-3, мощность 9.2 м) и далее известняковыми глыбовыми брекчий (см. рис. 2, пачка 4-4, 2-1, 2-2, 2-3, мощность 19.1 м). Из крупных обломков биогермных известняков были собраны табуляты, ругозы, строматопороидеи, сфинктозойные губки, гидроиды и водоросли, все виды которых были описаны ранее при изучении рифового массива (Шмелёва, 2020). Глыбовые брекчий перекрываются типичными для этого возрастного интервала и широко распространенными в пределах Тимано-Североуральского региона слоистыми биокластовыми и комковатыми известняками с многочисленными остатками криноидей, водорослей и брахиопод (см. рис. 2, пачки 4-5, 3-1, 3-2, 3-3, 2-4, мощность 14.0 м). Из биокластовых известняков и матрикса известняковых глыбовых брекчий выделены конодонты, охватывающие интервал конодонтовой зоны *Amorphognathus ordovicicus* (Шмелёва, Толмачёва, 2016). Стратиграфически она отвечает либо интервалу от середины катия до середины хирнанта (Bergström, Leslie, 2009; Kaljo et al., 2012; и др.) либо от середины катия до кровли хирнанта (Gradstein et al., 2004, 2012; Batten Hender, Dix, 2008; Состояние..., 2008; Мавринская, Якупов, 2016).

Таким образом, присутствие в известняках многочисленных конодонтов и остатков зонального вида брахиопод *Proconchidium* cf. *muensteri* (St. Joseph) позволяет достоверно коррелировать их со стратотипом яптикшорской свиты Приполярного Урала (Опорные..., 1987; Антошкина, 2015), стратиграфически соответствующей кырынскому горизонту верхнего ордовика (Стратиграфические..., 1993).

ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗА

Разрезы верхнекарийских отложений шежимского фациального комплекса на р. Б. Косью вскрыты в верхней части обн. 5Ш (на склоне в лесу – блок-чешуя А), обн. 4Ш и 3Ш (блок-чешуя В), а также в верхней части обн. 2Ш (блок-чешуя С) (см. рис. 1с). Выходы разделены взбросо-сдвигающими с плоскостью падения, наклоненной к востоку-востоку под углами 35–40°.

В обн. 5Ш к данной свите относится пачка мощностью 4 м, вскрытая в нижнем (по течению) конце обнажения в самой верхней части склона. Здесь наблюдаются известняки серые плитчатые биокластовые водорослево-криноидные (см. рис. 2н), сильно перекристаллизованные с небольшими редкими прослоями (2.5–10.0 см) средне-крупнозернистых известняковых песчаников с градационной слоистостью и примесью органогенного материала (фрагменты криноидей, зеленых водорослей; 0.1–0.5 мм; 15%) и известняковых конглобрекций с биокластовым криноидным матриксом. В биокластовых известняках встречается обилие криноидей, табулят, ругоз, брахиопод, остракод, гастропод, а также окатанные обломки пелитоморфных известняков и небольшие участки, сложенные темно-серым пелитоморфным и сгустковым известняком.

Обн. 4Ш расположено в 100 м ниже по течению реки от обн. 5Ш на противоположном берегу (см. рис. 1с), где крупные плиты известняков полого спускаются в реку (см. рис. 2о). Снизу вверх по разрезу здесь выделены следующие пачки (см. рис. 2).

1. Серые среднеплитчатые (5–20 см) средне-крупнозернистые известняковые песчаники с крупными обломками колоний табулят (3–10 см), одиночными ругозами, сфинктозойными губками *Corymbospongia* sp. (0.5–1.0 см). Песчаники сложены окатанными обломками (0.03–0.3 мм; около 60%) темно-серых пелитоморфных и серых биокластовых известняков и органогенным материалом (до 15%): фрагменты криноидей (0.1–0.5 мм), зеленых водорослей (0.1–0.4 мм), мелкий раковинный детрит. Иногда отмечается градационная слоистость обломочного материала. Цемент мелко-среднекристаллический спаритовый (25%). В верхней части пачки в интервале 1.3–1.8 м наблюдаются увеличение размеров песчаной составляющей

(до 0.8–1.0 мм) и небольшие прослои биокластового материала. Видимая мощность 1.8 м.

2. Известняковые грубообломочные конглобрекции с биокластовым матриксом (рис. 3ф, г, h). Обломки пород слагают до 60% от объема породы, они не сортированы, неравномерно распределены в породе, имеют разный состав и размер. Окатанность хорошая у более мелких обломков, плохая – у крупных. Обломки представлены следующими типами известняков: 1) серыми и темно-серыми преимущественно угловатыми и плохо окатанными биокластовыми водорослевыми, водорослево-криноидными и криноидными (от 1.5–3.0 до 15.0–25.0 см); 2) темно-серыми окатанными пелитоморфными (0.1–1.0 см); 3) серыми окатанными микрокомковатыми (1.0–3.0 см). Матрикс в одних случаях представлен крупно- и грубобиокластовым известняком (около 20%), участками интенсивно доломитизированным, в других – известняковым песчаником. Биокластовые фрагменты в нем представлены члениками криноидей (0.5–3.0 мм), фрагментами колоний табулят, гелиолитоидей и ругоз (0.2–1.0 мм), зеленых и красных водорослей (до 5.0 мм), цианобактерий, неидентифицируемых кальцимикробов, единичных фрагментов панцирей трилобитов, мшанок и раковин брахиопод (0.3–2.0 мм). Доломитизированные участки матрикса, выделяющиеся светлым рыжеватым цветом на выветрелой поверхности (возможно, из-за оксида железа), сложены мельчайшими кристаллами доломита размером от 0.01 до 0.10 мм. Известняковые песчаники в составе матрикса состоят из окатанных обломков пелитоморфных известняков (0.3–1.0 мм), а также окатанных фрагментов криноидей (0.1–0.2 мм). Цемент базально-поровый (до 10%), образован тонкокристаллическим (0.01–0.03) кальцитом, заполняющим поровое пространство в матриксе. Видимая мощность 0.5 м.

3. Серые известняковые плитчатые (20–30 см) песчаники (см. рис. 3ж, к). Состоят из округлых, овальных и неправильных окатанных обломков известняков темно-серых пелитоморфных и серых мелкобиокластовых. Обломки слагают до 50–70% объема породы. Величина обломков различная, встречаются как среднезернистые разности, где преобладают обломки размером 0.2–0.5 мм, так и крупнозернистые (0.3–1.0 мм). Кроме обломков известняков в песчаниках наблюдается значительное количество (до 30%) хорошо окатанного биокластового материала – криноидного (0.1–0.5 мм), брахиоподового (0.1–0.4), водорослевого (0.3–2.0 мм), причем в более крупнозернистых разностях песчаников его больше. В крупнозернистых разностях песчаников присутствуют обломки колоний табулят (до 10 см), одиночных ругоз, сфинктозойных губок (~1.0 см) и редкие прослои известняков биокластовых водорослевых мощностью до 20 см (см. рис. 2м). Как в песчаниках, так и в биокластовых

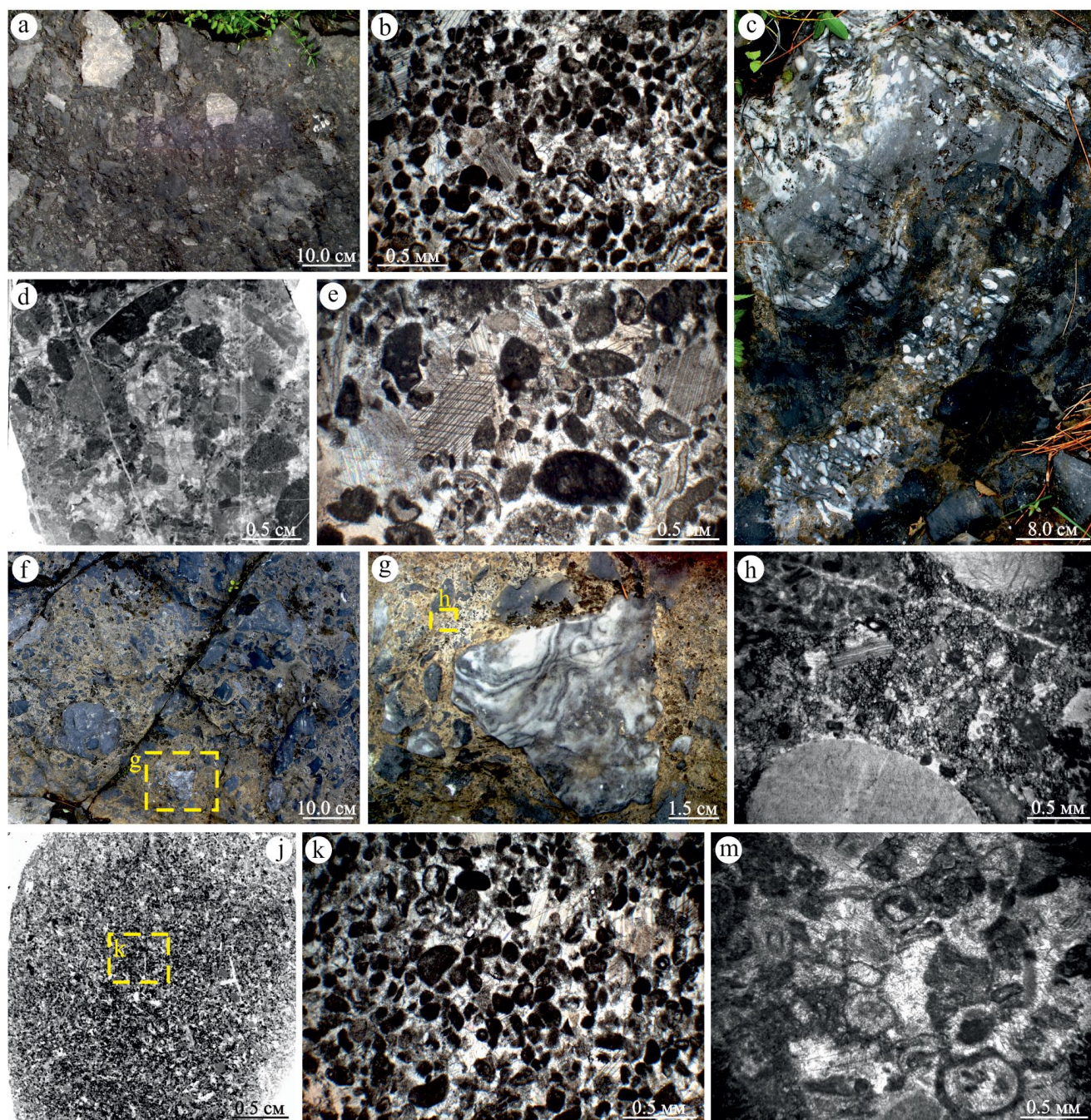


Рис. 3. Характерные типы пород.

a–e – известняковые глыбовые брексии (a – общий вид, b, d, e – матрикс (b – известняковые песчаники, d – мелкообломочные конглобрексии, e – известняковые песчаники с биокластовым материалом); c – обломки биогермных строматопоровых известняков с ругозами); f–h – известняковые грубообломочные конглобрексии (f – общий вид, g – крупный неокатанный обломок биогермного известняка, h – матрикс, представленный биокластовым доломитизированным известняком); j, k – известняковые песчаники; m – известняки биокластовые водорослево-криноидные.

Fig. 3. Characteristic rock types.

a–e – limestone block breccias (a – general appearance, b, d, e – matrix (b – limestone sandstones, d – fine-grained conglobrecias, e – limestone sandstones with bioclastic material); c – fragments of biohermic stromatoporous limestones with rugoses); f–h – limestone coarse-grained conglobrecias (f – general appearance, g – large uncoated fragment of biogermic limestone, h – matrix represented by bioclastic dolomitized limestone); j, k – limestone sandstones; m – bioclastic algal-crinoid limestones.

известняках отмечаются участки с прямой градиционной слоистостью обломочного материала. Цемент образован мелко-, средне- и крупнокристаллическим кальцитом (0.1–2.0 мм). В среднезернистых разностях, где песчинки соприкасаются, количество его обычно невелико, в крупнозернистых – цемент в некоторых участках базальный (до 20–25%). Терригенная примесь отсутствует. Видимая мощность 6.9 м.

4. Известняковая глыбовая брекчия (см. рис. 2h, j, k; рис. 3a–e). Порода серого до темно-серого цвета, структура грубообломочная, текстура пятнистая. Характерны плохая сортировка и неокатанность обломочного лито- и биоматериала. Литокласты составляют 55–80% объема породы и представлены тремя типами известняков: 1) неокатанные обломки и глыбы (от 10–20 см до 1.5–2.0 м) светло-серых биогермных известняков, сложенных разнообразными группами каркасообразующих организмов (по составу выделяются обломки преимущественно строматопоровых известняков с ругозами, водорослевых, цианобактериально-губковых, гидроидных известняков и их переходные разности); 2) обломки (0.5–0.8 см) серых биокластовых известняков, сложенных преимущественно фрагментами криноидей (0.5–3.0 мм), реже отмечаются фрагменты мшанок, ругоз, зеленых водорослей, цианобактерий и окатанные обломки песчаной размерности темно-серых пелитоморфных известняков; 3) слабоокатанные обломки темно-серых пелитоморфных известняков с крупным биокластовым материалом (2–6 см). Матрикс от серого до темно-серого цвета, по составу представлен известняковыми песчаниками с остатками члеников криноидей, цистоидей, табулят, ругоз, зеленых и красных водорослей, сфинктозойных губок, брахиопод и цианобактерий. Цемент базально-поровый спаритовый (около 10–15%). Видимая мощность 19.1 м.

5. Известняки серые среднеплитчатые (5–20 см) средне-крупнобиокластовые (см. рис. 2f; рис. 3m) с крупными обломками колоний табулят (3–10 см), одиночными ругозами, губками *Corymbospongia* sp. (0.5–1.0 см), крупными гастроподами (до 10 см). Породы сложены преимущественно члениками криноидей (до 3.0 мм; до 60%) и фрагментами зеленых водорослей (около 1.0 мм; 15–20%). Реже встречаются скопления цианобактерий (10–15%), фрагменты брахиопод и трилобитов (1–2 см; 10%). В незначительном количестве отмечаются окатанные обломки пелитоморфных известняков (0.15–0.5 мм; 3–10%, редко до 15%), слои с градиционной слоистостью, а также участки (0.5–1.5 см; 10%), сложенные темно-серым пелитоморфным и сгустковым известняком. В них часто наблюдаются пятна доломитизации. Цемент базально-поровый спаритовый мелкокристаллический (10–15%). Видимая мощность 2.8 м.

Видимая мощность вскрытого разреза 31.1 м.

Далее разрез наращивается в правом борту реки в **обн. 3Ш** (расположено напротив обн. 4Ш), где после не обнаженного интервала, приходящегося на русло реки и соответствующего примерно 3 м по мощности, вскрыты серые биолитокластовые известняки (см. рис. 2a). Снизу вверх по разрезу здесь выделены три пачки (см. рис. 2).

1. Серые плитчатые (3–6 см) биокластовые известняки, сложенные преимущественно члениками криноидей (до 3.0 мм; до 60%) и фрагментами зеленых водорослей (около 1.0 мм; 15–20%) (см. рис. 2d). Отмечаются скопления фрагментов брахиопод и другой неопределимой раковинной фауны (1–2 см; 10%). Иногда встречаются окатанные обломки (от 1 до 2–3 см) мелкокристаллических серых известняков. Цемент базально-поровый мелкокристаллический спаритовый. Видимая мощность 1.8 м.

2. Серые известняковые грубообломочные конглобрекции с фрагментами колоний табулят (до 10 см) и единичными одиночными ругозами (1–3 см). Конглобрекции сложены тремя типами обломков известняков (60%): 1) серых биокластовых полуокатанных и угловатых (от 1.5–3.0 до 15.0–25.0 см); 2) темно-серых микрокомковатых окатанных (0.3–2.0 см); 3) темно-серых пелитоморфных окатанных (0.1–1.0 см). Матриksom служит известняк биокластовый водорослево-криноидный. Цемент базально-поровый спаритовый. Видимая мощность 0.5 м.

3. Светло-серые плитчатые (20–30 см) крупнобиокластовые водорослево-криноидные известняки, сложенные преимущественно члениками криноидей (до 3.0 мм; до 60%) и фрагментами зеленых водорослей (0.3–2.0 мм; 15–20%). Реже встречаются скопления небольших колоний цианобактерий *Renalcis* sp. (10–15%), фрагменты брахиопод и трилобитов (1–2 см; 10%). Реже отмечаются слабоокатанные обломки (от 1 до 2–3 см) мелкокристаллических серых известняков и слои с градиционной слоистостью. Цемент базально-поровый мелкокристаллический спаритовый. Видимая мощность 6.5 м.

Видимая мощность вскрытого разреза 8.8 м.

Самые верхние слои толщи вскрыты в **обн. 2Ш**, расположенном в правом борту р. Б. Косью примерно в 10 м ниже по течению реки от обн. 3Ш, где река делает резкий правый поворот (см. рис. 2b). Снизу вверх по разрезу здесь выделены следующие пачки (см. рис. 2).

1. Темно-серые плитчатые (20–30 см) известняковые песчаники с обломками колоний табулят (до 10 см), одиночными ругозами и сфинктозойными губками. Песчаники состоят из микритизированных обломков темно-серого пелитоморфного известняка, слагающих до 50–70% объема породы. Цемент спаритовый мелкокристаллический. В кровле пачки отмечается единичный слой мощ-

ностью 20 см серых биокластовых водорослево-криноидных известняков с массивной, реже неяснослоистой текстурой, часто перекристаллизованных. Биокластовый материал окатанный, представлен преимущественно члениками криноидей (0.5–3.0 мм; до 60%) и фрагментами зеленых водорослей (0.4–1.0 мм; 15–20%). Встречаются скопления небольших колоний цианобактерий *Renalcis* sp., обломки раковин брахиопод, фрагменты мшанок, губок, а также неравномерно распределенные обломки серых биокластовых известняков (0.15–1.5 мм; ~5%). Цемент базально-поровый спаритовый (15%). Видимая мощность 1.95 м.

2. Известняковая глыбовая брекчия (см. рис. 2е, г). Обломки представлены тремя видами: неокатанными светло-серыми биогермными известняками (от 10–20 см до 1.5–2.0 м), сложенными разными группами каркасообразующих организмов – табулятами, ругозами, сфинктозойными губками, строматопороидеями; слабоокатанными обломками (0.5–0.8 см) серых биокластовых известняков, сложенных преимущественно фрагментами криноидей (0.5–3.0 мм), также отмечаются фрагменты мшанок, ругоз, зеленых водорослей, цианобактерий *Renalcis* sp.; слабоокатанными обломками темно-серых известняков (2–6 см), сложенных агрегатом мелких кристаллов кальцита и окатанными обломками темно-серых пелитоморфных известняков размером 0.1–0.2 мм. Матрикс образован известняковыми песчаниками с обилием и разнообразием как крупного, так мелкого биокластового материала, представленного члениками криноидей, остатками табулят, зеленых водорослей, сфинктозойных губок и цианобактерий. Цемент базально-поровый спаритовый. Видимая мощность 1.1 м.

Не обнажено 1.0 м.

3. Известняковая глыбовая брекчия (аналог пачки 2). Видимая мощность 1.9 м.

Не обнажено 1.2 м.

4. Светло-серые крупнобиокластовые водорослево-криноидные доломитизированные массивные известняки, сложенные преимущественно члениками криноидей (до 3.0 мм; до 60%) и фрагментами зеленых водорослей (около 1.0 мм; 15–20%) (см. рис. 2с). Реже встречаются скопления небольших колоний цианобактерий *Renalcis* sp. (10–15%), фрагменты брахиопод и трилобитов (1–2 см; 10%). Иногда отмечаются слабоокатанные обломки (от 1 до 2–3 см) мелкокристаллических серых известняков и слои с градиционной слоистостью. Цемент базально-поровый мелкокристаллический спаритовый. Верхняя граница пачки эрозионная с карманами до 5 см в глубину. Видимая мощность 14.0 м.

Видимая мощность вскрытого разреза 21.15 м.

Таким образом, основание свиты мощностью 4 м вскрыто в обн. 5Ш (блок-чешуя А). Далее с тектоническим нарушением разрез наращивается в обн. 4Ш и через необнаженный интервал –

в обн. 3Ш (блок-чешуя В). Мощность отложений здесь составляет порядка 40 м, амплитуда взбросо-сдвига не определена, поэтому судить о мощности нескрытого интервала разреза не представляется возможным. Самые верхние слои свиты представлены в обн. 2Ш (блок-чешуя С), отделенным от обн. 4Ш и 3Ш еще одним взбросо-сдвигом. Мощность отложений здесь составляет 21 м. Присутствие в основании разреза обн. 2Ш пачек известняковых глыбовых брекчий (1–3) позволяет коррелировать их с пачкой 4 обн. 4Ш. Общая видимая мощность верхнекатийских отложений в разрезе р. Б. Косью составляет 42.3 м.

ОБСТАНОВКИ И ЭВОЛЮЦИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

В пределах Тимано-Североуральского региона разрезы верхнеордовикских отложений характеризуют трансформацию окаймленной карбонатной платформы, существовавшей на внешней окраине североуральского палеошельфа Печорской плиты в среднем катии, к открытой платформе и затем к рампе в позднем катии (Юдин, 1983; Ключина, 1985; Опорные..., 1987; Рассказова, 1988; Дембовский и др., 1990; Жемчугова и др., 2001; Мельников, 1999; Антошкина, 2003; Антошкина и др., 2011; Шмелёва, Толмачёва, 2016). Верхнекатийские (яптикшорские) отложения при этом имеют выдержанный литологический состав и характеризуется накоплением открыто-морских илово-биокластовых осадков сублиторали в условиях трансгрессии (Антошкина и др., 1989; Антошкина, 1994; Безносова и др., 2011; Шмелёва, 2015).

Исследованный на Северном Урале разрез яптикшорской свиты на р. Б. Косью имеет неоднородное строение, выраженное частой сменой различных по генезису типов отложений, что характеризует их формирование в сложных геологических условиях. Поскольку в составе отложений присутствуют глыбовые известняковые брекчии с обломками крупных фрагментов среднекатийского рифа Большая Косью, рассмотрим эволюцию карбонатной платформы поэтапно, начиная с завершающей стадий развития рифа.

Как установлено предыдущими исследованиями (Антошкина, 1994, 2003; Шмелёва, 2020), существование рифа Большая Косью фактически прекратилось к концу среднего катия в результате снижения уровня моря, что фиксируется постепенной сменой светло-серых массивных биогермных известняков (1 этап, пачка 5-10) (рис. 4е) преимущественно известняковыми песчаниками отмельных фаций с присутствием вадозной цементации (2 этап, пачка 5-10) (рис. 4д), а также эрозионных поверхностей в кровле некоторых биогермных тел. Последняя характеризует обстановки, близкие к супралиторальным или субэаральным.

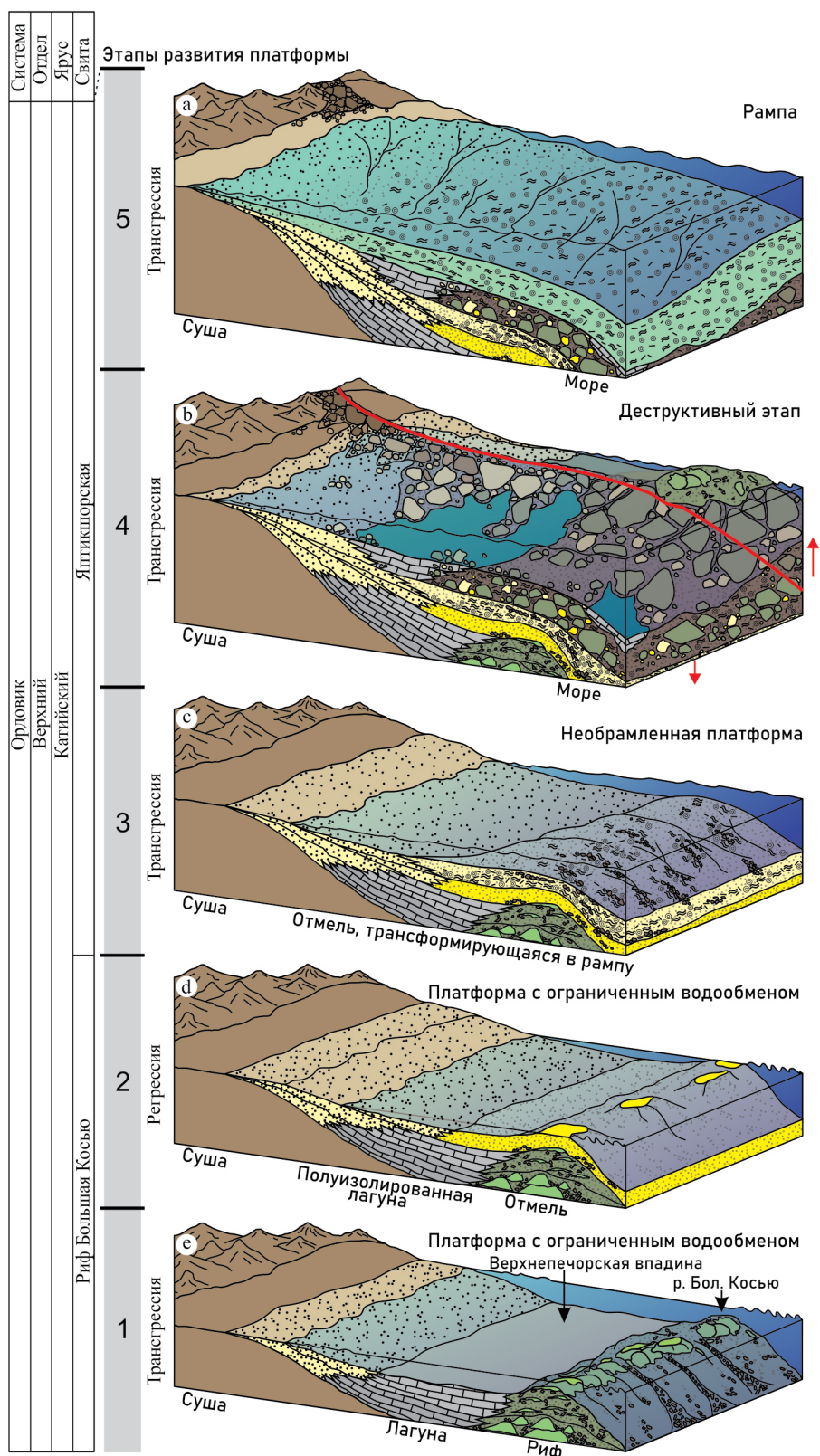


Рис. 4. Этапы развития платформы.

a – платформа-раппа; b – деструктивный этап; c – открытая платформа; d, e – окаймленная платформа.

Fig. 4. Stages of platform development.

a – inclined platform (rapm); b – the destructive stage; c – open (unrimmed) platform; d, e – rimmed platform.

В начале позднего катия формирование пачки серых плитчатых биокластовых водорослево-криноидных известняков мощностью 4 м (3 этап, пачка 5-11) (см. рис. 4с) свидетельствует о смене крайне мелководных условий обстановками более глубоководными открытошельфовыми и отражает повышение уровня моря, т. е. наступление трансгрессии. Периодическое поступление в осадок обломочного материала с мелководных областей приводило к формированию небольших редких прослоев (2.5–10.0 см) средне-крупнозернистых известняковых песчаников с градационной слоистостью и органогенным материалом и известняковых конглобрекчий с биокластовым криноидным матриксом.

Выше с тектоническим контактом залегают известняковые песчаники. Наличие в них хорошо окатанного био- и литокластового материала иногда с градационной слоистостью, отсутствие карбонатного ила говорят об их образовании в зоне постоянной подвижноводной среды (зоне волнения). Они накапливались в мелководных отмельных обстановках. Отсутствие части разреза между обнажениями 5Ш и 4Ш, которая, вероятно, скрыта под надвинутыми среднеордовикскими отложениями, не позволяет выяснить характер осадконакопления в этом интервале. В полных разрезах яптикшорской свиты, например на Приполярном Урале, отложения характеризуют типичный для этого временного интервала трансгрессивный тренд, что наблюдается и в разновозрастных отложениях на Северном Урале восточнее в шантымском фациальном комплексе (разрезе Закола) (Шмелёва, 2024). В разрезе р. Б. Косью смена рифовых известняков (1 этап) известняковыми песчаниками (2 этап) в конце среднего катия свидетельствует о начале трансгрессии, которая в начале позднего катия (начале яптикшорского времени) продолжала развиваться, что фиксируется накоплением пачки серых водорослево-криноидных известняков (3 этап, пачка 5-11). Залегающие выше с тектоническим контактом песчаники (3 этап, пачки 4-1, 4-2, 4-3), характеризующие отмельные фации, могут свидетельствовать либо о прерывистом характере трансгрессии на территории Северного Урала, либо о нестабильности тектонического режима в исследуемой части региона, когда различные блоки, являющихся отражением структуры фундамента и его рельефа, имели различные скорости поднятия и погружения. Механизм формирования этих блоков и общая палеогеодинамическая ситуация будут рассмотрены позже.

Далее известняковые песчаники (3 этап) сменяются пачкой известняковых глыбовых брекчий мощностью 19 м, в составе которых присутствуют крупные фрагменты рифовых известняков (4 этап, пачки 4-4, 2-1, 2-2, 2-3) (см. рис. 4б). Остановимся подробнее на генезисе данных пород.

Как известно, карбонатные брекчии могут иметь разное происхождение. В настоящее время выделяют четыре основных генетических типа брекчий: осадочные (образованные при осаждении эродированного карбонатного материала), неосадочные (возникшие вследствие растворения на месте), тектонические (сформированные в результате внутренних дислокаций карбонатных пород) и диагенетические (полученные благодаря процессам раннего диагенеза) (Norton, 1917; Blount, Moore, 1969; Richter, Füchtbauer, 1981; Flügel, 2010; и др.).

Очевидно, что описанные глыбовые брекчии мало соответствуют неосадочным (брекчиям калiche или брекчиям растворения-эвапоритизации-коллапса) главным образом ввиду обилия органических остатков в матриксе, отсутствия в составе обломков известняков с видимыми образованиями эвапоритов, глинистых минералов, кварцевого песка, трещин вокруг обломков, заполненных глинами (Stanton, 1966; Pomoni-Papaioannou, Dornsiepen, 1987; Obrador et al., 1992; Flügel, 2010). Также исключается раннедиагенетическая природа глыбовых брекчий, поскольку данные породы не являются псевдобрекчиями (когда слоистые доломиты или известняки имеют различную неправильно распределенную пятнистую текстуру, которая имитирует внешний вид брекчий) (Bathurst, 1959) и стилобрекчиями (формирование которых обусловлено растрескиванием карбонатных пород, сопровождающимся растворением под давлением карбоната между фрагментами брекчий) (Logan, Semeniuk, 1976).

Тектонические брекчии, среди которых различаются *брекчии, заполняющие трещины* (образуются в подводных нептунических дайках или субэвральных трещинах и карстовых трещинах), *внутренние брекчии* (автокластические, связанные с обусловленными тектоникой растяжением и растрескиванием слаболитифицированных карбонатов вблизи осадочной поверхности) и *сдвиговые брекчии* (обусловленные хрупкими деформациями в результате надвигания и скольжения), имеют схожий набор отличительных признаков, четко указывающих на их генезис. Это в первую очередь мономиктовый состав обломков, угловатая или полуугловатая форма, растрескивание обломков, характеризующиеся несколькими фазами, вследствие чего часто сложно отделить разные генерации трещин, латерально прерывистые плохо стратифицированные слои, высокая доля содержания матрикса, состоящего преимущественно из перекристаллизованного кальцита, скудность и плохая сохранность ископаемых остатков в нем (Richter, Füchtbauer, 1981; Füchtbauer, Richter, 1983a, b; Сандула, 2008; Flügel, 2010). Поскольку перечисленные признаки не характерны для исследуемых верхнекатийских глыбовых брекчий, тектоническая природа брекчий также исключается.

Собственно осадочные брекчии бывают четырех типов: *потоковые* (формирующиеся при транспортировке под действием гравитации вниз по склону мелководно-морских и склоновых осадков; включают брекчии, образованные при скольжении и проседании, дебитных и турбидитных потоках), *подводные обвальные* (потоковые брекчии, образованные накоплением грубых, угловатых фрагментов пород, полученных падением из клифов, уступов или крутых твердых склонов), *перитидальные и мелководно-морские* (образованные синседиментационным накоплением эродированных литоральных, сублиторальных и субэвальных карбонатов, часто приурочены к штормовым событиям; осаждение их происходит в мелких литоральных и супралиторальных обстановках, а также на пляжах), *предрифтовые* (отлагающиеся на открытом морском склоне высокоэнергичных рифов, состоят из эродированного рифового материала и остатков организмов, живших на рифе или рифовом склоне) (Blount, Moore, 1969; Cyclic..., 1982; Flügel, 2010).

В пользу осадочного происхождения глыбовых брекчий в первую очередь свидетельствуют состав матрикса (сортированный известняковый песчаник), обилие в нем стратиграфически значимых хорошо сохранных органических остатков (в том числе зональный вид брахиопод), разнокомпонентный состав обломочного материала различной окатанности (включающий как фрагменты различных частей рифа, так и основания яптикшорской свиты). Отсутствие слоистости и сортировки обломочного материала не позволяет отнести глыбовые брекчии к потоковым. Большая мощность, сильно различающиеся размеры обломочного материала, отсутствие его ориентировки и неокатанность крупных фрагментов пород исключают принадлежность брекчий к литоральным или мелководно-морским. Для предрифтовых брекчий, расположенных в проксимальной части передового склона (на что могут указывать глыбовый размер и состав обломочного материала), характерно присутствие подводных карбонатных инкрустационных цементов в матриксе и несколько фаз цементации (Enos, Moore, 1983; Brachert, Dullo, 1990; Flügel, 2010; и др.), чего также не наблюдается в исследуемых породах. При этом все перечисленные признаки типичны для подводных обвальных брекчий, когда крупные фрагменты были сформированы в результате обрушения пород, а пустоты после осаждения обломков заполнены известняковым песчаником с более мелководных участков. В формировании пачки таких обвальных брекчий, вероятно, участвовало несколько факторов, которые были связаны с тектонической эволюцией Печорской плиты.

В позднем кембрии – раннем ордовике во время стадии каледонского орогенеза в северо-западной части Восточно-Европейского континента в центральной части Печорской плиты сформировалось

крупное аркогенное поднятие субмеридионального простирания, названное Печоро-Илычским сводовым поднятием (рис. 5) (Тимонин, 1998). В раннем – начале среднего ордовика вдоль восточного (в современных координатах) края континента продолжается спрединг, в результате чего происходит дальнейшее раскрытие Палеоуральского океана, формируется Восточноевропейская пассивная окраина. К концу ордовика продолжающийся спрединг вызвал обрушение Печоро-Илычского аркогенного поднятия в центральной части Печорской плиты с образованием Печоро-Колвинского рифа со сложной сетью разрывных нарушений. Кроме того, в начальные этапы деструкция восточного края Печорской плиты образовался сложный расчлененный рельеф, сформированный чередованием грабенообразных впадин и горстообразных выступов, активно влиявших позднее на характер осадконакопления. Отпечаток на формирование рельефа наложили также листрические сбросы, захватившие территорию континентальной окраины вплоть до современной гряды Чернышева и приведшие к последовательному опусканию крупных участков литосферы по субпараллельным разломам. Процесс запрокидывания блоков фундамента по прогнутым поверхностям листрических разрывов приводил к образованию асимметричных грабенов, благодаря чему в пределах одного блока на сравнительно небольшом удалении друг от друга масштабы осадконакопления сильно различались (Тимонин, 1998; Малышев, 2002).

Таким образом, территория современного Северного Урала в отличие от Приполярного и Полярного Урала, а также гряды Чернышева, где установлены многочисленные разрезы разновозрастных яптикшорских отложений, в позднем ордовике располагалась между двумя географически сближенными тектонически активными зонами – Печоро-Колвинским внутриплитным рифом и континентальной окраиной с обособленными по листрическим сбросам тектоническими блоками с разными скоростями поднятия и погружения (см. рис. 5). Формирование пачки глыбовых брекчий могло быть вызвано обрушением известняков в результате проявления тектонической активности Печорской плиты в процессе формирования как Печоро-Колвинской системы пассивного внутриплитного рифа, так и ее континентальной окраины на границе двух блоков, являющихся отражением структуры фундамента и его рельефа. В результате подобных процессов были сформированы верхнемалотавротинские (по современной стратиграфической схеме ордовика – верхнекарийские) брекчии на всей ее территории (Антошкина, 2011б). На Приполярном Урале так называемые “брекчии горизонта проскальзывания” так же, как и в исследуемом районе, затронули нижние слои яптикшорской свиты в районе Каюк-Нырда (Дембовский и др., 1990).

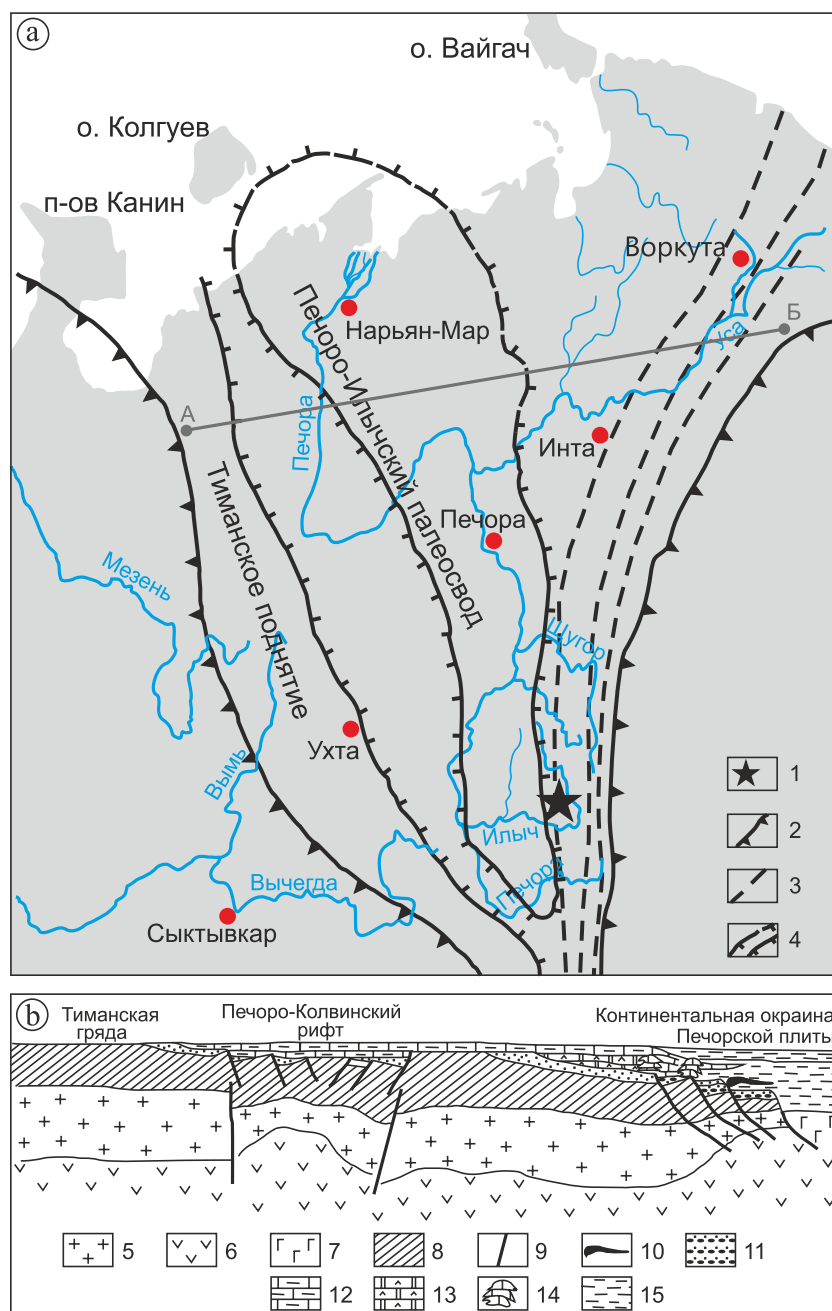


Рис. 5. Схема начальных этапов развития Печорской плиты и пассивной окраины Палеоуральского океана (Тимонин, 1998).

а – геологическая ситуация места формирования Печоро-Колвинского рифта (1 – местонахождение изученного разреза; 2 – границы Печорской плиты; 3 – листрические разломы; 4 – контуры Печоро-Ильчского палеосвода; б – строение земной коры (O₂–D₁) по профилю АБ (5, 6 – континентальная кора: 5 – гранитно-метаморфический слой, 6 – базальтовый слой; 7 – океаническая кора; 8 – рифейско-вендский складчатый комплекс; 9 – разломы; 10 – внедрение магматических пород основного состава; 11–15 – формации: 11 – песчано-конгломератовая, 12 – глинисто-известняковая, 13 – сульфатно-доломитовая, 14 – рифовых известняков, 15 – глубоководная кремнисто-сланцевая).

Fig. 5. Diagram of the initial stages of development of the Pechora Plate and the passive margin of the Paleoural Ocean (Timonin, 1998).

а – the geological situation of the Pechora-Kolva rift formation site (1 – location of the studied section; 2 – boundaries of the Pechora plate; 3 – listric faults; 4 – contours of the Pechora Ilych palaeoarch); б – structure of the Earth's crust (O₂–D₁) according to the AB profile (5, 6 – continental crust: 5 – granite-metamorphic layer, 6 – basalt layer; 7 – oceanic crust; 8 – Riphean-Vendian folded complex; 9 – faults; 10 – introduction of igneous rocks of the main composition; 11–15 – formations: 11 – sandy-conglomerate, 12 – clay-limestone, 13 – sulfate-dolomite, 14 – reef limestones, 15 – deep-sea siliceous-shale).

На Северном Урале активизация разломов началась в позднем катии после образования рифа Большая Косью, подстилающего яптикшорскую свиту. Тектонические подвижки вызывали обвалы, в результате чего формировались пачки глыбовых брекчий, перекрывающие отмельные песчаники, завершившие рост рифа Большая Косью (см. рис. 4b). Вероятно, это можно объяснить существованием близко расположенной территории, испытавшей поднятие, в результате началось разрушение рифового сооружения. Очевидных свидетельств формирования латерально протяженного среднекатийского рифового плато на р. Б. Косью нет, так как разрезы северной части и русла широтного течения реки перекрыты надвигом среднеордовикских сланцев (Юдин, 1994). Однако существование среднекатийских соляных лагун в пределах современной Верхнепечорской впадины (Рассказова, 1988, Антошкина, 2011a) свидетельствует о нахождении на территории исследуемого района рифовой отмели, способной служить физическим барьером, влияющим на изменение гидродинамики и солености вод. Это, в свою очередь, говорит о том, что данный риф, скорее всего, имел значительную протяженность, поскольку небольшие органогенные постройки не могут представлять собой седиментационные барьеры (Антошкина, 2003). Активизация тектонических движений в позднем катии могла привести в одной части рифового плато, испытавшей поднятие, к его разрушению, а в другой – к формированию глыбовых брекчий. Размеры, состав и форма колонии основных каркасостроителей в обломках рифовых известняков в брекчиях соответствуют климаксовой стадии развития рифа Большая Косью (Шмельёва, 2020), что также может служить подтверждением сходства условий осадконакопления и стадий развития экосистемы на различных участках рифового плато и указывать на источник обломочного глыбового материала.

Сменяющие обломочные образования серые и светло-серые средне-крупнообломочные водорослево-криноидные известняки (5 этап, пачки 4-5, 3-1, 3-2, 3-3, 2-4) (см. рис. 4a) отлагались в результате поступления разнородного биокластового материала, вероятнее всего, в зоне сублиторали с относительно спокойной гидродинамикой, так как в породах преобладает массивная текстура и участками сохранился пелитоморфный и сгустковый карбонатный материал. Присутствие экологически несовместимой биоты (зеленых водорослей в криноидных известняках) говорит о транспортировке биокластового водорослевого материала с более мелководных участков. Преобладание в составе известняков стеногалинных организмов (криноидей, кораллов, брахиопод) указывает на нормально-морские обстановки осадконакопления. Единичный локально распространенный слой серых

известняковых грубообломочных конглобрекчий, вероятно, был сформирован в результате штормовых процессов, когда в мелководной части шельфа с подвижной гидродинамикой вследствие волнового воздействия образовывался крупный литокластовый материал, перенесенный в более глубоководные участки (о чем свидетельствуют окатанность обломков и водорослево-криноидный матрикс). Отложения накапливались ниже базиса действия нормальных, но выше штормовых волн в открыто-морской обстановке в условиях средней ramпы. Подобные яптикшорские карбонаты широко распространены в разрезах Приполярного Урала, на западе в пределах Верхнепечорской впадины и гряды Чернышева.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по стратиграфическому положению и фаунистической характеристике верхнекатийские отложения шежимского фациального комплекса на Северном Урале достоверно коррелируют со стратотипом яптикшорской свиты.

Характер трансформации внешней окраины Печорской плиты от окаймленной карбонатной платформы в среднем катии к открытой платформе и далее к рампе в позднем катии, установленный на основании изучения разрезов Северного, Приполярного, Полярного Урала, гряды Чернышова, проявлен и в разрезе р. Б. Косью. Развитие рифа здесь прекратилось в конце среднего катия в результате снижения уровня моря и вывода его в зону эрозии. В начале позднего катия (яптикшорское время) крайне мелководные условия сменились обстановками склоновыми более глубоководными с периодическим поступлением обломочных потоков, что отражает повышение уровня моря, т. е. наступление трансгрессии. Эти отложения, вероятно, фиксируют трансформацию окаймленной платформы в открытую. Залегающие выше с тектоническим контактом известняковые песчаники, характеризующие отмельные фации, свидетельствуют либо о прерывистом характере трансгрессии, либо о нестабильности тектонического режима на территории Северного Урала. Перекрывающие их глыбовые брекчии были образованы в результате подводных обвалов, спровоцированных тектонической активностью Печорской плиты в процессе формирования как Печоро-Колвинской системы пассивного внутриплитного рифта, так и ее континентальной окраины на границе двух блоков с разными скоростями поднятия и погружения. В конце позднего катия здесь существовали открыто-морские сублиторальные обстановки, что проявилось в накоплении характерных водорослево-криноидных биокластовых известняков. Подобные отложения широко распространены на территории Приполярного Урала и гряды Чернышева и характери-

зуют окраину карбонатной платформы-рампы. Одновозрастные отложения, установленные на Северном Урале восточнее в шантымском фациальном комплексе (разрезах Закола), также определяют постепенное углубление бассейна и отвечают обстановкам нижней сублиторали карбонатной платформы-рампы (Шмелёва, 2024). При этом они имеют более однородный литологический состав, что, вероятно, может быть связано с их удаленностью согласно палинспастическим реконструкциям (Юдин, 1983) на расстояние более 140 км в сторону Палеоуральского океана от разрезов шежимского комплекса.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность А.И. Антошкиной и анонимным рецензентам за консультации, ценные замечания и полезные рекомендации при подготовке статьи к публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антошкина А.И. (1994) Рифы в палеозое Печорского Урала. СПб.: Наука, 154 с.
- Антошкина А.И. (2003) Рифообразование в Палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 304 с.
- Антошкина А.И. (2011а) Раннепалеозойское рифообразование на севере Урала как пример его взаимосвязи с геобиосферными изменениями. *Рифогенные формации и рифы в эволюции биосферы*. (Отв. ред. С.В. Рожнов). М.: ПИН РАН, 116-141.
- Антошкина А.И. (2011б) Генетические типы карбонатных псефитолитов нижнего палеозоя севера Урала. II. Типы, модели и особенности формирования. *Литосфера*, **3**, 39-49.
- Антошкина А.И. (2015) Особенности хирнантского осадконакопления в Североуральском регионе. *Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы VIII Всерос. литологического сов.* М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 53-56.
- Антошкина А.И., Афанасьев А.К., Безносова Т.М. (1989) Новая стратиграфическая схема верхнего ордовика и силура севера Урала (Елецкая зона). Сыктывкар: Коми НЦ УрО АН СССР, 16 с.
- Антошкина А.И., Пономаренко Е.С., Силаев В.И. (2017) Биохомогенная природа ордовикских шамозитов на Северном Урале. *Вестн. ИГ Коми НЦ УрО РАН*, **9**, 12-22.
- Антошкина А.И., Салдин В.А., Сандула А.Н., Никулова Н.Ю., Пономаренко Е.С., Шебошкин Д.Н., Шадрин А.Н., Канева Н.А. (2011) Палеозойское осадконакопление на внешней зоне шельфа пассивной континентальной окраины северо-востока Европейской платформы. Сыктывкар: Геопринт, 200 с.
- Антошкина А.И., Шмелёва Л.А. (2018) Особенности состава, строения и условий образования хирнантских отложений в Тимано-Североуральском осадочном бассейне. *Литосфера*, **18**(4), 543-565. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2018-18-4-543-565>
- Безнослова Т.М., Майдль Т.В., Мянник П., Мартма Т. (2011) Граница ордовика и силура на западном склоне Приполярного Урала. *Стратиграфия, геол. корреляция*, **19**(4), 21-39.
- Дембовский Б.Я., Дембовская З.П. (1992) Производство опытно-методических работ по расчленению нижнепалеозойских разрезов западного склона Северного Урала (Щугоро-Уньинский район). Отчет по объекту за 1989–1992 гг. Воркута, 218 с.
- Дембовский Б.Я., Дембовская З.П., Ключина М.Л., Наседкина В.А. (1990) Ордовик Приполярного Урала. Геология, литология, стратиграфия. Свердловск: УрО АН СССР, 210 с.
- Жемчугова В.А., Мельников С.В., Данилов В.Н. (2001) Нижний палеозой Печорского нефтегазоносного бассейна (строение, условия образования, нефтегазоносность). М.: Академия горных наук, 110 с.
- Иорданский Н.Н. (1928) Новые данные по распространению нижнего силура в бассейне Верхней Печоры. *Изв. Ассоциации НИИ при физ.-мат. фак. 1-го МГУ*, **1**(1-2), 74-96.
- Ключина М.Л. (1985) Палеогеография Урала в ордовикском периоде. М.: Наука, 189 с.
- Кондаийн О.А. (1960) Структурные особенности Печорского Урала. *Материалы годичной сессии Ученого совета ВСЕГЕИ по результатам работ 1958 г.* Л.: Недра, 96-98.
- Кондаийн А.Г. (1967) Силурийские и нижнедевонские отложения Бельско-Елецкой фациальной зоны Печорского Урала. *Тр. ВСЕГЕИ*, **144**, 87-123.
- Мавринская Т.М., Якупов Р.Р. (2016) Ордовикские отложения западного склона Южного Урала и их корреляция по конодонтам и хитинозоям. *Геология и геофизика*, **57**(2), 333-352.
- Малышев Н.А. (2002) Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов европейского севера России. Екатеринбург: УрО РАН, 270 с.
- Мельников С.В. (1999) Конодонты ордовика и силура Тимано-Североуральского региона. СПб.: ВСЕГЕИ, 135 с.
- Опорные разрезы верхнего ордовика и нижнего силура Приполярного Урала (1987) (Сост. В.С. Цыганко, В.А. Черных). Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 94 с.
- Першина А.И. (1962) Пограничные слои ордовика и силура на Печорском Урале. *Тр. ИГ Коми филиала АН СССР*, вып. 3, 28-37.
- Пономаренко Е.С. (2020) Строение и условия образования верхнелохмовской валганской свиты (нижний девон, р. Илыч, Северный Урал). *Литосфера*, **20**(1), 63-75.
- Пономаренко Е.С. (2021) Литологические и изотопные ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) особенности верхнесилурийских отложений зарифовой лагуны бассейна р. Илыч (Северный Урал). *Вестн. геонаук*, **11**(323), 43-54. <https://doi.org/10.19110/geov.2021.11.4>
- Пономаренко Е.С. (2022) Нижнелудфордские (верхний силур) склоновые отложения в разрезе Лягадин (р. Илыч, Северный Урал). *Литосфера*, **22**(1), 75-100. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-1-75-100>
- Пономаренко Е.С., Никулова Н.Ю. (2020) Литологические и геохимические особенности верхнеэвмских (нижний девон) карбонатно-глинистых отложений на р. Илыч (Северный Урал). *Вестн. геонаук*, **8**(308), 10-17.
- Производительные силы Коми АССР (1953). Т. 1. Геологическое строение и полезные ископаемые. М.: АН СССР, 464 с.

- Рассказова Н.В. (1988) Корреляция продуктивных горизонтов верхнего ордовика-нижнего девона. *Стратиграфия и литология нефтегазоносных отложений Тимано-Печорской провинции*. (Отв. ред. В.И. Богацкий). Л.: ВНИГРИ, 30-36.
- Сандула А.Н. (2008) Известняковые брекчии в каменноугольных отложениях Печорского Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 144 с.
- Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований (2008). *Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий, вып. 38*. (Отв. ред. А.И. Жамойда, О.В. Петров). СПб.: ВСЕГЕИ, 131 с.
- Стратиграфические схемы Урала (Докембрий, палеозой) (1993). (Под ред. Н.Я. Анцыгина, Б.А. Попова, Б.И. Чувашова). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 152 л.
- Теодорович Г.И. (1958) Аутигенные минералы осадочных пород. М.: АН СССР, 231 с.
- Тимонин Н.И. (1998) Печорская плита: история геологического развития в фанерозое. Екатеринбург: УрО РАН, 240 с.
- Хворова И.В. (1958) Атлас карбонатных пород среднего и верхнего карбона Русской платформы. М.: АН СССР, 167 с.
- Швецов М.С. (1948) Петрография осадочных пород. М.: Л.: Госгеолиздат, 431 с.
- Шмелёва Л.А. (2015) Состав и строение верхнекарийских отложений (бассейн р. Илыч, Северный Урал). *Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы VIII Всерос. литологического сов. Т. 2*. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 473-475.
- Шмелёва Л.А. (2018) Парагенетические ассоциации пород как отражение литогеохимической эволюции окраины карбонатной платформы в позднем ордовике (бассейн р. Илыч, Северный Урал). *Вестн. ИГ Коми НЦ УрО РАН*, 5, 3-12.
- Шмелёва Л.А. (2020) Верхнеордовикский риф Большая Косью, р. Илыч, Северный Урал (структура, палеобиоценозы, микрофауны, модель формирования). *Литосфера*, 20(4), 557-572. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2020-20-4-557-572>
- Шмелёва Л.А. (2024) Верхнеордовикско-нижнесилурийские отложения в разрезе Закола (р. Илыч, Северный Урал) – состав, строение, условия образования. *Литосфера*, 24(1), 98-114. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2024-24-1-98-114>
- Шмелёва Л.А., Пономаренко Е.С. (2023) Некоторые детали строения северной центриклинали Косью-Уньинской синклинали (р. Илыч, Северный Урал). *Вестн. геонаук*, 11(347), 48-58. <https://doi.org/10.19110/geov.2023.11.5>
- Шмелёва Л.А., Толмачёва Т.Ю. (2016) Карбонатные отложения верхнего ордовика на р. Б. Косью (Северный Урал): характеристика разреза и первые данные по конodontам. *Регион. геология и металлогения*, 65, 50-59.
- Юдин В.В. (1983) Варисциды Северного Урала. Л.: Наука, 174 с.
- Юдин В.В. (1994) Орогенез Севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург: Наука, 286 с.
- Bathurst R.G.C. (1959) Diagenesis in Mississippian calcilutites and pseudobreccias. *J. Sed. Petrol.*, 29, 365-376.
- Batten Hender K.L., Dix G.R. (2008) Facies development of a Late Ordovician mixed carbonate siliciclastic ramp proximal to the developing Taconic orogen: Lourdes Formation, Newfoundland, Canada. *Facies*, 54, 121-149.
- Bergström S.M., Leslie S.A. (2009) The Ordovician conodont *Amorphognathus ordovicicus* Branson and Mehl and the evolution of *Amorphognathus* Branson and Mehl, a key genus in Ordovician conodont biostratigraphy. *International Conodont Symposium (ICOS 2009) Abstracts*. (Ed. by C.M. Henderson, C. MacLean). *Newsletter of the Subcommission on Permian Stratigraphy*, (53-1), 6-7.
- Blount D.N., Moore C.H. (1969) Depositional and non-depositional carbonate breccias, Chiantla Quadrangle, Guatemala. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 80, 429-442.
- Brachert T., Dullo C. (1990) Correlation of deep-sea sediments and fore reef carbonates in the Red Sea: an important clue for basin analysis. *Mar. Geol.*, 92, 255-267.
- Cyclic and Event Stratification (1982). (Ed. by G. Einsele, A. Seilacher). Berlin: Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 536 p.
- Dunham R.J. (1962) Classification of Carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of Carbonate Rocks*. (Ed. by W.E. Ham). Tulsa: AAPG, 108-121.
- Enos P., Moore C.H. (1983) Fore-reef slope environment. *Carbonate Depositional Environments*. (Ed. by P.A. Scholle, D.G. Bebout, C.H. Moore). Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 33, 507-537.
- Flügel E. (2010) Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. Berlin; Heidelberg: Springer Verlag, 976 p.
- Folk R.L. (1959) Practical petrographic classification of limestones. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 43, 1-38.
- Füchtbauer H., Richter D.K. (1983a) Carbonate internal breccias: A source of mass flow at early geosynclinal platform margins in Greece. *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ.*, 33, 207-215.
- Füchtbauer H., Richter D.K. (1983b) Relations between submarine fissures, internal breccias and mass flow during Triassic and earlier rifting periods. *Geol. Rundschau*, 72, 53-66.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. (2012) The Geologic Time Scale. 2 vols. Amsterdam: Elsevier Science Ltd., 1177 p.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G. (2004) Geologic Time Scale. *Episodes*, 27(2), 83-100. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2004/v27i2/002>
- James N.P., Jones B.G. (2015) Origin of carbonate sedimentary rocks. Hoboken: Wiley, 464 p.
- Kaljo D., Männik P., Martma T., Nõlvak J. (2012) More about the Ordovician. Silurian transition beds at Mirny Creek, Omulev Mountains, NE Russia: carbon isotopes and conodonts. *Estonian J. Earth Sci.*, 61(4), 277-294.
- Logan B.W., Semeniuk V. (1976) Dynamic metamorphism: Processes and products in Devonian carbonate rocks, Canning Basin, Western Australia. *Geol. Soc. Australia, Spec. Publ.*, 6, 1-138.
- Lokier S.W., Al Junaibi M. (2016) The petrographic description of carbonate facies: Are we all speaking the same language? *Sedimentology*, 63(7), 1843-1885. <https://doi.org/10.1111/sed.12293>
- Norton W.H. (1917) A classification of breccias. *J. Geol.*, 25, 160-194.
- Obrador A., Pomar L., Taberner C. (1992) Late Miocene-breccia of Menorca (Balearic Islands): a basis for the interpretation of a Neogene ramp deposit. *Sediment. Geol.*,

- 79, 203-223.
- Pomoni-Papaioannou F., Dornsiepen U. (1987) Post-Pliocene calichified solution-collapse breccia from Eastern Crete, Greece. *Facies*, **18**, 169-180.
- Richter D.K., Füchtbauer H. (1981) Merkmale und Genese von Breccien und ihre Bedeutung im Mesozoikum von Hydra (Griechenland). *Z. deutsch. geol. Ges.*, **132**, 451-501.
- Stanton R.J. (1966) The solution brecciation process. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **77**, 843-848.
- ## REFERENCES
- Antoshkina A.I. (1994) Reefs in the Paleozoic of the Pechora Urals. St.Petersburg, Nauka Publ., 154 p. (In Russ.)
- Antoshkina A.I. (2003) Reef formation in the Paleozoic (North of the Urals and adjacent regions). Ekaterinburg, UrO RAN, 304 p. (In Russ.)
- Antoshkina A.I. (2011a) Early Paleozoic reef formation in the North of the Urals as an example of its relationship with geobiospheric changes. *Reef formations and reefs in the evolution of the biosphere*. (Ed. by S.V. Rozhnov). Moscow, PIN RAN, 116-141. (In Russ.)
- Antoshkina A.I. (2011b) Genetic types of carbonate psephitrites of that Lower Paleozoic of the North of the Urals. II. Types, models and features of formation. *Lithosphere (Russia)*, (3), 39-49. (In Russ.)
- Antoshkina A.I. (2015) Features of the Hirnant sedimentation in the North Ural region. *The evolution of sedimentary processes in the history of the Earth: materials of the VIII All-Russian Lithological Meeting*. Moscow, RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 53-56. (In Russ.)
- Antoshkina A.I., Shmeleva L.A. (2018) Peculiarities of composition, structure and environments of Hirnantian deposits in the Timan-Northern Ural sedimentary basin. *Lithosphere (Russia)*, **18**(4), 543-565. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2018-18-4-543-565>
- Antoshkina A.I., Afanasyev A.K., Beznosova T.M. (1989) A new stratigraphic scheme of the Upper Ordovician and Silurian of the Northern Urals (Yelets zone). Syktyvkar, Komi NTs UrO AN SSSR, 16 p. (In Russ.)
- Antoshkina A.I., Ponomarenko E.S., Silaev V.I. (2017) Biochemogenic origin of the ordovician chamosite in the Northern Urals. *Vestn. IG Komi NTS URO RAN*, (9), 12-22. (In Russ.)
- Antoshkina A.I., Saldin V.A., Sandula A.N., Nikulova N.Yu., Ponomarenko E.S., Shebolkin D.N., Shadrin A.N., Kaneva N.A. (2011) Paleozoic sedimentation in the outer shelf zone of the passive continental margin of the north-eastern European Platform. Syktyvkar, Geoprint Publ., 200 p. (In Russ.)
- Bathurst R.G.C. (1959) Diagenesis in Mississippian calcilitites and pseudobreccias. *J. Sed. Petrol.*, **29**, 365-376.
- Batten Hender K.L., Dix G.R. (2008) Facies development of a Late Ordovician mixed carbonate siliciclastic ramp proximal to the developing Taconic orogen: Lourdes Formation, Newfoundland, Canada. *Facies*, **54**, 121-149.
- Bergström S.M., Leslie S.A. (2009) The Ordovician conodont *Amorphognathus ordovicicus* Branson and Mehl and the evolution of *Amorphognathus* Branson and Mehl, a key genus in Ordovician conodont biostratigraphy. *International Conodont Symposium (ICOS 2009) Abstracts*. (Ed. by C.M. Henderson, C. MacLean). *Newsletter of the Subcommission on Permian Stratigraphy*, (53-1), 6-7.
- Beznosova T.M., Maidl T.V., Myannik P., Marta T. (2011) The border of the Ordovician and Silurian on the western slope of the Circumpolar Urals. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **19**(4), 21-39. (In Russ.)
- Blount D.N., Moore C.H. (1969) Depositional and non-depositional carbonate breccias, Chiantla Quadrangle, Guatemala. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **80**, 429-442.
- Brachert T., Dullo C. (1990) Correlation of deep-sea sediments and fore reef carbonates in the Red Sea: an important clue for basin analysis. *Mar. Geol.*, **92**, 255-267.
- Cyclic and Event Stratification (1982). (Ed. by G. Einsele, A. Seilacher). Berlin, Heidelberg; New York, Springer-Verlag, 536 p.
- Dembovsky B.Ya., Dembovskaya Z.P. (1992) Report on the object: "Production of experimental and methodological work on the dismemberment of the Lower Paleozoic sections of the western slope of the Northern Urals (Shchugoro-Uninsky district)" for 1989-1992. Vorkuta, 218 p. (In Russ.)
- Dembovsky B.Ya., Dembovskaya Z.P., Klyuzhina M.L., Nasedkina V.A. (1990) Ordovician of the Circumpolar Urals. Geology, lithology, stratigraphy. Sverdlovsk, UrO AN SSSR, 210 p. (In Russ.)
- Dunham R.J. (1962) Classification of Carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of Carbonate Rocks*. (Ed. by W.E. Ham). Tulsa, AAPG, 108-121.
- Enos P., Moore C.H. (1983) Fore-reef slope environment. *Carbonate Depositional Environments*. (Ed. by P.A. Scholle, D.G. Bebout, C.H. Moore). Tulsa, American Association of Petroleum Geologists, **33**, 507-537.
- Flügel E. (2010) Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. Berlin; Heidelberg, Springer Verlag, 976 p.
- Folk R.L. (1959) Practical petrographic classification of limestones. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **43**, 1-38.
- Füchtbauer H., Richter D.K. (1983a) Carbonate internal breccias: A source of mass flow at early geosynclinal platform margins in Greece. *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ.*, **33**, 207-215.
- Füchtbauer H., Richter D.K. (1983b) Relations between submarine fissures, internal breccias and mass flow during Triassic and earlier rifting periods. *Geol. Rundschau*, **72**, 53-66.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. (2012) The Geologic Time Scale. 2 vols. Amsterdam, Elsevier Science Ltd., 1177 p.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G. (2004) Geologic Time Scale. *Episodes*, **27**(2), 83-100. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2004/v27i2/002>
- Hvorova I.V. (1958) Atlas of carbonate rocks of the middle and upper carboniferous of the Russian platform. Moscow, AN SSSR, 167 p. (In Russ.)
- Iordanskij N.N. (1928) New data on the distribution of the Lower Silurian in the Upper Pechora basin. *Izv. Assotsiatsii NII pri fiz.-mat. fak. I-go MGU*, **1**(1-2), 74-96. (In Russ.)
- James N.P., Jones B.G. (2015) Origin of carbonate sedimentary rocks. Hoboken, Wiley, 464 p.
- Kaljo D., Männik P., Martma T., Nõlvak J. (2012) More about the Ordovician. Silurian transition beds at Mirny Creek, Omulev Mountains, NE Russia: carbon isotopes and conodonts. *Estonian J. Earth Sci.*, **61**(4), 277-294.
- Klyuzhina M.L. (1985) Paleogeography of the Urals in the Ordovician period. Moscow, Nauka Publ., 189 p. (In Russ.)
- Kondia A.G. (1967) Silurian and Lower Devonian deposits of the Belsko-Yelets facies zone of the Pechora Urals.

- Tr. VSEGEI, **144**, 87-123. (In Russ.)
- Kondiajn O.A. (1960) Structural features of the Pechora Urals. *Materials of the annual session of the Academic Council of VSEGEI on the results of the work of 1958*. Leningrad, Nedra Publ., 96-98. (In Russ.)
- Logan B.W., Semeniuk V. (1976) Dynamic metamorphism; Processes and products in Devonian carbonate rocks, Canning Basin, Western Australia. *Geol. Soc. Australia, Spec. Publ.*, **6**, 1-138.
- Lokier S.W., Al Junaibi M. (2016) The petrographic description of carbonate facies: Are we all speaking the same language? *Sedimentology*, **63**(7), 1843-1885. <https://doi.org/10.1111/sed.12293>
- Malyshev N.A. (2002) Tectonics, evolution and oil and gas content of sedimentary basins of the European north of Russia. Ekaterinburg, UrO RAN, 270 p. (In Russ.)
- Mavrinskaya T.M., Yakupov R.R. (2016). Ordovician deposits of the western slope of the Southern Urals and their correlation by conodonts and chitinozoa. *Geologiya i Geofizika*, **57**(2), 333-352. (In Russ.)
- Melnikov S.V. (1999) Ordovician and Silurian conodonts of the Timan-North Ural region. St.Petersburg, VSEGEI, 135 p. (In Russ.)
- Norton W.H. (1917) A classification of breccias. *J. Geol.*, **25**, 160-194.
- Obrador A., Pomar L., Taberner C. (1992) Late Miocene-breccia of Menorca (Balearic Islands): a basis for the interpretation of a Neogene ramp deposit. *Sediment. Geol.*, **79**, 203-223.
- Pershina A.I. (1962) Boundary layers of the Ordovician and Silurian in the Pechora Urals. *Tr. IG Komi filiala AN SSSR*, vyp. 3, 28-37. (In Russ.)
- Pomoni-Papaioannou F., Dornsiepen U. (1987) Post-Pliocene calichified solution-collapse breccia from Eastern Crete, Greece. *Facies*, **18**, 169-180.
- Ponomarenko E.S. (2020) Structure and conditions of formation of the Upper Lochkovian Valgan formation (Lower Devon, Ilych River, Northern Urals). *Lithosphere (Russia)*, **20**(1), 63-75. (In Russ.)
- Ponomarenko E.S. (2021) Lithological and isotopic ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$) features of the Upper Silurian deposits of the zarif lagoon of the Ilych river basin (Northern Urals). *Vestn. Geonauk*, **11**(323), 43-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.19110/geov.2021.11.4>
- Ponomarenko E.S. (2022) Lower Ludford (Upper Silurian) slope deposits in the Lyagadin section (Ilych River, Northern Urals). *Lithosphere (Russia)*, **22**(1), 75-100. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-1-75-100>
- Ponomarenko E.S., Nikulova N.Yu. (2020) Lithological and geochemical features of Upper Emsian (Lower Devonian) carbonate-clay deposits on the Ilych River (Northern Urals). *Vestn. Geonauk*, **8**(308), 10-17. (In Russ.)
- Productive forces of the Komi ASSR (1953). V. 1. Geological structure and minerals. Moscow, AN SSSR, 464 p. (In Russ.)
- Rasskazova N.V. (1988) Correlation of productive horizons of the Upper Ordovician-Lower Devonian. *Stratigraphy and lithology of oil and gas deposits of the Timan-Pechora province*. (Ed. by V.I. Bogatskiy). Leningrad, VNIGRI, 30-36. (In Russ.)
- Richter D.K., Füchtbauer H. (1981) Merkmale und Genese von Breccien und ihre Bedeutung im Mesozoikum von Hydra (Griechenland). *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, **132**, 451-501.
- Sandula A.N. (2008) Limestone breccias in carboniferous deposits of the Pechora Urals. Ekaterinburg, UrO RAN, 144 p. (In Russ.)
- Shmeleva L.A. (2015) Composition and structure of the Upper Katian sediments (basin of the Ilych, Northern Urals). *The evolution of sedimentary processes in the history of the Earth: materials of the VIII All-Russian Lithological Meeting. V. 2*. Moscow, RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 473-475. (In Russ.)
- Shmeleva L.A. (2018) Paragenetic rock associations as a reflexion of carbonate platform margin lithogeodynamic evolution in the Late Ordovician (Ilych River basin, Northern Urals). *Vestn. IG Komi NTs UrO RAN*, (5), 3-12. (In Russ.)
- Shmeleva L.A. (2020) The Upper Ordovician reef Bol'shaya Kos'yu, Ilych River, Northern Urals (structure, paleobiocenosis, microfacies, model of formation). *Lithosphere (Russia)*, **20**(4), 557-572. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2020-20-4-557-572>
- Shmeleva L.A. (2024) Upper Ordovician-Lower Silurian deposits in the Zakola section (Ilych River, Northern Urals) – composition, structure, environments of formation. *Lithosphere (Russia)*, **24**(1), 98-114. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2024-24-1-98-114>
- Shmeleva L.A., Ponomarenko E.S. (2023) Some details of the structure of the northern centricline of the Kos'yu-Un'ya syncline (Ilych River, Northern Urals). *Vestn. Geonauk*, **11**(347), 48-58. (In Russ.) <https://doi.org/10.19110/geov.2023.11.5>
- Shmeleva L.A., Tolmacheva T.Yu. (2016) Carbonate deposits of the Upper Ordovician on the Bolshaya Kosyu River (Northern Urals): sequence characteristic and the first data on conodonts. *Region. Geologiya i Metallogeniya*, **65**, 50-59. (In Russ.)
- Shvecov M.S. (1948) Petrography of sedimentary rocks. Moscow; Leningrad, Gosgeolizdat, 431 p. (In Russ.)
- Stanton R.J. (1966) The solution brecciation process. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **77**, 843-848.
- Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic) (1993). (Ed. by N.Ya. Antsygin, B.A. Popov, B.I. Chuvashov). Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 152 p. (In Russ.)
- Supporting sections of the Upper Ordovician and Lower Silurian of the Circumpolar Urals (1987) (Comp. by V.S. Tsyganko, V.A. Chernnykh). Syktyvkar, Komi filial AN SSSR, 94 p. (In Russ.)
- Teodorovich G.I. (1958) Autigenic minerals of sedimentary rocks. Moscow, AN SSSR, 231 p. (In Russ.)
- The state of knowledge of the stratigraphy of the Precambrian and Phanerozoic of Russia. Tasks of further research (2008). Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its permanent commissions, vyp. 38. (Ed. by A.I. Zhamoida, O.V. Petrov). St.Petersburg, VSEGEI, 131 p. (In Russ.)
- Timonin N.I. (1998) Pechora plate: the history of geological development in the Phanerozoic. Ekaterinburg, UrO RAN, 240 p. (In Russ.)
- Yudin V.V. (1983) Variscids of the Northern Urals. Leningrad, Nauka Publ., 174 p. (In Russ.)
- Yudin V.V. (1994) Orogeny of the North of the Urals and Pai Khoi. Ekaterinburg, Nauka Publ., 286 p. (In Russ.)
- Zhemchugova V.A., Melnikov S.V., Danilov V.N. (2001) The Lower Paleozoic of the Pechora oil and gas basin (structure, conditions of formation, oil and gas content). Moscow, Akademiya gornykh nauk, 110 p. (In Russ.)